

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

► White paper



La protezione sismica dei quadri elettrici

di Hartmut Paul

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



FRIEDHELM LOH GROUP

Indice

Indice	2
Introduzione	3
I quadri elettrici sono resistenti agli eventi sismici?	5
Intensità, magnitudine e zone sismiche	6
Danni sismici alle infrastrutture elettriche	9
Panoramica delle normative vigenti	10
Metodi di prova tipici	12
Armadio antisismico per quadro elettrico	14
Azioni concrete	16
Riepilogo	17
Fonti bibliografiche	17

Autore: Hartmut Paul

Hartmut Paul inizia a lavorare in Rittal nel 1998, e dopo un'esperienza maturata in vari ambiti, diventa l'attuale responsabile della divisione Sviluppo prototipi armadi di comando. Già durante il lavoro di tesi, dimostra un forte interesse per il tema delle sollecitazioni dinamiche degli armadi per quadri elettrici, in particolare per quanto riguarda la "protezione antisismica". Hartmut Paul è laureato in ingegneria meccanica presso la DHBW di Mannheim.

Introduzione

I disastri naturali rappresentano da sempre una minaccia per l'uomo e causano innumerevoli vittime e ingenti danni materiali. Al contrario degli eventi atmosferici estremi, quali mareggiate, inondazioni e ondate di calore, che possono essere previsti con relativa precisione, i terremoti sono ancora difficilmente prevedibili. Tra gli undici disastri naturali (**Tabella 1**) che hanno causato il maggior numero di morti nel periodo 1980-2013, sette sono riconducibili a terremoti [Mun14].

Tabella 1: Decessi da calamità naturali dal 1980 al 2013

Data	Evento	Magnitudo	Regione	Vittime
12.1.2010	terremoto	7.0	Haiti	222,570
26.12.2004	terremoto, tsunami	9.1	Sri Lanka, Indonesia, Thailand, India, Bangladesh, Myanmar, Maldive, Malaysia	220,000
2. - 5.5.2008	ciclone Nargis, inondazioni	-	Myanmar	140,000
29. - 30.4.1991	ciclone tropicale, inondazione	-	Bangladesh	139,000
8.10.2005	terremoto	7.8	Pakistan, India, Afghanistan	88,000
12.5.2008	terremoto	5.8	China	84,000
July/August 2003	ondata di calore	-	Europa	70,000
July - Sept. 2010	Ondata di calore	-	Russia	56,000
20.6.1990	terremoto	7.4	Iran	40,000
26.12.2003	terremoto	6.6	Iran	26,200
11.03.2011	maremoto	9.0	Giappone	18,537

I terremoti si verificano a seguito di processi che hanno luogo sotto la superficie terrestre. La crosta terrestre solida, costituita dalle cosiddette placche, si muove sopra il suo nucleo fluido - un processo dovuto al movimento del magma e noto come "tettonica delle placche". Queste placche si avvicinano, si allontanano o scorrono l'una accanto all'altra. Quando due placche collidono tra loro si genera una pressione immensa. È il rilascio improvviso di questa energia che provoca un terremoto, il quale a sua volta causa danni tanto più gravi e su larga scala quanto più alta è l'intensità delle forze coinvolte.

I terremoti solitamente provocano danni strutturali agli edifici e alle infrastrutture di trasporto, spesso indirettamente causati da eventi secondari, quali frane e tsunami. Tuttavia, ingenti danni possono verificarsi anche alle installazioni poste all'interno degli edifici. In funzione della gravità del sisma e della popolazione coinvolta, questi danni possono essere di entità paragonabile a quelli subiti dagli edifici e dalle infrastrutture di trasporto. Inoltre, i danni alle infrastrutture tecniche installate all'interno degli edifici sono spesso causa di interruzioni nella fornitura di energia elettrica, gas, acqua potabile, ecc. e possono rallentare pesantemente le operazioni di soccorso proprio nel momento in cui è importante assicurare il soccorso immediato alla popolazione colpita.

