

**MINISTERO DELL'INTERNO**

**DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO, DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE  
DIREZIONE CENTRALE PER LA PREVENZIONE E LA SICUREZZA TECNICA**

**Lettera Circolare**

**Prot. n. 0004621**

**Roma, 16 aprile 2012**

**Oggetto: Pubblicazione della guida tecnica “Linee di indirizzo per la riduzione della vulnerabilità sismica dell’impiantistica antincendio”**

Il Comitato Centrale Tecnico Scientifico di prevenzione incendi ha recentemente approvato le Linee di indirizzo in oggetto indicate, aventi come obiettivo quello di indicare misure tese a ridurre la vulnerabilità sismica degli impianti antincendio presenti negli edifici strategici o di rilievo per il pubblico interesse.

Il documento è scaricabile dal sito istituzionale [www.vigilfuoco.it](http://www.vigilfuoco.it).

## GUIDA TECNICA

### LINEE DI INDIRIZZO PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DELL'IMPIANTISTICA ANTINCENDIO

(Omissis ....)

#### 1. Inquadramento della problematica

Recenti terremoti occorsi sia all'estero che sul territorio nazionale - e tra questi anche quello che ha colpito l'Abruzzo il 6 aprile 2009 - hanno evidenziato che i danni registrati dai componenti non strutturali, quali impianti meccanici, elettrici, sanitari e antincendio, hanno determinato l'inagibilità di molti edifici, anche quando le strutture erano rimaste integre. In alcuni casi, il danneggiamento delle tubazioni di impianti ha comportato ingenti perdite d'acqua e conseguenti allagamenti nonché l'interruzione di servizi essenziali, quali la protezione antincendio oppure fughe di gas con pericolo di incendi ed esplosioni.

Nelle infrastrutture e negli edifici strategici, in cui le funzioni essenziali devono poter essere erogate senza interruzione fin dall'immediato post-sisma, è pertanto necessaria una adeguata protezione sismica degli impianti antincendio finalizzata a garantire il mantenimento della loro operatività.

Devono, al tempo stesso, essere garantiti idonei livelli di sicurezza (ad esempio nessun componente deve collassare causando danni agli occupanti o ostruire le vie di fuga e gli impianti di adduzione del gas non devono determinare perdite) e gli impianti antincendio non devono, a causa del terremoto, attivarsi in assenza di incendio causando condizioni di inutilizzabilità degli edifici o di porzione di essi.

Le evidenze di danno sismico sugli elementi costruttivi non strutturali richiedono di porre maggiore attenzione, in fase pre-sisma, alla corretta progettazione degli impianti in generale e, tra questi, quelli collegati alla sicurezza antincendio.

Studi effettuati a seguito di terremoti hanno evidenziato situazioni di danno ricorrenti e, in particolare:

*esternamente agli edifici:*

- rottura o schiacciamento di tubazioni interrato a causa di assestamenti o effetti di liquefazione che hanno provocato cedimenti del suolo;
- consegne inadeguate di acqua in termini di volume e pressione, determinate da danni al sistema acquedottistico.

*internamente agli edifici:*

- rottura delle tubazioni verticali (colonne montanti) a causa di forti spostamenti interpiano;
- distacco dai relativi punti di ancoraggio dei ganci di sostegno dei tubi;
- estrazione degli elementi di ancoraggio tra ganci e struttura dell'edificio a causa del carico sismico;
- rottura delle testine degli sprinkler a causa dell'impatto con elementi strutturali o non strutturali adiacenti (ad es. pannelli di controsoffitto);
- compromissione della tenuta di collegamenti e giunzioni di tubi;
- danneggiamento di tubazioni che attraversavano giunti sismici non progettate per sopportare movimenti differenziali;
- strappo di tubazioni dovute al trattenimento per ammorsamento alle pareti attraversate;
- tubazioni di impianti sospese a pavimento o a soffitto, non adeguatamente controventate, sotto l'azione sismica hanno subito forti oscillazioni caricando fortemente i punti di ancoraggio e determinando danni di impatto sia sulle tubazioni che sulle testine;
- crollo parziale delle tubazioni per rottura dei ganci e fuoriuscita dai supporti a causa della ciclicità di grandi spostamenti;

Si è inoltre riscontrato che fuoriuscite di gas dalle tubazioni hanno contribuito ad aggravare le conseguenze dell'evento sismico per persone e beni. È, quindi, di fondamentale importanza garantire il mantenimento della tenuta delle tubazioni e dei giunti o, in caso di perdite, la pronta interruzione dell'afflusso di gas.

Gli impianti antincendio, in particolare, devono essere considerati "life saving" e quindi progettati tenendo conto di tale caratteristica.

Si tratta di impianti normalmente inattivi ma che devono prontamente e correttamente funzionare in caso di necessità, pena gravi rischi per le persone e/o ingenti danni economici.

Soprattutto negli edifici strategici, nei quali si vuole preservare l'operatività post-sisma ed evitare danni indiretti indotti da perdite incontrollate di acqua, particolare attenzione deve essere posta al controllo delle oscillazioni prodotte dallo scuotimento sismico e dei movimenti differenziali delle tubazioni rispetto alla struttura cui sono ancorate.

È necessario che i vari componenti siano dotati di una adeguata resistenza strutturale e che sia valutata la capacità di mantenimento della funzionalità.

Gli elementi di fissaggio alla struttura dell'edificio devono garantire una sufficiente resistenza alla forza sismica ed assicurare un movimento solidale con quello dell'edificio in modo tale che non si possa determinare un distacco dei supporti e non vi sia interazione con altri sistemi tale da provocare perdite di stabilità o tenuta.

Il dimensionamento degli ancoraggi e dei sostegni delle apparecchiature e delle tubazioni deve essere commisurato all'entità delle forze generate dal sisma.

Nella progettazione e installazione degli impianti e dei relativi componenti è inoltre necessario garantire la compatibilità con gli spostamenti differenziali delle diverse porzioni della struttura interessata.

La Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche", prevede l'emanazione di norme tecniche riguardanti i vari elementi costruttivi, inclusa la protezione delle costruzioni dagli incendi, cui devono fare riferimento tutte le costruzioni, sia pubbliche che private, che vengono realizzate sul territorio italiano.

Allo stato attuale non sono state emanate norme tecniche finalizzate alla protezione delle costruzioni dagli incendi causati da terremoti. Nelle più recenti norme tecniche, emanate a seguito dell'Ordinanza 3274/03 e delle successive NTC 2008, il problema viene affrontato solo in modo indiretto attraverso il controllo del livello di danno alle strutture. Le NTC 2008 prescrivono poi che tutti gli elementi costruttivi senza funzione strutturale, il cui danneggiamento può provocare danni a persone, dovranno essere verificati all'azione sismica, insieme alle loro connessioni alla struttura.

Per gli impianti le indicazioni si limitano a definire l'azione sismica di progetto e a prescrivere la tenuta delle condutture del gas con l'introduzione di valvole di intercettazione sulle grandi forniture e il vincolo dei corpi illuminanti.

Risulta pertanto opportuno fornire linee di indirizzo e riferimenti per la concezione, progettazione e realizzazione degli impianti antincendio, o comunque connessi alla sicurezza antincendio, in modo da soddisfare prestabiliti requisiti minimi di sicurezza sismica.

## 2. Finalità

Le presenti linee guida forniscono criteri e indicazioni operative per ridurre la vulnerabilità sismica degli impianti antincendio. In particolare vengono definiti i requisiti minimi di sicurezza sismica ritenuti necessari per ottenere condizioni e caratteristiche di installazione che garantiscano, a seconda delle esigenze, l'incolumità delle persone, il mantenimento della funzionalità, il pronto ripristino post sisma.

Vengono fornite indicazioni di tipo preventivo per evitare situazioni di difficoltà o di pericolo per le persone in caso di terremoto legate alla evacuabilità dei luoghi e alla generazione di effetti indotti connessi con il rischio d'incendio, quali ad esempio rilasci di sostanze pericolose o infiammabili.

Le presenti linee guida si pongono l'obiettivo di definire i requisiti di sicurezza sismica degli impianti connessi alla sicurezza antincendio con riferimento ai diversi scenari d'installazione (pericolosità del sito e funzione strategica dell'installazione).

Per le modalità di realizzazione delle installazioni, e in particolare per il dimensionamento dei sistemi di ancoraggio, viene invece fatto diretto rimando alla normativa sismica NTC 2008 e alla scienza e tecnica delle costruzioni.

## 3. Requisiti minimi di sicurezza sismica

L'analisi degli effetti prodotti dai terremoti hanno evidenziato che inadeguatezza degli ancoraggi, eccessive deformazioni o movimenti relativi dei vari elementi di un impianto antincendio, possono portare alla rottura di tubazioni con fuoriuscita dei fluidi in essi contenuti, compromettendo la funzionalità dell'impianto o determinando situazioni di disagio o di pericolo per l'evacuabilità delle persone.

Le strategie di progetto devono pertanto portare a conferire ai vari componenti antincendio la capacità di soddisfare prefissati requisiti di sicurezza sismica che mirano a ridurre gli elementi di vulnerabilità degli impianti e dei sistemi ad essi correlati in modo da non generare situazioni di pericolo per la sicurezza delle persone in caso di terremoto e, ove richiesto, garantire il mantenimento della funzionalità dell'impianto.

I requisiti minimi di sicurezza sismica sono definiti con riferimento a specifici obiettivi di sicurezza post-sisma come riportato in Tabella 1.

<b>Tabella 1 - Requisiti di sicurezza sismica</b>		
<i>sigla</i>	<i>descrizione</i>	<i>obiettivo</i>
<b>S</b>	Mantenimento stabilità	non generare situazioni di pericolo per le persone
<b>F</b>	Mantenimento funzionalità	non determinare compromissioni di servizio
<b>R</b>	Pronta ripristinabilità	consentire il ripristino delle funzioni nel breve periodo
<b>D</b>	Assenza di perdite di fluidi	non generare situazioni di difficoltà o disagio nell'evacuazione per rilascio di sostanze o per caduta di elementi
<b>C</b>	Assenza di perdite di fluidi pericolosi	non generare situazioni critiche per rilascio di sostanze pericolose

L'esigenza del rispetto di uno o più requisiti di sicurezza sismica (livello di richiesta) è definita considerando:

1. la pericolosità sismica del sito ove è ubicato l'impianto (classe di pericolosità sismica del sito)
2. la tipologia dello scenario di installazione (categoria di scenario d'installazione definita in funzione dell'esposizione e criticità)

<b>Tabella 2 - Livelli di richiesta del rispetto dei requisiti minimi di sicurezza sismica</b>		
Categoria Scenario (Tabella 4)	Classe di pericolosità del sito (Tabella 3)	
	A	B
IV	Richiesto	Consigliato
III	Richiesto	Consigliato
II	Richiesto	Consigliato
I	Consigliato	Non richiesto

dove:

<b>Tabella 3 - Classe di pericolosità del sito</b>	
Classe pericolosità	Livello di accelerazione a terra <sup>1</sup>
A (alta)	$A_{\text{sito}} = S a_g \geq 0.125 \text{ g}$
B (bassa)	$A_{\text{sito}} = S a_g < 0.125 \text{ g}$

<sup>1</sup> Tali valori sono definiti in modo da garantire un diretto raccordo con quanto stabilito dalla Legge 77/09 e dall'OPCM 3907/10.

