COMUNE DI BOLOGNA

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Bologna
Dipartimento Tecnico Patrimoniale

Istituto delle Scienze Neurologiche
Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

N° PROGR.

CONSEGNA	VERIFICA/VALIDAZIONE/APPROVAZIONE
DATA E PROT.	DATA E PROT.

TIMBRI E FIRME DI ATTESTAZIONE DELLA VERIFICA/VALIDAZIONE

REALIZZAZIONE DEL POLO PSICHIATRICO INTEGRATO PRESSO IL COMPLESSO RONCATI DI BOLOGNA

- Seconda Fase -

PROGETTO ESECUTIVO

SPAZIO RISERVATO PER APPROVAZIONE TITOLO EDILIZIO

PROGETTO ARCHITETTONICO
Ing. Fabio Penacchioni

PROGETTO STRUTTURALE
Ing. Friedrich Drollmann

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI
Ing. Fabio Penacchioni

PROGETTO IMPIANTI MECCANICI
Ing. Fabio Penacchioni

COORDINATORE SICUREZZA FASE PROGETTAZIONE
Arch. Valeria Mignani

COORDINATORE SICUREZZA FASE ESECUZIONE

PROPRIETA':
AZIENDA USL
DI BOLOGNA
DELEGATO CON DELIBERA
N. 275 del 26/10/2016

IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO
TECNICO PATRIMONIALE
(Ing. Francesco Rainaldi)

DIRETTORE GENERALE
Dott. ssa Chiara Gibertoni

RESPONSABILE
UO Servizi Progettazione Edile
Ing. Franco Emiliani

RESPONSABILE PROCEDIMENTO
Ing. Lucio Vitobello

DIRETTORE DEI LAVORI
Ing. Lucio Vitobello

PRESIDIO: **COMPLESSO RONCATI DI BOLOGNA**

EDIFICIO: **PALAZZINA "Portineria"**

CODICE EDIFICIO **56C**

PIANO:

DIREZIONE LAVORI

ELABORATO: **PROGETTO STRUTTURE**
RELAZIONE ELEMENTI NON STRUTTURALI

CODICE PROG. **PE**

ELAB. N. **ST.NS**

SOSTITUISCE IL N.

SOSTITUITO DAL N.

ARCHIVIO USL N.:	DATA: Ottobre 2017	SCALA:	REFERENTE AMMINISTRATIVO:
	ARCHIVIO N.:	FILE:	MOD01 PsqB01 ADT Rev. 5.1 del 26/10/2016

AGGIORNAMENTI

1		3	
2		4	

Dott. Ing. Friedrich Drollmann
Via Ghiselli n. 6 - 40134 Bologna
mail: friedrich.drollmann@me.com - tel: 051 399542 - fax: 051 399512

COMUNE DI BOLOGNA

REALIZZAZIONE DEL POLO PSICHIATRICO INTEGRATO PRESSO IL COMPLESSO RONCATI VIALE PEPOLI N. 5 - BOLOGNA
PALAZZINA PORTINERIA

REL04

OSSERVAZIONI IN MERITO AL DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI

Il Committente:
Azienda USL Bologna
Via Castiglione n. 29 - Bologna
Direttore Dipartimento Tecnico Patrimoniale
dott. ing. Francesco Rainaldi

Il tecnico incaricato:
Dott. Ing. Friedrich Drollmann
Via Ghiselli n. 6 – 40134 Bologna

I collaboratori:
Dott. Ing. Giada Gasparini

Bologna, 18 novembre 2014

INDICE

1. PREMESSA 2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO 5
2.1 Norme di riferimento cogenti 5
2.2 Altre norme e documenti tecnici integrativi 5
3. AZIONI DI PROGETTO E CRITERI DI VERIFICA 6
3.1 Calcolo dell'azione di progetto 6
3.2 Criterio di verifica allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) 8
4. ESEMPIO DI CALCOLO PER PARETE TIPICA DI COMPARTIMENTAZIONE IN CARTONGESSO COMPOSTA DA ORDITURA METALLICA - PARETE KNAUF 9
5. INDICAZIONI PER CONTROSOFFITTI E IMPIANTI 12
5.1 Spostamento di calcolo di interpiano SLD 12
5.2 Spostamento di calcolo di interpiano SLO 13
6. ESEMPIO DI CALCOLO E TIPOLOGIE DELLA STRUTTURA ANTISISMICA DEL CONTROSOFFITTO 14
6.1 Tipologia ATENA 14
6.2 Tipologia ARMSTRONG Seismic Rx 16
7. SOSTEGNI ED ACCESSORI ANTISISMICI PER LE RETI IDRAULICHE, AERAULICHE, DI GAS MEDICINALI ED ELETTRICHE 17
ALLEGATO 1 18
ALLEGATO 2 19
ALLEGATO 3 20

1. PREMESSA

L'evoluzione normativa in Italia nel campo della sicurezza strutturale e più in generale della difesa dagli effetti degli eventi sismici ha portato alla redazione e alla entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 ("*Norme Tecniche per le Costruzioni*") ed alla successiva circolare interpretativa (Circolare Ministeriale del 2/02/2009 n. 617); in tali documenti appare ineludibile la richiesta ai progettisti di attuare ogni cautela al fine di adeguare la risposta dei fabbricati alle azioni di origine sismica.
Lo studio dei particolari costruttivi deve quindi riguardare non solamente le opere propriamente strutturali, ma anche ogni elemento non strutturale (sia esso afferente alla componentistica edile che a quella impiantistica); a tale proposito i capitoli 7.2.3 ("*Criteri di progettazione di elementi strutturali secondari ed elementi non strutturali*"), 7.3.6 e 7.3.7 del DM 14/01/2008 non sembra ammettano elusioni.
In particolare, per quanto riguarda di elementi di tamponamento si evidenzia quanto segue (capitolo 7.2.3 del DM 14/01/2008):

> Con l'esclusione dei soli tamponamenti interni di spessore non superiore a 100 mm, gli elementi costruttivi senza funzione strutturale il cui danneggiamento può provocare danni a persone, devono essere verificati, insieme alle loro connessioni alla struttura, per l'azione sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite considerati.

In definitiva appare un obbligo la predisposizione di tutti gli accorgimenti necessari affinché finiture, arredi, impianti mantengano la richiesta funzionalità in occasione dello stato limite operativo (SLO) e dello stato limite di danno (SLD), nonché la necessaria sicurezza in occasione dello stato limite di salvaguardia della vita (SLV).
Esclusivamente per comodità di lettura si riportano nel seguito le prestazioni richieste e le definizioni dei citati stati limite:

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 significative. Nel caso specifico, per il sito in oggetto, l'azione sismica di progetto risulta connessa all'accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido ag = 0,064 g cui è associata una probabilità di superamento pari all' 81% nel periodo di riferimento di 45 anni.

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 rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature. Nel caso specifico, per il sito in oggetto, l'azione sismica di progetto risulta connessa all'accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido ag = 0,079 g cui è associata una probabilità di superamento pari al 63% nel periodo di riferimento di 75 anni.

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 rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali ed un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali. Nel caso specifico, per il sito in oggetto, l'azione sismica di progetto risulta connessa all'accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido ag = 0,191 g cui è associata una probabilità di superamento pari al 10% nel periodo di riferimento di 712 anni.

In conclusione, per quanto concerne gli elementi non strutturali, tra cui controsoffitti, impianti e pareti di tamponamento (sia esterne che interne) occorre assicurare le seguenti prestazioni:

- SLO: nessun danno né malfunzionamento
- SLD: danni limitati
- SLV: danni rilevanti ma assenza di crolli e di pericolo per la vita, mantenimento della funzionalità dell'impianto antincendio e di quello elettrico d'emergenza, nessuna perdita di gas.

Affinché i singoli progettisti delle varie componenti abbiano a disposizione elementi rapidi di giudizio, si riportano le seguenti osservazioni a carattere generale:

- il calcolo e la verifica degli spostamenti negli stati SLO ed SLD è stato condotto con analisi lineare dinamica utilizzando fattore di struttura unitario (q=1);
- **gli spostamenti d'interpiano per i quali occorre assicurare l'assenza di danni risultano pari a 0,3% (pari a circa 1,5cm).**

Si evidenzia che nella presente relazione sono riportate esclusivamente le verifiche per gli irrigidimenti da disporre all'interno dell'elemento portante (laterizi o blocchi in cls alleggerito) degli elementi non strutturali.
Ogni rivestimento applicato direttamente sulle superfici dell'elemento portante o sul coibente interposto deve essere opportunamente calcolato sulla base del DM 14/01/2008 a cura del fornitore del rivestimento (gli elementi di fissaggio di ogni rivestimento non sono oggetto della presente relazione).

E' onere a carico dell'Impresa, compreso e compensato nelle voci di contratto per la realizzazione di qualsiasi opera strutturale principale e secondaria e degli elementi non strutturali, così come definite nel DM 14.01.2008, il calcolo costruttivo ai sensi del DM 14.01.2008 a firma di tecnico abilitato per tutte le tipologie di struttura effettivamente realizzate in fase di esecuzione. Detta Relazione di calcolo deve essere sottoposta ad approvazione del Direttore dei Lavori prima della realizzazione delle strutture stesse.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le norme ed i documenti assunti quale riferimento per la progettazione strutturale vengono indicati e commentati come di seguito precisato.

2.1 Norme di riferimento cogenti

L'analisi effettuata e il dimensionamento della struttura del parcheggio interrato è stato sviluppato nel rispetto delle normative elencate:

Legge 5/11/71 n. 1086	-	Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale, precompresso e per le strutture metalliche.
D.M. 14/01/2008	-	Norme Tecniche per le Costruzioni

2.2 Altre norme e documenti tecnici integrativi

Documenti tecnici di riferimento:

Circ. Cons. Sup. LL. PP. n. 617 02/02/2009	-	Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008

3. AZIONI DI PROGETTO E CRITERI DI VERIFICA

3.1 Calcolo dell'azione di progetto

Sulla base di quanto riportato nel Capitolo 7.2.3 del D.M. 14/01/2008 "*Criteri di progettazione di elementi strutturali secondari ed elementi non strutturali*", si evidenzia quanto segue:

Gli effetti dell'azione sismica sugli elementi costruttivi senza funzione strutturale possono essere determinati applicando agli elementi detti una forza orizzontale F_a definita come segue:

$$F_a=(S_a\ W_a)/q_a \qquad (7.2.1)$$

dove

F_a è la forza sismica orizzontale agente al centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole;

W_a è il peso dell'elemento;

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 (v. § 3.2.1)

q_a è il fattore di struttura dell'elemento.

In assenza di specifiche determinazioni, per q_a si possono assumere i valori riportati in Tab. 7.2.I.

In mancanza di analisi più accurate S_a può essere calcolato nel seguente modo:

$$S_a=\alpha\cdot S\cdot\left[\frac{3\cdot(1+Z/H)}{1+(1-T_a/T_1)^2}-0,5\right] \qquad (7.2.2)$$

dove:

α è il rapporto tra l'accelerazione massima del terreno a_g su sottosuolo tipo **A** da considerare nello stato limite in esame (v. § 3.2.1) e l'accelerazione di gravità g;

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche secondo quanto riportato nel § 3.2.3.2.1;

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 (v. § 3.2.2);

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

Per le strutture con isolamento sismico si assume sempre Z=0.

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

Tabella 7.2.I – *Valori di q_a per elementi non strutturale*

Elemento non strutturale	q_a
Parapetti o decorazioni aggettanti	1,0
Insegne e pannelli pubblicitari	
Ciminiere, antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole senza controventi per più di metà della loro altezza	
Pareti interne ed esterne	2,0
Tramezzature e facciate	
Ciminiere, antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole non controventate per meno di metà della loro altezza o connesse alla struttura in corrispondenza o al di sopra del loro centro di massa	
Elementi di ancoraggio per armadi e librerie permanenti direttamente poggianti sul pavimento	
Elementi di ancoraggio per controsoffitti e corpi illuminanti	

Applicando quanto sopra riportato al caso specifico, si ottengono i seguenti valori.

Considerando le varie tipologie di pareti di tamponamento utilizzate nell'edificio, si ipotizza un peso massimo (limite superiore a favore di sicurezza) della parete tipica pari a $W_{a-\max} = 300 daN / m^2$.

L'accelerazione massima che l'elemento subisce durante il sisma vale:

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

Considerando lo Stato limite di Salvaguardia della Vita (rispetto al quale saranno effettuate le verifiche di resistenza degli elementi) si utilizzano i parametri utilizzati per la progettazione:

$\alpha_{SLV} = 0,191$ $\quad$ $S = 1,42$ $\quad$ (coefficiente con categoria di sottosuolo C)

Latitudine (WGS84): 44.49353468
Longitudine (WGS84): 11.32920687
Latitudine (ED50): 44.49529
Longitudine (ED50): 11.330339
Altitudine (mt) 63
Classe dell'edificio: III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti signific
Vita Nominale Struttura 50
Periodo di Riferimento per l'azione sismica 75

Parametri di pericolosità Sismica

Stato Limite	T_r [anni]	a_g/g [-]	F_o [-]	T^*_c [s]
Operatività	45	0.064	2.479	0.268
Danno	75	0.079	2.483	0.281
Salvaguardia Vita	712	0.190	2.397	0.312
Prevenzione Collasso	1462	0.239	2.428	0.319

A favore di sicurezza si utilizza il valore dell'accelerazione più elevata (limite superiore) data dalla quota più alta del tamponamento (ovvero $Z = H$) e dal periodo di vibrazione dell'elemento di tamponamento uguale al primo periodo di vibrazione dell'edificio (ovvero $T_a = T_1$).

Il valore della accelerazione massima vale quindi:

$$S_{a-\max} = \alpha \cdot S \cdot \left[\frac{3 \cdot (1 + Z / H)}{1 + (1 - T_a / T_1)^2} - 0,5 \right] = 0,191 \cdot 1,42 \cdot 5,5 = 1,49$$

Il fattore di struttura dell'elemento è $q_a = 2,0$ sulla base della tabella 7.2.I (sopra riportata).

Considerando che $F_a = S_a \cdot W_a / q_a$, si ottiene la seguente forza sismica massima la parete tipica di tamponamento:

$$F_{a-\max} = \frac{S_{a-\max} \cdot W_{a-\max}}{q_a} = \frac{1,49 \cdot 300}{2} = 225 daN / m^2$$

3.2 Criterio di verifica allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV)

Secondo quanto riportato nel capitolo 7.3.6.3 del D.M. 14/01/2008 ("*Verifiche degli elementi non strutturali e degli impianti*"), si effettua la verifica degli elementi non strutturali sotto l'azione F_a allo SLV:

> Per gli elementi costruttivi senza funzione strutturale debbono essere adottati magisteri atti ad evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della F_a (v. § 7.2.3) corrispondente allo *SLV*.

4. ESEMPIO DI CALCOLO PER PARETE TIPICA DI COMPARTIMENTAZIONE IN CARTONGESSO COMPOSTA DA ORDITURA METALLICA - PARETE KNAUF

Si considerano ad esempio le pareti in cartongesso tipo Knauf, realizzate con il Sistema Costruttivo a Secco, costituite da un'orditura metallica di dimensione variabile, formata da profili U da fissare adeguatamente a pavimento e soffitto, e profili a C posti verticalmente ad un interasse prestabilito (i); tale struttura metallica è poi rivestita su entrambi i lati da lastre di tipologia e spessore diverso, scelte in funzione delle prestazioni di resistenza meccanica, isolamento acustico, resistenza al fuoco o isolamento termico che tali partizioni devono rispettare.

Si considera e si verifica la parete denominata W112: parete ad orditura metallica con doppio rivestimento di lastre in gesso rivestito su entrambi i lati. L'orditura metallica è costituita da profili a "C", posizionati verticalmente ad un certo interasse (30 - 40 - 60 cm), e di dimensione variabile (50 - 75 - 100 - 150 mm), scelti in funzione delle prestazioni richieste.

Dalla scheda tecnica fornita dalla ditta si rileva che la parete denominata W112 con un profilo metallico a C di dimensioni 75mmx50mm spessore 0,6mm, posto ad interasse i = 60cm, con due lastre tipo Knauf di spessore 12,5mm ha un comportamento globalmente elastico con danneggiamenti trascurabili, anche con spostamenti di interpiano pari a d = 0,01h.

Descrizione prototipi sottoposti a sperimentazione

W112 altezza 3,0 m con profilo montante 75x50x0,6 mm ad interasse 600 mm e doppio rivestimento per lato 2x12,5 mm lastre GKB

Valori minimi		Valori medi	
d_y [mm]	d_y/h	d_y [mm]	**d_y/h**
24.62	0.0082	35.87	**0.0119** (>0.01)

3 PARETI TIPO W112 (doppio rivestimento) - PROFILO 75x50 sp. 0,6 mm A INTERASSE 600 mm, LASTRE 2 x GKB 12,5 mm

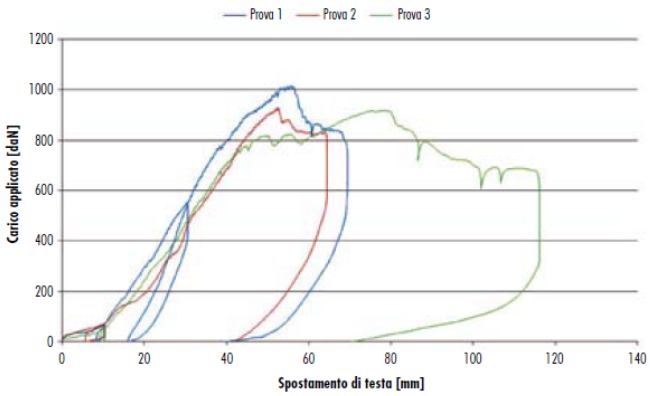


Figura 1: curva "carico applicato - spostamento di testa"

La verifica viene condotta sulla parete oggetto di sperimentazione W112 con altezza $h = 400cm$ (invece di 300cm come da parete sottoposta ai test).

La parete viene realizzata mediante doppia lastra in cartongesso da 12,5 mm per parte per un complessivo di quattro lastre, con peso complessivo di circa $q_{parete} = 50daN/m^2$.

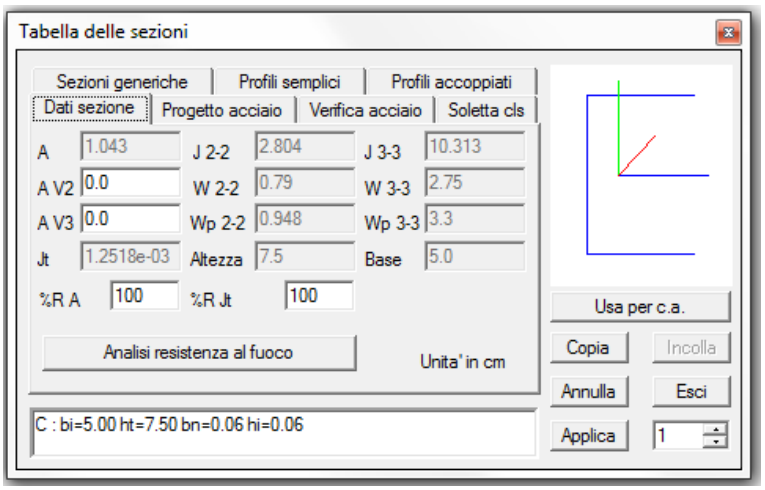
La caratteristiche geometrico inerziali della sezione del singolo montante (profilo metallico a C di dimensioni 75mmx50mm spessore 0,6mm) sono:

PROFILO montante C 75x50x0,6 mt 3

Sistemi Costruttivi a Secco > Orditure

Le Orditure KNAUF sono prodotte con acciaio conforme alla norma europea EN 10142, classificazione 1° scelta, spessore 0,6 mm. Rivestimento con zincatura a caldo min Zn 98% conforme alla norma UNI 5753-84 ed ulteriore protezione alla ruggine bianca tramite passivazione chimica.

Codice Art.	3262
Unità Vendita	1 CNF/8 PZ
Unità misura	PZ
Dimensioni	75x50x0,6



Momento d'inerzia: $J = 10,313cm^4$

Modulo di resistenza: $W_{el} = 2,75cm^3$ $\qquad W_{pl} = 3,3cm^3$

<u>Carichi applicati alla parete:</u>

L'azione sismica considerando una massa della parete pari a circa $q_{parete} = 50daN/m^2$ (si veda capitolo 4.1 della presente relazione):

$$F_{a-\max} = \frac{S_{a-\max} \cdot W_{a-\max}}{q_a} = \frac{1,49 \cdot 50}{2} = 37daN/m^2$$

L'azione del vento non è applicabile al caso specifico in quanto trattasi solo di tramezzature interne.

Il sovraccarico di esercizio è costituito da un'azione distribuita linearmente per unità di lunghezza, applicata ad una quota di 1,20m dal piano di calpestio (la cui entità è funzione della destinazione d'uso dell'edificio). I sovraccarichi di esercizio (azioni orizzontali distribuite linearmente per unità di lunghezza, indicate con Hk) sono definite in accordo alla Tabella 3.1.II del D.M. 14/01/2008, qui di seguito riportata per comodità di lettura.

Cat.	Ambienti	q_k (kN/m^2)	Q_k (kN)	H_k (kN/m)
C	Ambienti suscettibili di affollamento Cat. C1 – ospedali, ristoranti, scuole, ecc.	3,00	2,00	1,00

Azione variabile pari quindi a $H_k = 100 daN/m$

Considerando uno schema statico di trave semplicemente appoggiata alle estremità soggetta al carico uniformemente ripartito dovuta al sisma e al carico concentrato dovuto all'azione variabile si ottengono le seguenti sollecitazioni sul singolo montante:

$$M_{sisma} = \frac{\left(q_{sisma} \cdot i_{profili}\right) \cdot h^2}{8} = \frac{\left(37 \cdot 0,6\right) \cdot 4,0^2}{8} = 44,4 daNm$$

$$M_H = \frac{\left(H_k \cdot i_{profili}\right) \cdot \left(h - 1,2\right) \cdot 1,2}{h} = \frac{\left(100 \cdot 0,6\right) \cdot \left(4 - 1,2\right) \cdot 1,2}{4} = 50,4 daNm$$

Considerando le azioni non contemporanee, si effettua la verifica per la sollecitazione maggiore (derivante dall'applicazione a 1,2m dal piano di calpestio del carico variabile). La verifica è soddisfatta e porge (si considera per l'acciaio del profilo S235):

$$M_{u-profilo} = W_{el} \cdot f_{yd} = 2,75 \cdot \frac{2350}{1,05} = 6154 daNcm = 61,5 daNm > M_H = 50,4 daNm$$

Si evidenzia, inoltre, che per quanto riguarda la resistenza agli urti, la scheda tecnica delle pareti Knauf indica che tali pareti sono conformi alle norme di sicurezza delle Direttive Comuni per l'Agréement tecnico dei tramezzi leggeri (Fasc. CSTB 1215 edito dall'ICITE) e non si sfondano né si deteriorano in modo pericoloso per gli occupanti sotto l'azione di:

- urto di corpo molle con energia d'impatto di 24 kgm;
- urto con un'energia d'impatto di 1 kgm.

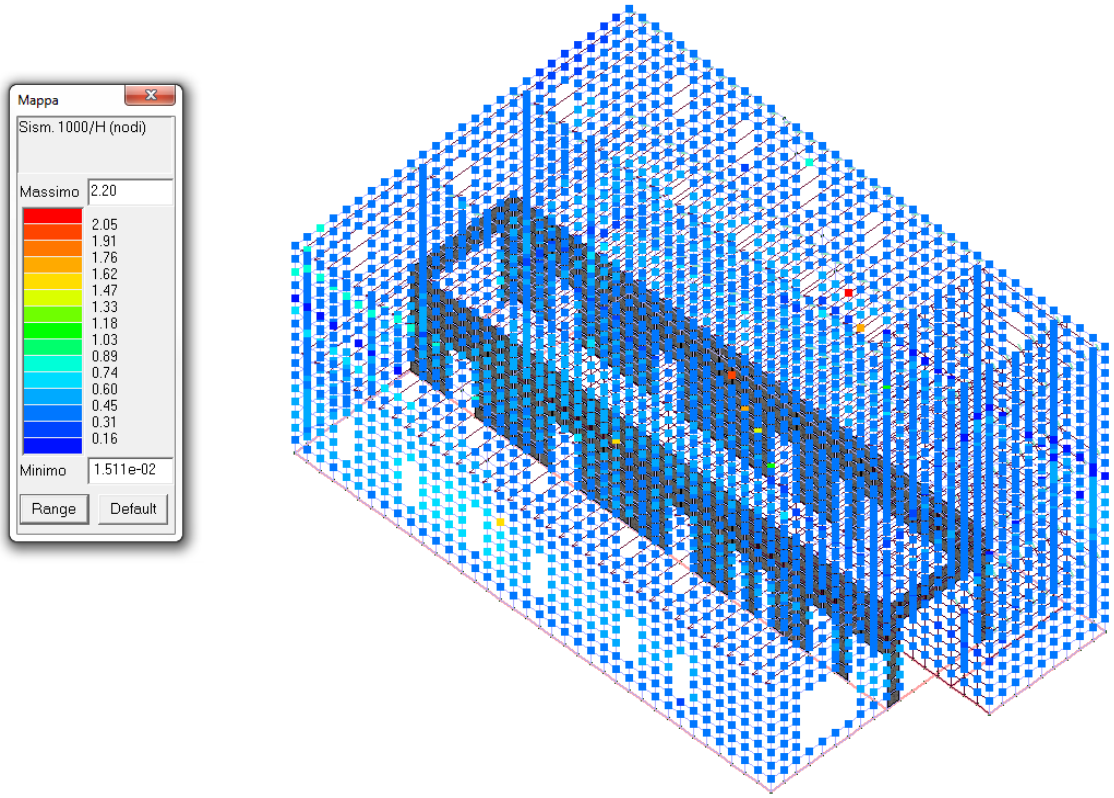
5. INDICAZIONI PER CONTROSOFFITTI E IMPIANTI

Si riportano le immagini relative agli spostamenti massimi di interpiano di calcolo ottenuto con lo spettro SLD e con lo spettro SLO, utili per la progettazione dei controsoffitti e degli eventuali giunti per gli impianti. Si evidenzia, inoltre, che affinché i singoli progettisti delle varie componenti abbiano a disposizione elementi rapidi di giudizio, si riportano le seguenti osservazioni a carattere generale:

- il calcolo e la verifica degli spostamenti negli stati SLO ed SLD è stato condotto con analisi lineare dinamica utilizzando fattore di struttura unitario (q=1);
- gli spostamenti d'interpiano per i quali occorre assicurare l'assenza di danni risultano pari a 0,3% (pari a circa 1,5cm).