Per evitare i danni sopra descritti, gli edifici, le infrastrutture di trasporto e le infrastrutture tecniche presenti nelle zone a rischio sismico dovrebbero essere progettati, per quanto possibile, con criteri antisismici. Tuttavia, le misure appropriate da prendere dipendono in modo significativo non solo dall'area in questione (presenza di edifici, infrastrutture tecniche) ma anche dal rischio sismico, cioè dalla probabilità che avvenga un terremoto in quell'area. In altre parole, una zona particolarmente sismica richiederà misure più incisive. Il presente white paper fornisce una descrizione generale di cosa si intende per "protezione antisismica" con specifico riferimento alle infrastrutture elettriche.

I quadri elettrici sono antisismici?

Quando si tratta di sicurezza antisismica tutti pensiamo alla sicurezza degli edifici. Questo è comprensibile, poiché il maggior numero di vittime e di danni materiali sono riconducibili agli effetti del terremoto sugli edifici. Tuttavia, anche le infrastrutture tecniche come quadri elettrici e data center richiedono una protezione efficace contro i terremoti. Ciò vale non solo per i sistemi critici sotto il profilo della sicurezza, quali centrali elettriche o impianti chimici, ma è importante per tutti i sistemi dai quali dipende la fornitura di servizi generali.

Cosa fare?

I costruttori di quadri che si confrontano con il problema della sicurezza sismica si trovano ad affrontare tematiche che esulano dall'ambito normale delle loro attività. Che cosa fare, ad esempio, se un cliente richiede un armadio di comando antisismico? Proprio per dare una risposta a questa e ad altre domande simili la presente guida fornisce indicazioni utili ai costruttori di quadri per farsi un'idea al riguardo.

Cosa prendere in considerazione?

Che cosa si deve considerare quando si costruiscono quadri elettrici in zone a potenziale rischio sismico? Questa è la domanda centrale. Per illustrare il problema in modo chiaro, la parte iniziale del presente documento spiega alcuni principi fondamentali sui terremoti, come si misura la loro intensità e quali sono le scale di misura adottate. La sezione successiva esamina l'impatto che un terremoto può avere sui quadri elettrici e quali sono i danni conseguenti.

Quali norme sono applicabili?

Esiste una serie di norme e regolamenti in materia antisismica. Come già accennato in precedenza, è la sicurezza degli edifici ad essere messa in primo piano. In alcuni casi le norme adottano approcci molto diversi in funzione della disciplina interessata: ingegneria civile, ingegneria elettrica o information technology. Il presente documento fornisce una panoramica sulle diverse norme che riguardano le infrastrutture elettriche.

Intensità, magnitudo e zone sismiche

In termini fisici il terremoto è un'onda d'urto che si propaga dall'epicentro del terremoto. Essa fa vibrare la crosta terrestre con uno spettro di frequenze complesso, sia orizzontalmente, sia verticalmente. Questo fenomeno può essere descritto in termini di ampiezze e frequenze delle oscillazioni che interessano la superficie terrestre. Poiché l'energia rilasciata dal terremoto non può essere misurata direttamente, sono utilizzabili diverse scale per descrivere la forza di un terremoto, distinte tra scale di intensità e scale di magnitudo.

Scale d'intensità soggettiva

Le scale di intensità si basano sugli effetti macroscopici di un terremoto - ad esempio, la gravità dei danni subiti dagli edifici e l'impressione soggettiva delle persone che hanno avvertito il terremoto. Una scala utilizzata di frequente per indicare l'intensità di un terremoto è la scala Mercalli, sviluppata nel 1902 e tutt'oggi in uso (**Tabella 2**). Le scale di intensità possono essere utilizzate limitatamente a zone scarsamente popolate dove vi siano pochi edifici che potrebbero subire danni e non molte persone che potrebbero riportare la loro esperienza.