In particolare l'articolo n. 11 della Legge 24.06.09, n.77 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 28 aprile 2009, n. 39, recante interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici nella regione Abruzzo nel mese di aprile 2009 e ulteriori interventi urgenti di protezione civile" stabilisce l'istituzione di un Fondo per la prevenzione del rischio sismico.

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3907 del 13 novembre 2010, prevede il finanziamento di 4 azioni di riduzione del rischio sismico tra cui: interventi strutturali di rafforzamento locale o di miglioramento sismico, o, eventualmente, di demolizione e ricostruzione, degli edifici di interesse strategico e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile e degli edifici e delle opere che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un collasso; interventi urgenti e indifferibili per la mitigazione del rischio sismico, con particolare riferimento a situazioni di elevata vulnerabilità ed esposizione, anche afferenti alle strutture pubbliche a carattere strategico o per assicurare lo migliore attuazione dei piani di protezione civile.

I contributi di cui all'Ordinanza sono destinati agli edifici o ad opere situati in Comuni nei quali l'accelerazione al suolo "a<sub>g</sub>" sia almeno 0.125g. La medesima Ordinanza prevede, altresì, che possano essere finanziati anche edifici ed opere strategici in Comuni che non ricadano in tale categoria a condizione che studi di amplificazione sismica locale determinino un valore massimo di accelerazione a terra di progetto  $S \times a_g$  maggiore di 0.125g.

Tabella 4 - Categorizzazione degli scenari d'installazione				
Categoria	Descrizione			
IV	Attività/strutture/aree con presenza di sostanze pericolose in quantità tale da poter determinare, in caso di terremoto, eventi incidentali pericolosi per la pubblica incolumità.			
III	Attività/strutture/aree che rivestono interesse strategico la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile.			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Aree tipo a</th> <th>Aree tipo b</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>strutture di supporto logistico per il personale operativo quali alloggiamenti e vettovagliamento;</li> <li>strutture adibite all'attività logistica di supporto alle operazioni di protezione civile, quali stoccaggio movimentazione, trasporto, comprese le strutture per l'alloggiamento di strumentazione, di monitoraggio con funzione di allerta;</li> <li>autorimesse e depositi;</li> <li>strutture per l'assistenza e informazione alla popolazione.</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>ospitanti funzioni di comando, supervisione e controllo;</li> <li>sale operative;</li> <li>strutture ed impianti di trasmissione, banche dati utili per la gestione dell'emergenza;</li> <li>strutture e presidi ospedalieri.</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>	Aree tipo a	Aree tipo b	<ul style="list-style-type: none"> <li>strutture di supporto logistico per il personale operativo quali alloggiamenti e vettovagliamento;</li> <li>strutture adibite all'attività logistica di supporto alle operazioni di protezione civile, quali stoccaggio movimentazione, trasporto, comprese le strutture per l'alloggiamento di strumentazione, di monitoraggio con funzione di allerta;</li> <li>autorimesse e depositi;</li> <li>strutture per l'assistenza e informazione alla popolazione.</li> </ul>
Aree tipo a	Aree tipo b			
<ul style="list-style-type: none"> <li>strutture di supporto logistico per il personale operativo quali alloggiamenti e vettovagliamento;</li> <li>strutture adibite all'attività logistica di supporto alle operazioni di protezione civile, quali stoccaggio movimentazione, trasporto, comprese le strutture per l'alloggiamento di strumentazione, di monitoraggio con funzione di allerta;</li> <li>autorimesse e depositi;</li> <li>strutture per l'assistenza e informazione alla popolazione.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ospitanti funzioni di comando, supervisione e controllo;</li> <li>sale operative;</li> <li>strutture ed impianti di trasmissione, banche dati utili per la gestione dell'emergenza;</li> <li>strutture e presidi ospedalieri.</li> </ul>			
II	Attività/strutture/aree rilevanti per l'elevata presenza di persone (maggiore di 100 unità) e relativo sistema di vie di esodo			
I	Attività/strutture/aree non rientranti negli altri gruppi.			

I requisiti definiti dalle presenti linee guida vanno applicati agli impianti che concorrono a definire le condizioni di sicurezza antincendio.

Per ogni impianto in Tabella 5 sono definiti i requisiti minimi di sicurezza in funzione dello scenario di installazione.

Tabella 5 - Quadro di sintesi dei requisiti minimi di sicurezza sismica					
Impianto	Categoria scenario d'installazione				
	I	II	IIIa	IIIb	IV
Impianto idrico antincendio	S	SD	SD	SFD	SF
Impianti sprinkler a umido	S	SD	SD	SFD	SF
Impianti sprinkler a secco	S	S	S	SFD	SF
Impianti fissi con estinguenti gassosi	S	SD	SD	SF	SF
Impianti rilevazione e allarme incendio	S	S	S	SF	SF
Impianto di illuminazione di sicurezza	S	S	S	SF	SF
Ascensore antincendio e di soccorso	S	S	S	SF	SF
Gruppo elettrogeno	SD	SD	SD	SFD	SC
Impianto adduzione fluidi infiammabili	SC	SRC	SRC	SF	SC
Impianti di adduzione fluidi comburenti	SC	SC	SC	SC	SC

Indicazioni sulle caratteristiche che i singoli impianti devono possedere per soddisfare i requisiti riportati in Tabella 5 sono definite nell'Appendice A.

**APPENDICE A**

**REQUISITI MINIMI DI SICUREZZA SISMICA  
DEGLI IMPIANTI ANTINCENDIO**

**elementi di vulnerabilità sismica e contromisure**

DESCRIZIONE DEI REQUISITI DI SICUREZZA SISMICA DEI VARI IMPIANTI

IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO								
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Alimentazione elettrica	Mancanza di alimentazione	Prevedere sistemi ridondanti indipendenti (gruppi elettrogeni, motopompe diesel).	[7]		✓	✓		
Alimentazione idrica	Rottura ancoraggio serbatoi	Dimensionare i fissaggi (staffe, tiranti, bulloni) in modo da resistere alle forze orizzontali e verificare l'efficacia del collegamento con la struttura principale; Posizionare i serbatoi nei piani più bassi dell'edificio.	[4] [6] [1]		✓	✓		
	Rottura serbatoi	Utilizzare serbatoi preferibilmente metallici; Realizzare il serbatoio in modo da garantire la tenuta sotto azione sismica;	[4]		✓	✓		
	Rottura tubazione collegamento	Prevedere manicotti flessibili nei tratti verticali di giunzione.	[4] [8]		✓	✓		
Gruppo di pompaggio	Rottura ancoraggio al basamento	Posizionare le apparecchiature al più basso livello possibile rispetto al piano di campagna; Dimensionare i fissaggi (staffe tiranti e bulloni) in modo da resistere alle forze orizzontali; Garantire l'efficacia del collegamento con la struttura principale.	[1] [3]		✓	✓		
	Disallineamento tra pompa e motore	Rendere minimi gli spostamenti differenziali progettando opportunamente le connessioni con la struttura principale.	[2] [6]		✓			
	Rottura tubazioni di collegamento	Prevedere manicotti flessibili nei tratti verticali di giunzione; Prevedere un sostegno laterale di controvento in corrispondenza dei manicotti flessibili.	[2] [6]		✓			

IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO								
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Gruppi a combustione interna	Rottura degli smorzatori alle vibrazioni	Dimensionare gli smorzatori in modo tale da resistere alle forze orizzontali e prevedere dispositivi di arresto laterale (snubbers).	[2] [6]		✓	✓		
	Rottura delle alimentazioni di combustibile	Rendere minimi gli spostamenti differenziali progettando opportunamente le connessioni con la struttura principale.	[2] [6]		✓			✓
	Rottura condotti prodotti della combustione	Rendere minimi gli spostamenti differenziali progettando opportunamente le connessioni con la struttura principale.	[2] [6]		✓			✓
Tubazioni fisse con acqua non permanentemente in pressione	Distacco degli ancoraggi Urti conto altri impianti	Prevedere idonei sistemi di controventatura e ancoraggio.	[2] [6]	✓	✓			
	Rottura o perdite di tenuta da tubazioni installate fuori terra	Prevedere giunzioni flessibili: <ul style="list-style-type: none"> <li>- nelle tubazioni verticali vicino le estremità (entro 50 cm) e del soffitto di ogni piano intermedio attraversato;</li> <li>- nelle tubazioni orizzontali in vicinanza dei punti di ingresso dell'edificio ed in corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'edificio;</li> </ul> Ridurre i punti di attraversamento dei giunti sismici o spostarli a quota più bassa possibile; Prevedere mensole di irrigidimento, dello stesso tipo per l'intero tratto della condotta: <ul style="list-style-type: none"> <li>- nelle tubazioni orizzontali, con disposizione tale da impedire le oscillazioni lungo l'asse e da limitare le oscillazioni libere del tubo in direzione trasversale;</li> <li>- nelle tubazioni verticali posizionare mensole a quattro vie immediatamente sopra la giunzione flessibile.</li> </ul>	[3] [4] [8] [11]	✓	✓	✓	✓	



IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO								
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Tubazioni fisse permanentemente in pressione	Rottura o perdite di tenuta da tubazioni installate fuori terra	<p>Prevedere giunzioni flessibili:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nelle tubazioni verticali vicino le estremità (entro 50 cm) e del soffitto di ogni piano intermedio attraversato;</li> <li>- nelle tubazioni orizzontali in vicinanza dei punti di ingresso dell'edificio ed in corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'edificio;</li> </ul> <p>Ridurre i punti di attraversamento dei giunti sismici o spostarli a quota più bassa possibile;</p> <p>Prevedere mensole di irrigidimento, dello stesso tipo per l'intero tratto della condotta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nelle tubazioni orizzontali, con disposizione tale da impedire le oscillazioni lungo l'asse e da limitare le oscillazioni libere del tubo in direzione trasversale;</li> <li>- nelle tubazioni verticali posizionare mensole a quattro vie immediatamente sopra la giunzione flessibile.</li> </ul>	[2] [4] [8]	✓	✓	✓	✓	
	Rottura o perdite di tenuta da tubazioni interrato	Prevedere manicotti flessibili: nelle tubazioni orizzontali in vicinanza dei punti di ingresso dell'edificio.	[2]		✓	✓		
	Rottura o perdite di tenuta da attraversamenti strutture verticali ed orizzontali	Lasciare uno spazio libero tutt'intorno al tubo opportunamente sigillato.	[2]		✓	✓		

**AVVERTENZA** Qualora, per le particolarità dell'impianto o del contesto ove l'impianto è installato, i requisiti minimi di sicurezza sismica di cui alla tabella non siano sufficienti a garantire gli obiettivi di sicurezza ad essi associati (come definiti in Tabella 1) il professionista dovrà adottare le contromisure aggiuntive necessarie al soddisfacimento di detti obiettivi.