5.1 Spostamento di calcolo di interpiano SLD

La verifica è soddisfatta in quanto lo spostamento massimo di interpiano è minore dello 0,3%, così come è mostrato nella figura seguente:

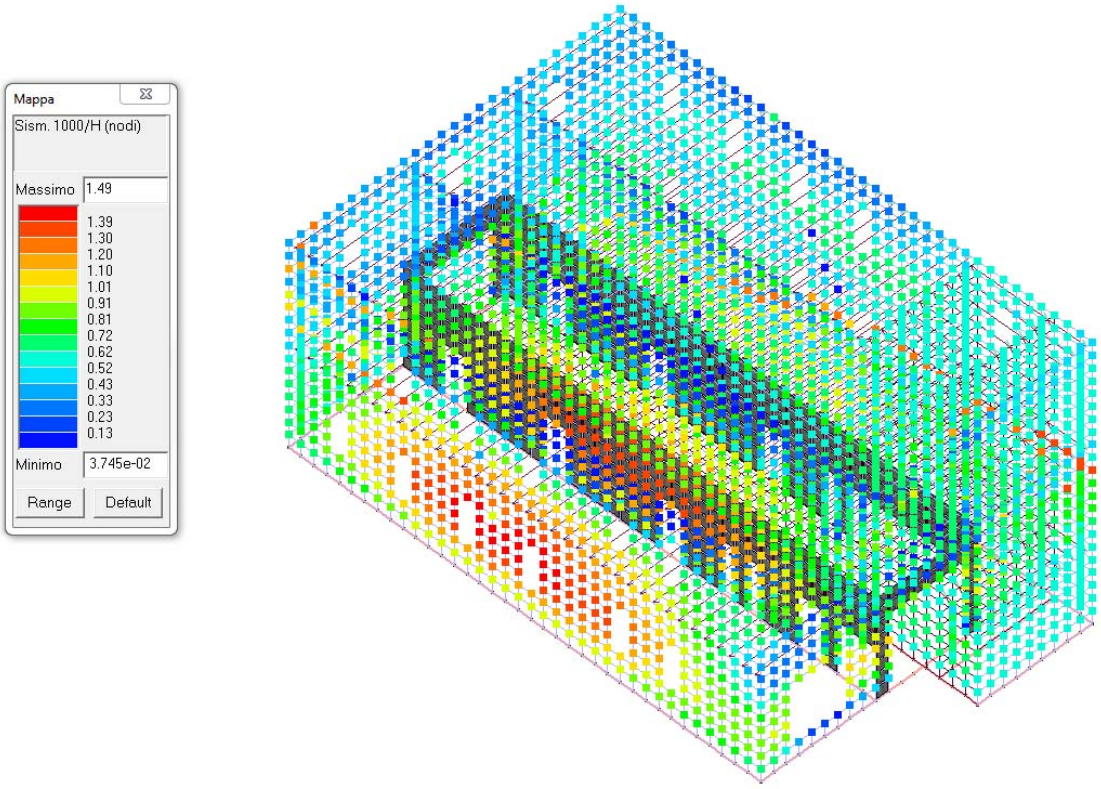


Valori dello spostamento massimo di interpiano allo SLD

$\delta_{\max-rel} = 0,22\% < 0,3\%$ spostamento di interpiano SLD

5.2 Spostamento di calcolo di interpiano SLO

La verifica è soddisfatta in quanto lo spostamento massimo di interpiano è minore dello (2/3)*0,3%=0,2%, così come è mostrato nella figura seguente:



Valori dello spostamento massimo di interpiano allo SLO

$\delta_{\max-rel} = 0{,}15\% < 0{,}2\%$ spostamento di interpiano SLO

6. ESEMPIO DI CALCOLO E TIPOLOGIE DELLA STRUTTURA ANTISISMICA DEL CONTROSOFFITTO

Si evidenzia che il calcolo sotto riportato è puramente esemplificativo ed andrà successivamente aggiornato e fornito dall'impresa esecutrice in funzione del modello e marca effettivamente utilizzata.

E' dunque onere a carico dell'Impresa, compreso e compensato nelle voci di contratto per la realizzazione dei controsoffitti metallici e in cartongesso, il calcolo costruttivo ai sensi del DM 14.01.2008 a firma di tecnico abilitato per tutte le tipologie di struttura di sostegno di controsoffitti effettivamente realizzate in fase di esecuzione. Detta Relazione di calcolo deve essere sottoposta ad approvazione del Direttore dei Lavori prima della realizzazione delle strutture stesse.

Per quanto riguarda gli elementi inseriti nel controsoffitti si precisa che quest'ultimi dovranno essere fissati autonomamente al solaio ed alle strutture portanti e non gravare in alcun modo sulla struttura del controsoffitto.

Si riporta di seguito di orditura e controventamento della tipologia ATENA e la tipologia ARMSTRONG SEISMIC Rx a titolo di esempio e non vincolante per l'Impresa.

6.1 Tipologia ATENA

Il calcolo, per la verifica sismica della struttura di supporto, si basa sui dati di letteratura forniti dal produttore dei sistemi di sospensione ed è stato effettuato su un controsoffitto tipo "lamelle ECO" della ditta ATENA di dimensioni pari a 4080mmx128mmx16mm in MDF rivestite in melamminico del peso di 10daN/m^2 secondo quanto previsto al punto 7.2.3 del D.M. 14/01/2008. Detto peso è sostanzialmente analogo a quello dei controsoffitti radianti di progetto.

Dai dati riportati nel capitolo 4.1 della presente relazione, considerando a favore di sicurezza un peso del controsoffitto pari a $q_{contr} = 20 daN/m^2$, l'azione sismica vale:

$$F_{a-\max} = \frac{S_{a-\max} \cdot W_{a-\max}}{q_a} = \frac{1,49 \cdot 20}{2} = 15 daN/m^2$$

La struttura portante del controsoffitto è costituita da:

- pendini in profili tondi diametro 4mm con staffa di regolazione S235
- profili longitudinali portanti di sezione a T rovesciato S235
- profili trasversali portati di sezione a T rovesciato S235
- controventi in profilo a C forato S235

La forza sismica orizzontale, che agisce nel piano del controsoffitto, viene riportata nel piano del solaio (che si ipotizza diaframma rigido e resistente) per mezzo di controventi incrociati disposti nelle due direzioni ortogonali. Il dimensionamento del numero dei controventi viene eseguito in modo che nei profili longitudinali e trasversali che sostengono il controsoffitto lo sforzo sia inferiore al carico ammissibile che il gancio di testa dei profili è in grado di sopportare. Tale sforzo viene calcolato moltiplicando il carico unitario orizzontale per la superficie di influenza affine ad una coppia di controventi disposti lungo "x" e analogamente lungo "y".

Verifica del carico limite del gancio/pendino

Le dimensioni dei vari elementi sono ricavati dai cataloghi della ditta Atena. Esaminando il pendino di diametro $\phi 4mm$ posti a passo minimo 120cm, si ricavano le seguenti resistenze massime:

$N_u = f_{yd} \cdot A_s = (2350/1{,}15) \cdot 0{,}125 = 255daN$ resistenza ultima a trazione

$T_u = \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \cdot A_s = (2350/1{,}15)\frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 0{,}125 = 147daN$ resistenza ultima a taglio/tranciamento

Anche considerando, a favore di sicurezza un coefficiente dinamico di amplificazione del carico durante il sisma pari a 2, la verifica è soddisfatta in quanto:

$N_u = 255daN > 2 \cdot 15 \cdot (1{,}2 \cdot 1{,}2) = 45daN$

$T_u = 147daN > 2 \cdot 15 \cdot (1{,}2 \cdot 1{,}2) = 45daN$

Determinazione del numero massimo di controventi

Considerando un fattore di sicurezza pari a 3, il carico limite del gancio/pendino viene fissato in $T_{pendino} = 147/3 = 50daN$. Si determina quindi il numero dei controventi in modo da non superare tale valore. Si considera che il pannello del controsoffitto appoggi su 4 lati.

La forza massima orizzontale che sollecita la struttura del controsoffitto è pari a

$F_{a-\max} = 15 \cdot (1{,}2 \cdot 1{,}2) = 22daN$

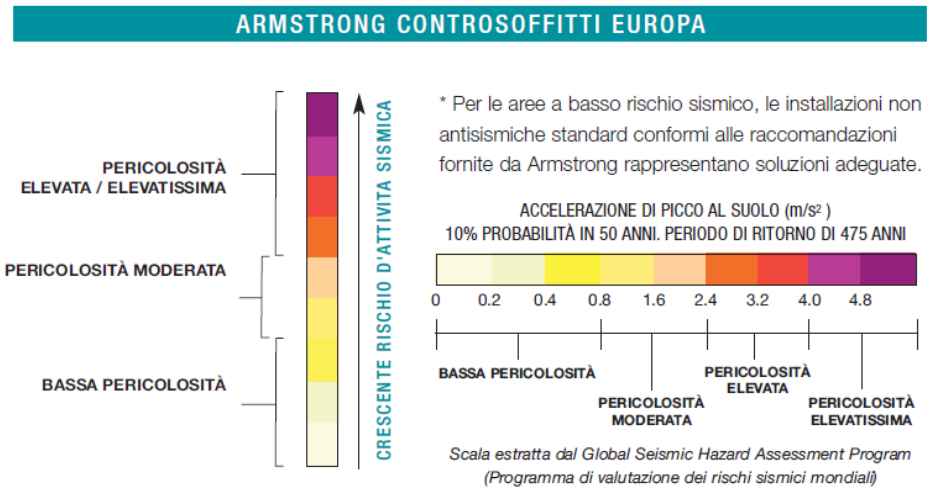
Si devono quindi prevedere i controventi ogni 22/50=0,4 /m^2 (ovvero 1 controvento ogni m^2 di controsoffitto)

Lungo la direzione dell'orditura principale invece i controventi vanno disposti ad ogni interruzione della barra principale, quindi almeno 1 per ogni barra principale.

La scheda tecnica del controsoffitto ATENA è riportata nell'Allegato 1 alla presente relazione.

6.2 Tipologia ARMSTRONG Seismic Rx

Il controsoffitto ARMSTRONG è già calcolato e testato (con limiti di sicurezza superiori e test sperimentali eseguiti in laboratori specializzati tramite prove dinamiche su tavola vibrante e statiche) per essere utilizzato in zone sismiche di media, elevata ed elevatissima intensità. Tale livello di intensità si ricava da quanto di seguito riportato:



Poiché l'edificio in oggetto è di Tipo II e Classe d'Uso III, si considera di realizzare il montaggio indicato nella scheda tecnica della ditta per zone ad elevata pericolosità sismica.

Il sistema Seismic Rx è stato studiato per garantire che i movimenti orizzontali e verticali (accelerazione) dell'edificio non provochino il crollo del sistema di controsoffittatura. Per ottenere questo obiettivo si consente un certo grado di movimento tra gli elementi del sistema, pur mantenendo l'integrità della struttura e dei pannelli.

La scheda tecnica del controsoffitto ARMSTRONG Seismic Rx è riportata nell'Allegato 2 alla presente relazione.

7. SOSTEGNI ED ACCESSORI ANTISISMICI PER LE RETI IDRAULICHE, AERAULICHE, DI GAS MEDICINALI ED ELETTRICHE

La soluzione di progetto individuata per evitare danneggiamenti agli impianti elettrici (dorsali e distribuzioni) e meccanici (reti di distribuzione dei fluidi, canali dell'aria, sistemi fognari, tubazioni del gas medicali) consiste nell'adozione dei sistemi di sostegno antisismici e antivibranti come di seguito descritti:

- giunzioni eseguite con raccordi flessibili e snodi opportunamente dimensionati in grado di assorbire gli spostamenti differenziali.
- controventature trasversali per le condotte sospese realizzate mediante un elemento rigido agente sia in tensione che in compressione.
- trapezi di rinforzo con controventatura laterale flessibile per tubazioni staffate a solaio.

Nell'Allegato 3 della presente relazione si riportano le schede tecniche descrittive delle soluzioni tipologiche che si possono adottare nel presente progetto.

In ogni caso è onere a carico dell'Impresa, compreso e compensato nelle voci di contratto per la realizzazione degli impianti, laddove non diversamente esplicitato, la messa in opera di tutti gli elementi funzionali a conferire resistenza contro gli eventi sismici agli elementi strutturali che sostengono e collegano tutti gli elementi degli impianti, secondo il calcolo costruttivo ai sensi del DM 14.01.2008 a firma di tecnico abilitato per tutte le tipologie di struttura a servizio degli impianti effettivamente realizzate in fase di esecuzione. Detta Relazione di calcolo deve essere sottoposta ad approvazione del Direttore dei Lavori prima della realizzazione delle strutture stesse.

ALLEGATO 1

Scheda tecnica controsoffitto ATENA

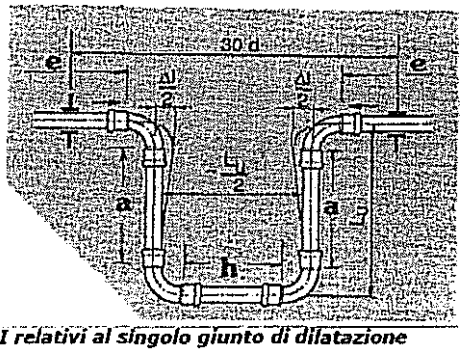
ALLEGATO 2

Scheda tecnica controsoffitto ARMSTRONG Seismic Rx

ALLEGATO 3

Schede tecniche di alcune soluzioni tipologiche per gli impianti

Giunto di dilatazione OMEGA per tubi in rame (gas medicinali)

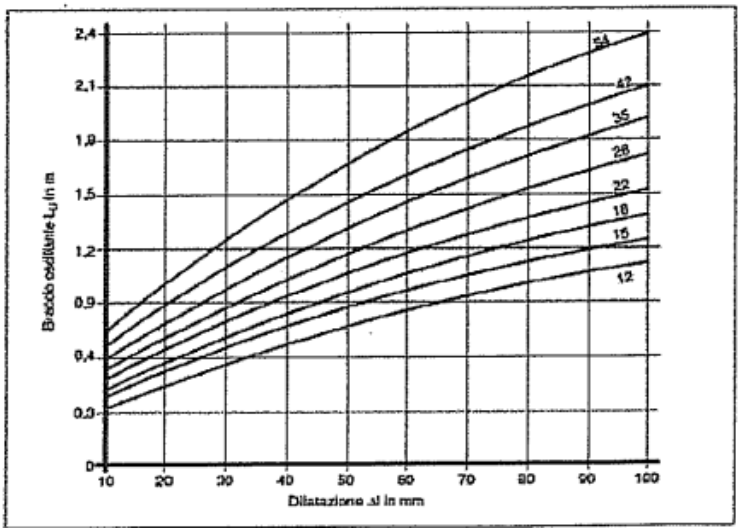


INGOMBRI relativi al singolo giunto di dilatazione

TUBO ϕ	a	h	e	CURVA 6002a	sviluppo tubo (mm)
12	860 + 860	430	1000 + 1000	n.4	4150
14	860 + 860	430	1000 + 1000	n.4	4150
22	1050 + 1050	520	1000 + 1000	n.4	4620
28	1150 + 1150	580	1000 + 1000	n.4	4880
35	1320 + 1320	650	1000 + 1000	n.4	5290
54	1670 + 1670	840	1000 + 1000	n.4	6180

Caratteristiche dimensionali dei giunti per impianti gas medicinali

Con le misure sopra definite e con il corretto fissaggio del raccordo nell'impianto, si possono garantire spostamenti longitudinali compatibili con l'edificio. Lo spostamento trasversale sarà garantito dal sistema di staffaggio. Per determinare la lunghezza Lu del tubo curvato in rame, in funzione dei diametri del tubo e dell'allungamento richiesto, si deve impiegare il grafico valido per tubi in rame rappresentato nella seguente figura:



Collare Antisismico 1001, trasversale

Collare Antisismico 1001, trasversale

FM UL
APPROVED
For Listing/Approval Details and Limitations contact MEFA Sales Representative.

Design/Caratteristiche:

Campo di applicazione: - Usato per controventare tubazioni in caso di zone sismiche trasversalmente al tubo stesso.

Altri elementi necessari: - Snodo antisismico 980
- Tubo 1" oppure 1 1/4" Schedula 40

Campo di applicazione: - Il Collare 1001 può essere utilizzato per controventare tubazioni da schedula 7 a schedula 40. E' facile da installare e da regolare perché non richiede difficili tagli a misura del tubo usato come controvento.

- Il Collare 1001 offre la massima sicurezza di installazione corretta. Tramite le viti a punto di rottura, quando si raggiunge la corretta coppia di seraggio, i dado si stacca.

Dati Tecnici:

Materiale:	Acciaio al carbonio
Finitura:	Zincatura elettrolitica
Approvazioni:	UL, cUL, FM e OSHPD

Per tubo di controvento diametro 1"

Descrizione	Diametro [mm]	Diametro [poll.]	Carichi approvati da FM [kN]*	Conf.	Codice
Collare 1001	**73**	2 1/2"	10,87	1	Y379010024E
Collare 1001	**90**	3"	11,33	1	Y379010030E
Collare 1001	**114**	4"	11,33	1	Y379010040E
Collare 1001	**140**	5"	6,80	1	
Collare 1001	**168**	6"	6,80	1	Y379010060E
Collare 1001	**219**	8"	6,80	1	Y379010080E

Per tubo di controvento diametro 1 1/4"

Descrizione	Diametro [mm]	Diametro [poll.]	Carichi approvati da FM [kN]*	Conf.	Codice
Collare 1001	**73**	2 1/2"	10,87	1	
Collare 1001	**90**	3"	11,33	1	
Collare 1001	**114**	4"	11,33	1	
Collare 1001	**140**	5"	6,80	1	
Collare 1001	**168**	6"	6,80	1	
Collare 1001	**219**	8"	6,80	1	

* I carichi esposti sono consentiti con controvento installato tra 30 e 90 gradi di inclinazione.
Non è richiesta una riduzione di carico.
Il prodotto è approvato FM quando si utilizzano controventi con tubo schedula 40 1", 1 1/2", 1 1/4" e 2"

NOTA: MEFA si riserva il diritto di modificare senza preavviso le informazioni contenute nel presente Catalogo. MEFA non è responsabile di eventuali errori di stampa o di trascrizione.

Staffaggio Antisismico

Collare Antisismico 4L, longitudinale

Collare Antisismico 4L, longitudinale

FM UL
APPROVED
For Listing/Approval Details and Limitations contact MEFA Sales Representative.

Design/Caratteristiche:

Campo di applicazione: - Usato per controventare tubazioni in caso di zone sismiche, logitudinalmente al tubo stesso

Altri elementi necessari: - Snodo antisismico 980
- Tubo 1", 1 1/2", 1 1/4" e 2" Schedula 40

Campo di applicazione: - Il Collare 4L offre la massima sicurezza di installazione corretta.
- Tramite la vite a punto di rottura, quando si raggiunge la corretta coppia di seraggio, i dado si stacca.

Dati Tecnici:

Materiale:	Acciaio al carbonio
Finitura:	Zincatura elettrolitica
Approvazioni:	UL, cUL, FM e OSHPD

Descrizione	Diametro [mm]	Diametro [poll.]	Dimensioni A	Dimensioni C	Dimensioni D	Diam .Viti [mm]	Carichi approvati da FM [kN]*	Conf.	Codice
Collare 4L	**73**	2 1/2"	6 7/16	2 1/2	2 3/4	12	10,87	1	Y088024E
Collare 4L	**90**	3"	7	2 3/4	3 1/16	12	11,33	1	Y088030E
Collare 4L	**114**	4"	8 1/2	3 3/8	3 11/16	12	11,33	1	Y088040E
Collare 4L	**140**	5"	9 3/3	3 7/8	4 3/8	12	6,80	1	Y088050E
Collare 4L	**168**	6"	11 1/2	5	5 1/8	12	6,80	1	Y088060E
Collare 4L	**219**	8"	13 1/4	5 5/8	5 5/8	12	6,80	1	Y088080E

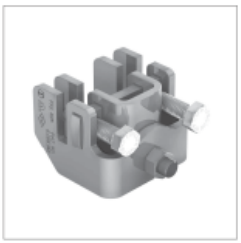
* I carichi esposti sono consentiti con controvento installato tra 30 e 90 gradi di inclinazione.
Non è richiesta una riduzione di carico.
Il prodotto è approvato FM quando si utilizzano controventi con tubo schedula 40 1", 1 1/2", 1 1/4" e 2"

11b

NOTA: MEFA si riserva il diritto di modificare senza preavviso le informazioni contenute nel presente Catalogo. MEFA non è responsabile di eventuali errori di stampa o di trascrizione.

Staffaggio Antisismico

Aggancio antisismico 825, a putrella



Aggancio antisismico 825, a putrella

APPROVED
For Listing/Approval Details and Limitations contact MEFA Sales Representative.

Design/Caratteristiche:

Campo di applicazione:
- Usato per fissare un controvento ad una trave in acciaio.
- Lo Snodo antisismico 980 si adatta al fissaggio diretto tramite l'attacco M12
- Non richiede speciali saldature o forature alla trave

Altri elementi necessari:
- Snodo antisismico 980

Campo di applicazione:
- L'aggancio 825 offre la massima sicurezza di corretta installazione.
- Tramite la vite a punto di rottura, quando si raggiunge la corretta coppia di seraggio, i dado si stacca.

Dati Tecnici:

Materiale:	Acciaio al carbonio
Finitura:	Zincatura elettrolitica
Approvazioni:	UL, cUL, FM e OSHPD

Descrizione	Carichi approvati taglio da FM [libbre]*	Carichi approvati taglio da FM [kN]*	Codice
Snodo 980	2900	6,12	Y340000E

* I carichi esposti sono consentiti con controvento installato tra 30 e 90 gradi di inclinazione.
Non è richiesta una riduzione di carico.
Il prodotto è approvato FM quando si utilizzano controventi con tubo schedula 40 1", 1 1/2", 1 1/4" e 2"

Blocco Antisismico 25

Manicotto ad occhiello

APPROVED
For Listing/Approval Details and Limitations contact MEFA Sales Representative.

11b

Design/Caratteristiche:

Campo di applicazione:
- Progettato per l'utilizzo con Collari 200, evita movimenti verticali del tubo causati dal sisma.

Gamma di diametri:
- Un pezzo valido per diametri dal 3/4" al 2".

Dati Tecnici:

Materiale:	Acciaio al carbonio
Finitura:	Zincatura elettrolitica
Approvazioni:	UL, cUL, FM e OSHPD

Codice
Y213002

NOTA: MEFA si riserva il diritto di modificare senza preavviso le informazioni contenute nel presente Catalogo. MEFA non è responsabile di eventuali errori di stampa o di trascrizione.

Rinforzo antisismico 98B, per barre filettate

Rinforzo antisismico 98B, per barre filettate

Design/Caratteristiche:

Campo di applicazione: - Usato come rinforzo delle barre filettate verticali in combinazione con il profilato Mefa 45x40x3

Altri elementi necessari: - Profilato Mefa 45x40x3
- Barre filettate da M10 a M16

Campo di applicazione: - Il Rinforzo 98B offre la massima sicurezza di corretta installazione.
- Tramite la vite a punto di rottura, quando si raggiunge la corretta coppia di seraggio, i dado si stacca.

Dati Tecnici:

Materiale: Acciaio zincato sendzimir
Finitura: Zincatura elettrolitica

Per Barre filettate da M10 a M16

Descrizione	Codice
Rinforzo antisismico 98B, per barre filettate	YS341000E

NOTA: MEFA si riserva il diritto di modificare senza preavviso le informazioni contenute nel presente Catalogo. MEFA non è responsabile di eventuali errori di stampa o di trascrizione.

Design Data for Seismic Applications of Victaulic® Grooved System

The following information is a general reference for using Victaulic products in regions that are prone to seismic forces. Because each system is different, this information is not to be used as a specification for all installations. Professional assistance is a requirement for any application. Published pressures, temperatures, external and/or internal loads, performance standards, and tolerances must never be exceeded.

THE BENEFITS OF VICTAULIC PRODUCTS IN SEISMIC AREAS

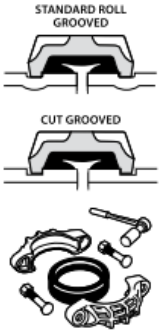
Piping systems in earthquake-prone areas can be exposed to forces and deflections beyond normal static conditions. These seismic forces can cause extensive damage when piping systems cannot accommodate these changes. Victaulic components can be used to accommodate seismic forces in the following piping system conditions:

- Code-regulated systems with adequate earthquake bracing
- Unregulated systems with little or no earthquake bracing
- Seismic joint connections between independently-moving sections
- Buried systems

When dealing with any of these applications, each must be considered individually.

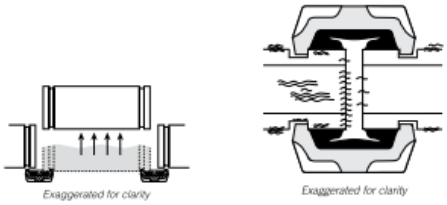
The following information, when used in conjunction with established seismic design practices and requirements, provides an excellent guideline for piping system design.

BUILT-IN STRESS RELIEF



The Victaulic grooved pipe joining method is simple and reliable. The four basic components are the grooved pipe, the housing, the bolts/nuts, and the gasket. The grooved pipe can be prepared with either a roll groove for standard wall and lighter pipe, or a cut groove for standard wall and heavier pipe. Both roll and cut grooved pipe will provide the same pressure rating for standard wall pipe. The coupling housing performs several functions as an integral part of the pipe joint. It fully encloses the elastomer gasket and secures it in position for a proper seal. It also engages the pipe around the full pipe circumference to create a unified joint, along with the advantages of mechanical joining. The bolts and nuts hold the housings together around the pipe. The synthetic elastomer gasket creates a triple seal effect on the pipe ends. A tension seal is created as the gasket is stretched around the pipe, and a compression seal is created as the coupling housings press the gasket onto the pipe. Finally, the sealing lips of the gasket are forced down onto the pipe end when the system is energized. All of these features result in a leak-tight, self-restrained joint.

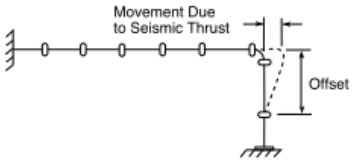
Victaulic grooved products have provided many successful years of reliable service in seismic applications, including fire protection, HVAC, municipal, and industrial systems. Our couplings are durable and are designed to last the life of the piping system when installed in accordance with our published installation instructions. Our couplings can be quickly and easily assembled and disassembled. This, in combination with a union at every joint, reduces labor costs and permits easy system access for maintenance, repair, component replacement, and retrofits. Also, fittings can be loosely assembled and rotated to line up with mating components before the couplings are tightened. This eases work in tight places and around existing pipe, structures, or equipment.



The Victaulic system provides many mechanical design features that are useful in systems exposed to earthquake conditions. The flexibility of Victaulic flexible grooved-pipe couplings reduces the transmission of stresses through a piping system, while the gasket damps vibration (refer to Victaulic Submittal 26.04, Vibration Attenuation Characteristics of Victaulic Couplings).

When flexibility is not desired, rigid couplings, such as the Style HP-70 and the Style 07 Zero-Flex®, can be used. Both flexible and rigid couplings provide discontinuity at each joint, which helps minimize pipeline stresses generated during seismic movement.

Where design considerations permit, flexible couplings can be used at changes in direction to provide stress relief through deflection for small differential movements.



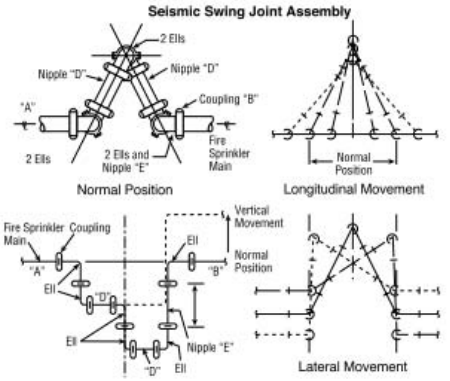
When large differential movements between piping sections are anticipated, seismic swing joints that are comprised of flexible couplings, pipe nipples, and elbows may be required. Seismic swing joints provide simultaneous movement in all directions. By adding flexibility to the piping system, they help reduce pipe stress and potential system damage.

JOB OWNER	CONTRACTOR	ENGINEER
System No. _____	Submitted By _____	Spec Sect _____ Para _____
Location _____	Date _____	Approved _____
		Date _____

www.victaulic.com
VICTAULIC IS A REGISTERED TRADEMARK OF VICTAULIC COMPANY. © 2000 VICTAULIC COMPANY. ALL RIGHTS RESERVED. PRINTED IN THE USA.

Design Data for Seismic Applications of Victaulic® Grooved System

Seismic Swing Joint Assembly



When an in-line device is required, a Victaulic Style 155 Expansion Joint can be used, which incorporates special, precisely grooved nipples (refer to Victaulic Submittal 09.05 for additional information).

STYLE 155 EXPANSION JOINT

Victaulic grooved products are also suitable for buried applications in seismic areas. The deflection capabilities of flexible couplings will permit a pipeline to continue to function after minor earth movements.

Generally, buried systems do not experience damaging movements, except where they cross or are parallel to a fault line; or where they are located in unconsolidated ground prone to slumps, lurches, or landslides.

To prevent damage by major earth movements, consideration should be given to install pipelines above ground in unstable areas. Providing additional Victaulic flexible couplings will allow greater deflections to occur.

FLEXIBLE COUPLINGS

Flexible couplings for grooved-end pipe allow linear, angular, and rotational movement to occur at pipe joints, while they maintain a positive seal and self-restrained joint. Such performance is achieved through the combination of our elastomeric gasket (which seals the joint) with the housing (which engages the groove without clamping rigidly onto the pipe). These features provide design and installation advantages for piping systems that allow for expansion, contraction, and deflection generated by thermal changes, building/ground settlement, and seismic activity in the pipe. However, these features must be considered when determining hanger/support spacing. Refer to Table 4 in the "Pipe System Bracing Support Guidelines" section in this brochure for additional support information.

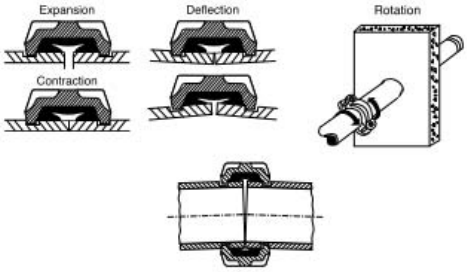


TABLE 1 – FLEXIBLE COUPLING PERFORMANCE

SIZE	Allow. Pipe End Sep. †	Deflect. Fr. CL †		SIZE	Allow. Pipe End Sep. †	Deflect. Fr. CL †		SIZE	Allow. Pipe End Sep. †	Deflect. Fr. CL †	
Nominal Inches Actual mm	In./mm	Degrees per Cplg.	Pipe In./ft./mm/m	Nominal Inches Actual mm	In./mm	Degrees per Cplg.	Pipe In./ft./mm/m	Nominal Inches Actual mm	In./mm	Degrees per Cplg.	Pipe In./ft./mm/m
¾ 26.9	0 - 0.06 0 - 1.6	3° 24'	0.72 60	4½ 127.0	0 - 0.13 0 - 3.2	1° 26'	0.25 21	10 273.0	0 - 0.13 0 - 3.2	0° 40'	0.14 12
1 33.7	0 - 0.06 0 - 1.6	2° 43'	0.57 48	5 141.3	0 - 0.13 0 - 3.2	1° 18'	0.27 22	304.8 mm	0 - 0.13 0 - 3.2	0° 36'	0.13 11
1¼ 42.4	0 - 0.06 0 - 1.6	2° 10'	0.45 38	133.0 mm	0 - 0.13 0 - 3.2	1° 21'	0.28 23	12 323.9	0 - 0.13 0 - 3.2	0° 34'	0.12 10
1½ 48.3	0 - 0.06 0 - 1.6	1° 56'	0.40 33	139.7 mm	0 - 0.13 0 - 3.2	1° 18'	0.28 23	14 355.6	0 - 0.13 0 - 3.2	0° 31'	0.11 9
2 60.3	0 - 0.06 0 - 1.6	1° 31'	0.32 27	152.4 mm	0 - 0.13 0 - 3.2	1° 12'	0.21 17	15 381.0	0 - 0.13 0 - 3.2	0° 29'	0.10 8
2½ 73.0	0 - 0.06 0 - 1.6	1° 15'	0.26 22	6 168.3	0 - 0.13 0 - 3.2	1° 5'	0.23 19	16 406.4	0 - 0.13 0 - 3.2	0° 27'	0.10 8
76.1 mm	0 - 0.06 0 - 1.6	1° 12'	0.26 22	159.0 mm	0 - 0.13 0 - 3.2	1° 9'	0.24 20	18 457.0	0 - 0.13 0 - 3.2	0° 24'	0.08 7
3 88.9	0 - 0.06 0 - 1.6	1° 2'	0.22 18	165.1 mm	0 - 0.13 0 - 3.2	1° 6'	0.23 19	20 508.0	0 - 0.13 0 - 3.2	0° 22'	0.08 7
3½ 101.6	0 - 0.06 0 - 1.6	0° 54'	0.19 16	203.2 mm	0 - 0.13 0 - 3.2	0° 54'	0.16 13	22 559.0	0 - 0.13 0 - 3.2	0° 19'	0.07 6
4 114.3	0 - 0.13 0 - 3.2	1° 36'	0.34 28	8 219.1	0 - 0.13 0 - 3.2	0° 50'	0.18 15	24 610.0	0 - 0.13 0 - 3.2	0° 18'	0.07 6
108.0 mm	0 - 0.13 0 - 3.2	1° 41'	0.35 29	254.0 mm	0 - 0.13 0 - 3.2	0° 43'	0.15 13				

† NOTE: These values are based on standard roll grooved pipe. Figures for standard cut grooved pipe may be doubled. Request 06.01.

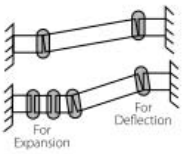
VICTAULIC IS A REGISTERED TRADEMARK OF VICTAULIC COMPANY. © 2000 VICTAULIC COMPANY. ALL RIGHTS RESERVED. PRINTED IN THE USA.

Design Data for Seismic Applications of Victaulic® Grooved System

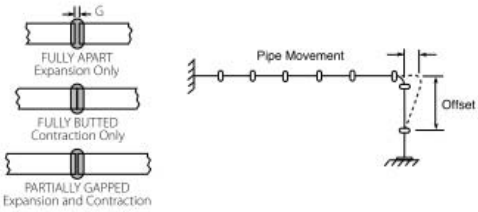
Linear movement and angular deflection values for flexible, grooved pipe joints are published for each Victaulic style coupling. NOTE: these values are MAXIMUMS for roll-grooved pipe. Double the values if you are using cut-grooved pipe. For design and illustration purposes, reduce these values, according to the following factors, to allow for pipe groove tolerances:

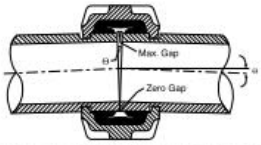
50% for 3½-inch size and smaller
25% for 4-inch size and larger

Piping system design for seismic applications requires a careful review of manufacturers' published performance data for piping components, including linear and angular movement tolerances. Couplings for grooved-end pipe do not provide maximum linear and angular movement simultaneously. However, the movement can be accommodated if the system is designed with a sufficient number of joints, in accordance with published design recommendations.

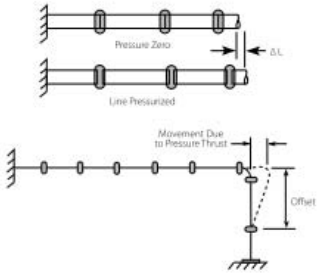


Flexible couplings must be used properly to obtain the desired flexibility, since they do not provide pipe expansion or contraction automatically. Therefore, always consider the best setting for pipe-end gaps. In anchored systems, set the gaps to handle combinations of axial movement and deflection. This can be achieved by assembling the couplings at the mid-point of the maximum available gap (half-way between fully-butted and fully-gapped). In free-floating systems, use directional changes or offsets of sufficient length to accommodate movement without exceeding the deflection values shown in Table 1.





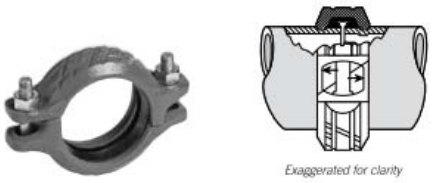
Since flexible couplings permit linear movement, internal pressure can cause pipe growth to accumulate at the end of the run in unanchored systems. The amount of growth is dictated by the position of the pipe ends following installation. Butted pipe ends will allow full growth, while fully gapped pipe ends will allow no growth. Thermal expansion adds to this accumulation. Thus, offsets must be of sufficient length to prevent excess deflection and harmful bending moments at these joints.



RIGID COUPLINGS

Victaulic rigid couplings provide a rigid joint through mechanical and frictional interlock on the pipe ends. The Style 07 Zero-Flex, Style 005 FireLock®, and the Style HP-70 couplings positively clamp the pipe to resist flexural and torsion loads. This keeps the pipe aligned without deflection during operation.

HP-70 COUPLING



STYLE 07 ZERO-FLEX COUPLING

In seismic applications, rigid couplings may be used in any areas where flexibility is not desired, including long, straight runs and 2-inch or smaller-sized branch lines (often where codes do not require flexible couplings). Rigid couplings eliminate the movement that occurs with flexible, grooved joints, and therefore have support and hanging requirements similar to welded systems (corresponding to NFPA 13, ANSI B31.1, and ANSI B31.9). Refer to Submittal 26.01 for additional information on piping support for flexible and rigid couplings. Grooved piping with rigid couplings typically incorporates sway bracing similar to other types of rigid piping systems to minimize the relative movement with respect to the building structure.

VICTAULIC IS A REGISTERED TRADEMARK OF VICTAULIC COMPANY. © 2000 VICTAULIC COMPANY. ALL RIGHTS RESERVED. PRINTED IN THE USA.

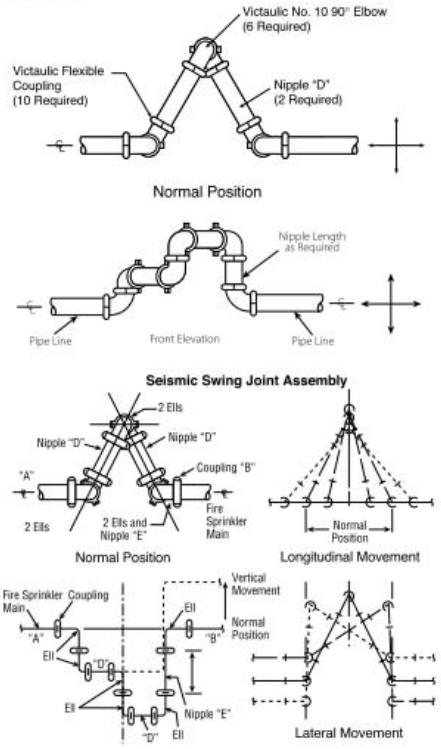
Dott. Ing. Friedrich Drollmann
Via Ghiselli n. 6 - 40134 Bologna
mail: friedrich.drollmann@me.com - tel: 051 399542 - fax: 051 399512

Design Data for Seismic Applications of Victaulic® Grooved System

SEISMIC MOVEMENT COMPENSATION DEVICES

Devices or piping configurations that accommodate seismic movement are typically required to isolate independently moving structures, where piping on either side must move separately from the other side. They are designed so that the piping on each side is fixed to the adjacent, respective structure. Various compensation methods are available and include seismic swing joints, loops, offsets, and Style 155 Expansion Joints.

Seismic swing joints are widely accepted for accommodating large pipe movements. Section 6-4.3 of NFPA 13 (1999) states that seismic swing joints are required for all pipe sizes of mains and branches that cross a seismic separation joint above ground. Seismic swing joints are made of flexible couplings, pipe nipples, and grooved elbows similar to the following diagram.



Dimensions for various sizes, depending on movement requirements, are provided in the following table. The amount of available pipe movement must be enough to accommodate the calculated differential earthquake motions. Support recommendations can be found in the next section.

SEISMIC SWING JOINT SIZING CHARTS TO DETERMINE "D" LENGTH FOR IPS CARBON STEEL PIPE

TABLE 2A – ROLL GROOVED PIPE*

SIZE	Dimensions							
			Minimum "D" Length – Inches/millimeters					
Nom. In. Actual mm	Elbow C to E	"E" Length	1"/ 25 mm Mvmt.	2"/ 51 mm Mvmt.	3"/ 76 mm Mvmt.	4"/ 102 mm Mvmt.	5"/ 127 mm Mvmt.	6"/ 152 mm Mvmt.
2 60.3	3.25 83	6.50 165	4 102	14 356	25 635	36 915	47 1194	57 1448
2½ 73.0	3.75 95	7.50 191	4 102	18 458	31 788	45 1143	58 1474	71 1804
3 88.9	4.25 108	8.50 216	4 102	22 559	37 940	53 1347	69 1753	84 2134
4 114.3	5.00 127	10.00 254	4 102	7 178	11 280	16 407	23 585	30 762
5 141.3	5.50 140	11.00 279	6 153	7 178	14 356	22 559	31 788	39 991
6 168.3	6.50 165	13.00 330	6 153	7 178	16 407	26 661	36 915	46 1169
8 219.1	7.75 197	15.50 394	6 153	9 229	22 559	35 889	49 1245	62 1575
10 273.0	9.00 229	18.00 457	8 204	14 356	31 788	48 1220	66 1677	83 2109
12 323.9	10.00 254	20.00 508	8 204	16 407	35 889	54 1372	73 1855	92 2337

*Values were calculated using standard #10 IPS cast grooved elbows. If other elbows are used, "E" length will change accordingly.

TABLE 2B – CUT GROOVED PIPE*

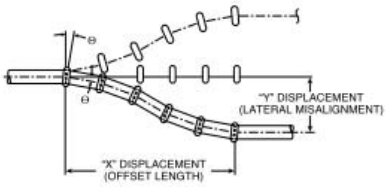
SIZE	Dimensions							
			Minimum "D" Length – Inches/millimeters					
Nom. In. Actual mm	Elbow C to E	"E" Length	1"/ 25 mm Mvmt.	2"/ 51 mm Mvmt.	3"/ 76 mm Mvmt.	4"/ 102 mm Mvmt.	5"/ 127 mm Mvmt.	6"/ 152 mm Mvmt.
2 60.3	3.25 83	6.50 165	4 102	7 178	11 280	14 356	20 508	25 635
2½ 73.0	3.75 95	7.50 191	4 102	7 178	12 305	18 458	25 635	31 788
3 88.9	4.25 108	8.50 216	4 102	7 178	14 356	22 559	30 762	38 966
4 114.3	5.00 127	10.00 254	4 102	7 178	11 280	14 356	18 458	21 534
5 141.3	5.50 140	11.00 279	6 153	7 178	11 280	14 356	18 458	21 534
6 168.3	6.50 165	13.00 330	6 153	7 178	11 280	14 356	18 458	21 534
8 219.1	7.75 197	15.50 394	6 153	7 178	11 280	14 356	18 458	22 559
10 273.0	9.00 229	18.00 457	8 204	8 204	11 280	14 356	23 585	31 788
12 323.9	10.00 254	20.00 508	8 204	8 204	11 280	16 407	25 635	35 889

*Values were calculated using standard #10 IPS cast grooved elbows. If other elbows are used, "E" length will change accordingly.

VICTAULIC IS A REGISTERED TRADEMARK OF VICTAULIC COMPANY. © 2000 VICTAULIC COMPANY. ALL RIGHTS RESERVED. PRINTED IN THE USA.

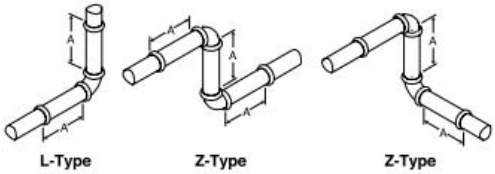
Design Data for Seismic Applications of Victaulic® Grooved System

Victaulic Style 155 Expansion Joints are a combination of couplings and specially machined short pipe nipples that provide pipeline expansion and contraction and are ideal for lateral pipe movement. The nipples are precisely grooved to provide full linear allowance at each joint.



The movement characteristics of flexible couplings provide linear movement and angular deflection for offsets. This can be beneficial for applications where small amounts of pipe movement compensation are required from an in-line configuration. In accordance with Victaulic specifications and code requirements, the configuration must be supported properly. Special techniques may be required to achieve this support while providing the desired movement.

Victaulic flexible couplings, grooved elbows, and grooved pipe ends can be assembled in L-type or Z-type offset configurations to achieve movement through deflection at each flexible coupling. The minimum required pipe lengths adjacent to the elbows can be calculated by using published information for deflection values of flexible couplings (see Table 1), as shown in the following examples. The equations provide the minimum nipple lengths ("A") required to achieve the required movement in all three directions. In applications where only two directions of movement are required, the layouts can be optimized with shorter lengths. Please contact Victaulic for details. Note that the specified length must be able to move freely in order to ensure proper operation. Local code requirements and feasibility must be evaluated to verify whether the layout is practical.



EXAMPLE FOR L TYPE LAYOUT

A = (√2) x (required movement) / (coupling capability)

TABLE 3A – ROLL GROOVED PIPE

SIZE	Cplg. Deflect. Cap.	Cplg. Design Deflect.	Minimum "A" Length (feet/m) for L Type Offset			
Nom. In. Actual mm	in/ft mm/m	in/ft mm/m	1"/ 25 mm Mvmt.	2"/ 51 mm Mvmt.	3"/ 76 mm Mvmt.	4"/ 102 mm Mvmt.
2 60.3	0.32 27	0.16 13	8.9 2.7	17.7 5.4	26.6 8.1	35.4 10.8
2½ 73.0	0.26 22	0.13 11	10.9 3.3	21.8 6.6	32.7 10.1	43.6 13.3
3 88.9	0.22 18	0.11 9	12.9 3.9	25.8 7.9	38.6 11.8	51.5 15.7
4 114.3	0.34 28	0.25 21	5.7 1.7	11.4 3.5	17.0 5.2	22.7 6.9
5 141.3	0.27 23	0.20 17	7.1 2.2	14.2 4.3	21.3 6.5	28.3 8.6
6 168.3	0.23 19	0.17 14	8.4 2.6	16.7 5.1	25.0 7.6	33.3 10.1
8 219.1	0.18 15	0.15 11	9.5 2.9	18.9 5.8	28.3 8.6	37.8 11.5
10 273.0	0.14 12	0.10 9	14.2 4.3	28.3 8.6	42.5 13.0	56.6 17.3
12 323.9	0.12 10	0.09 8	15.8 4.8	31.5 9.6	47.2 14.4	62.9 19.2

TABLE 3B – CUT GROOVED PIPE

SIZE	Cplg. Deflect. Cap.	Cplg. Design Deflect.	Minimum "A" Length (feet/m) for L Type Offset			
Nom. In. Actual mm	in/ft mm/m	in/ft mm/m	1"/ 25 mm Mvmt.	2"/ 51 mm Mvmt.	3"/ 76 mm Mvmt.	4"/ 102 mm Mvmt.
2 60.3	0.63 27	0.32 13	4.4 1.3	8.8 2.7	13.3 4.1	17.7 5.4
2½ 73.0	0.52 22	0.26 11	5.4 1.6	10.9 3.3	16.3 5.0	21.8 6.6
3 88.9	0.43 18	0.22 9	6.4 2.0	12.9 3.9	19.3 5.9	25.7 7.8
4 114.3	0.67 28	0.50 21	2.8 0.9	5.7 1.7	8.5 2.6	11.3 3.4
5 141.3	0.54 23	0.40 17	3.5 1.1	7.1 2.2	10.6 3.2	14.1 4.3
6 168.3	0.45 19	0.33 14	4.3 1.3	8.6 2.6	12.9 3.9	17.1 5.2
8 219.1	0.35 15	0.26 11	5.4 1.6	10.9 3.3	16.3 5.0	21.8 6.6
10 273.0	0.28 12	0.21 9	6.7 2.1	13.5 4.1	20.2 6.2	26.9 8.2
12 323.9	0.23 10	0.17 8	8.3 2.5	16.6 5.1	25.0 7.6	33.3 10.2

VICTAULIC IS A REGISTERED TRADEMARK OF VICTAULIC COMPANY. © 2000 VICTAULIC COMPANY. ALL RIGHTS RESERVED. PRINTED IN THE USA.