**RIFERIMENTI** [Rif:] I riferimenti indicati in tabella tra parentesi quadre sono riportati a pagina 47<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Per i riferimenti vedere l'ultima pagina della presente Linea guida, essendo il riferimento alla pag. 47 quella della Linea guida originaria. N.d.R.

IMPIANTO SPRINKLER A UMIDO								
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Alimentazione elettrica	Mancanza di alimentazione	Prevedere sistemi ridondanti indipendenti (gruppi elettrogeni, motopompe diesel).	[7] [5]		✓	✓		
Alimentazione idrica	Rottura ancoraggio serbatoi	Dimensionare i fissaggi (staffe, tiranti, bulloni) in modo da resistere alle forze orizzontali e verificare l'efficacia del collegamento con la struttura principale; Posizionare i serbatoi nei piani più bassi dell'edificio.	[11]		✓	✓		
	Rottura serbatoi	Utilizzare serbatoi preferibilmente metallici; Realizzare il serbatoio in modo da garantire la tenuta sotto azione sismica;	[3]		✓	✓		
	Rottura tubazione collegamento	Prevedere manicotti flessibili nei tratti verticali di giunzione.	[2]		✓	✓		
Gruppo di pompaggio	Rottura ancoraggio al basamento	Posizionare le apparecchiature al più basso livello possibile rispetto al piano di campagna; Dimensionare i fissaggi (staffe tiranti e bulloni) in modo da resistere alle forze orizzontali; Garantire l'efficacia del collegamento con la struttura principale.	[3] [6]		✓	✓		
	Disallineamento tra pompa e motore	Rendere minimi gli spostamenti differenziali progettando opportunamente le connessioni con la struttura principale.	[2] [6]		✓			
	Rottura tubazioni di collegamento	Prevedere manicotti flessibili nei tratti verticali di giunzione; Prevedere un sostegno laterale di controvento in corrispondenza dei manicotti flessibili.	[2] [6]		✓			

IMPIANTO SPRINKLER A UMIDO								
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Gruppi a combustione interna	Rottura degli smorzatori alle vibrazioni	Dimensionare gli smorzatori in modo tale da resistere alle forze orizzontali e prevedere dispositivi di arresto laterale (snubbers).	[2] [6]		✓	✓		
	Rottura delle alimentazioni di combustibile	Rendere minimi gli spostamenti differenziali progettando opportunamente le connessioni con la struttura principale.	[2] [6]		✓			✓
	Rottura condotti prodotti della combustione	Rendere minimi gli spostamenti differenziali progettando opportunamente le connessioni con la struttura principale.	[2] [6]		✓			✓
Tubazioni fisse con acqua non permanentemente in pressione	Distacco degli ancoraggi Urti conto altri impianti	Prevedere idonei sistemi di controventatura e ancoraggio.	[2] [6]	✓	✓			
	Rottura o perdite di tenuta da tubazioni installate fuori terra	Prevedere giunzioni flessibili: <ul style="list-style-type: none"> <li>- nelle tubazioni verticali vicino le estremità (entro 50 cm) e del soffitto di ogni piano intermedio attraversato;</li> <li>- nelle tubazioni orizzontali in vicinanza dei punti di ingresso dell'edificio ed in corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'edificio;</li> </ul> Ridurre i punti di attraversamento dei giunti sismici o spostarli a quota più bassa possibile; Prevedere mensole di irrigidimento, dello stesso tipo per l'intero tratto della condotta: <ul style="list-style-type: none"> <li>- nelle tubazioni orizzontali, con disposizione tale da impedire le oscillazioni lungo l'asse e da limitare le oscillazioni libere del tubo in direzione trasversale;</li> <li>- nelle tubazioni verticali posizionare mensole a quattro vie immediatamente sopra la giunzione flessibile.</li> </ul>	[3] [8] [11]	✓	✓	✓	✓	

IMPIANTO SPRINKLER A UMIDO								
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Tubazioni fisse permanentemente in pressione	Rottura o perdite di tenuta da tubazioni installate fuori terra	<p>Prevedere giunzioni flessibili:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nelle tubazioni verticali vicino le estremità (entro 50 cm) e del soffitto di ogni piano intermedio attraversato;</li> <li>- nelle tubazioni orizzontali in vicinanza dei punti di ingresso dell'edificio ed in corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'edificio;</li> </ul> <p>Ridurre i punti di attraversamento dei giunti sismici o spostarli a quota più bassa possibile;</p> <p>Prevedere mensole di irrigidimento, dello stesso tipo per l'intero tratto della condotta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nelle tubazioni orizzontali, con disposizione tale da impedire le oscillazioni lungo l'asse e da limitare le oscillazioni libere del tubo in direzione trasversale;</li> <li>- nelle tubazioni verticali posizionare mensole a quattro vie immediatamente sopra la giunzione flessibile.</li> </ul>	[3] [8] [11]	✓	✓	✓	✓	
	Rottura o perdite di tenuta da tubazioni interrato	Prevedere manicotti flessibili: nelle tubazioni orizzontali in vicinanza dei punti di ingresso dell'edificio.	[11]		✓	✓		
	Rottura o perdite di tenuta da attraversamenti strutture verticali ed orizzontali	Lasciare uno spazio libero tutt'intorno al tubo opportunamente sigillato.	[11]		✓		✓	

IMPIANTO SPRINKLER A UMIDO								
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Testine sprinkler	Rottura o perdite di tenuta	Proteggere le testine da urti con altri elementi non strutturali.	[9]		✓		✓	
	Caduta di elementi del controsoffitto (se esistente) per interazione con i terminali di collegamento della testina	Impedire movimenti relativi fra testina e controsoffitto.	[5]	✓	✓		✓	
Stazione di controllo	Rottura tubazioni di collegamento	Prevedere manicotti flessibili nei tratti verticali di giunzione; Prevedere sostegni laterali di controvento.	[9]		✓	✓		
	Rottura per urto con elementi non strutturali	Prevedere strutture/dispositivi di protezione della stazione.	[9]		✓	✓		

**AVVERTENZA** Qualora, per le particolarità dell'impianto o del contesto ove l'impianto è installato, i requisiti minimi di sicurezza sismica di cui alla tabella non siano sufficienti a garantire gli obiettivi di sicurezza ad essi associati (come definiti in Tabella 1) il professionista dovrà adottare le contromisure aggiuntive necessarie al soddisfacimento di detti obiettivi.

**RIFERIMENTI** [Rif.] I riferimenti indicati in tabella tra parentesi quadre sono riportati a pagina 47<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Per i riferimenti vedere l'ultima pagina della presente Linea guida, essendo il riferimento alla pag. 47 quella della Linea guida originaria. N.d.R.

IMPIANTO SPRINKLER A SECCO									
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito					
				S	F	R	D	C	
Alimentazione elettrica	Mancanza di alimentazione	Prevedere sistemi ridondanti indipendenti (gruppi elettrogeni, motopompe diesel).	[7] [5]		✓	✓			
Alimentazione idrica	Rottura ancoraggio serbatoi	Dimensionare i fissaggi (staffe, tiranti, bulloni) in modo da resistere alle forze orizzontali e verificare l'efficacia del collegamento con la struttura principale; Posizionare i serbatoi nei piani più bassi dell'edificio.	[11]		✓	✓			
	Rottura serbatoi	Utilizzare serbatoi preferibilmente metallici; Realizzare il serbatoio in modo da garantire la tenuta sotto azione sismica;	[3]		✓	✓			
	Rottura tubazione collegamento	Prevedere manicotti flessibili nei tratti verticali di giunzione.	[2]		✓				
Gruppo di pompaggio	Rottura ancoraggio al basamento	Posizionare le apparecchiature al più basso livello possibile rispetto al piano di campagna; Dimensionare i fissaggi (staffe tiranti e bulloni) in modo da resistere alle forze orizzontali; Garantire l'efficacia del collegamento con la struttura principale.	[3] [6]		✓	✓			
	Disallineamento tra pompa e motore	Rendere minimi gli spostamenti differenziali progettando opportunamente le connessioni con la struttura principale.	[2] [6]		✓				
	Rottura tubazioni di collegamento	Prevedere manicotti flessibili nei tratti verticali di giunzione; Prevedere un sostegno laterale di controvento in corrispondenza dei manicotti flessibili.	[2] [6]		✓				

IMPIANTO SPRINKLER A SECCO								
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Gruppi a combustione interna	Rottura degli smorzatori alle vibrazioni	Dimensionare gli smorzatori in modo tale da resistere alle forze orizzontali e prevedere dispositivi di arresto laterale (snubbers).	[2] [6]		✓	✓		
	Rottura delle alimentazioni di combustibile	Rendere minimi gli spostamenti differenziali progettando opportunamente le connessioni con la struttura principale.	[2] [6]		✓			✓
	Rottura condotti prodotti della combustione	Rendere minimi gli spostamenti differenziali progettando opportunamente le connessioni con la struttura principale.	[2] [6]		✓			✓
Tubazioni fisse con acqua non permanentemente in pressione	Distacco degli ancoraggi Urti conto altri impianti	Prevedere idonei sistemi di controventatura e ancoraggio.	[2] [6]	✓	✓	✓		
	Rottura o perdite di tenuta da tubazioni installate fuori terra	Prevedere giunzioni flessibili: <ul style="list-style-type: none"> <li>- nelle tubazioni verticali vicino le estremità (entro 50 cm) e del soffitto di ogni piano intermedio attraversato;</li> <li>- nelle tubazioni orizzontali in vicinanza dei punti di ingresso dell'edificio ed in corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'edificio;</li> </ul> Ridurre i punti di attraversamento dei giunti sismici o spostarli a quota più bassa possibile; Prevedere mensole di irrigidimento, dello stesso tipo per l'intero tratto della condotta: <ul style="list-style-type: none"> <li>- nelle tubazioni orizzontali, con disposizione tale da impedire le oscillazioni lungo l'asse e da limitare le oscillazioni libere del tubo in direzione trasversale;</li> <li>- nelle tubazioni verticali posizionare mensole a quattro vie immediatamente sopra la giunzione flessibile.</li> </ul>	[3] [8] [11]	✓	✓	✓	✓	