Design Data for Seismic Applications of Victaulic® Grooved System

EXAMPLE FOR Z TYPE LAYOUT

A = (required movement) / (coupling capability)

TABLE 3C – ROLL GROOVED PIPE

SIZE	Cplg. Deflect. Cap.	Cplg. Design Deflect.	Minimum "A" Length (feet/m) for Z Type Offset					
Nom. In. Actual mm	in/ft mm/m	in/ft mm/m	1"/ 25 mm Mvmt.	2"/ 51 mm Mvmt.	3"/ 76 mm Mvmt.	4"/ 102 mm Mvmt.	5"/ 127 mm Mvmt.	6"/ 152 mm Mvmt.
2 60.3	0.32 27	0.16 13	6.3 1.9	12.5 3.8	18.8 5.7	25.0 7.6	31.3 9.5	37.5 11.4
2½ 73.0	0.26 22	0.13 11	7.7 2.3	15.4 4.7	23.1 7.0	30.8 9.4	38.5 11.7	46.2 14.1
3 88.9	0.22 18	0.11 9	9.1 2.8	18.2 5.5	27.3 8.3	36.4 11.1	45.5 13.9	54.6 16.6
4 114.3	0.34 28	0.25 21	4.0 1.2	8.0 2.4	12.0 3.7	16.0 4.9	20.0 6.1	24.0 7.3
5 141.3	0.27 23	0.20 17	5.0 1.5	10.0 3.0	15.0 4.6	20.0 6.1	25.0 7.6	30.0 9.1
6 168.3	0.23 19	0.17 14	5.9 1.8	11.8 3.6	17.7 5.4	23.6 7.2	29.5 9.0	35.3 10.8
8 219.1	0.18 15	0.13 11	7.7 2.3	15.4 4.7	23.1 7.0	30.8 9.4	38.5 11.7	46.2 14.1
10 273.0	0.14 12	0.10 9	10.0 3.0	20.0 6.1	30.0 9.1	40.0 12.2	50.0 15.2	60.0 18.3
12 323.9	0.12 10	0.09 8	11.2 3.4	22.3 6.8	33.4 10.2	44.5 13.6	55.6 16.9	66.7 20.3

TABLE 3D – CUT GROOVED PIPE

SIZE	Cplg. Deflect. Cap.	Cplg. Design Deflect.	Minimum "A" Length (feet/m) for Z Type Offset					
Nom. In. Actual mm	in/ft mm/m	in/ft mm/m	1"/ 25 mm Mvmt.	2"/ 51 mm Mvmt.	3"/ 76 mm Mvmt.	4"/ 102 mm Mvmt.	5"/ 127 mm Mvmt.	6"/ 152 mm Mvmt.
2 60.3	0.63 53	0.32 27	3.2 1.0	6.3 1.9	9.4 2.9	12.5 3.8	15.7 4.8	18.8 5.7
2½ 73.0	0.52 43	0.26 22	3.9 1.2	7.7 2.3	11.6 3.5	15.4 4.7	14.5 4.4	23.1 7.0
3 88.9	0.43 36	0.22 18	4.6 1.4	9.1 2.8	13.7 4.2	18.2 5.5	22.8 6.9	27.3 8.3
4 114.3	0.67 56	0.50 42	2.0 0.6	4.0 1.2	6.0 1.8	8.0 2.4	10.0 3.0	12.0 3.7
5 141.3	0.54 45	0.40 33	2.5 0.8	5.0 1.5	7.5 2.3	10.0 3.0	12.5 3.8	15.0 4.6
6 168.3	0.45 38	0.33 28	3.1 0.9	6.1 1.9	9.1 2.8	12.2 3.7	15.2 4.6	18.2 5.5
8 219.1	0.35 29	0.26 22	3.9 1.2	7.7 2.3	11.6 3.5	15.4 4.7	19.3 5.9	23.1 7.0
10 273.0	0.28 23	0.21 18	4.8 1.5	9.6 2.9	14.3 4.4	19.1 5.8	23.9 7.3	28.6 8.7
12 323.9	0.23 19	0.17 14	5.9 1.8	11.8 3.6	17.7 5.4	23.6 7.2	29.5 9.0	35.3 10.8

SYSTEM BRACING/SUPPORT GUIDELINES

Government reports indicate that the differential motions that exist in an un-braced system during an earthquake tend to cause failure of rigid fittings and junctions, especially threads. Victaulic flexible grooved systems can allow differential motions to occur without excessive stress to the pipe or coupling. Victaulic publishes the amount of deflections and allowable pipe movements of flexible couplings in all applicable literature (see Table 1).

Various codes require that the systems be adequately braced against earthquake forces. In addition, pipes cannot be fastened to independently moving structures, such as a wall and a ceiling, or a ceiling and a floor, without installing a movement compensation device. Nor can pipe on one side of the device be fastened to the opposing structure. A system that is braced properly will move with the structure with controlled or limited additional stress to the pipe or Victaulic components.

Local codes should be consulted to determine whether un-braced systems are permitted within the given seismic zone. During an earthquake, un-braced systems may sway unpredictably in response to ground motions. The amount of sway (amplitude) and acceleration will depend upon the severity of the disturbance, the natural frequency of the piping system, and the amount of vibration damping in the system.

Connections between system components and equipment in independently moving sections of a structure may also require bracing. The independently moving sections may include walls, ceilings, fixed equipment, piping, separate buildings, etc. Ground motions (up to 10 inches) are possible at the epicenter of earthquakes. Government reports confirm the failure of components that cannot accommodate these movements.

Seismic bracing and piping supports are utilized in piping systems to prevent excessive movement during a seismic occurrence, which could result in excessive stresses to the piping system if not properly braced. Piping supports for a Victaulic grooved piping system must limit pipe movements so they do not exceed the recommended allowable deflections, pipe end movements, and end loads. NFPA 13 covers these systems and requires sprinkler systems to be protected to minimize or prevent pipe breakage in areas subject to earthquakes. This is accomplished through two techniques:

1) Make the piping flexible, where necessary (flexible couplings)
2) Attach the piping directly to the building structure for minimum relative movement (sway bracing)

Sway bracing is intended to brace main sprinkler piping so that it will withstand a horizontal force equal to 50% of the weight of the water-filled piping. A piping system designed to withstand this force without breakage or permanent deformation is considered reasonably safe from the effects of seismic forces.

The use of a multiplier has also been incorporated into calculations to adjust this value for specific geographical areas where higher or lower seismic accelerations are expected. This multiplier may be as low as 0.4 or as high as 2.4. The use of this multiplier is subject to the requirements of the local building code.

"Two-way" bracing prevents piping from oscillating in one direction (lateral or longitudinal), while "four-way" bracing provides simultaneous lateral and longitudinal bracing action. Lateral movement refers to side-to-side pipe movement (perpendicular to run), while longitudinal movement refers to in-line movement (parallel to run). Vertical loads are not frequently considered in bracing calculations, since the upward component is typically assumed to be incorporated into design safety factors. In all cases, sway bracing must be connected directly to the building structure. "Four-way" sway bracing is typically used at the top of a riser.

Generally, branch lines are not laterally braced, except for where movement could damage other equipment. Additionally, branch movement is limited by bracing the mains. Typically, design guides do not require seismic bracing for 2-inch and smaller lines because the piping is considered durable enough to withstand seismic forces without damage. Instead, the branches incorporate restraints (smaller bracing) for lateral and vertical control. Restraints are also used at the ends to minimize the whipping action of the branch lines at these locations. Sway bracing is typically required for 2½-inch and larger branch lines. Consult the local code for specific requirements.

VICTAULIC IS A REGISTERED TRADEMARK OF VICTAULIC COMPANY. © 2000 VICTAULIC COMPANY. ALL RIGHTS RESERVED. PRINTED IN THE USA.

Design Data for Seismic Applications of Victaulic® Grooved System

Seismic separation assemblies using flexible couplings (i.e. seismic swing joints) are typically required for all pipe sizes when the aboveground piping crosses between independently moving building segments. Our experience has shown that the first adjacent length of pipe on each side of the grooved seismic swing joint should be rigidly attached to the corresponding structure with adequate bracing. The swing joint must be supported in a manner that will not prohibit proper operation during an earthquake. Non-restraining hangers should be incorporated to support the grooved elbows and pipe nipples of the assembly. NOTE: Code requirements take precedence over these recommendations.

Section 6-4.4.1 of NFPA 13 (1999) stipulates that the diameter of holes, where pipe passes through walls or other obstructions, must be as follows:

- 2 inches larger than pipe 3½ inches and smaller
- 4 inches larger than pipe 4 inches and larger.

This standard also stipulates that the piping must have at least two inches of clearance around other structural members that are not penetrated or used to support the piping. Exceptions to this include piping that passes through gypsum or other non-fire-related material and when flexible couplings are within 1 foot of each side of the wall or obstruction. When the applicable building code requires that the annular space around the piping be filled, a flexible sealant, such as mastic, must be used.

This criteria defines the method by which sprinkler systems are protected from seismic movements under NFPA 13. Other piping systems will have varying installation requirements to provide for earthquake conditions, depending on the specific system; its proximity to seismic zones; the level of seismic zone; and conformance to local, state, and/or national codes. Therefore, each system must be reviewed on an individual basis to determine the support mechanism and the proper incorporation of flexible and rigid couplings.

Factory Mutual provides design steps for sway bracing in Data Sheet 2-8, Earthquake Protection for Water-based Fire Protection Systems, which states the following:

Step 1: *Lay out sway bracing locations with respect to the sprinkler piping and to the structural members to which the bracing will be attached.*

Step 2: *Calculate the seismic design load requirements for each sway bracing location.*

Step 3: *Select the proper sway bracing shape, angle of attachment, size, and maximum length based on the horizontal design load requirement.*

Step 4: *Select the proper attachment method for the sway bracing to the structure and to the piping.*[1]

Systems installed with Victaulic rigid couplings can be supported and braced for seismic occurrences in a similar way to threaded and welded systems. The hanger spacing requirements for Victaulic rigid couplings are in accordance with standard industry codes for threaded and welded systems. These nationally recognized codes are ANSI B31.1 Power Piping Code, ANSI B31.9 Building Services Code and NFPA 13 Sprinkler Systems.

Victaulic Company's pipe support recommendations for both flexible and rigid systems can be found in the following Tables 4A through 4C. The tables show the suggested maximum span between pipe supports for horizontal straight runs of standard-weight steel pipe that carry water or similar liquids.

RIGID SYSTEMS

For Victaulic rigid coupling Styles 07, 307, HP-70, 005, and others, the Maximum Hanger Spacing below may be used.

TABLE 4A

PIPE SIZE	Suggested Maximum Span Between Supports Feet/meters					
Nominal Inches Actual mm	Water Service			Gas or Air Service		
	*	†	‡	*	†	‡
1 33.7	7 2.1	9 2.7	12 3.7	9 2.7	9 2.7	12 3.7
1 ¼ 42.4	7 2.1	11 3.4	12 3.7	9 2.7	11 3.4	12 3.7
1 ½ 48.3	7 2.1	12 3.7	15 4.6	9 2.7	13 4.0	15 4.6
2 60.3	10 3.1	13 4.0	15 4.6	13 4.0	15 4.6	15 4.6
3 88.9	12 3.7	15 4.6	15 4.6	15 4.6	17 5.2	15 4.6
4 114.3	14 4.3	17 5.2	15 4.6	17 5.2	21 6.4	15 4.6
6 168.3	17 5.2	20 6.1	15 4.6	21 6.4	25 7.6	15 4.6
8 219.1	19 5.8	21 6.4	15 4.6	24 7.3	28 8.5	15 4.6
10 273.0	19 5.8	21 6.4	15 4.6	24 7.3	31 9.5	15 4.6
12 323.9	23 7.0	21 6.4	15 4.6	30 9.1	33 10.1	15 4.6
14 355.6	23 7.0	21 6.4	15 4.6	30 9.1	33 10.1	15 4.6
16 406.4	27 8.2	21 6.4	15 4.6	35 10.7	33 10.1	15 4.6
18 457.0	27 8.2	21 6.4	15 4.6	35 10.7	33 10.1	15 4.6
20 508.0	30 9.1	21 6.4	15 4.6	39 11.9	33 10.1	15 4.6
24 610.0	32 9.8	21 6.4	15 4.6	42 12.8	33 10.1	15 4.6

* Spacing corresponds to ANSI B31.1 Power Piping Code.

† Spacing corresponds to ANSI B31.9 Building Services Piping Code.

‡ Spacing corresponds to NFPA 13 Sprinkler Systems.

FLEXIBLE SYSTEMS

For coupling Styles including 75, 77, and others.

Standard, grooved-type couplings allow angular, linear, and rotational movement at each joint to accommodate expansion, contraction, settling, vibration, noise, and other piping system movement. These features provide advantages in designing piping systems but must be considered when determining hanger and support bracing and location.

VICTAULIC IS A REGISTERED TRADEMARK OF VICTAULIC COMPANY. © 2000 VICTAULIC COMPANY. ALL RIGHTS RESERVED. PRINTED IN THE USA.

Design Data for Seismic Applications of Victaulic® Grooved System

Maximum Hanger Spacing
For straight runs without concentrated loads and where full linear movement is required.

TABLE 4B

PIPE SIZE	Pipe Length in Feet/meters									
Nominal Inches Actual mm	7 2.1	10 3.0	12 3.7	15 4.6	20 6.1	22 6.7	25 7.6	30 9.1	35 10.7	40 12.2
	*Average Hangers per Pipe Length Evenly Spaced									
¾ – 1 26.9 – 33.7	1	2	2	2	3	3	4	4	5	6
1 ¼ – 2 42.4 – 60.3	1	2	2	2	3	3	4	4	5	5
2 ½ – 4 73.0 – 114.3	1	1	2	2	2	2	2	3	4	4
5 – 8 141.3 – 219.1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
10 – 12 273.0 – 323.9	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
14 – 16 355.6 – 406.4	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
18 – 24 457.0 – 610.0	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
28 – 42 711.0 – 1067.0	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3

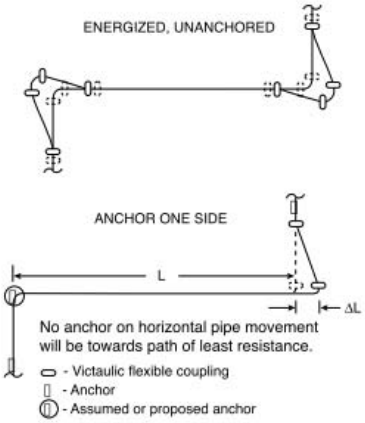
*No pipe length should be left unsupported between any two couplings.

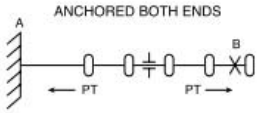
Maximum Hanger Spacing
For straight runs without concentrated loads and where full linear movement is not required.

TABLE 4C

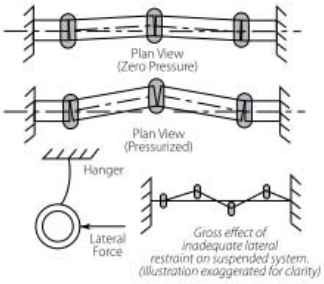
PIPE SIZE RANGE Nominal Inches Actual mm	Suggested Maximum Span Between Supports Feet/meters
¾ – 1 26.9 – 33.7	8 2.4
1 ¼ – 2 42.4 – 60.3	10 3.0
2 ½ – 4 73.0 – 114.3	12 3.7
5 – 8 141.3 – 219.1	14 4.3
10 – 12 273.0 – 323.9	16 4.9
14 – 16 355.6 – 406.4	18 5.5
18 – 30 457.0 – 762.0	20 6.1
32 – 42 813.0 – 1067.0	21 6.4

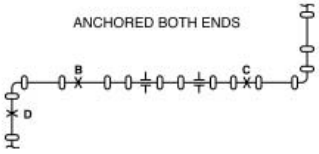
The system designer should note that flexible couplings installed with partial gaps or fully-butted pipe ends will allow the pipe to expand fully when the system is energized. Strategically placed anchors will contain the energized system between the anchors. Also, pipe guides and proper pipe support will help to prevent angular deflection at the joints that would otherwise reduce the amount of linear movement capable at each joint.





Unrestrained, deflected joints will straighten under axial pressure thrusts and other forces that act to pull pipes apart. If deflection is desired, anchors or lateral resistance must be applied to the lines to help maintain joint deflection. Lateral forces will always act upon deflected joints due to internal pressure. A fully-deflected joint will not provide linear movement that is normally available at the joint. Conversely, angular deflection at fully-butted or fully-gapped joints is not possible, unless the pipe ends can shorten and grow, as required. Partially deflected joints will provide some portion of linear movement.





Flexible couplings can provide deflection at branch connections and offsets to accommodate anticipated pipe movement. Offsets must be

VICTAULIC IS A REGISTERED TRADEMARK OF VICTAULIC COMPANY. © 2000 VICTAULIC COMPANY. ALL RIGHTS RESERVED. PRINTED IN THE USA.

Design Data for Seismic Applications of Victaulic® Grooved System

long enough to provide sufficient deflection to prevent harmful bending moments, which would be induced at the joints of the offset. NOTE: If the pipes were to expand due to thermal changes, additional pipe growth would also take place at the ends.

SEISMIC CALCULATIONS

Victaulic grooved products have consistently demonstrated the ability to withstand considerable forces during earthquakes. When exposed to bending forces, they have remained intact. A bending moment will occur when the joint deflects beyond its maximum allowable angular deflection. Where these deflections are anticipated, additional flexible couplings should be installed to accommodate this movement. Several agencies, such as ASTM and Underwriters Laboratories (UL), have established methods for qualification of bending loads. However, the following is a list of the minimum bending moments that Victaulic products must withstand to obtain a UL Listing. UL established the minimum bending moment requirements through the following method from UL Standard 213, Rubber Gasketed Fittings for Fire Protection:

The bending moments are calculated based on twice the weight of the water filled pipe over twice the maximum distance between supports specified in the Standard for Installation of Sprinkler Systems, NFPA 13.2

This UL standard is one of several publications for bending moment requirements. ASTM F-1476 is another standard that provides bending loads based on hanger spacing, etc. The couplings are tested only to the respective bending moment shown, and factor of safety is built into these values. All bending moments were applied at their maximum UL pressure rating. These values are provided as information only and must not be used for design purposes. However, they can be compared to minimum theoretical values required by various building codes to demonstrate the actual capabilities versus design requirements.

MINIMUM REQUIRED BENDING MOMENT AT COUPLING ON STANDARD WALL PIPE

TABLE 5

COUPLING SIZE Nominal In. Actual mm	Bending Moment ft-lb N • m	COUPLING SIZE Nominal In. Actual mm	Bending Moment ft-lb N • m
1 33.7	300 407	6 168.3	7085 9600
1 ¼ 42.4	420 569	8 219.1	11304 15317
1 ½ 48.3	810 1098	10 273.0	16785 22744
2 60.3	1150 1558	12 323.9	22950 31098
2 ½ 73.0	1770 2398	14 355.6	27450 37195
3 88.9	2426 3287	16 4006.4	35843 48568
3 ½ 101.6	3013 4083	18 457.0	45360 61463
4 114.3	3645 4939	20 508.0	54742 74176
5 141.3	5238 7098	24 610.0	77670 105244

The following static analysis equations and resulting values demonstrate the capabilities of Victaulic products in seismic conditions. The results provided in the following tables show that properly assembled Victaulic grooved couplings exceed the performance requirements to which threaded and welded piping systems currently conform for use in pre-approved seismic systems. In addition, Victaulic has a 75-year history of successful use of these products in commercial building applications, mining, municipal, industrial, oilfield, and fire protection. These results are in accordance with the requirements of the latest revision of the California Building Code. Section 1630B.2 states that piping, ducting, conduit systems, and connections that are constructed of ductile materials may use the values of Cp from Table 16B-0. Victaulic grooved coupling housings are constructed of durable ductile iron that is dual certified to ASTM A395, Grade 65-45-15 and ASTM A536, Grade 65-45-12. ASTM A395 is the formulation commonly referenced in ASTM B31 codes for ductile iron pressure-containing components, while ASTM A536 is a widely accepted formulation used in modern castings.

INTERNATIONAL BUILDING CODE (2000)

Seismic forces calculated in accordance with IBC are determined as follows:

$$F_p = (0.4a_p S_{DS} W_p)\frac{I_p}{R_p}\left(1 + 2\frac{z}{h}\right)$$

which can be simplified to the following equation based on the maximum value of Fp:

$$F_p = 1.6_{DS} I_p W_p$$

where

F_p is the design lateral force for non-structural components.

S_{DS} is design spectral response acceleration (0.33, based on $S_{DS} = 2F_a S_s/3$, where $F_a = 2.5$ for worst case soft soil and $S_s = 0.2_s$ for worst case spectral acceleration).

I_p is importance factor (1.5 for critical facility).

W_p is component operating weight.

When required, the vertical component of the force is calculated by:

$$F_p v = 0.25_{DS} W_p$$

The following chart provides results using the first simplified equation as a general case.

STANDARD WALL CARBON STEEL PIPE SINGLE SPAN, SIMPLE SUPPORT

TABLE 6

SIZE Nominal In. Actual mm	Wp lb/ft kg/m	Fp lb/ft kg/m	M ft-lb N•m	Safety Factor*
2 60.3	5.1 7.6	4.0 6.0	800 1084	1.44
2 ½ 73.0	7.9 11.8	6.3 9.4	1260 1707	1.41
3 88.9	10.8 16.1	8.6 12.8	1720 2331	1.41
4 114.3	16.3 24.3	12.9 19.2	2580 3496	1.41
6 168.3	31.5 46.9	25.0 37.2	5000 6775	1.42
8 219.1	50.2 74.7	39.8 59.2	7960 10786	1.42
10 273.0	74.6 111.0	59.1 87.9	11820 16016	1.42
12 323.9	98.6 146.7	78.1 116.2	15620 21165	1.47
14 355.6	114.3 170.1	90.5 134.7	18100 24526	1.52
16 406.4	141.7 210.8	112.2 167.0	22440 30407	1.60
18 457.0	171.8 255.6	136.1 202.5	27220 36884	1.67
20 508.0	204.6 304.4	162.0 241.1	32400 43902	1.69
24 610.0	278.4 414.3	220.5 328.1	44100 59756	1.76

*Safety factor is based on comparison of calculated bending moment (M) to UL minimum required bending moment which all Listed Victaulic couplings must withstand.

VICTAULIC IS A REGISTERED TRADEMARK OF VICTAULIC COMPANY. © 2000 VICTAULIC COMPANY. ALL RIGHTS RESERVED. PRINTED IN THE USA.

Design Data for Seismic Applications of Victaulic® Grooved System

CALIFORNIA BUILDING CODE (BASED ON 1997 UNIFORM BUILDING CODE)

$$F_p = 0.4\, C_a\, I_p\, W_p$$

or, to consider the higher accelerations which occur on upper elevations of a structure,

$$F_p = (a_p\, C_a\, I_p / R_p)\,(1 + 3h_x / h_r)\, W_p$$

where

F_p is the design lateral force for nonstructural components.

a_p is component amplification factor (1.0 for piping).

C_a is the seismic coefficient (between 0.06 and 0.44, depending on seismic acceleration zone and soil profile).

I_p is the importance factor (1.5 for essential facility).

R_p is the response modification factor (3.0 for piping).

h_x is component elevation (components on upper elevations receive more accelerations than lower floors).

h_r is roof elevation.

W_p is distributed load of the pipe (weight per foot of pipe and water).

The following chart provides results using the first equation as a general case, with C_a of 0.44 (worst case) and I_p of 1.5.

STANDARD WALL CARBON STEEL PIPE SINGLE SPAN, SIMPLE SUPPORT

TABLE 7

SIZE Nominal In. Actual mm	Wp lb/ft kg/m	Fp lb/ft kg/m	M ft-lb N•m	Safety Factor*
2 60.3	5.1 7.6	1.4 2.1	270 366	4.26
2½ 73.0	7.9 11.8	2.1 3.1	418 566	4.23
3 88.9	10.8 16.1	2.9 4.3	570 772	4.26
4 114.3	16.3 24.3	4.3 6.4	860 1165	3.50
6 168.3	31.5 46.9	8.3 12.4	1664 2255	4.26
8 219.1	50.2 74.7	13.3 19.8	2650 3591	4.27
10 273.0	74.6 111.0	19.7 29.3	3938 5336	4.26
12 323.9	98.6 146.7	26.0 38.7	5206 7054	4.41
14 355.6	114.3 170.1	30.2 44.9	6036 8179	4.55
16 406.4	141.7 210.8	37.4 55.7	7482 10138	4.79
18 457.0	171.8 255.6	45.4 67.6	9072 12293	5.00
20 508.0	204.6 304.4	54.0 80.4	10802 14637	5.07
24 610.0	278.4 414.3	73.5 109.4	14700 19919	5.28

*Safety factor is based on comparison of calculated bending moment (M) to UL minimum required bending moment which all Listed Victaulic couplings must withstand.

1999 ASHRAE (BASED ON 1994 UNIFORM BUILDING CODE)

$$F_p = Z\, I\, C_p\, W$$

where

F_p is total design lateral seismic force (actually recalculates distributed load for piping system).

Z is seismic zone factor (0.4 based upon worse case seismic zone 4).

I is importance factor (1.5 based on essential facility).

C_p is horizontal force factor (0.75 for rigidly mounted pipe). (NOTE: resiliently mounted equipment, such as spring-mounted hangers, uses a Cp of 2.0).

W is distributed load (weight per foot of pipe and water).

STANDARD WALL CARBON STEEL PIPE SINGLE SPAN, SIMPLE SUPPORT

TABLE 8

SIZE Nominal In. Actual mm	Wp lb/ft kg/m	Fp lb/ft kg/m	M ft-lb N•m	Safety Factor*
2 60.3	5.1 7.6	2.3 3.4	460 623	2.50
2½ 73.0	7.9 11.8	3.5 5.2	708 959	2.50
3 88.9	10.8 16.1	4.9 7.3	970 1314	2.50
4 114.3	16.3 24.3	7.3 10.9	1467 1988	2.48
6 168.3	31.5 46.9	14.2 21.1	2833 3839	2.50
8 219.1	50.2 74.7	22.6 33.6	4522 6127	2.50
10 273.0	74.6 111.0	33.6 50.0	6712 9095	2.50
12 323.9	98.6 146.7	44.4 66.1	8871 12020	2.58
14 355.6	114.3 170.1	51.4 76.5	10285 13936	2.66
16 406.4	141.7 210.8	63.8 94.9	12752 17279	2.81
18 457.0	171.8 255.6	77.31 115.0	15461 20950	2.93
20 508.0	204.6 304.4	92.07 137.0	18414 24951	2.97
24 610.0	278.4 414.3	125.29 186.4	25058 33954	3.10

*Safety factor is based on comparison of calculated bending moment (M) to UL minimum required bending moment which all Listed Victaulic couplings must withstand.

SEISMIC TESTING OF VICTAULIC PRODUCTS

The performance of the Victaulic grooved-end piping system under seismic conditions was evaluated in a series of tests conducted by ANCO Engineers, Inc., an independent laboratory that specializes in seismic evaluations of products. The tests were conducted to assess the structural and functional integrity of Victaulic products during seismic loading for a major electric utility that was considering the use of grooved piping at one of its nuclear plant sites. The tests included flexible and rigid couplings, tees, elbows, reducers, and caps, as well as roll-grooved and cut-grooved pipe in 1 – 6-inch nominal sizes.

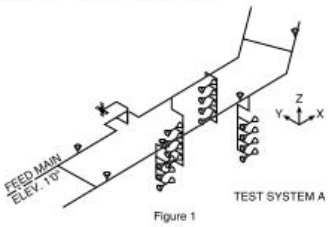


Figure 1

VICTAULIC IS A REGISTERED TRADEMARK OF VICTAULIC COMPANY. © 2000 VICTAULIC COMPANY. ALL RIGHTS RESERVED. PRINTED IN THE USA.

Design Data for Seismic Applications of Victaulic® Grooved System

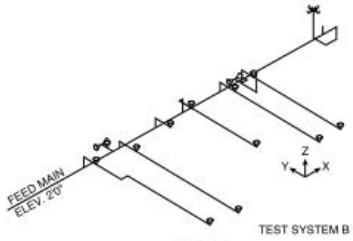


Figure 2

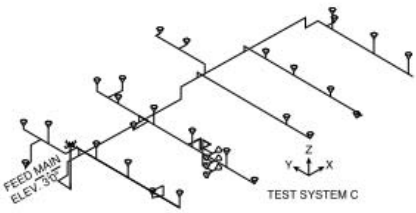


Figure 3

The laboratory used computerized data monitoring control and acquisition systems, plus servo-hydraulic actuators and feedback controls to conduct the tests. Three test segments (A, B, and C shown in figures 1, 2, and 3) were constructed on a shake table that measured 45-feet long by 14-feet wide and 14-feet high. Four linked actuators – two longitudinal and two transverse units – generated the pitch, roll, and yaw motions of earthquake activity.

Each simulated disturbance lasted 30 seconds, including a 5-second rise, 20 seconds of strong motion, and 5 seconds of delay time.

The tests simulated 13 different scenarios:

- Three less-than-operating-basis earthquakes (OBE) to establish the relationship between shake table drive signal gains and computed test response spectra (TRS)
- Six OBEs
- Two safe-shutdown earthquakes (SSE)
- An earthquake scaled to 1.2 times SSE levels
- One scaled to 1.4 times SSE levels

The test system main feed line resonant frequencies ranged from 1.92 Hz (Y direction) to 40.6 Hz (Z direction). Shake-table input acceleration averaged 1.5g in each principal direction during the OBE tests, 2.25g during the SSE tests, and 2.9g under the highest-level (H-L) conditions (upward ground accelerations of up to 1.8g were recorded during the Northridge earthquake). The following table shows response accelerations in "G"s for the main feed lines of systems A, B, and C in directions X, Y, and Z during OBE, SSE, and H-L testing. These results apply only to Victaulic products and do not represent the performance capabilities of competitors' grooved products.

TABLE 9

	Operating-Basis Earthquake (OBE) Tests			Safe-Shutdown Earthquake (SSE) Tests			Highest Level (H-L) Tests		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
A	1.9	3.1	1.4	2.6	4.7	2.4	3.1	5.0	3.3
B	1.5	6.9	3.5	2.3	8.9	5.0	2.9	14.1	5.4
C	2.4	0.9	2.6	3.9	1.4	5.0	4.0	1.4	4.0

The 6.9g Y-direction result for System B during OBE testing reflected the use of a hard stop on the piping to simulate lack of rattle space near that location. Additionally, the highest-level test produced displacements in System B of +/-5.0" in the X direction and +1.6"/-6.0" in the Y direction. The previously mentioned hard stop limited the +Y direction displacement. The same test displaced System C +/-0.35" in the X direction and +/-3.5" in the Y direction.

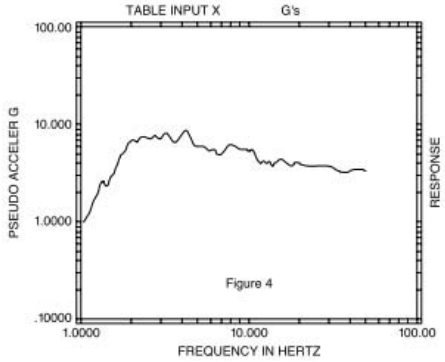


Figure 4

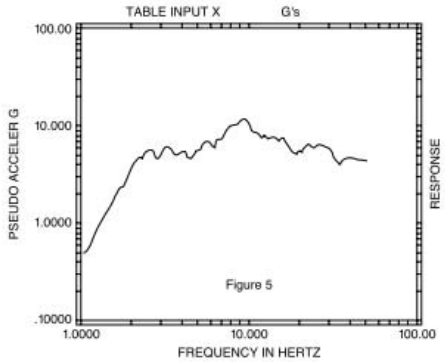
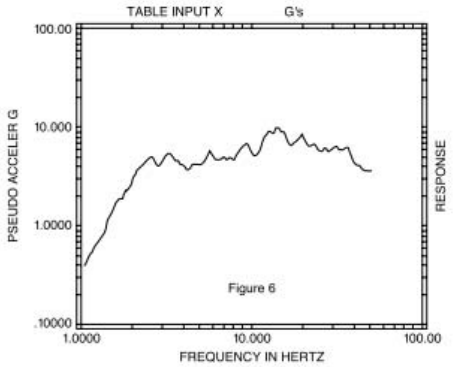


Figure 5

VICTAULIC IS A REGISTERED TRADEMARK OF VICTAULIC COMPANY. © 2000 VICTAULIC COMPANY. ALL RIGHTS RESERVED. PRINTED IN THE USA.

Design Data for Seismic Applications of Victaulic® Grooved System



The severity of input motion is best described in terms of Test Response Spectra (TRS), which was calculated from measured test input motions. Figures 4, 5, and 6 are the TRS for the highest level event, which is impressively high. In the opinion of ANCO Engineers, Inc., few, if any, nuclear power plant sites would have higher Required Response Spectra (RRS) as design criteria above 1.5 Hz.

Post-test inspection by the laboratory of the Victaulic fittings and couplings revealed no abrasion, cracks, deformation, or damage of any kind, indicating it could continue to perform its intended function. Hydro-tests after the first OBE test demonstrated that these Victaulic components maintained functionality during and after the simulation, thereby substantiating their reliability under seismic conditions.

SUMMARY

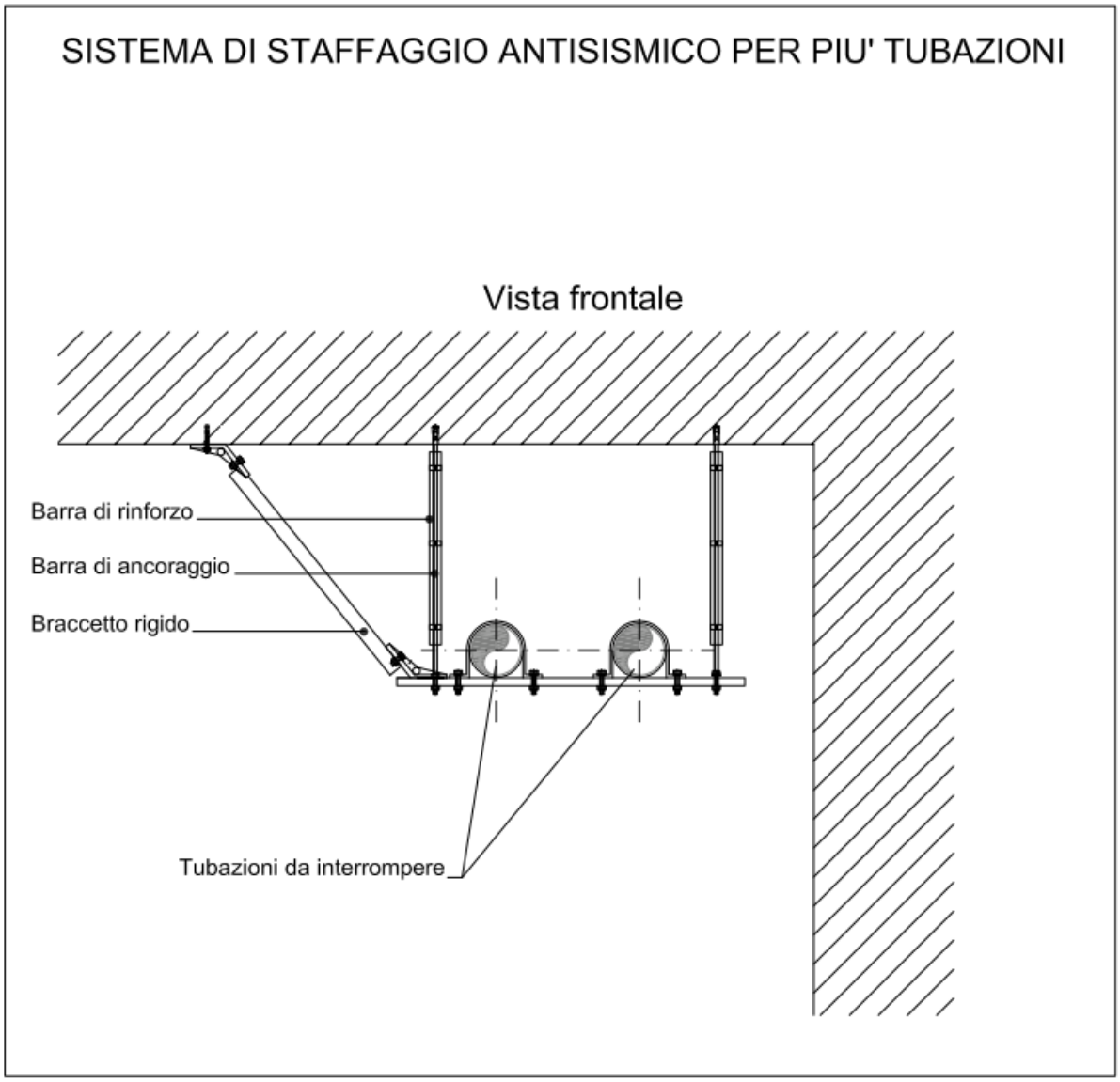
Victaulic grooved products have consistently demonstrated the ability to withstand earthquakes when used on fire protection, HVAC, municipal, and industrial applications in seismic-active areas. Recognition of their inherent seismic accommodation characteristics by national and international organizations further attests to the superior design features of Victaulic grooved products. When properly used and installed in accordance with published requirements, Victaulic grooved products will provide durable pipe joints in seismic areas.

SEISMIC COMPATIBLE CONFIGURATION CAN BE EASILY INSULATED.

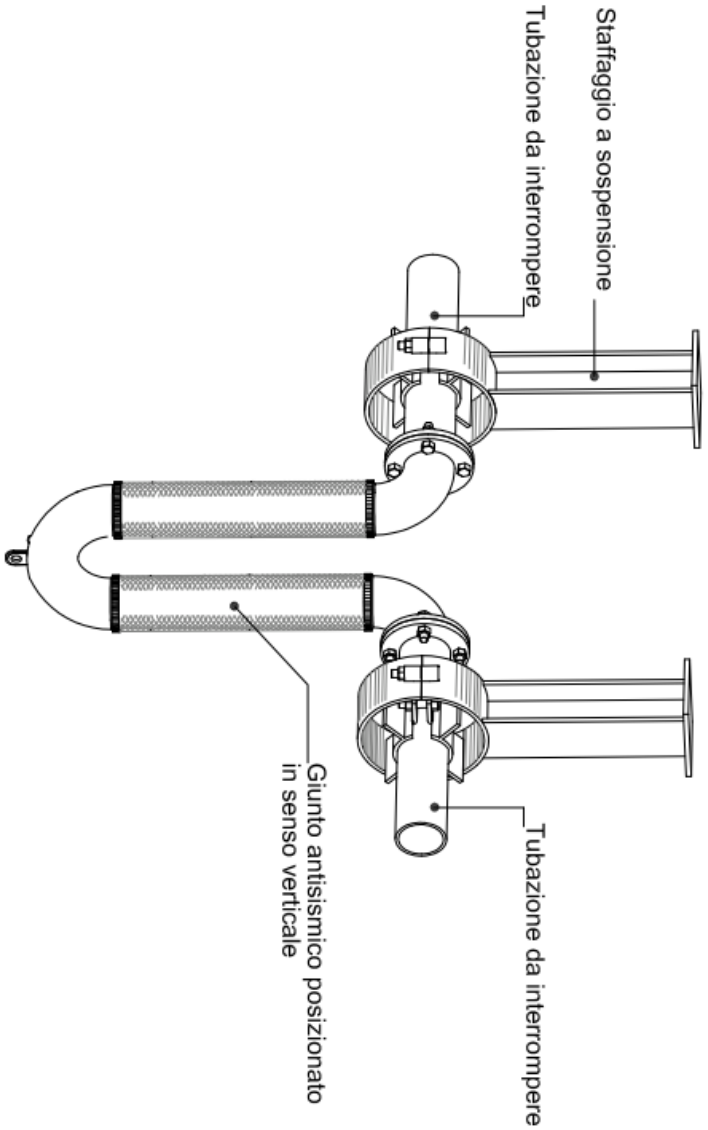
LOOP IS "Z" SHAPED TO ABSORB SEISMIC MOVEMENT.

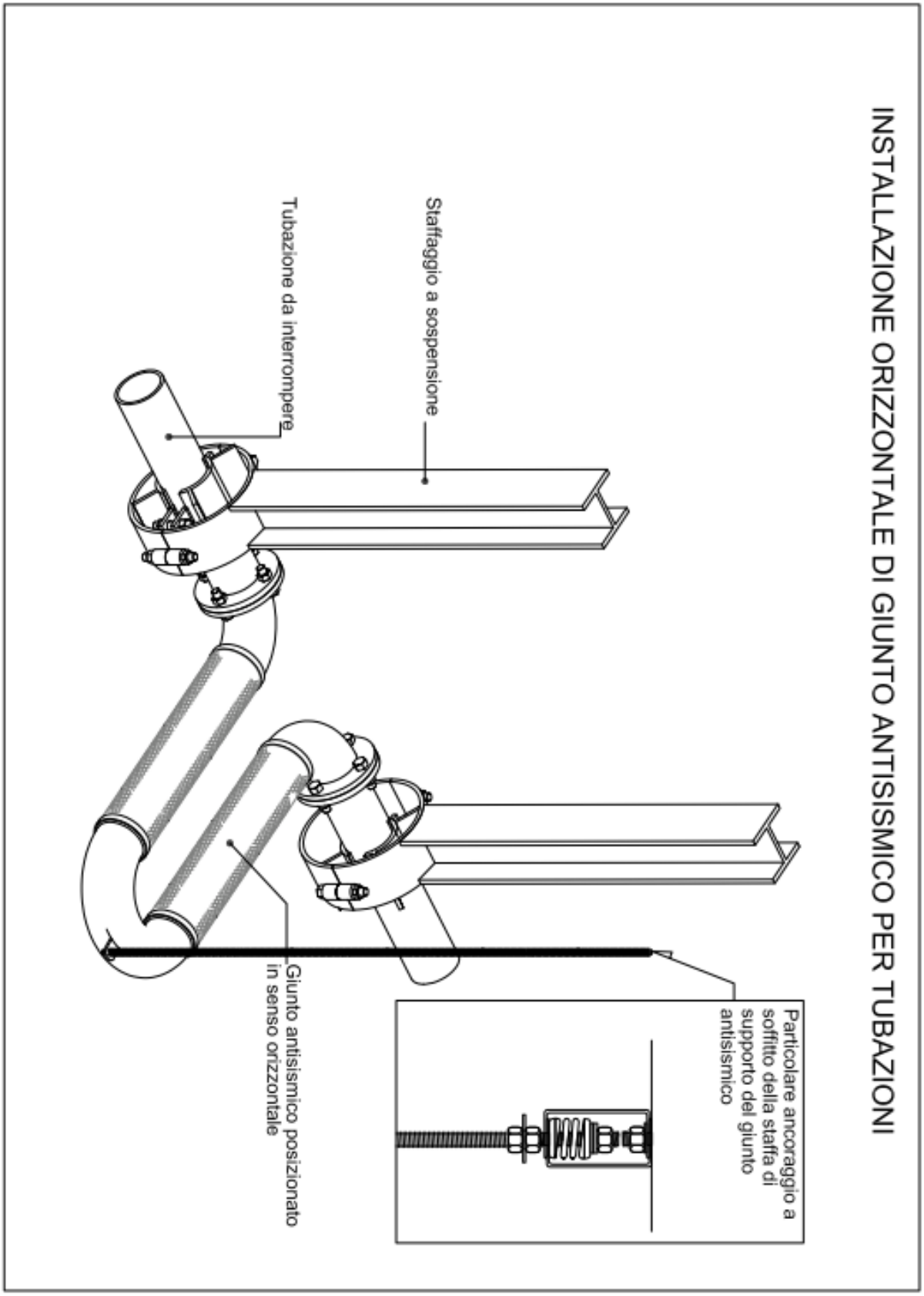
DHEN-5XCTGQ

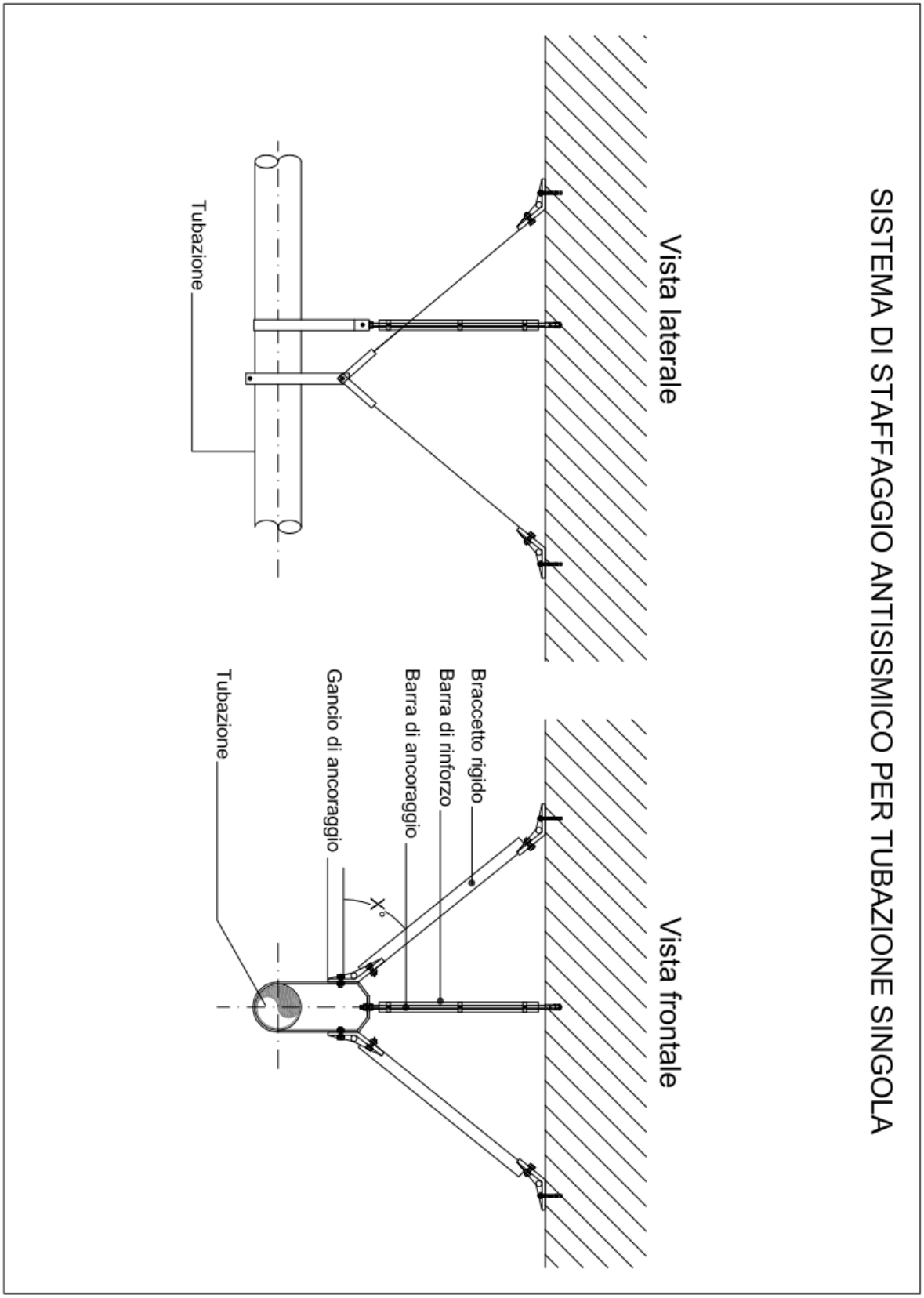
For complete contact information, visit www.victaulic.com
26.12 2972 REV A UPDATED 10/2000
VICTAULIC IS A REGISTERED TRADEMARK OF VICTAULIC COMPANY. © 2000 VICTAULIC COMPANY. ALL RIGHTS RESERVED. PRINTED IN THE USA.