IMPIANTO SPRINKLER A SECCO								
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Tubazioni fisse permanentemente in pressione	Rottura o perdite di tenuta da tubazioni installate fuori terra	<p>Prevedere giunzioni flessibili:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nelle tubazioni verticali vicino le estremità (entro 50 cm) e del soffitto di ogni piano intermedio attraversato;</li> <li>- nelle tubazioni orizzontali in vicinanza dei punti di ingresso dell'edificio ed in corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'edificio;</li> </ul> <p>Ridurre i punti di attraversamento dei giunti sismici o spostarli a quota più bassa possibile;</p> <p>Prevedere mensole di irrigidimento, dello stesso tipo per l'intero tratto della condotta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nelle tubazioni orizzontali, con disposizione tale da impedire le oscillazioni lungo l'asse e da limitare le oscillazioni libere del tubo in direzione trasversale;</li> <li>- nelle tubazioni verticali posizionare mensole a quattro vie immediatamente sopra la giunzione flessibile.</li> </ul>	[3] [8] [11]	✓	✓	✓	✓	
	Rottura o perdite di tenuta da tubazioni interrato	<p>Prevedere manicotti flessibili:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nelle tubazioni orizzontali in vicinanza dei punti di ingresso dell'edificio.</li> </ul>	[11]		✓	✓		
	Rottura o perdite di tenuta da attraversamenti strutture verticali ed orizzontali	<p>Lasciare uno spazio libero tutt'intorno al tubo opportunamente sigillato.</p>	[11]		✓	✓		



IMPIANTO SPRINKLER A SECCO								
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Testine sprinkler	Rottura o perdite di tenuta	Proteggere le testine da urti con altri elementi non strutturali.	[9]		✓		✓	
	Caduta di elementi del controsoffitto (se esistente) per interazione con i terminali di collegamento della testina	Impedire movimenti relativi fra testina e controsoffitto.	[5]	✓	✓		✓	
Stazione di controllo	Rottura tubazioni di collegamento	Prevedere manicotti flessibili nei tratti verticali di giunzione. Prevedere sostegni laterali di controvento.	[9]		✓	✓		
	Rottura per urto con elementi non strutturali	Prevedere strutture di protezione della stazione.	[9]		✓	✓		
Alimentazione aria o gas inerte	Rottura tubazioni di collegamento	Prevedere manicotti flessibili nei tratti verticali di giunzione. Prevedere sostegni laterali di controvento.	[9]		✓	✓		
	Rottura per urto con elementi non strutturali	Prevedere strutture di protezione delle apparecchiature di alimentazione.	[9]		✓	✓		

**AVVERTENZA** Qualora, per le particolarità dell'impianto o del contesto ove l'impianto è installato, i requisiti minimi di sicurezza sismica di cui alla tabella non siano sufficienti a garantire gli obiettivi di sicurezza ad essi associati (come definiti in Tabella 1) il professionista dovrà adottare le contromisure aggiuntive necessarie al soddisfacimento di detti obiettivi.

**RIFERIMENTI** [Rif:] I riferimenti indicati in tabella tra parentesi quadre sono riportati a pagina 47<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Per i riferimenti vedere l'ultima pagina della presente Linea guida, essendo il riferimento alla pag. 47 quella della Linea guida originaria. N.d.R.

IMPIANTO WATER MIST								
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Alimentazione elettrica	Mancanza di alimentazione	Prevedere sistemi ridondanti indipendenti (batterie, gruppi continuità).	[5] [7]		✓	✓		
Alimentazione idrica	Rottura ancoraggio serbatoi	Dimensionare i fissaggi (staffe, tiranti, bulloni) in modo da resistere alle forze orizzontali e verificare l'efficacia del collegamento con la struttura principale; Posizionare le i serbatoi nei piani più bassi dell'edificio.	[2] [6]		✓	✓		
	Rottura serbatoi	Utilizzare serbatoi preferibilmente metallici; Realizzare il serbatoio in modo da garantire la tenuta sotto azione sismica;	[2] [6]		✓	✓		
	Rottura tubazione collegamento	Prevedere manicotti flessibili nei tratti verticali di giunzione.	[2] [6]		✓	✓		
Tubazioni fisse	Rottura o perdite di tenuta da tubazioni installate a vista e non	Prevedere giunzioni flessibili: - nelle tubazioni verticali , entro 50 cm dalle estremità superiore ed inferiore e in vicinanza del soffitto di ogni piano intermedio attraversato; - nelle tubazioni orizzontali, in corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'edificio; Prevedere mensole di irrigidimento, dello stesso tipo per l'intero tratto della condotta: - nelle tubazioni orizzontali, con disposizione tale da impedire le oscillazioni lungo l'asse e da limitare le oscillazioni libere del tubo in direzione trasversale; - nelle tubazioni verticali posizionare mensole a quattro vie immediatamente sopra la giunzione flessibile.	[3] [8]	✓	✓	✓	✓	
	Rottura o perdite di tenuta da attraversamenti strutture verticali ed orizzontali	Lasciare uno spazio libero tutt'intorno al tubo opportunamente sigillato.	[2] [6]		✓	✓	✓	

IMPIANTO WATER MIST								
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Testine erogatrici	Rottura o perdite di tenuta	Proteggere le testine da urti con altri elementi non strutturali.	[9]		✓			
	Caduta di elementi del controsoffitto (se esistente) per interazione con i terminali di collegamento della testina	Impedire movimenti relativi fra testina e controsoffitto.	[9]	✓	✓			
Centrale di comando e controllo	Mancanza di alimentazione	Prevedere sistemi ridondanti indipendenti (batterie, gruppi continuità).	[9]		✓	✓		
	Rottura per urto con elementi non strutturali	Prevedere strutture di protezione della centrale.	[9]		✓	✓		
Alimentazione gas di pressurizzazione	Rottura tubazioni di collegamento	Prevedere manicotti flessibili nei tratti verticali di giunzione; Prevedere sostegni laterali di controvento.	[9]		✓	✓		
	Rottura per urto con elementi non strutturali	Prevedere strutture di protezione delle apparecchiature di alimentazione	[9]		✓	✓		
	Ribaltamento bombole gas di pressurizzazione	Vincolare opportunamente le bombole con sistemi anti-caduta.	[9]		✓	✓	✓	✓

**AVVERTENZA** Qualora, per le particolarità dell'impianto o del contesto ove l'impianto è installato, i requisiti minimi di sicurezza sismica di cui alla tabella non siano sufficienti a garantire gli obiettivi di sicurezza ad essi associati (come definiti in Tabella 1) il professionista dovrà adottare le contromisure aggiuntive necessarie al soddisfacimento di detti obiettivi.

**RIFERIMENTI** [Rif.] I riferimenti indicati in tabella tra parentesi quadre sono riportati a pagina 47<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Per i riferimenti vedere l'ultima pagina della presente Linea guida, essendo il riferimento alla pag. 47 quella della Linea guida originaria. N.d.R.

IMPIANTO FISSO CON ESTINGUENTI GASSOSI									
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito					
				S	F	R	D	C	
Alimentazione elettrica	Mancanza di alimentazione	Prevedere sistemi ridondanti indipendenti (batterie, gruppi continuità)	[5] [7]		✓	✓			
Tubazioni fisse	Rottura o perdite di tenuta da tubazioni installate a vista e non	Prevedere giunzioni flessibili: <ul style="list-style-type: none"> <li>- nelle tubazioni verticali, entro 50 cm dalle estremità superiore ed inferiore e in vicinanza del soffitto di ogni piano intermedio attraversato;</li> <li>- nelle tubazioni orizzontali, in corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'edificio;</li> </ul> Prevedere mensole di irrigidimento, dello stesso tipo per l'intero tratto della condotta: <ul style="list-style-type: none"> <li>- nelle tubazioni orizzontali, con disposizione tale da impedire le oscillazioni lungo l'asse e da limitare le oscillazioni libere del tubo in direzione trasversale;</li> <li>- nelle tubazioni verticali posizionare mensole a quattro vie immediatamente sopra la giunzione flessibile.</li> </ul>	[2] [8]	✓	✓	✓	✓	✓	
	Rottura o perdite di tenuta da attraversamenti strutture verticali ed orizzontali	Lasciare uno spazio libero tutt'intorno al tubo opportunamente sigillato.	[2] [8]		✓	✓			
Ugelli erogatori	Rottura o perdite di tenuta	Proteggere gli ugelli da urti con altri elementi non strutturali.	[9]		✓	✓			
	Caduta di elementi del controsoffitto (se esistente) per interazione con i terminali di collegamento dell'ugello	Impedire movimenti relativi fra ugello e controsoffitto.	[9]	✓	✓	✓			

IMPIANTO FISSO CON ESTINGUENTI GASSOSI								
Elemento di vulnerabilità	Potenziati criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Centrale di comando e controllo	Mancanza di alimentazione	Prevedere sistemi ridondanti indipendenti (batterie, gruppi continuità).	[5] [7]		✓	✓		
	Rottura per urto con elementi non strutturali	Prevedere strutture di protezione della centrale.	[9]		✓	✓		
Alimentazione gas estinguente	Rottura tubazioni di collegamento	Prevedere manicotti flessibili nei tratti verticali di giunzione; Prevedere sostegni laterali di controvento.	[9]		✓	✓		*
	Rottura per urto con elementi non strutturali	Prevedere strutture di protezione delle apparecchiature di alimentazione	[9]		✓	✓		*
	Ribaltamento bombole gas di pressurizzazione	Vincolare opportunamente le bombole con sistemi anti-caduta.	[9]		✓	✓		*

**AVVERTENZA** Qualora, per le particolarità dell'impianto o del contesto ove l'impianto è installato, i requisiti minimi di sicurezza sismica di cui alla tabella non siano sufficienti a garantire gli obiettivi di sicurezza ad essi associati (come definiti in Tabella 1) il professionista dovrà adottare le contromisure aggiuntive necessarie al soddisfacimento di detti obiettivi.

**RIFERIMENTI** [Rif.] I riferimenti indicati in tabella tra parentesi quadre sono riportati a pagina 47<sup>6</sup>

(\*) Le caratteristiche di respirabilità del gas estinguente utilizzato e l'analisi dei potenziali scenari di rilascio accidentali devono essere tenuti in conto nell'organizzazione dei piani di emergenza e continuità post-sisma.

<sup>6</sup> Per i riferimenti vedere l'ultima pagina della presente Linea guida, essendo il riferimento alla pag. 47 quella della Linea guida originaria. N.d.R.

IMPIANTO RILEVAZIONE E ALLARME INCENDIO								
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Alimentazione elettrica	Mancanza di alimentazione	Prevedere sistemi ridondanti indipendenti (batterie, gruppi continuità).	[5] [7]		✓	✓		
Dispositivi di allarme incendio	Rottura o danneggiamento	Proteggere i dispositivi da urti con altri elementi non strutturali, quali controsoffitti, scaffalature, arredi, ecc.	[9]		✓	✓		
Centrale di comando e controllo	Mancanza di alimentazione	Prevedere sistemi ridondanti indipendenti (batterie, gruppi continuità).	[5] [7]		✓	✓		
	Rottura per urto con elementi non strutturali	Prevedere strutture di protezione della centrale.	[9]		✓	✓		
Rilevatori puntiformi	Rottura o danneggiamento	Proteggere i rilevatori da urti con altri elementi non strutturali, quali controsoffitti, scaffalature, arredi, ecc.	[9]		✓			
Rilevatori lineari	Rottura, danneggiamento o disallineamento	Proteggere i rilevatori da urti con altri elementi non strutturali, quali controsoffitti, scaffalature, arredi, ecc.	[9]		✓			

IMPIANTO RILEVAZIONE E ALLARME INCENDIO									
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito					
				S	F	R	D	C	
Tubazioni fisse di impianti ad aspirazione	Rottura di tubazioni installate a vista e non	Prevedere giunzioni flessibili: - nelle tubazioni verticali, entro 50 cm dalle estremità superiore ed inferiore e in vicinanza del soffitto di ogni piano intermedio attraversato; - nelle tubazioni orizzontali, in corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'edificio.	[5] [9]		✓	✓			
	Rottura in corrispondenza di attraversamenti strutture verticali ed orizzontali	Lasciare uno spazio libero tutt'intorno al tubo opportunamente sigillato.	[2] [8]		✓	✓			

**AVVERTENZA** Qualora, per le particolarità dell'impianto o del contesto ove l'impianto è installato, i requisiti minimi di sicurezza sismica di cui alla tabella non siano sufficienti a garantire gli obiettivi di sicurezza ad essi associati (come definiti in Tabella 1) il professionista dovrà adottare le contromisure aggiuntive necessarie al soddisfacimento di detti obiettivi.

**RIFERIMENTI** [Rif:] I riferimenti indicati in tabella tra parentesi quadre sono riportati a pagina 47<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Per i riferimenti vedere l'ultima pagina della presente Linea guida, essendo il riferimento alla pag. 47 quella della Linea guida originaria. N.d.R.

IMPIANTO ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA								
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Alimentazione elettrica	Mancanza di alimentazione	Prevedere sistemi ridondanti indipendenti (gruppo elettrogeno, batterie, gruppi continuità).	[5] [7]		✓	✓		
Dispositivi di illuminazione	Rottura o danneggiamento	Proteggere i dispositivi da urti con altri elementi non strutturali, quali controsoffitti, ecc	[9]		✓	✓		
Gruppo elettrogeno a combustione interna	Rottura degli smorzatori alle vibrazioni	Dimensionare gli smorzatori in modo tale da resistere alle azioni sismiche e prevedere dispositivi di arresto laterale (snubbers).	[6]		✓	✓		
	Rottura delle alimentazioni di combustibile	Rendere minimi gli spostamenti differenziali progettando opportunamente le connessioni con la struttura principale.	[2]		✓			✓
	Rottura condotti prodotti della combustione	Rendere minimi gli spostamenti differenziali progettando opportunamente le connessioni con la struttura principale.	[2]		✓			✓
Gruppo di continuità e batterie	Rottura o danneggiamento	Proteggere le apparecchiature da urti con altri elementi non strutturali, quali controsoffitti, ecc.	[9]		✓	✓		
	Rilascio di acido	Prevedere sistemi di contenimento.	[9]		✓			✓

**AVVERTENZA** Qualora, per le particolarità dell'impianto o del contesto ove l'impianto è installato, i requisiti minimi di sicurezza sismica di cui alla tabella non siano sufficienti a garantire gli obiettivi di sicurezza ad essi associati (come definiti in Tabella 1) il professionista dovrà adottare le contromisure aggiuntive necessarie al soddisfacimento di detti obiettivi.

**RIFERIMENTI** [Rif.] I riferimenti indicati in tabella tra parentesi quadre sono riportati a pagina 47<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Per i riferimenti vedere l'ultima pagina della presente Linea guida, essendo il riferimento alla pag. 47 quella della Linea guida originaria. N.d.R.



ASCENSORE ANTINCENDIO E DI SOCCORSO								
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Alimentazione elettrica	Mancanza di alimentazione	Prevedere sistemi ridondanti indipendenti (gruppo elettrogeno, batterie, gruppi continuità).	[5] [7]		✓	✓		
Macchinario	Spostamento	Rendere minimi gli spostamenti differenziali progettando opportunamente le connessioni con la struttura principale; Dimensionare i fissaggi (staffe tiranti e bulloni) in modo da resistere alle forze orizzontali.	[3] [9]		✓	✓		
Cavi	Fuoriuscita dalle pulegge	Prevedere idonei sistemi di ritenuta dei cavi,	[3] [9]	✓	✓			
Contrappeso	Fuoriuscita dalla sede	Prevedere idonei sistemi di ritenuta del contrappeso.	[3] [9]	✓	✓			
Ancoraggi guide cabina	Distacco e/o compromissione	Dimensionare gli ancoraggi in modo da resistere alle forze orizzontali.	[3] [9]	✓	✓	✓		
Cabina e porte	Danneggiamento	Rendere minimi gli spostamenti differenziali.	[3] [9]	✓	✓			

**AVVERTENZA** Qualora, per le particolarità dell'impianto o del contesto ove l'impianto è installato, i requisiti minimi di sicurezza sismica di cui alla tabella non siano sufficienti a garantire gli obiettivi di sicurezza ad essi associati (come definiti in Tabella 1) il professionista dovrà adottare le contromisure aggiuntive necessarie al soddisfacimento di detti obiettivi.

**RIFERIMENTI** [Rif.] I riferimenti indicati in tabella tra parentesi quadre sono riportati a pagina 47<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Per i riferimenti vedere l'ultima pagina della presente Linea guida, essendo il riferimento alla pag. 47 quella della Linea guida originaria. N.d.R.

GRUPPO ELETTROGENO								
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Gruppo a combustione interna	Rottura degli smorzatori alle vibrazioni	Dimensionare gli smorzatori in modo tale da resistere alle azioni sismiche e prevedere dispositivi di arresto laterale (snubbers).	[6] [9]		✓	✓		
Tubazioni alimentazione combustibile	Rottura delle alimentazioni di combustibile	Rendere minimi gli spostamenti differenziali progettando opportunamente le connessioni con la struttura principale.	[6] [9]		✓			✓
Condotti di evacuazione prodotti combustione	Rottura o perdita di tenuta condotti prodotti della combustione	Rendere minimi gli spostamenti differenziali progettando opportunamente le connessioni con la struttura principale.	[6] [9]	✓	✓			✓

**AVVERTENZA** Qualora, per le particolarità dell'impianto o del contesto ove l'impianto è installato, i requisiti minimi di sicurezza sismica di cui alla tabella non siano sufficienti a garantire gli obiettivi di sicurezza ad essi associati (come definiti in Tabella 1) il professionista dovrà adottare le contromisure aggiuntive necessarie al soddisfacimento di detti obiettivi.

**RIFERIMENTI** [Rif.] I riferimenti indicati in tabella tra parentesi quadre sono riportati a pagina 47<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Per i riferimenti vedere l'ultima pagina della presente Linea guida, essendo il riferimento alla pag. 47 quella della Linea guida originaria. N.d.R.

IMPIANTO ADDUZIONE FLUIDI INFIAMMABILI									
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito					
				S	F	R	D	C	
Alimentazione elettrica	Mancanza di alimentazione	Prevedere sistemi ridondanti indipendenti (gruppo elettrogeno, batterie, gruppi continuità).	[5] [7]		✓	✓			✓
Stoccaggio fluido	Rottura ancoraggio serbatoi	Dimensionare i fissaggi (staffe, tiranti e bulloni) in modo da resistere alle forze orizzontali e verificare l'efficacia del collegamento con la struttura principale; Evitare di posizionare i serbatoi nei piani superiori a quello di campagna.	[2] [6] [9]	✓	✓	✓			✓
	Rottura serbatoi	Utilizzare serbatoi preferibilmente metallici; Garantire la tenuta dei serbatoi dopo il sisma.	[3] [9]	✓	✓	✓			✓
	Rottura tubazione collegamento	Prevedere manicotti flessibili nei tratti verticali di giunzione.	[8]		✓	✓			✓
Sistemi di compressione o di decompressione	Rottura per caduta di elementi strutturali e non	Prevedere adeguate strutture di protezione o realizzare copertura con elementi leggeri.	[9]		✓	✓			✓
	Perdita in corrispondenza dell'apparecchiatura	Installare smorzatori laterali in modo tale da resistere alle forze orizzontali e prevedere dispositivi di arresto laterale (snubbers); Installare un'elettrovalvola di intercettazione generale asservita ad un accelerometro.	[2] [12]	✓	✓	✓		✓	
Gruppo di misura	Perdita in corrispondenza del gruppo	Prevedere manicotti flessibili in corrispondenza della giunzione; Prevedere sostegni laterali di controvento; Installare un'elettrovalvola di intercettazione generale asservita ad un accelerometro.	[2] [12]		✓	✓			✓