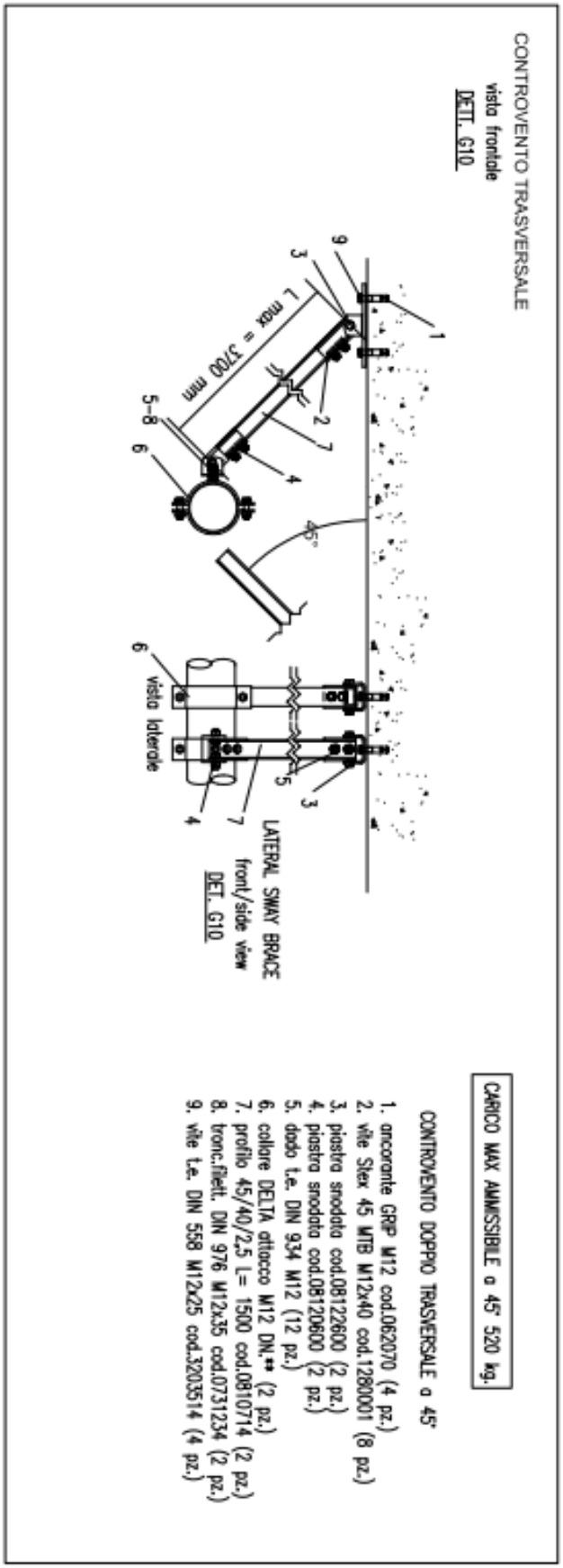

SISTEMA DI STAFFAGGIO ANTISISMICO PER PIU' TUBAZIONI
Vista frontale
Barra di rinforzo
Barra di ancoraggio
Braccetto rigido
Tubazioni da interrompere

INSTALLAZIONE VERTICALE DI GIUNTO ANTISISMICO PER TUBAZIONI

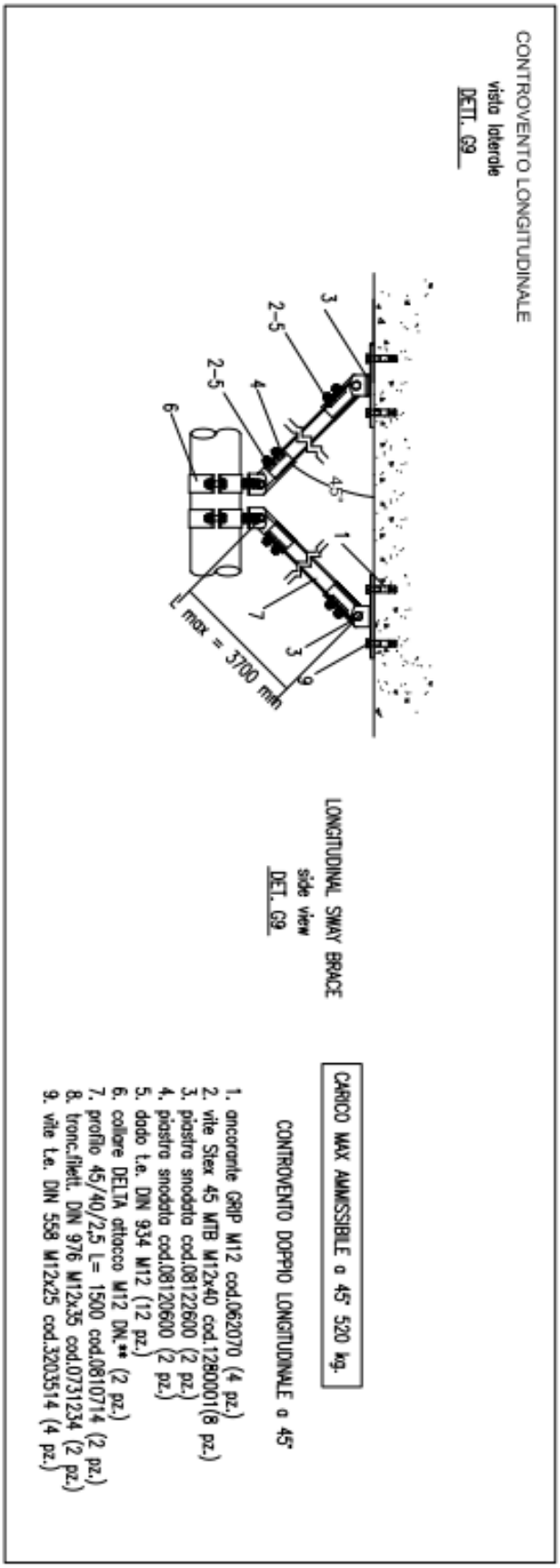


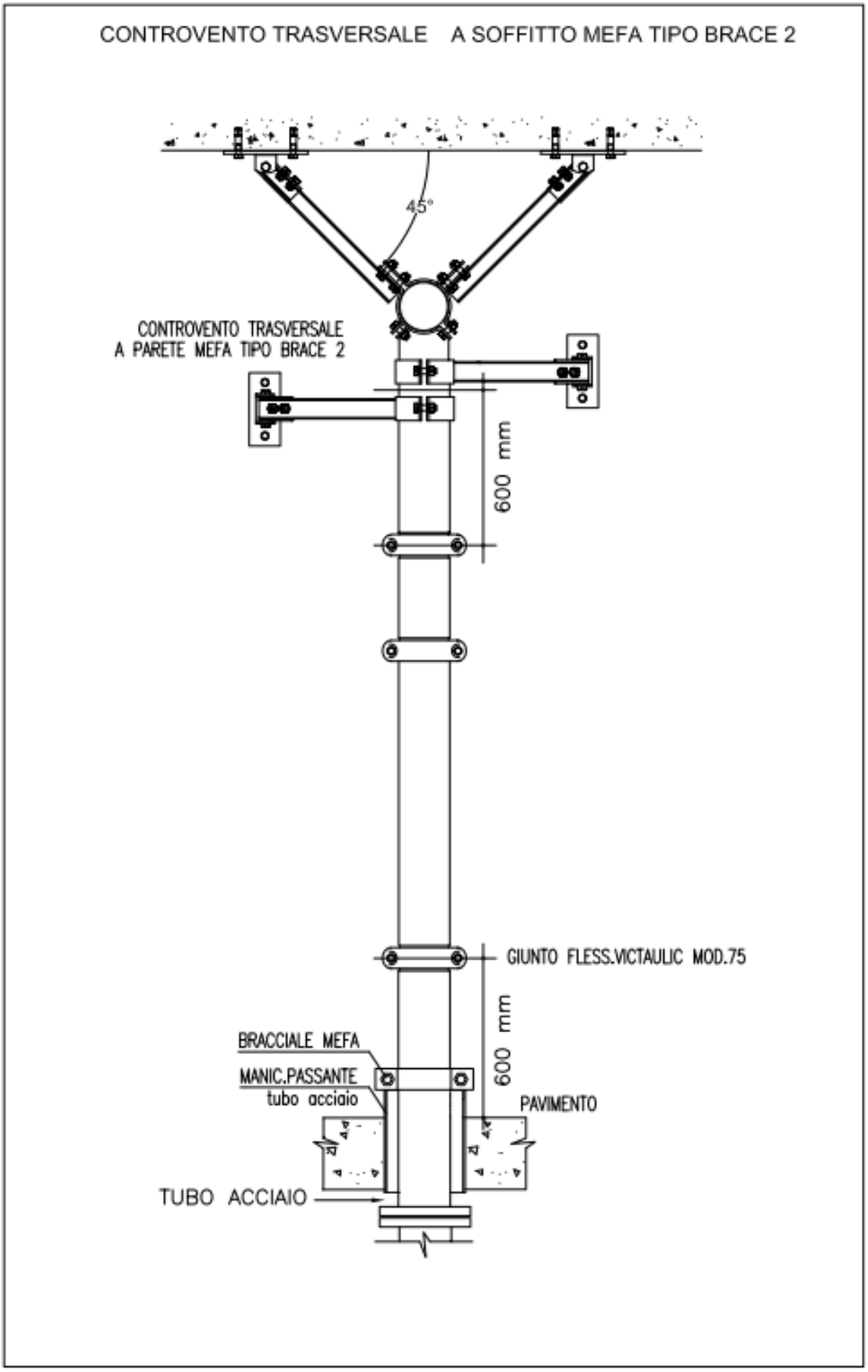

INSTALLAZIONE ORIZZONTALE DI GIUNTO ANTISISMICO PER TUBAZIONI
Staffaggio a sospensione
Tubazione da interrompere
Particolare ancoraggio a soffitto della staffa di supporto del giunto antisismico
Giunto antisismico posizionato in senso orizzontale

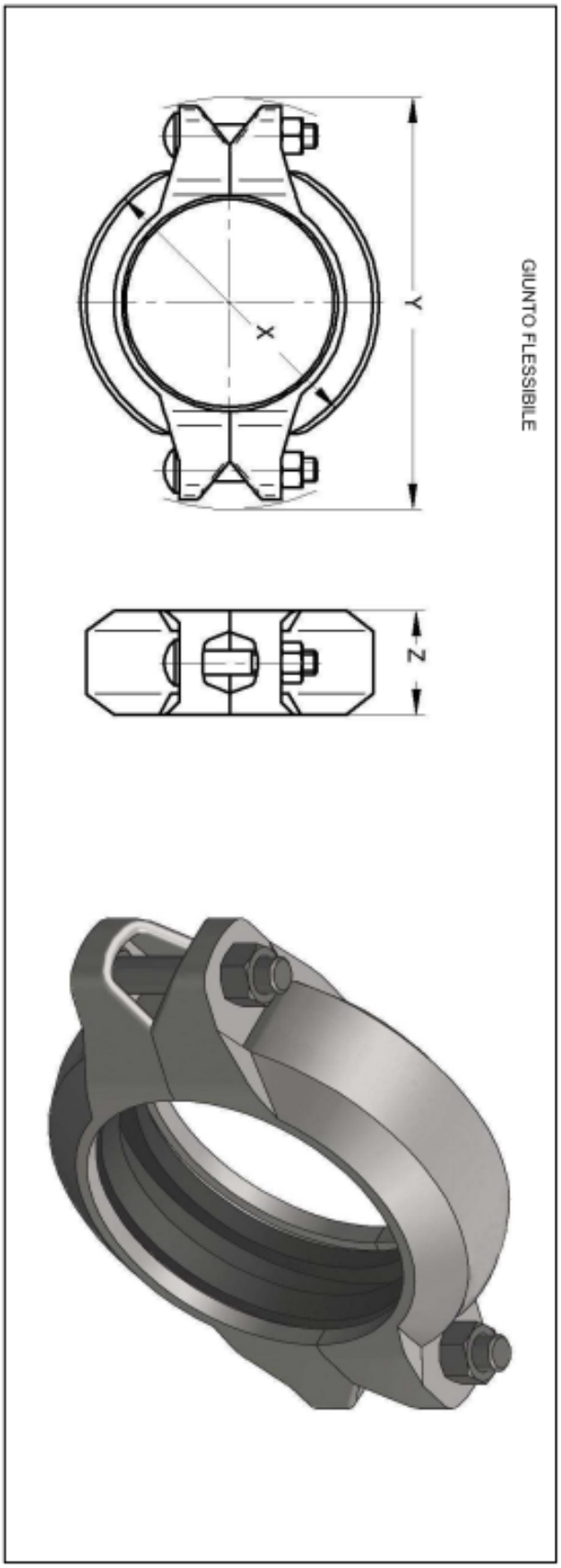

SISTEMA DI STAFFAGGIO ANTISISMICO PER TUBAZIONE SINGOLA
Vista laterale
Tubazione
Vista frontale
Braccetto rigido
Barra di rinforzo
Barra di ancoraggio
Gancio di ancoraggio
Tubazione

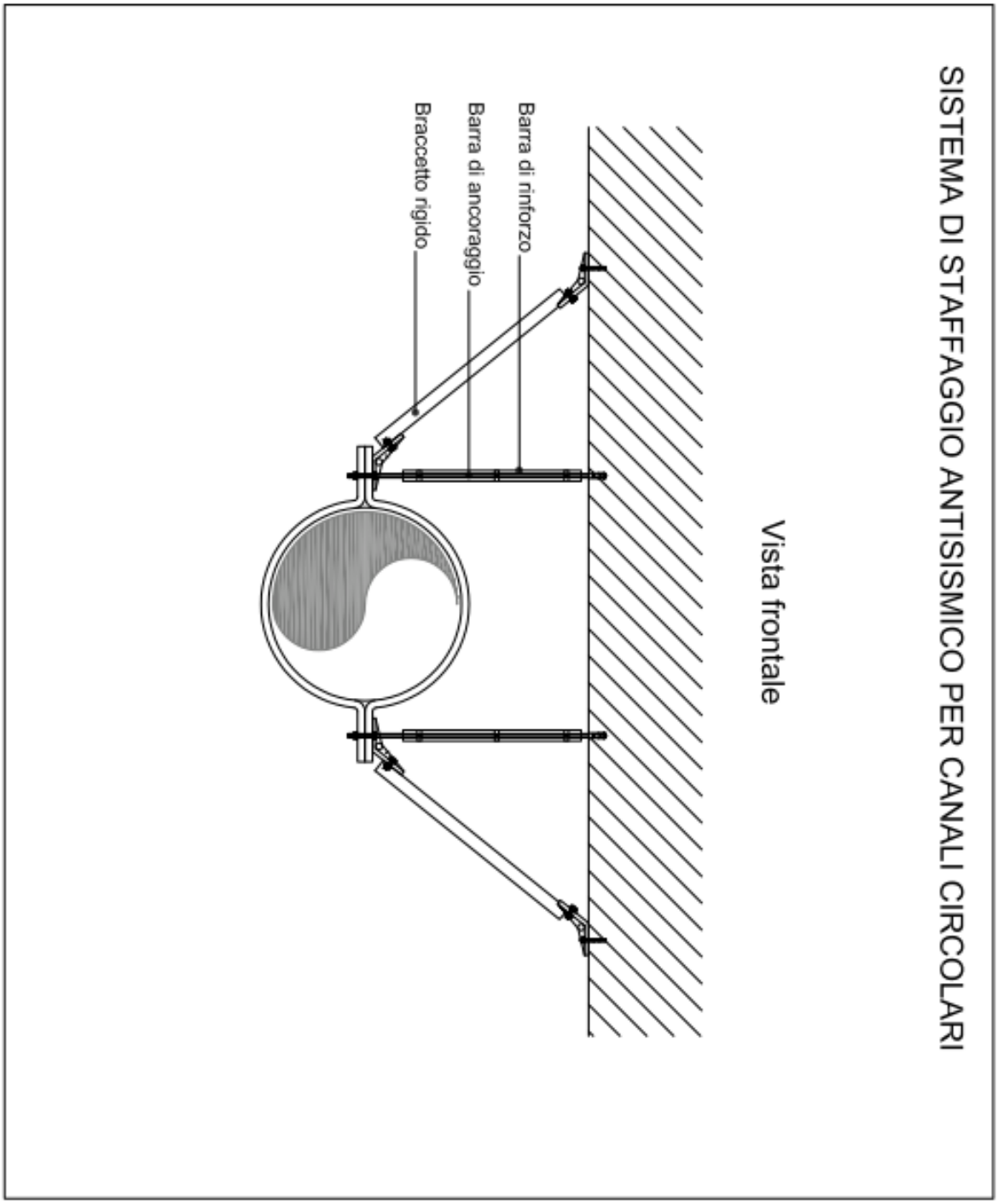

CONTROVENTO TRASVERSALE
visto frontale
DETT. G10
L max = 3700 mm
45°
visto laterale
LATERAL SWAY BRACE
front/side view
DET. G10
CARICO MAX AMMISSIBILE a 45° 520 kg.
CONTROVENTO DOPPIO TRASVERSALE a 45°
1. ancorante GRIP M12 cod.062070 (4 pz.)
2. vite Stex 45 MTB M12x40 cod.1280001 (8 pz.)
3. piastra snodata cod.08122600 (2 pz.)
4. piastra snodata cod.08120600 (2 pz.)
5. dado t.e. DIN 934 M12 (12 pz.)
6. collare DELTA attacco M12 DN.** (2 pz.)
7. profilo 45/40/2,5 L= 1500 cod.0810714 (2 pz.)
8. tronc.fiett. DIN 976 M12x35 cod.0731234 (2 pz.)
9. vite t.e. DIN 558 M12x25 cod.3203514 (4 pz.)

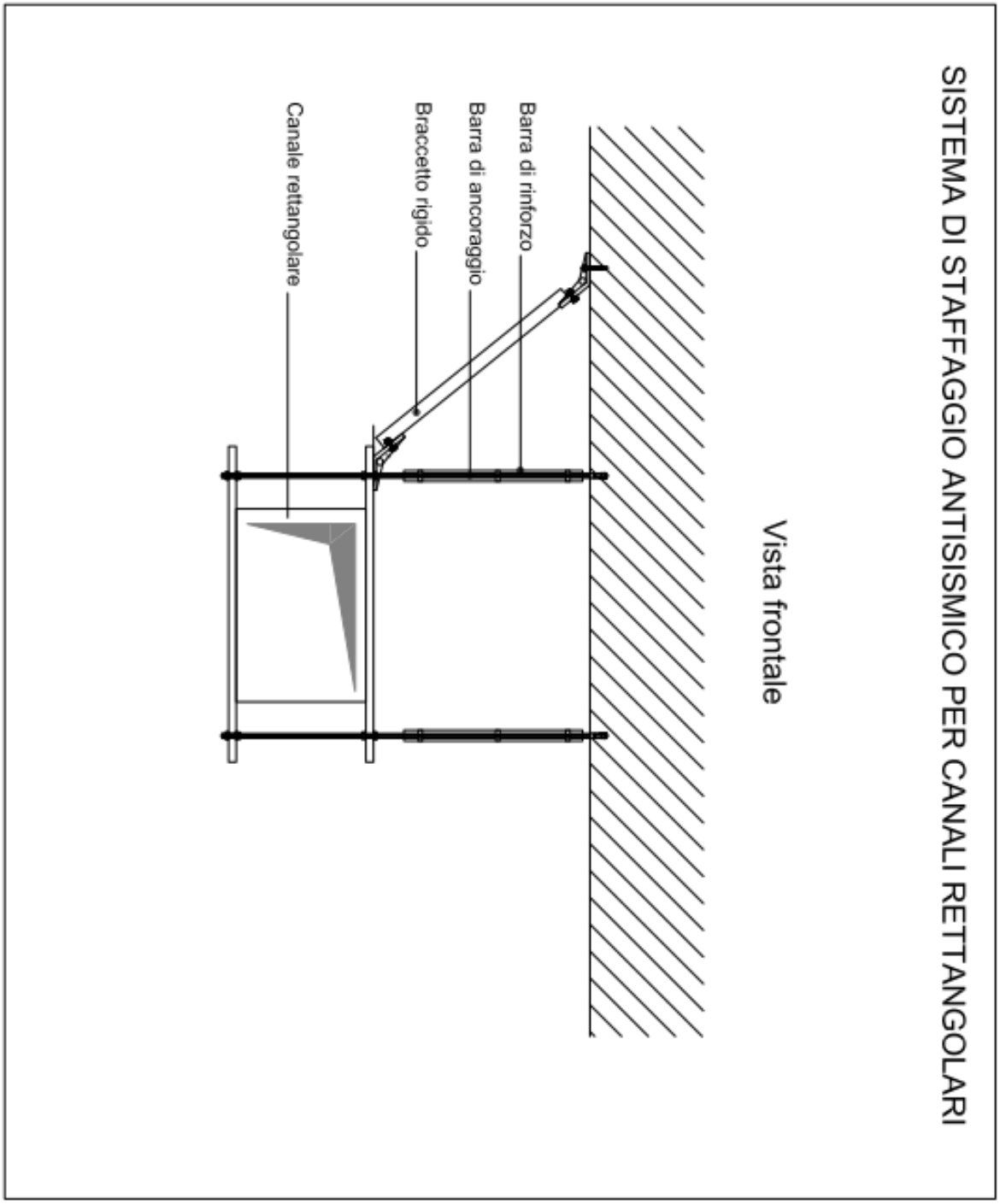
Dott. Ing. Friedrich Drollmann
Via Ghiselli n. 6 - 40134 Bologna
mail: friedrich.drollmann@me.com - tel: 051 399542 - fax: 051 399512

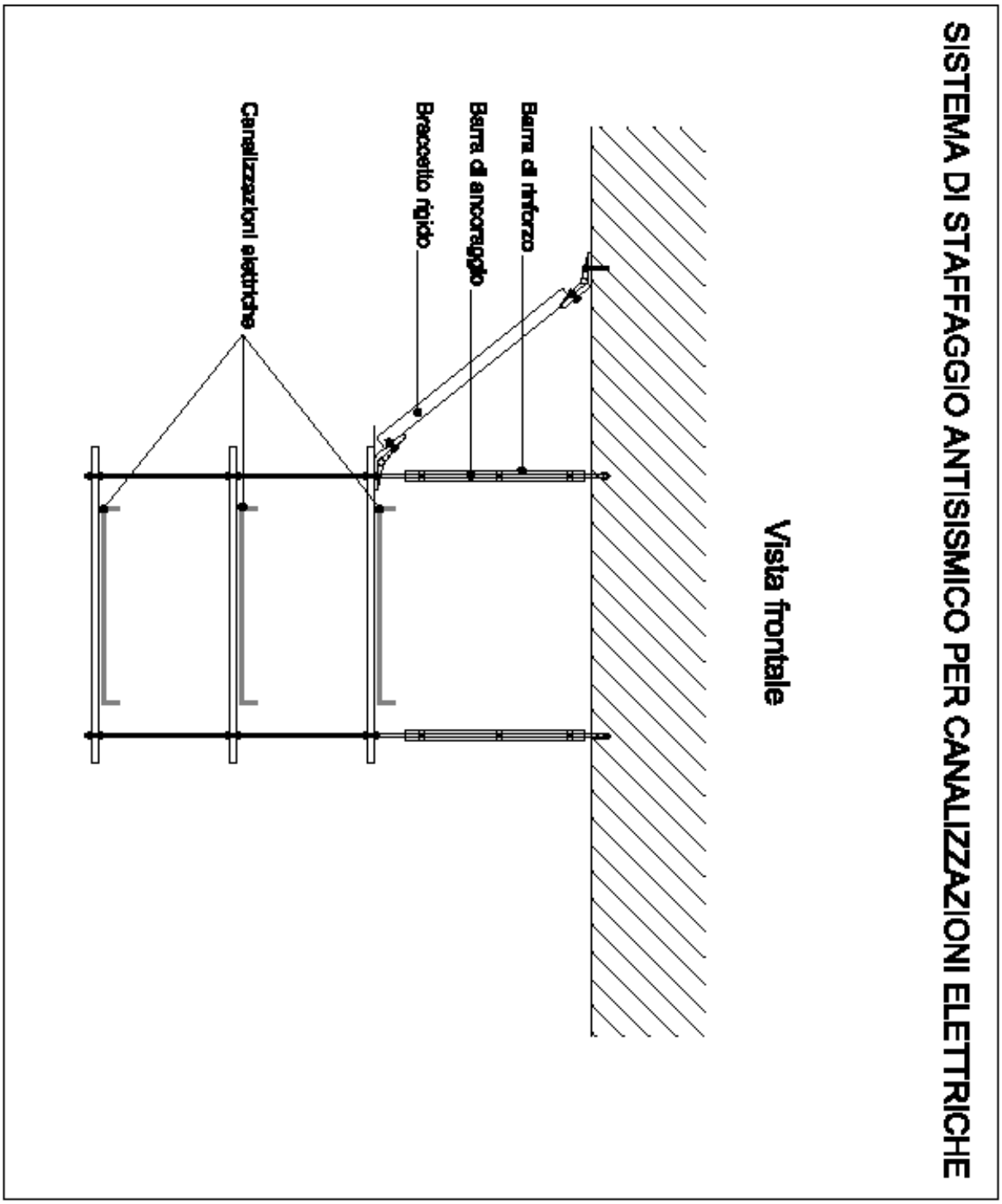



CONTROVENTO TRASVERSALE A SOFFITTO MEFA TIPO BRACE 2
45°
CONTROVENTO TRASVERSALE
A PARETE MEFA TIPO BRACE 2
600 mm
GIUNTO FLESS.VICTAULIC MOD.75
600 mm
BRACCIALE MEFA
MANIC.PASSANTE
tubo acciaio
PAVIMENTO
TUBO ACCIAIO


GIUNTO FLESSIBILE
Y
X
Z


SISTEMA DI STAFFAGGIO ANTISISMICO PER CANALI CIRCOLARI
Vista frontale
Barra di rinforzo
Barra di ancoraggio
Braccetto rigido


SISTEMA DI STAFFAGGIO ANTISISMICO PER CANALI RETTANGOLARI
Vista frontale
Barra di rinforzo
Barra di ancoraggio
Braccetto rigido
Canale rettangolare


SISTEMA DI STAFFAGGIO ANTISISMICO PER CANALIZZAZIONI ELETTRICHE
Vista frontale
Barra di rinforzo
Barra di ancoraggio
Braccetto rigido
Canalizzazioni elettriche

ATENA ANTISISMICA

SOLUZIONI A PROVA DI SISMA

SOLUZIONI ANTISISMICHE

La progettazione antisismica degli elementi non strutturali

IL CONTROSOFFITTO ANTISISMICO

Ogni attività di progettazione richiede sempre più un approccio olistico, capace di considerare in modo sinergico il diverso ruolo che i vari elementi svolgono all'interno di un progetto. Siano essi elementi strutturali, elementi non strutturali (ovvero che non fanno parte dell'organismo vero e proprio dell'edificio) o aspetti funzionali, stilistici e di design. Considerazione questa ancora più stringente, per la progettazione degli edifici in zone sismiche. Dove anche gli elementi non strutturali devono rispondere ai requisiti cogenti, essere verificati e progettati congiuntamente alle loro connessioni alla struttura per l'azione sismica corrispondente a ciascuno degli stati limiti considerati. Fattori questi fondamentali per garantire la sicurezza delle persone che fruiscono gli edifici in zone sismiche.

Tra gli elementi non strutturali il **CONTROSOFFITTO** gioca sicuramente un ruolo importante, perché la sua caduta anche parziale può provocare seri danni all'incolumità delle persone.
Negli edifici ad uso pubblico quali ospedali, sale operative, palestre, scuole, ma anche stazioni, centri commerciali, aereoporti, particolare attenzione deve essere posta all'esecuzione dei collegamenti tra i controsoffitti e la parte strutturale dell'edificio, ai controventamenti e alla vulnerabilità intrinseca dei diversi componenti.

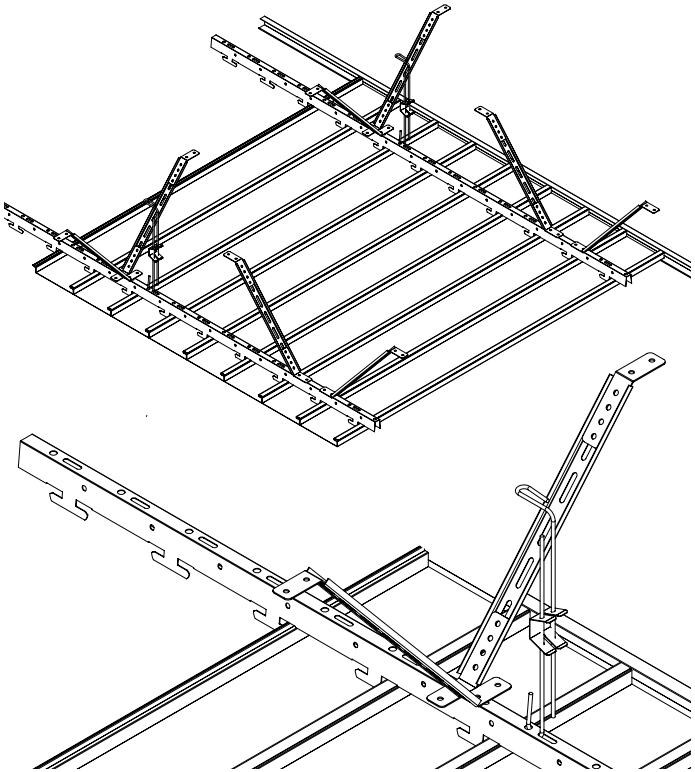
A seguito dell'entrata in vigore della NTC 14/01/2008, gli aspetti antisismici sono stati resi più stringenti per gli elementi strutturali e particolare attenzione è stata posta a quelli non strutturali che devono essere considerati, progettati e verificati alla stessa stregua. A questo scopo nel 2009 a seguito degli eventi sismici verificati in Abruzzo, la Presidenza del Consiglio dei Ministri dipartimento Protezione Civile ha emesso le linee guida proprio per la riduzione della vulnerabilità degli elementi non strutturali quali controsoffitti impianti e arredi. Il sistema **KIT ANTISISMICO ATENA** coperto da brevetto internazionale si inserisce proprio in questo contesto normativo. Il sistema, infatti, è stato concepito per rispondere alle esigenze di sicurezza e di elevata stabilità del controsoffitto in tutte le aree in cui vi é un marcato rischio sismico. In sintesi, grazie ad un sistema testato di controventature e componenti accessori, al progettista si garantisce il rispetto dei requisisti cogenti in materia, l'elevata personalizzazione di un soffitto metallico, eccellenti performance tecnico funzionali unite alla facilità di installazione.

IL CONTROSOFFITTO ANTISISMICO ATENA

UN SOFFITTO ANTISISMICO PER OGNI SITUAZIONE

Tutti i controsoffitti Atena in **DOGHE**, **GRIGLIATI** e **PANNELLI** con struttura a vista e nascoste possono essere resi antisismici mediante l'applicazione di opportune controventature e adeguate pendinature.

I **CONTROSOFFITTI ANTISISMICI** di Atena S.p.A. sono, infatti, forniti con 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. L'orditura viene, quindi, dimensionata al fine di dissipare correttamente l'energia sismica ed impedirne la caduta. A maggior ragione, si ricorda che gli elementi accessori quali corpi illuminanti, impianti di areazione ad altro, devono essere autonomamente fissati al solaio e non gravare mai sul sistema controsoffitto.



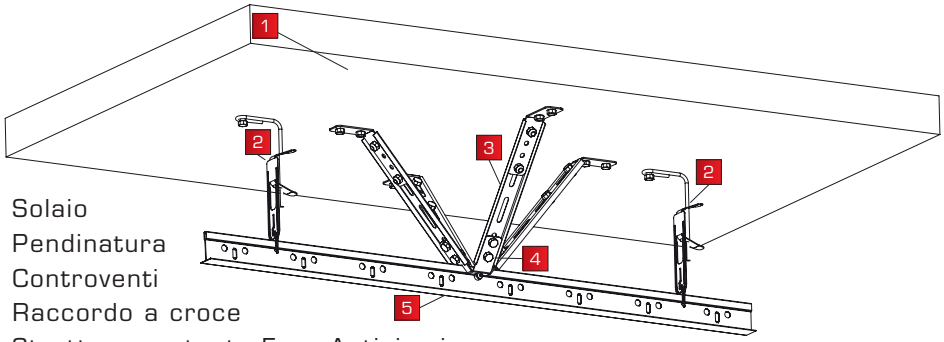
E POSSIBILE RENDERE ANTISISMICA UNA STRTTUTURA ESISTENTE?

Per rendere Antisimica una struttura Atena già installata, Atena S.p.A. mette a disposizione un servizio di consulenza tecnica specializzata, alla quale ci si può rivolgere per dimensionare e stabilizzare il sistema, mediante l'applicazione delle soluzioni Atena più idonee in funzione della zona sismica in cui é ubicato l'edificio. La relazione fornita da Atena é conforme alle norme tecniche, ai fini del collaudo e della certificazione antisimica dell'edificio.

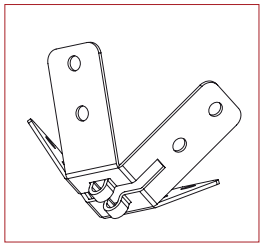
SOLUZIONI ANTISISMICHE

IL KIT ANTISISMICO ATENA

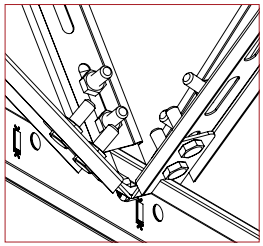
UN SISTEMA SICURO E DI FACILE INSTALLAZIONE



1. Solaio
2. Pendinatura
3. Controventi
4. Raccordo a croce
5. Struttura portante Easy Antisismico



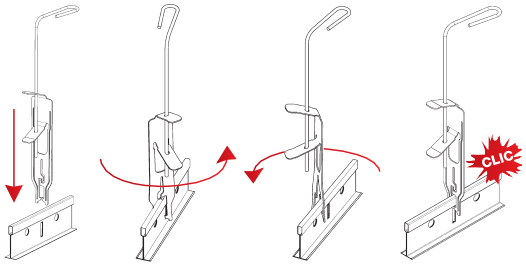
RACCORDO A CROCE CON BARRA ASOLATA



CONNESSIONE DEL RACCORDO A CROCE CON I CONTROVENTI

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.

Il **PENDINO TWISTER** da agganciare ai profili mediante la sola pressione delle dita. Resistente e Sicuro, il pendino twister sottoposto a test di trazione con una forza di 617N, ha dimostrato una resistenza allo sganciamento o alla rottura superiore ai 60Kg.



EASY ANTISISMICO

IL MASSIMO DELLA SICUREZZA E LA PIÙ ALTA VELOCITÀ DI POSA.

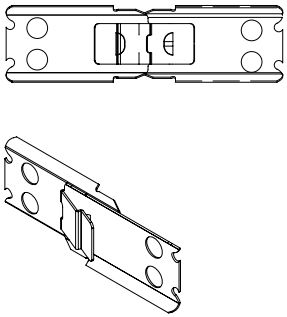
Il sistema **EASY ANTISISMICO** con **GANCIO IN ACCIAIO INOX**, rappresenta la migliore soluzione tecnica per realizzare un controsoffitto antisimico a regola d'arte. Il gancio brevettato Easy Antisismico, infatti, grazie alla sua particolare forma permette di raggiungere eccellenti risultati in **TRAZIONE PARI A (240N)**.

L'utilizzo di questo gancio ad elevata capacità di trazione consente di ridurre la controventatura da applicare velocizzando i tempi di posa.

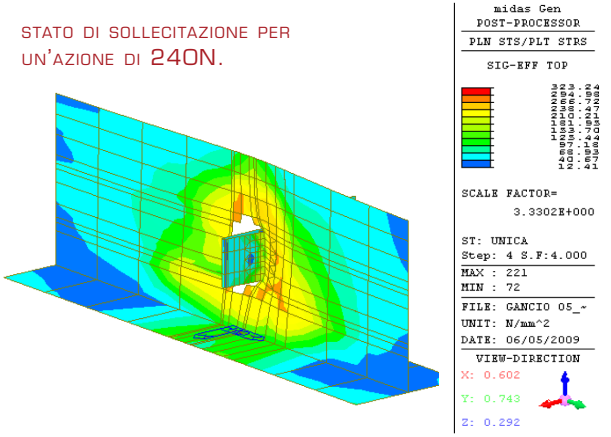
IL SISTEMA EASY ANTISISMICO È COPERTO DA BREVETTO INTERNAZIONALE.

EASY ANTISISMICO IL GANCIO CON LA PIÙ ALTA CAPACITÀ DI TRAZIONE

GANCIO ANTISISMICO

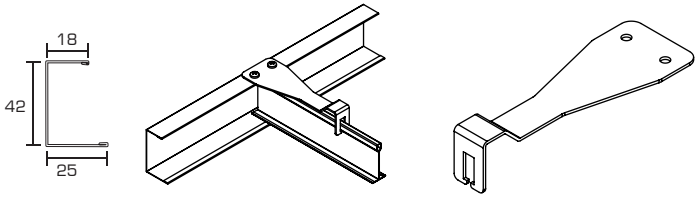


STATO DI SOLLECITAZIONE PER UN'AZIONE DI 240N.



PERIMETRALE CONSIGLIATO

PER UNA MAGGIORE TENUTA DEL SISTEMA, PER LE ORDITURE A VISTA EASY ANTISIMICO (BASE 24) SI CONSIGLIA L'ULTILIZZO DEL PERIMETRALE A "C" 18x42x25mm CON "**STAFFE EASY ANTISISMICO**" DI FISSAGGIO DEI PROFILI.



Profilo a "C" 18x42x25mm - L=4000mm

DOCUMENTAZIONE DA PRESENTARE PER RICHIEDERE LA RELAZIONE ANTISISMICA

Per rilasciare l'analisi tecnica propedeutica all'installazione di un controsoffitto antisismico sono richieste da Atena S.p.A. le seguenti informazioni:

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

La dichiarazione che Atena S.p.A. emette per l'installazione in aree sismiche, include la procedura per il montaggio del controsoffitto, delle lampade e degli impianti.
Atena S.p.A. mette a disposizione dei propri clienti un servizio di consulenza tecnica specializzata sui controsoffitti con sistema antisismico e sulle diverse problematiche che si possono verificare in cantiere.

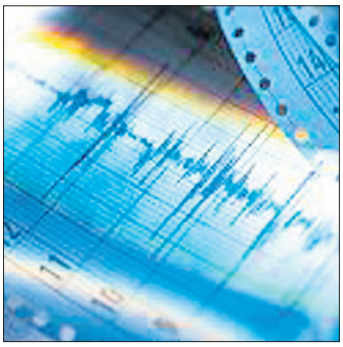
CONTROSOFFITTI A PROVA DI SISMA

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

SOFFITTI | SOLUZIONI

Insieme a noi, le idee prendono forma®

ISTRUZIONI PER L'INSTALLAZIONE IN APPLICAZIONI ANTISISMICHE



Armstrong®

Quali sono le cause dell'attività sismica?

La superficie terrestre è formata da una serie di placche (tettoniche) che si muovono l'una rispetto all'altra. Le linee di intersezione delle placche sono definite linee di faglia. Il movimento e le sollecitazioni in corrispondenza di tali punti possono trasmettere onde d'urto che si propagano nel terreno. Le onde d'urto, meglio note come onde sismiche, generano vibrazioni che nei casi più intensi possono causare considerevoli danni agli edifici e alle loro strutture e naturalmente mettere in pericolo le vite umane.

Il **sistema Seismic Rx®** di Armstrong è il risultato di un approccio basato su prove complete e indipendenti che consentono di ottenere installazioni di soffitti in grado di resistere alle forze associate ad attività sismiche di forte intensità o ad altri eventi gravi.

APPLICAZIONI PIÙ COMUNI

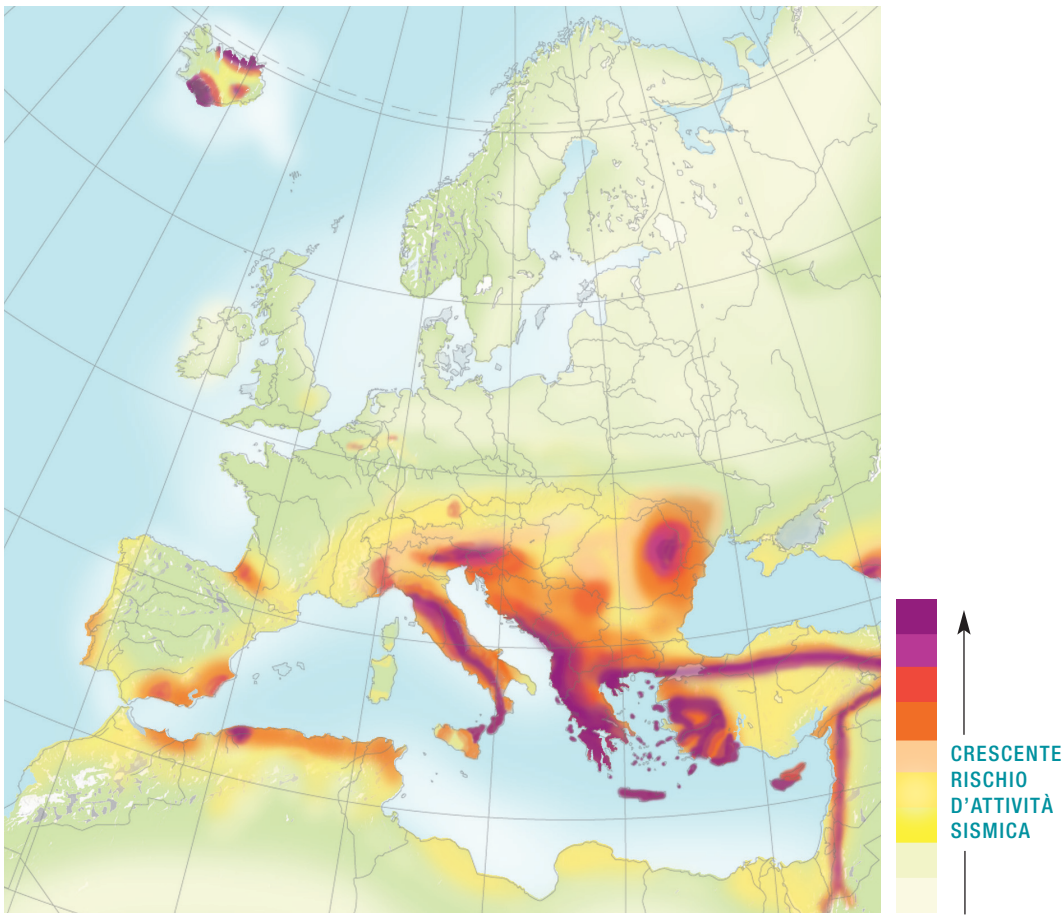
Oltre ai terremoti, in numerosi altri settori con rischi associati, come l'esplosione, l'uso del sistema **Seismic Rx®** garantisce un'ulteriore protezione per il soffitto, come ad esempio in:

- **Impianti nucleari**
- **Strutture di difesa**
- **Impianti chimici**
- **Impianti di trasporto** *(con vibrazioni intermittenti)*

Un'ulteriore area di applicazione importante è rappresentata da **ospedali e strutture di gestione delle emergenze (vigili del fuoco, stazioni di polizia ecc.)**. In questi impianti risulta molto importante che la struttura sia totalmente operativa dopo un terremoto o altro evento grave.

Il sistema Seismic Rx® potenzia la protezione necessaria per la resistenza sismica utilizzando elementi progettati appositamente per ridurre le complessità dell'installazione con il massimo delle prestazioni.

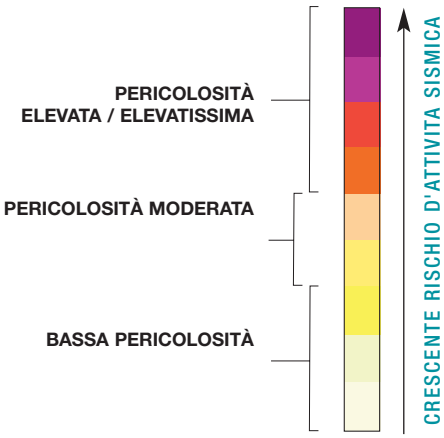
Mappa dei rischi sismici nella regione Europeo-Mediterranea



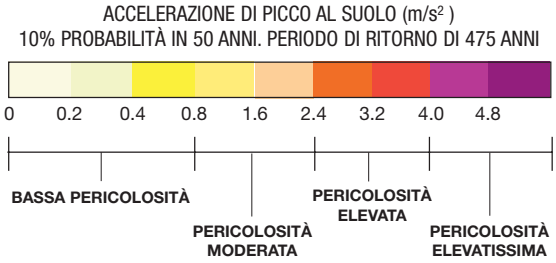
Per i controsoffitti, i requisiti di resistenza (per quanto possibile) alle forze associate agli eventi sismici richiedono la classificazione dei livelli di rischio associati. Armstrong è quindi in grado di offrire soluzioni adeguate per ridurre il rischio caduta del controsoffitto per ciascuno dei seguenti livelli di pericolosità sismica potenziali:

- **BASSA PERICOLOSITÀ**
- **PERICOLOSITÀ MODERATA**
- **PERICOLOSITÀ ELEVATA / ELEVATISSIMA**

ARMSTRONG CONTROSOFFITTI EUROPA



* Per le aree a basso rischio sismico, le installazioni non antisismiche standard conformi alle raccomandazioni fornite da Armstrong rappresentano soluzioni adeguate.



Scala estratta dal Global Seismic Hazard Assessment Program (Programma di valutazione dei rischi sismici mondiali)

Come sappiamo che funziona?

SISTEMA SOTTOPOSTO A PROVE ANTISISMICHE IN SCALA REALE – UNIVERSITÀ DELLO STATO DI NEW YORK, UNIVERSITÀ DI BUFFALO

Armstrong collabora con l'Università di Buffalo per l'esecuzione delle prove delle prestazioni antisismiche dei propri prodotti standard e non standard mediante:

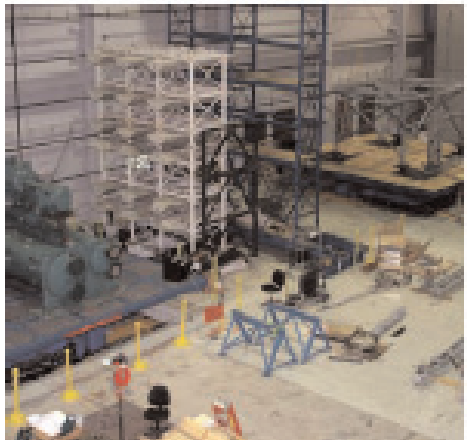
- **Prove dinamiche** – Qualificazione sismica mediante analisi sismica su tavola vibrante
- **Prove statiche** – Carichi verticali, di compressione e di trazione

Il laboratorio di progettazione strutturale e di simulazione sismica (Structural Engineering and Earthquake Simulation Laboratory -SEESL) dell'Università di Buffalo svolge servizi di ricerca per il George E. Brown, Jr. Network for Earthquake Engineering Simulation (NEES), il Multidisciplinary Centre for Earthquake Engineering Research (MCEER), il Department of Civil, Structural and Environmental Engineering (CSEE) nonché servizi di ricerca e sviluppo per l'industria: Sistema **Seismic Rx**®.

L'ICC-ES (International Code Council – Evaluation Service), la sezione dedicata alla progettazione tecnica e alla valutazione dell'International Code Council, l'ente di regolamentazione edilizia statunitense, ha dichiarato che il sistema di sospensione **Seismic Rx**® di Armstrong è una soluzione conforme al regolamento degli Stati Uniti per eventi sismici a rischio grave (secondo quanto pubblicato in ESR-1308). Le prove sono state eseguite secondo le procedure descritte nei criteri di accettazione dell'ICC-ES per le prove di qualificazione sismica dei componenti non strutturali, AC 156.

La simulazione sismica si basava sulle accelerazioni spettrali mappate (tratte dall'International Building Code, ed. 2006) in brevi lassi di tempo fino a 300% di gravità.

Laboratorio di progettazione strutturale e di simulazione sismica - SEESL



SEESL: Analisi Sismica su tavola vibrante.

Sistema Seismic RX® di Armstrong

UTILIZZANDO UNA STRUTTURA PRELUDE STANDARD DA 24 XL² E SPECIFICI ACCESSORI ANTISISMICI

Esistono due raccomandazioni per il sistema **Seismic Rx®**:

1. La prima riguarda i problemi legati alle aree a Pericolosità Moderata che include l'uso del Profilo Perimetrale BPT 3024 H, di controventi e di clip perimetrali BP BERC2.
2. Per le aree ad Elevata / Elevatissima pericolosità la raccomandazione prevede l'uso del Profilo Perimetrale BPT 3024 H, delle clip perimetrali BP BERC2, di controventi, di giunti di separazione e disposizioni particolari per le luci e le griglie di ventilazione.

Il sistema **Seismic Rx®** soddisfa i requisiti di entrambe le aree, ma con un costo di installazione molto più basso rispetto ai sistemi classici.

Tutti questi sistemi hanno dimostrato la loro resistenza alle prove antisismiche in scala reale e sono adatti per tutta la gamma di pannelli con dettagli bordo Board, Tegular e Vector* di Armstrong.

*Due Clip Vector, cod. art. BP 442, per pannello (vedi pagina 11)

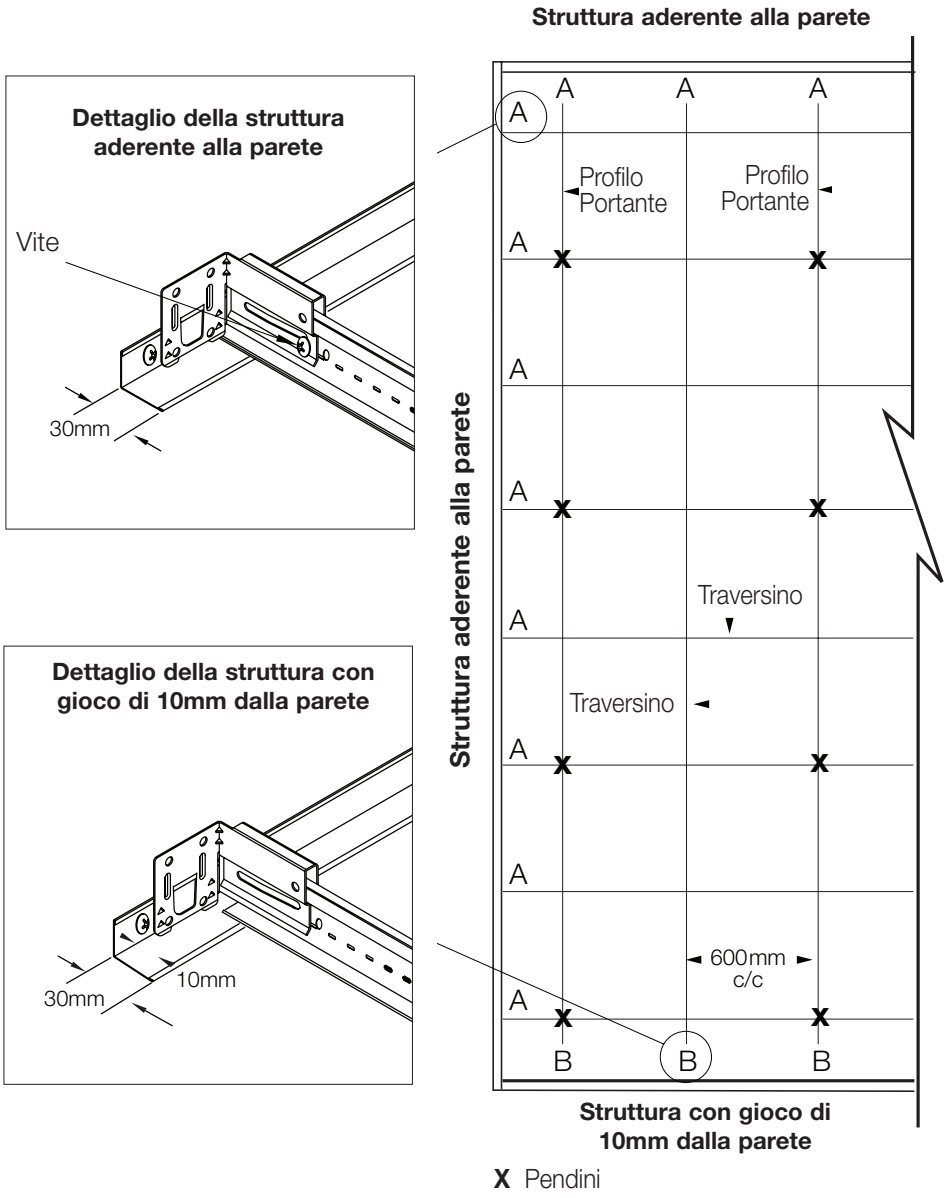
ELEMENTO	SISTEMA PER AREE A PERICOLOSITÀ MODERATA	SISTEMA PER AREE A PERICOLOSITÀ ELEVATA/ELEVATISSIMA
PROFILO PERIMETRALE	BPT 3024H	
PENDINATURA DEI PROFILI PORTANTI	Cavi di sospensione o pendini rigidi* ogni 1200 mm sui Profili Portanti Primo e ultimo pendino a una distanza <200mm dalle pareti	
PENDINATURA DEI TRAVERSINI PERIMETRALI	Non necessario se si utilizzano clip BP BERC2	Pendini facoltativi <200mm dal perimetro su tutti i traversini se si utilizzano clip BP BERC2
CONTROVENTI A 4 VIE	Ogni 15m²	
CLIP PERIMETRALI	BP BERC2 • Fissata con viti alla struttura su due pareti con struttura in aderenza • Struttura perimetrale con gioco di 10 mm senza vite sulle altre due pareti	BP BERC2 • Fissata con viti alla struttura su due pareti con struttura in aderenza • Struttura perimetrale con gioco di 20 mm, con vite facoltativa sul BP BERC 2, sulle altre due pareti
TRAVERSINI E PROFILI PORTANTI	Tagliare a filo su due pareti adiacenti e lasciare un gioco di 10mm nelle altre due pareti	Tagliare a filo su due pareti adiacenti e lasciare un gioco di 20mm nelle altre due pareti
GIUNTI ANTISISMICI	Non richiesto	Per aree >250m² BP SJMR / BP ES4 / BP SJCG

* I pendini regolabili con gancio dovranno essere ristretti per evitare la caduta dei Profili Portanti.
Tutti i pendini devono essere installati con un angolo <10 gradi dalla verticale.