IMPIANTO ADDUZIONE FLUIDI INFIAMMABILI								
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Tubazioni fisse	Rottura di tubazioni installate a vista e non	Prevedere giunzioni flessibili: <ul style="list-style-type: none"> <li>- nelle tubazioni verticali, entro 50 cm dalle estremità superiore ed inferiore e in vicinanza del soffitto di ogni piano intermedio attraversato;</li> <li>- nelle tubazioni orizzontali, in corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'edificio;</li> </ul> Prevedere mensole di irrigidimento, dello stesso tipo per l'intero tratto della condotta: <ul style="list-style-type: none"> <li>- nelle tubazioni orizzontali, con disposizione tale da impedire le oscillazioni lungo l'asse e da limitare le oscillazioni libere del tubo in direzione trasversale;</li> <li>- nelle tubazioni verticali posizionare mensole a quattro vie immediatamente sopra la giunzione flessibile.</li> </ul>	[8]	✓	✓	✓		✓
	Rottura in corrispondenza di attraversamenti strutture verticali ed orizzontali	Lasciare uno spazio libero tutt'intorno al tubo opportunamente sigillato.	[2] [8]		✓	✓		✓
	Perdita in corrispondenza di giunzioni	Prevedere manicotti flessibili in corrispondenza della giunzione; Prevedere sostegni laterali di controvento.	[2] [8]		✓	✓		✓
Tubazioni flessibili	Rottura per caduta di elementi strutturali e non	Prevedere adeguate strutture di protezione.	[9]		✓	✓		✓
Sistemi di compressione o di decompressione	Rottura per caduta di elementi strutturali e non	Prevedere adeguate strutture di protezione o realizzare copertura con elementi leggeri.	[9]		✓	✓		✓

	Perdita in corrispondenza dell'apparecchiatura	Installare smorzatori laterali in modo tale da resistere alle forze orizzontali e prevedere dispositivi di arresto laterale (snubbers); Installare un'elettrovalvola di intercettazione generale asservita ad un accelerometro.	[2] [12]	✓	✓	✓	✓	
--	------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------	---	---	---	---	--

IMPIANTO ADDUZIONE FLUIDI INFIAMMABILI								
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Gruppo di misura	Perdita in corrispondenza del gruppo	Prevedere manicotti flessibili in corrispondenza della giunzione; Prevedere sostegni laterali di controvento; Installare un'elettrovalvola di intercettazione generale asservita ad un accelerometro.	[2]		✓	✓		✓
Apparecchi di distribuzione o di utilizzazione	Perdita in corrispondenza dell'apparecchio	Prevedere manicotti flessibili in corrispondenza della giunzione; Installare smorzatori laterali in modo tale da resistere alle forze orizzontali e prevedere dispositivi di arresto laterale (snubbers); Installare un'elettrovalvola di intercettazione generale asservita ad un accelerometro.	[2] [6] [9]		✓	✓		✓

**AVVERTENZA** Qualora, per le particolarità dell'impianto o del contesto ove l'impianto è installato, i requisiti minimi di sicurezza sismica di cui alla tabella non siano sufficienti a garantire gli obiettivi di sicurezza ad essi associati (come definiti in Tabella 1) il professionista dovrà adottare le contromisure aggiuntive necessarie al soddisfacimento di detti obiettivi

**RIFERIMENTI** [Rif.] I riferimenti indicati in tabella tra parentesi quadre sono riportati a pagina 47<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Per i riferimenti vedere l'ultima pagina della presente Linea guida, essendo il riferimento alla pag. 47 quella della Linea guida originaria. N.d.R.

IMPIANTO ADDUZIONE FLUIDI COMBURENTI								
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Stoccaggio fluido	Rottura ancoraggio serbatoi	Dimensionare i fissaggi (staffe, tiranti e bulloni) in modo da resistere alle forze orizzontali e verificare l'efficacia del collegamento con la struttura principale; Posizionare i serbatoi nei piani più bassi dell'edificio.	[2] [6] [9]	✓	✓	✓		✓
	Rottura serbatoi	Utilizzare serbatoi preferibilmente metallici; Realizzare il serbatoio in modo da garantire la tenuta sotto azione sismica.	[3][9]	✓	✓	✓		✓
	Rottura tubazione collegamento	Prevedere manicotti flessibili nei tratti verticali di giunzione.	[2][8]		✓	✓		✓
Tubazioni fisse	Rottura di tubazioni installate a vista e non	Prevedere giunzioni flessibili: <ul style="list-style-type: none"> <li>- nelle tubazioni verticali, entro 50 cm dalle estremità superiore ed inferiore e in vicinanza del soffitto di ogni piano intermedio attraversato;</li> <li>- nelle tubazioni orizzontali, in corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'edificio;</li> </ul> Prevedere mensole di irrigidimento, dello stesso tipo per l'intero tratto della condotta: <ul style="list-style-type: none"> <li>- nelle tubazioni orizzontali, con disposizione tale da impedire le oscillazioni lungo l'asse e da limitare le oscillazioni libere del tubo in direzione trasversale;</li> <li>- nelle tubazioni verticali posizionare mensole a quattro vie immediatamente sopra la giunzione flessibile.</li> </ul>	[2][8]	✓	✓	✓		✓

	Rottura in corrispondenza di attraversamenti strutture verticali ed orizzontali	Lasciare uno spazio libero tutt'intorno al tubo opportunamente sigillato	[2][8]		✓	✓		✓
	Perdita in corrispondenza di giunzioni	Prevedere manicotti flessibili in corrispondenza della giunzione; Prevedere sostegni laterali di controvento.	[2][8]		✓	✓		✓

IMPIANTO ADDUZIONE FLUIDI COMBURENTI								
Elemento di vulnerabilità	Potenziali criticità	Contromisure	Rif.	Requisito				
				S	F	R	D	C
Tubazioni flessibili	Rottura per caduta di elementi strutturali e non	Prevedere adeguate strutture di protezione.	[2][8]		✓	✓		✓
Sistemi di decompressione	Rottura per caduta di elementi strutturali e non	Prevedere adeguate strutture di protezione o realizzare copertura con elementi leggeri.	[9]		✓	✓		✓
Gruppo di misura	Perdita in corrispondenza del gruppo	Prevedere manicotti flessibili in corrispondenza della giunzione; Prevedere sostegni laterali di controvento.	[2][8]		✓	✓		✓

**AVVERTENZA** Qualora, per le particolarità dell'impianto o del contesto ove l'impianto è installato, i requisiti minimi di sicurezza sismica di cui alla tabella non siano sufficienti a garantire gli obiettivi di sicurezza ad essi associati (come definiti in Tabella 1) il professionista dovrà adottare le contromisure aggiuntive necessarie al soddisfacimento di detti obiettivi.

**RIFERIMENTI** [Rif:] I riferimenti indicati in tabella tra parentesi quadre sono riportati a pagina 47<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Per i riferimenti vedere l'ultima pagina della presente Linea guida, essendo il riferimento alla pag. 47 quella della Linea guida originaria. N.d.R.

## CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE ANTISISMICA

### B.1 Criteri di impostazione progettuale

Obiettivo della progettazione antisismica degli impianti è quello di ottenere una capacità di risposta sismica dei vari sistemi e componenti congruente con i prefissati requisiti di sicurezza sismica. Tale obiettivo viene raggiunto con opportune scelte progettuali e di dimensionamento.

Un primo criterio di progettazione mira alla eliminazione/riduzione alla fonte della presenza/introduzione di criticità che richiederebbero una specifica, e a volte non semplice, valutazione della risposta degli impianti e dei sistemi in caso di terremoto.

Tali criticità possono essere distinte in tre categorie:

- criticità legate al tipo di lay-out distributivo;
- criticità legate alle modalità di installazione dei componenti;
- criticità legate alle interazioni negative con altri elementi strutturali e non strutturali (urti, martellamenti, punzonamenti, distorsioni, instabilizzazioni, dislocazioni).

La figura B.1 evidenzia come soluzioni progettuali diverse introducono o, viceversa, consentono di eliminare alcune criticità già in fase di impostazione progettuale. Gli schemi 2, 3 e 4 riportati in figura, ad esempio, sono da preferire allo schema 1 che introduce una più diffusa presenza di punti di criticità e quindi una maggiore vulnerabilità sismica dell'impianto.

La figura B.2 riassume le criticità locali associate ai potenziali effetti determinati dall'azione sismica e alla capacità degli ancoraggi di resistere agli sforzi indotti e di controllare le deformazioni.

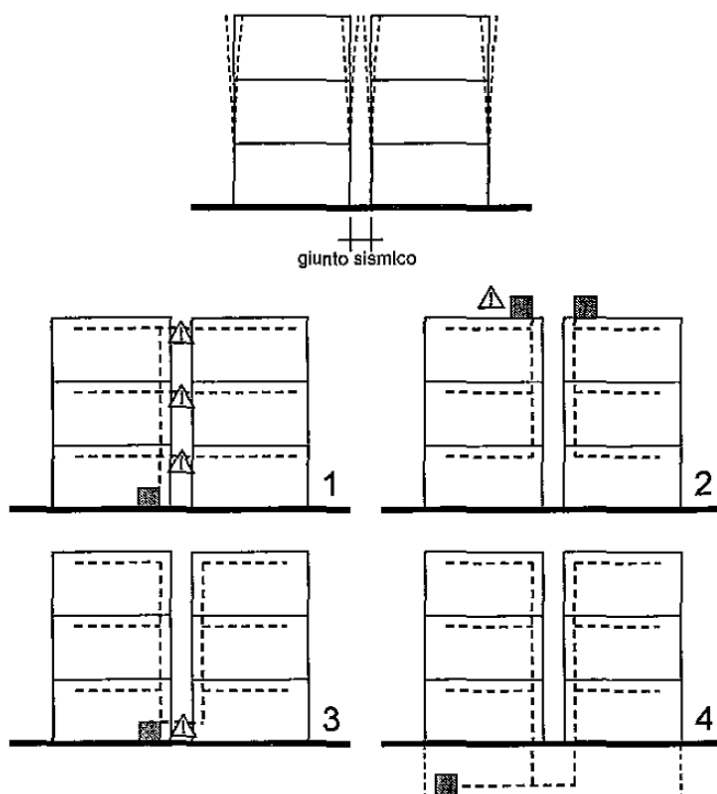


Figura B.1- Criticità introdotte dalle scelte progettuali del lay-out, Il giunto sismico rappresenta un punto di criticità per gli attraversamenti degli impianti. Il posizionamento di apparecchiature pesanti nei piani alti rappresenta un ulteriore elemento di criticità. È preferibile ricercare soluzioni che riducano il numero di attraversamenti o che spostino i punti di attraversamento e l'ubicazione delle apparecchiature pesanti a quote il più basse possibili.



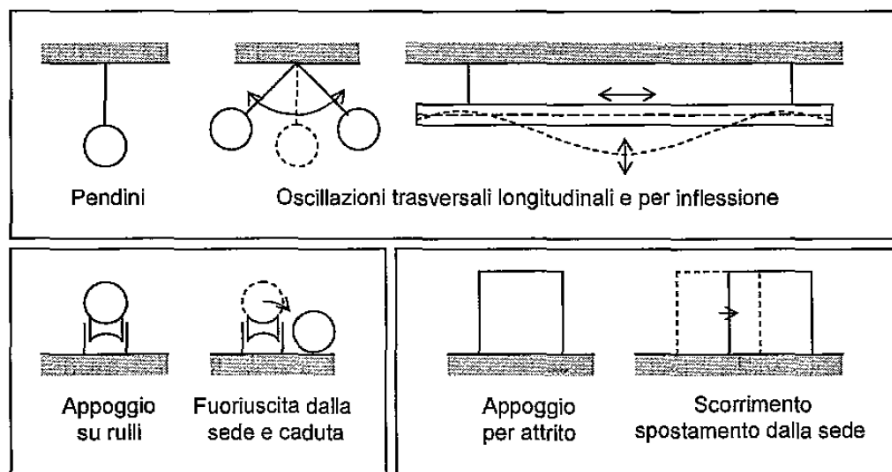


Figura B.2 - Potenziali criticità associate alle modalità di installazione dei componenti. Tali criticità devono essere gestite con un adeguato dimensionamento dei sistemi di ancoraggio.

Un secondo criterio di progettazione antisismica mira invece a ridurre le vulnerabilità associate ai dispositivi di vincolo. Nota l'azione sismica di riferimento che agisce sul sistema da progettare, è necessario determinare le azioni agenti sui sistemi di ancoraggio e sugli elementi di controventamento. Il posizionamento ed il dimensionamento deve quindi essere fatto verificando che gli elementi di stabilizzazione e ancoraggio non raggiungano i limiti di rottura sotto l'azione sismica e che gli spostamenti e le deformazioni consentiti siano compatibili con gli stati tensionali, con le esigenze di tenuta (flange, giunti) e siano in grado di evitare interferenze distruttive con altri elementi.

In particolare è necessario porre particolare attenzione ai seguenti elementi del sistema:

- giunzioni (manicotti);
- separazioni (giunti sismici e termici);
- giochi (spazi liberi di oscillazione o movimento);
- rinforzi di ondeggiamento (controventature).

Anche gli altri componenti del sistema, quali apparecchiature e macchinari, devono essere considerati nella progettazione.

In tutti i casi per i vari componenti è importante valutare:

- gli ancoraggi
- le connessioni
- le interferenze

#### Giunzioni (manicotti)

I manicotti costituiscono un potenziale punto di vulnerabilità del sistema in quanto possono danneggiarsi a causa di movimenti differenziali tra le parti giuntate. Tenuto conto che molte strutture in c.a. o acciaio hanno un comportamento sismico del tipo *shear type*, uno dei criteri di progettazione generalmente adottati è quello di prevedere giunti rigidi nelle tubazioni orizzontali in modo che le tratte a ridosso del soffitto o a pavimento si spostino solidalmente con gli orizzontamenti cui sono ancorate. L'adozione di manicotti flessibili è, invece, prevista in tutti i punti di possibile cerniera e, in particolare, alle estremità delle singole tratte verticali d'interpiano e in corrispondenza di giunzioni tra parti che possono essere soggette a moti relativi (giunti di separazione). Per evitare danni alle giunzioni in prossimità dei manicotti, soprattutto se flessibili, è necessario prevedere un sostegno laterale di controvento.

#### Giunti di separazione

Le norme sismiche richiedono l'introduzione di giunti sismici strutturali in corrispondenza dei quali la costruzione è separata in modo tale che le parti si muovano indipendentemente una dall'altra. Vi sono anche giunti di separazione finalizzati a consentire le dilatazioni termiche che però, pur permettendo alla costruzione di muoversi, non consentono un movimento così ampio come quello della separazione sismica. Nonostante ciò, anche i giunti di dilatazione devono essere considerati come giunti di separazione.

In corrispondenza dei giunti di separazione è necessario montare manicotti flessibili su qualsiasi tipo di tubazione che li attraversi. Qualora la configurazione adottata per gli impianti sia del tipo a maglia o a rastrelliera, il numero di passaggi attraverso i giunti di separazione potrebbe essere significativamente elevato. Se generalmente il sistema a maglia è considerato come quello più conveniente, in zona sismica, tenuto conto della necessità di inserire i dispositivi sui giunti sismici, distribuzioni radiali centro-alimentate o ad albero risultano più convenienti perché consentono di ridurre il numero di attraversamenti dei giunti di separazione, limitandoli alle sole condutture principali di alimentazione.

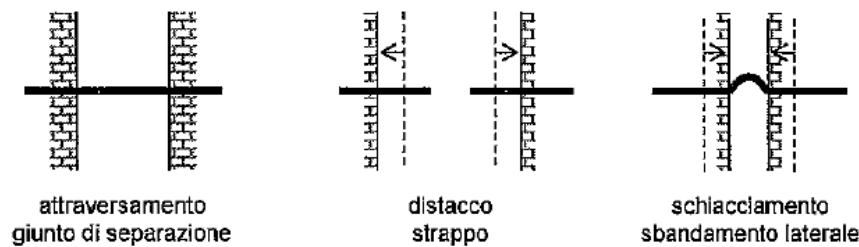


Figura B.3 - Potenziali criticità per condotti e tubazioni in corrispondenza dell'attraversamento di giunti di separazione

#### Gioco (spazio libero per il movimento)

Un ulteriore elemento della progettazione sismica è il dimensionamento degli spazi liberi di movimento (giochi). Tali spazi devono consentire alle condutture che penetrano e attraversano completamente pavimenti/soffitti in muratura e/o calcestruzzo di muoversi di moto relativo rispetto all'elemento attraversato senza danneggiarsi. Si tratta di fornire uno specifico spazio anulare nominale intorno al tubo che penetra nei paramenti murari. È, ad esempio, richiesto uno spazio anulare di 1 pollice per tubi di 1-3 pollici, uno spazio da 2 pollici intorno a tubi di 4 pollici o più grandi. Perforare un muro con un foro di 10 pollici di diametro per consentire il gioco di un tubo da 6 pollici può essere difficoltoso: è possibile ovviare a tale problema se si ricorre a manicotti flessibili in prossimità di entrambe le facce del paramento attraversato. Non è invece necessario prevedere giochi laddove si attraversino muri in cartongesso senza funzione di separazione antincendio.

Anche con riferimento a questo elemento di progettazione è quindi preferibile studiare un sistema di distribuzione che minimizzi il numero di attraversamenti.

#### Dispositivi di vincolo a sospensione

I sostegni e le staffature delle tubazioni hanno funzione di fissaggio alla struttura dell'edificio in modo che qualsiasi movimento sia solidale con quello della struttura. Il loro posizionamento e dimensionamento deve essere finalizzato in particolare ad evitare flessioni e oscillazioni eccessive in caso di terremoto. Un modo efficace per limitare il danneggiamento degli impianti è garantirne una adeguata rigidità e prevedere saldi punti di ancoraggio alla struttura.

Per ridurre i danni sismici alle condotte è necessario combinare in modo adeguato i seguenti tre elementi:

- il collegamento delle condotte alla staffa, per trasmettere a quest'ultima le forze d'inerzia indotte dal sisma sulla tubazione;
- la tipologia degli elementi di sostegno, che devono essere in grado di sopportare le forze e trasmetterle alla struttura;
- l'ancoraggio della staffa alla struttura, che costituisce solitamente l'elemento più critico e vulnerabile dell'intero sistema di staffaggio.

Possono essere utilizzati quattro tipi di sostegni:

1. verticale
2. laterale
3. longitudinale
4. a 4 vie.

I sostegni verticali, oltre a sostenere il peso della tubazione, devono impedire l'oscillazione della condotta nel piano verticale e quindi lavorano sia a trazione che a compressione. Nel caso in cui il collegamento sia effettuato con un cavo d'acciaio, su questo deve essere montato un apposito elemento di irrigidimento che gli conferisca la richiesta resistenza a compressione.

I sostegni laterali hanno la funzione di controvento rispetto alle oscillazioni laterali.

I dispositivi longitudinali evitano lo scorrimento relativo longitudinale, mentre i sistemi a quattro vie impediscono, in un piano, gli spostamenti relativi in ogni direzione.

In particolare, per gli impianti sprinkler, le norme NFPA 13 prescrivono che i sostegni laterali siano posti ad un interasse non superiore ai 3.7 m (12 ft). Deve inoltre essere installato un sostegno entro 1,8 m (6 ft) da ogni terminazione della condotta. Nell'ultimo tratto di una condotta, all'estremità di una condotta di alimentazione o in corrispondenza di una T o di una croce deve essere installato un sostegno laterale.

In sostanza, per limitare le oscillazioni libere, le staffe devono essere pensate come dei rompi tratta. Punti di vincolo verticale e laterale devono essere previsti in prossimità di ogni estremità delle condutture e in corrispondenza di cambi di direzione o di diramazioni. Per evitare movimenti relativi di tipo longitudinale e garantire il moto solidale con l'elemento su cui la tubazione è ancorata, è necessario installare un sostegno longitudinale in corrispondenza della metà della distanza tra i sostegni. Per le tubazioni verticali è invece necessario installare un dispositivo a 4 vie al fine di limitare qualsiasi movimento relativo del tubo rispetto al componente strutturale cui è ancorato.

La disposizione dei rinforzi deve essere fatta tenendo in considerazione sia gli aspetti di dimensionamento legati al carico sismico di progetto, sia della effettiva disponibilità dello spazio necessario per installare il sostegno. Per esempio, nelle zone del soffitto con una concentrazione di canalizzazioni sopra le condutture, sarà molto difficile ricorrere a semplici staffature; molto probabilmente sarà necessario installare sistemi di ancoraggio con elementi strutturali progettati ad hoc.

### Ancoraggi

Con riferimento agli ancoraggi va evidenziata l'importanza, non soltanto del dimensionamento delle parti meccaniche di fissaggio - come piedi di appoggio, staffe di ancoraggio, tiranti e bulloni - ma anche la verifica del perfetto collegamento dei bulloni di fondazione alla struttura principale e l'effettiva possibilità di trasferimento del carico sismico senza che si determini il collasso del basamento. L'ancoraggio ideale consisterà nell'inserimento dei bulloni nel getto del solaio.

Nel caso più frequente di costruzione di un basamento in calcestruzzo al di sopra di un solaio, finalizzato anche alla migliore distribuzione del carico, si dovrà procedere con il collegamento solidale fra la nuova soletta e il solaio utilizzando ferri piegati di ripresa già predisposti in occasione del getto del solaio o inseriti successivamente con ancoraggio chimico o utilizzando tasselli ad espansione collegati all'armatura della soletta. Anche gli ancoraggi ad altre parti della struttura devono consentire il trasferimento delle forze sismiche. Benché da un punto di vista sismico gli ancoraggi più efficaci siano quelli inglobati nel getto strutturale, le minime tolleranze di montaggio e l'impossibilità di riposizionamento portano, sul piano pratico, a preferire gli ancoraggi posti in opera a struttura ultimata. Tra questi, quelli maggiormente usati sono gli ancoraggi adesivi a base di resine epossidiche e gli inserti post-inseriti.