Il sistema **Seismic Rx®** è stato studiato per garantire che i movimenti orizzontali e verticali (accelerazione) dell'edificio e degli elementi edilizi non provochino il crollo del sistema di controsoffittatura. Per ottenere questo obiettivo si consente un certo grado di movimento tra gli elementi del sistema, pur mantenendo l'integrità della struttura e dei pannelli.

Sistema Seismic RX® per aree a Pericolosità Moderata

- Profilo perimetrale BPT 3024 H
- L'uso delle clip BP BERC2 su tutti (e quattro) i lati della stanza impedisce alle estremità dei Traversini e dei Profili Portanti di separarsi
- Gioco di 10 mm sui due lati adiacenti



CLIP BP BERC2

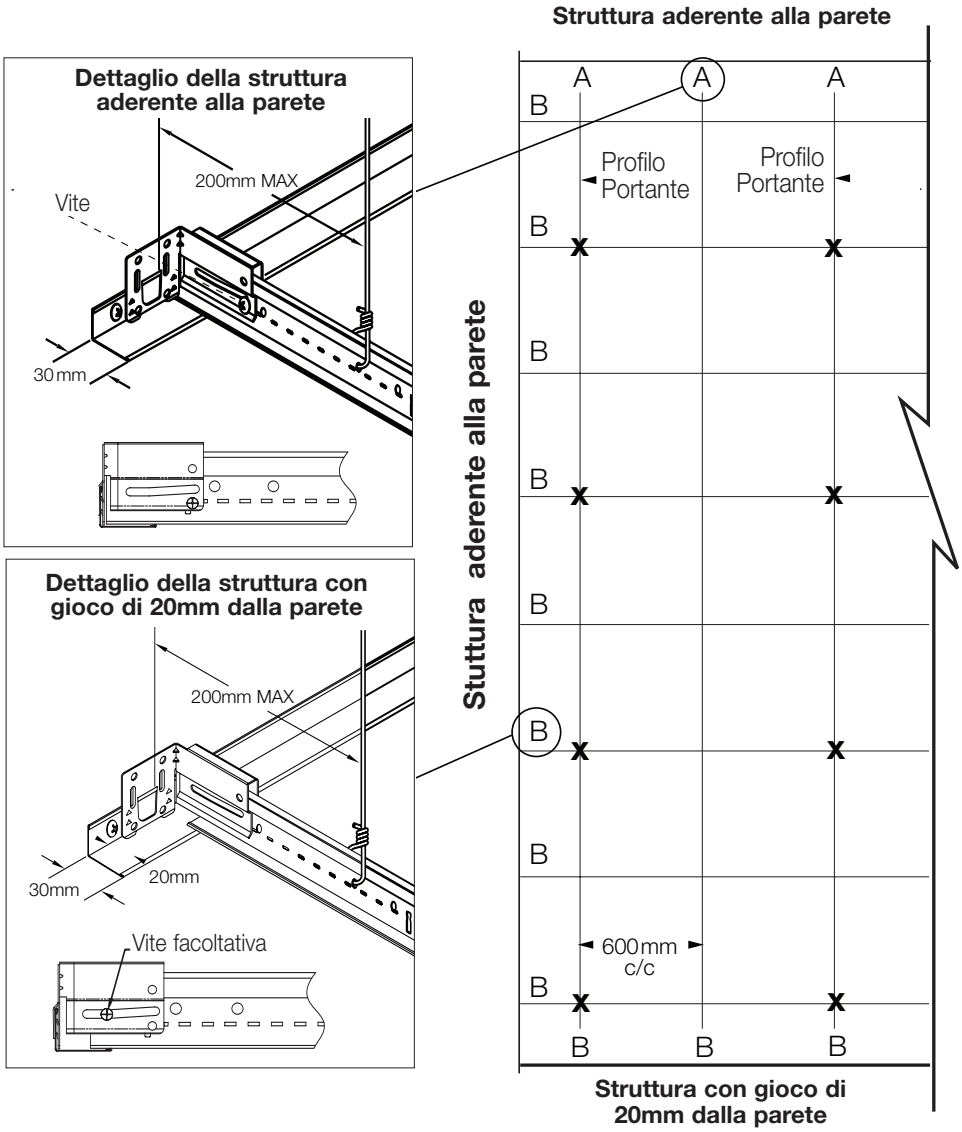
Sviluppate appositamente da Armstrong con ricerche avanzate, le clip BP BERC2 si agganciano al Profilo Perimtrale, sui Traversini e sui Profili Portanti. Il tutto consente di sostenere le estremità della struttura impedendone la separazione in caso di evento sismico.

I sistemi equivalenti senza clip BP BERC2 richiedono:

- pendini aggiuntivi su tutti i traversini perimetrali
- barre distanziatrici intorno al perimetro per evitare la separazione degli elementi della struttura
- gioco di 8-10 mm sui tutti e quattro i lati

Sistema Seismic RX® per aree ad Elevata / Elevatissima pericolosità

- Profilo perimetrale BPT 3024 H
- L'uso di clip BP BERC2 su tutti e quattro i lati della stanza impedisce alle estremità dei Traversini e ai Profili Portanti di separarsi
- Gioco di 20 mm su due lati adiacenti e sovrapposizione di 10mm della struttura sul Profilo Perimetrale



X Pendini

Nota: Alcune raccomandazioni / linee guida richiedono l'uso di ulteriori pendini sui Traversini Perimetrali < a 200 mm del perimetro. Questo requisito non riguarda la soluzione **Seismic Rx®** che utilizza clip BP BERC2, ma può essere aggiunto per rafforzare ulteriormente il sistema in aree ad elevatissima pericolosità, ad esempio nei centri di controllo dei servizi di emergenza dove è prevista la completa funzionalità post-evento.

Dettaglio del Controvento

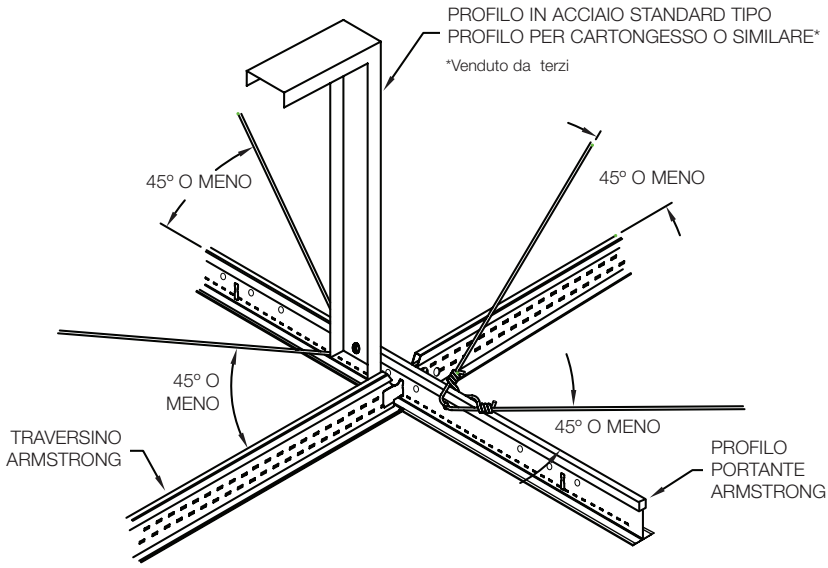
I controventi diventano necessari in un'installazione antisismica perché offrono un ulteriore sistema di contenimento delle forze dinamiche laterali (e verticali) esercitate dalle onde sismiche. I controventi devono essere installati ogni 15 m^2.

In corrispondenza di ogni controvento vengono fissati quattro cavi di sospensione di 2 mm di diametro a 45° rispetto al piano orizzontale e perpendicolari l'uno all'altro.

I controventi devono essere installati a una distanza di 50 mm del pendino rigido e fissati direttamente al Profilo Portante.

Inoltre, come alternativa al filo di ferro, è possibile utilizzare profili a "L".

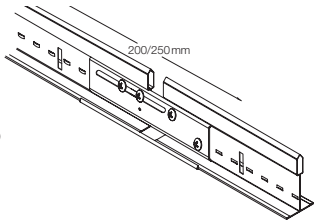
Note: Per i sistemi in aree a rischio sismico Moderato, è possibile utilizzare una barra filettata nei punti di controventatura.



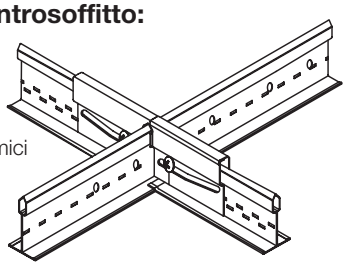
Configurazioni dei Giunti di Separazione

Per aree ad Elevata / Elevatissima pericolosità con una superficie superiore a 250 m^2, è necessario installare giunti di separazione antisismici nel controsoffitto:

Clip per Giunti Antisismici – Profilo Portante (SJMR)



Clip per Giunti Antisismici – Traversino (SJCG)



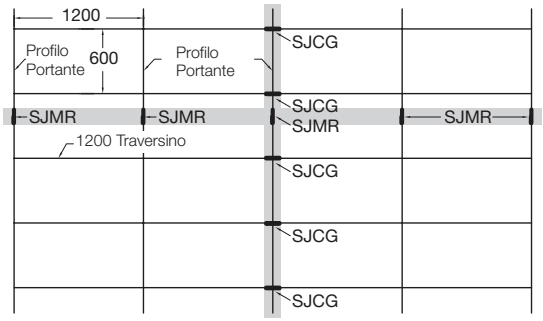
CLIP PER GIUNTI ANTISISMICI-PROFILO PORTANTE (SJMR)

- Il coprigiunto BPES4 consente ad architetti e a progettisti di ottenere un'installazione dall'aspetto pulito
- Consente agli installatori di risparmiare tempo con un sistema di installazione affidabile
- Può essere installata in pochi minuti
- Elimina la necessità di utilizzare altri cavi di sospensione
- Preserva l'integrità del modulo del soffitto contrariamente ad altri metodi alternativi
- Consente di mantenere la squadratura del controsoffitto

CLIP PER GIUNTI ANTISISMICI - TRAVERSINO (SJCG)

- Consente ad architetti e a progettisti di ottenere un'installazione dall'aspetto pulito
- Consente agli installatori di risparmiare tempo con un sistema di installazione affidabile
- Può essere installata facilmente in pochi minuti
- Preserva l'integrità del modulo del soffitto contrariamente ad altri metodi alternativi
- Consente l'installazione di pannelli interi
- Compatibile con la nostra struttura Prelude 24 XL^2

Profilo Portante / Traversino
Modulo 1200 x 600 mm



Clip per Giunti Antisismici per Profili Portanti

Installazione delle Clip per Giunti Antisismici per Profili Portanti

Facili da installare seguendo le seguenti istruzioni:

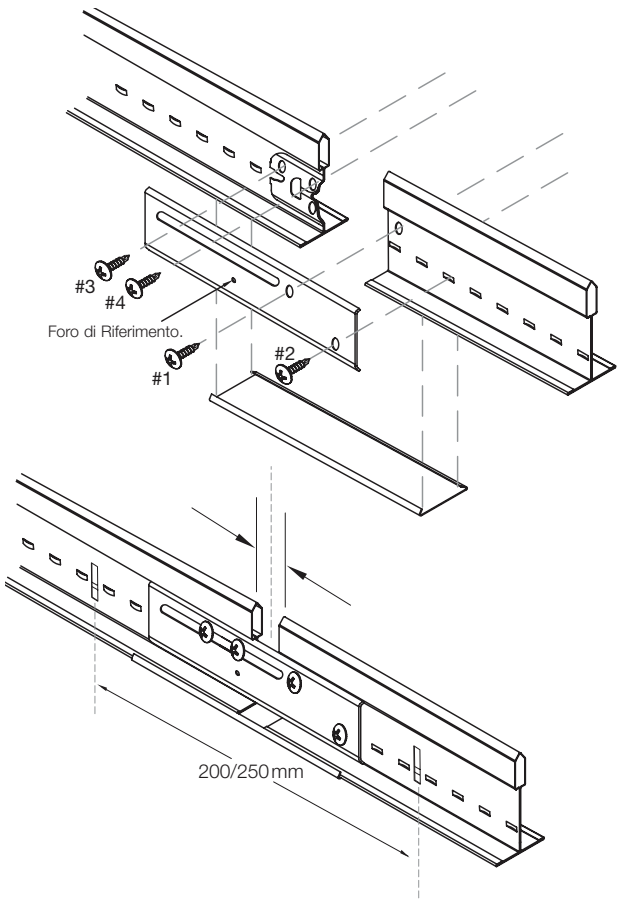
Fase 1: Installare completamente il sistema di sospensione nel modo classico. Tutti i giunti antisismici devono essere allineati.

Fase 2: Tagliare la Clip Superlock del Profilo Portante di sinistra e tagliare circa 20 mm del Portante di destra.

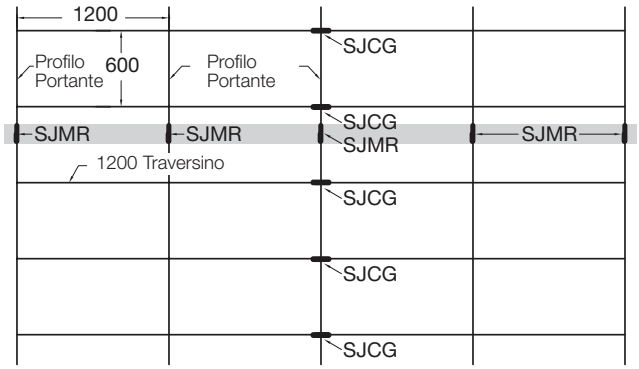
Fase 3: Installare la Clip per Giunto Antisimico con le apposite viti incluse, la vite #1 e #2 dovranno essere avvitate negli appositi fori sul Profilo Portante di destra.

Fase 4: Allineare il foro di riferimento al foro di destra #2 e avvitare le viti #3 e #4 nei rivetti della clip Superlock.

Fase 5: Inserire il coprigiunto BPES4 sulla faccia a vista dei Portanti e piegare l'orlatura del coprigiunto.



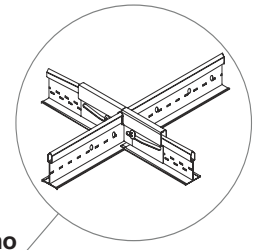
Profilo Portante / Traversino
Modulo 1200 x 600 mm



Clip per Giunti Antisismici per Traversini

Installazione delle Clip per Giunti di Separazione Antisismici.

Facili da installare seguendo le seguenti istruzioni:

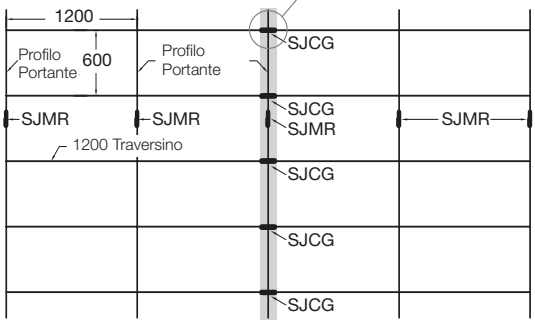


Fase 1: Installare completamente il sistema di sospensione nel modo classico.

Fase 2: Decidere su quale lunghezza di Profili Portanti creare la separazione antisismica.

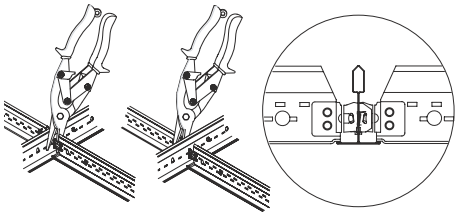
NOTA: la Clip per Giunto Antisismico consente ai Traversini di muoversi lungo l'asse dei Traversini.

Profilo Portante / Traversino modulo 600 x 1200 mm

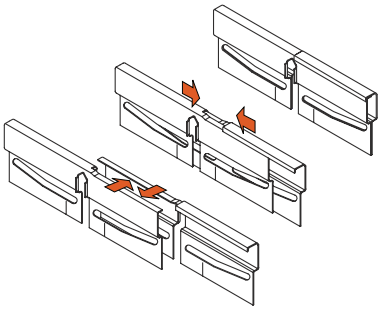


Fase 3: Tagliare la clip XL^2 fino ai dettagli delle estremità dei Traversini inseriti nel Profilo Portante prescelto per la separazione antisismica.

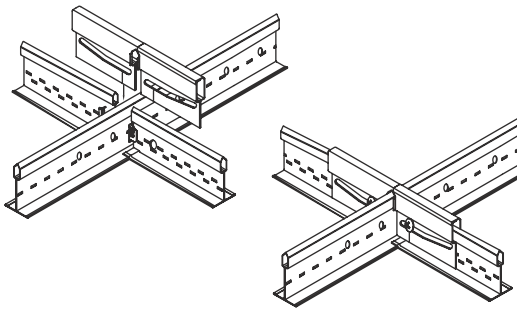
NOTA: È necessario procedere con un'intersezione alla volta per evitare il cedimento della struttura.



Fase 4: Montare i due lati della Clip per giunto Antisismico in un unico pezzo.

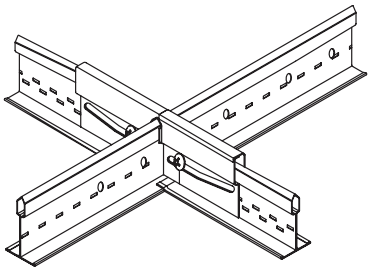


Fase 5: Fissare completamente con uno scatto la Clip sul bulbo del Profilo Portante in corrispondenza dell'intersezione dei Traversini.



Fase 6: Inserire una vite n.10 da 6mm di diametro attraverso l'asola della clip, nel foro superiore della clip XL^2. Utilizzare il contrassegno verticale stampato sotto l'asola orizzontale per posizionare correttamente il la vite all'interno della clip. Installare una vite su ogni lato della clip assemblata per mantenere la forma corretta.

Prestare attenzione a non danneggiare il foro con le filettature delle viti.



Elementi di servizio / Elementi penetranti del soffitto

Tutti gli elementi di servizio come corpi illuminati, griglie di ventilazione, ecc. dovranno essere indipendentamente pendinati al solaio.

NOTE GENERALI:

Il sistema antisismico Rx® utilizza solo la struttura Prelude 24mm XL^2.

I dispositivi di fissaggio superiori dei pendini devono avere una resistenza alla trazione minima di 46kg.

Il sistema **Seismic Rx®** può essere applicato solo ad installazioni per soffitti orizzontali.

Oltre ai perimetri delle stanze, è necessario tenere conto anche del movimento del soffitto per tutti gli elementi penetranti strutturali, ad esempio le colonne dovranno avere una Cornice Perimetrale di 30mm di larghezza con un gioco che vada nella stessa direzione delle Pareti Perimetrali.

Tutti i pannelli del soffitto ad alta densità (ad esempio metallo, legno) devono essere saldamente fissati alla struttura o fissati direttamente all'intradosso con due cavi di sospensione laschi nelle aree ad elevata/elevatissima pericolosità sismica per evitare infortuni in caso di caduta durante un evento sismico di elevata intensità.

Armstrong ha condotto prove e ricerche approfondite sulle installazioni antisismiche per i controsoffitti standard e per quelli non standard ed è in grado di fornire i dati delle prove e ulteriore consulenza su richiesta.

RIFERIMENTI NORMATIVI/PROCEDURALI:

Eurocode 8: EN1998-1 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici

EN13964 – Controsoffitti – Requisiti e metodi di prova NF DTU 58.1 P1-1 (Clausola 6.10) – Norma francese relativa ai controsoffitti ASTM E580 / E580M – Standard Practice for Application of Ceiling

Suspension Systems for Acoustical Tile and Lay-in Panels in Areas Requiring Seismic Restraint

ASTM C635 / C 635M – Standard Specification for the Manufacture, Performance, and Testing of Metal Suspension Systems for Acoustical Tile and Lay-In Panel Ceilings

ASTM C636 / C636M – Standard Practice for Installation of Metal Ceiling Suspension Systems for Acoustical Tile and Lay-In Panels

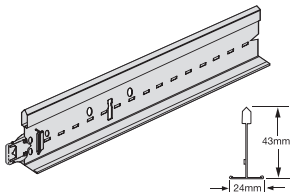
CISCA - US Ceilings & Interiors Systems Construction Association

LIMITAZIONE DI RESPONSABILITÀ

Le informazioni contenute in questo documento hanno solo scopo indicativo. Numerosi Paesi Europei hanno pubblicato regolamenti/normative per la progettazione edilizia in aree sismiche. In ciascun caso a prevalere sono le normative in vigore.

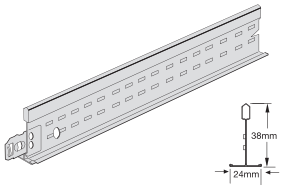
Elenco dei prodotti del sistema SEISMIC Rx®

Profili Portanti Universal Prelude 24 Peakform e clip Superlock (giunzione bulbo a bulbo)



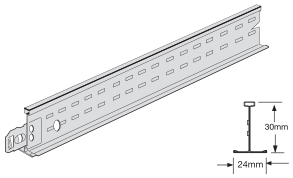
Codice articolo	Dimensioni lunghezza (mm)	altezza (mm)	Contenuto / Cartone pezzi	lm	Peso / Cartone kg	Cartoni / Bancale
BP 31 40 32 A	3600	43	20	72,00	21,00	30
BP 31 41 33 B	3750	43	20	75,00	22,00	30

Traversini Prelude 24 XL² (sistema a scatto, con giunto a sormonto)



Traversini asolati

BP 31 30 51 B	1200	38	60	72,00	18,20	72
BP 31 31 51 B	1250	38	60	75,00	19,00	72

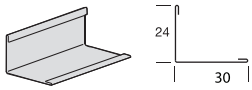


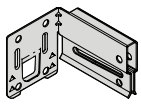
Traversini non asolati

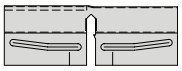
BP 31 20 21 A	600	30	60	36,00	8,20	144
BP 31 21 23 A	625	30	60	37,50	8,60	144

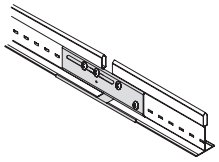
Accessori

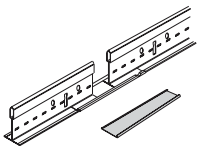
Codice articolo	Descrizione	Dimensioni lunghezza (mm)	Contenuto / Cartone pezzi	Peso / Cartone kg	Cartoni / Bancale
BPT 3024 H	Cornice Perimetrale verniciata	3000	40	28.5	50
BP BERC2	Clip BERC2 per Profili Portanti e Traversini	60	200	9	36
BP SJCG	Clip per Giunti Antisismici per Traversini XL²	-	200	7	36
BP SJMR15	Clip per Giunti Antisismici per Profili Portanti (24 mm)	-	100	11	60
BP ES 4	Coprigiunto per Profili Portanti (24 mm)	-	100	1	170
BP 442	Clip Vector per zone sismiche	-	100	1.63	-

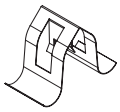












(1) Colori standard disponibili: BK(Nero), CA(Carrara), PN(Platinum), BS(Ottone), CE(Cromo), SG(RAL9006), WR(RAL9010).
Per i colori speciali, scoprite i nostri 180 colori RAL disponibili. Per ulteriori dettagli, contattare l'Ufficio Tecnico Commerciale.

Italia
Armstrong Building Products
Ufficio Tecnico Commerciale
Immeuble Paryseine
3 Allée de la Seine
94854 Ivry-sur-Seine
Francia
Tel: 800 118 085
Fax: +33 145 21 04 11
www.armstrong-soffitti.it
e-mail : info-italia@armstrong.com

PG 3006 Job. No 22912 Produced by The Design Quorum, Tel: 01625 675232 - July 2010