La progettazione sismica degli ancoraggi, in definitiva, deve accertare che si attui un percorso completo di trasmissione delle forze sismiche dal componente alla struttura che lo sostiene attraverso opportuni ancoraggi e controventi.

Nel caso di carichi vibranti, isolati dalla struttura per evitare la trasmissione di vibrazioni, gli ammortizzatori delle vibrazioni, solitamente costituiti da molle, spessori di neoprene o altri materiali non trasmettenti, devono essere dimensionati in modo tale da resistere alle forze orizzontali oppure essere montati in modo combinato con dispositivi di arresto laterale (snubber).

Carenze di ancoraggio di apparecchiature impiantistiche a combustione possono portare al mancato funzionamento o al rilascio in ambiente di sostanze pericolose (fumi di combustione).

**Tabella B1. Elementi dei rinforzi contro l'ondeggiamento**

<b>Collegamento delle tubazioni alla staffa</b>	I tipi più comuni sono i collari, i sostegni ad U e le mensole in profilato di acciaio per i fasci tuberi. Nei collari ad U è importante l'inserimento di una sella di rinforzo per evitare che il ferro ad U si pieghi sotto l'azione della forza sismica. Esistono anche elementi a cerniera perforati per il collegamento a staffe rigide o dotati di punti di attacco per cavi.	
<b>Elementi di sostegno</b>	Cavi acciaio	I cavi consentono una maggiore adattabilità e flessibilità di installazione in loco; tuttavia, non resistendo a compressione, è richiesto, per ogni staffaggio, un numero doppio di collegamenti alla struttura. I cavi consentono di apportare variazioni in lunghezza e regolazioni della tensione dei collegamenti terminali.
	Angolari acciaio	Gli staffaggi rigidi richiedono un numero minore di collegamenti ma una maggiore precisione nella posizione e allineamento dei fori dei bulloni.
	Il metodo di ancoraggio deve essere il medesimo lungo l'intero percorso delle condotte in una direzione.	
<b>Ancoraggio alla struttura</b>	Nel cemento armato i tipi di ancoraggio più comuni sono gli angolari fissati alla struttura con tasselli ad espansione. Il numero di tasselli richiesti è in funzione delle forze previste. Il tassello viene dimensionato per resistere alle forze di taglio e tensione con adeguati fattori di sicurezza. I collegamenti ad elementi strutturali in ferro possono essere realizzati mediante bulloni, morsetti o passanti saldati.	

### Connessioni

Nella progettazione delle connessioni devono essere considerate le deformazioni causate dal movimento relativo tra componenti tra loro connessi.

Nel caso in cui i componenti colleghino diversi livelli, si deve tener conto delle deformazioni generate dagli spostamenti differenziali.

Le selle di supporto, i telai o le piattaforme di appoggio devono essere dimensionati in modo tale che gli spostamenti relativi non rechino danno ai componenti e non danneggino le connessioni di cavi elettrici, di adduzione dei fluidi o di evacuazione degli esausti.

### Interferenze

I controventi e gli ancoraggi non devono interferire con gli altri fenomeni caratteristici prevedibili che coinvolgono la struttura impiantistica né con i requisiti di funzionamento del componente interessato, quali le dilatazioni termiche, l'escursione delle pressioni in gioco, l'isolamento elettrico, il collegamento equipotenziale o l'accesso alla manutenzione o alla sostituzione dei componenti.

Riferimenti progettuali specifici dei dispositivi di vincolo sono contenuti nel manuale SMACNA (1991), nelle norme FEMA 412, 413 e 414, nelle norme NFPA 13 e nelle Raccomandazioni ATC-51-2 (2003) e del Ministero della Salute (2002) e nell' ASHRAE Handbook (2007).

## **B.2 Criteri di dimensionamento dei dispositivi di vincolo**

L'interasse massimo per controventi di sistemi distribuiti, quali tubature e condotti, dipende da molteplici fattori, quali la possibilità del tubo o del condotto per cavi elettrici di correre diritto tra i controventi e la capacità dei controventi di resistere alle forze applicate.

Ciascuna tratta rettilinea deve essere, come minimo, controventata in direzione trasversale (perpendicolare alla direzione del tubo o del condotto) a ciascuna estremità. Devono essere inoltre aggiunti ulteriori controventi in modo da rispettare i valori massimi di spaziatura indicati in tabella B2.

**Tabella B2. Distanza tra le controventature (valori consigliati se non diversamente determinati)**

Diametro nominale	Distanza massima fra le controventature		
	trasversali		longitudinali
	per tubazioni in acciaio (m)	per tubazioni in rame (m)	qualsiasi materiale (m)
DN 20	-	4.3	12
DN 25	8.5	4.3	
DN 32	9.0	4.5	
DN 40	9.3	4.7	
DN 50	10.8	5.4	
DN 65	12.0	6.0	
DN 80	12.9	6.5	
DN 100	14.7	7.4	
DN 125	15.3		
DN 150	16.8		
DN 200	20.4		
DN 300	22.0		

I controventi sismici sono costituiti da elementi rigidi che possono assorbire carichi in trazione e in compressione oppure da cavi in grado di assorbire carichi solo in trazione. Entrambi i metodi di controventamento richiedono una barra verticale di ancoraggio posizionata entro 10 cm dall'attacco dei controventi al componente meccanico o elettrico. La barra verticale può, talvolta, richiedere un irrigidimento o un ancoraggio addizionale alla struttura.

**Tabella B3. Criteri di dimensionamento dispositivi di vincolo**

<b>Criteri generali di dimensionamento dei dispositivi di vincolo</b>	
a.	Ciascuna tratta lineare deve essere controventata in direzione longitudinale (parallela alla direzione del tubo o del condotto) mediante almeno un controvento.
b.	Ciascuna tratta di tubo, condotto elettrico o di fluidi con due o più supporti necessita di: <ul style="list-style-type: none"> <li>- almeno due controventi trasversali (perpendicolari alla direzione del tubo o del condotto). Un controvento longitudinale dalla parte opposta di un gomito o di un giunto a T può servire come controvento trasversale;</li> <li>- almeno un controvento longitudinale (parallelo alla direzione del tubo o del condotto). Un controvento trasversale dalla parte opposta di un gomito o di un giunto a T può servire come controvento longitudinale.</li> </ul>
c.	È opportuno che i controventi trasversali e longitudinali vengano installati ad un angolo di 45 gradi dall'orizzontale, ossia rapporto base altezza B:H pari 1:1. Se si vuole ancorare i controventi con un angolo pari a un rapporto 1,5:1 o 2:1, lo spazio tra controventi consecutivi oppure il peso massimo del tubo per metro lineare deve essere ridotto. Evitare, per quanto possibile, installazioni con angolo maggiore di 2:1.
d.	Non usare mai, nella stessa parte dritta di tubo o condotto elettrico, controventi di tipo rigido e cavi agenti nella stessa direzione.
e.	Non controventare mai un sistema meccanico o elettrico a due parti differenti della struttura che possono rispondere in modo diverso durante il sisma. Ad esempio, si deve evitare di connettere un controvento trasversale a un muro e un controvento longitudinale al pavimento o al soffitto se entrambi i controventi sono connessi allo stesso punto del sistema meccanico o elettrico.
f.	Ogni sistema che attraversa un giunto di separazione o un giunto sismico deve essere progettato per assorbire uno spostamento differenziale pari allo spostamento relativo fra i due punti.
g.	Sistemi soggetti a deformazioni termiche significative devono essere progettati caso per caso in modo da resistere a carichi sismici ed evitare coazioni termiche. Solitamente ogni parte dritta di tubo deve essere controventata longitudinalmente in un punto soltanto.

**AVVERTENZA.** Le note sopra riportate sono solo quelle più importanti che riguardano la controventatura di tubature o condotti. I costruttori offrono molte altre prescrizioni e predimensionamenti applicabili al controventamento di tubature e condotti. Va osservato però che, nella maggior parte dei casi, i predimensionamenti sono calcolati con riferimento a norme tecniche estere e quindi riferiti ad accelerazioni al suolo diverse da quelle previste dalla normativa nazionale. Si consiglia quindi di utilizzare le forze inerziali previste dalle NTC2008 e di procedere con il dimensionamento attraverso l'impiego diretto dei metodi della scienza e tecnica delle costruzioni. I criteri sopra forniti costituiscono, ad ogni modo, un utile riferimento.

## RIFERIMENTI

- [1] AICARR 2010 - Impiantistica antisismica. La protezione antisismica degli impianti. Requisiti, regole tecniche, esperienze. Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria, Riscaldamento e Refrigerazione. Milano.
- [2] ASHRAE 1999 - "A Practical Guide to Seismic Restraint" - RP812 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Atlanta
- [3] ATC 51-2, 2003 - "Raccomandazioni congiunte Stati Uniti-Italia per il controventamento e l'ancoraggio dei componenti non strutturali negli ospedali italiani". Applied Technology Council California
- [4] Comitato tecnico italiano materiali antincendio. - "Norma sperimentale CTIMA n°12 - Idranti per estinzione incendi. Norme per l'installazione e condizioni di accettazione".
- [5] FEMA, 1997 - "FEMA 274 - NEHRP commentary on the guidelines for the seismic rehabilitation of buildings." Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- [6] FEMA, 2002 - "FEMA 412 - Installing Seismic Restraints for Mechanical Equipment". Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- [7] FEMA, 2004 - "FEMA 413 - Installing Seismic Restraints for Electrical Equipment". Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- [8] FEMA, 2004 - "FEMA 414 - Installing Seismic Restraints for Duct and Pipe". Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- [9] FEMA, 2005 - "FEMA 74-FM -Earthquake hazard mitigation for non structural elements - Field Manual" Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- [10] Ministero della Salute, 2002. Raccomandazioni per il miglioramento della sicurezza sismica e della funzionalità degli ospedali
- [11] NFPA, 2010 - "NFPA 13 - Standard for the Installation of Sprinkler Systems". National Fire Protection Association
- [12] UNI CIG 2009 - "Linea Guida per l'applicazione della normative sismica nazionale alle attività di progettazione, costruzione e verifica dei sistemi di trasporto e distribuzione per gas combustibili, ed. 27 febbraio 2009