Tabella 2: confronto tra la scala Mercalli e la scala giapponese JMA (JMA Seismic Intensity)

JMA		Mercalli			
Level	Soil Acceleration			Description	Level
	gal	gal	g (9.81 m/s ²)		
0	< 0.8				
1	0.8-2.5	< 1.0	< 0.001 g	impercettibile	I
2	2.5-8.0	1.0-2.1	0.001-0.002 g	molto leggera	II
3	8.0-25	2.1-5.0	0.002-0.005 g	debole	III
4	25-80	5.0-10	0.005-0.01 g	moderata	IV
5	80-250	10-21	0.01-0.02 g	piuttosto forte	V
6	250-400	21-44	0.02-0.05 g	forte	VI
7	> 400	44-94	0.05-0.1 g	molto forte	VII
		94-202	0.1-0.2 g	distruttiva	VIII
		202-432	0.2-0.5 g	rovinosa	IX
		over 432	0.5-1 g	completam. distruttiva	X
			1-2 g	catastrofica	XI
			> 2 g	apocalittica	XII

Note: L'intensità sismica non è determinata esclusivamente sulla base dell'accelerazione del suolo. La Tabella è pertanto puramente indicativa.

La metrologia applicata ai terremoti

Le scale di magnitudo si basano su misurazioni effettuate da sismometri che registrano le vibrazioni locali della superficie terrestre sotto forma di velocità, accelerazioni e spostamenti. Calcoli eseguiti partendo da tali misure consentono di stimare la forza di un terremoto.

La scala di magnitudo più nota è la scala Richter, sviluppata nel 1930 e ancora oggi molto diffusa. L'intensità del sisma secondo la scala Richter è calcolata utilizzando misurazioni effettuate da un particolare tipo di sismometro posto vicino all'epicentro del sisma (a una distanza di 100 km): per questo è spesso chiamata 'scala di magnitudo locale'. Per il particolare tipo di sismometro utilizzato dal suo inventore Charles F. Richter, la scala Richter raggiunge un valore massimo di 6.5 e sarebbe applicabile solo allo stato della California. Valori di magnitudo superiori, che in media spesso citano come misurati su una scala Richter estesa, sono in realtà i valori della scala di magnitudo del momento sismico, derivata in tempi recenti dalla scala Richter. Il più forte terremoto finora registrato è stato quello di Valdivia, Cile nel 1960, con una magnitudo di 9,5. Per confronto, il terremoto che in Giappone ha causato il disastro nucleare di Fukushima nel 2011, ha avuto una magnitudo di 9,0.

La probabilità di un terremoto è importante per la valutazione del rischio

Oltre alla classificazione dei terremoti in base alla loro forza, vale a dire la loro magnitudo o intensità, un altro aspetto importante è quale sia la probabilità che si possa verificare un terremoto di una certa intensità. Le zone a rischio sismico sono definite proprio al fine di rendere possibile una ragionevole valutazione del rischio in funzione di questa probabilità. Negli Stati Uniti vi sono ad esempio cinque zone sismiche: la Zona 0 indica che in essa i terremoti di forte intensità sono praticamente inesistenti, mentre nella zona 4 i terremoti di magnitudo elevata sono relativamente probabili. Alcune aree dello stato della California sono esempi tipici di zona sismica 4. I requisiti di sicurezza sismica per l'IT, le Telecomunicazioni, e le installazioni delle infrastrutture elettriche fanno spesso riferimento a queste zone sismiche.

Tuttavia, la suddivisione in zone varia da paese a paese. Nella maggior parte dei paesi europei (tra cui l'Italia) le zone vanno da 1 a 4; in alcuni casi però la classificazione può arrivare a comprendere fino a cinque zone. La mancanza di uniformità tra le norme nazionali che definiscono le zone (Tabella 3) è un ulteriore motivo di complicazione. Un confronto tra le norme nazionali non è quindi facile da fare sulla base dei valori di classificazione nominali. E questo nonostante la classificazione in zone sismiche sia di grande importanza quando si tratta di fornire sistemi antisismici, poiché adeguate misure di protezione e i relativi costi aggiuntivi si rendono necessari solo nelle aree ad alto rischio sismico.

Tabella 3: L'accelerazione del suolo in Europa e negli Stati Uniti

Paese	AT	GER	CH	FR	IT	GR	USA
Standard	ÖN 1998-1	DIN EN 1998-1	SIA 261	NF EN 1998-1	OPCM 28	Gna 1998-1	1997 UBC
Zona 0	$a < 0,035g$	0,0g					0,0g
Zona 1	$0,035g < a < 0,05g$	0,04g	0,06g	$a < 0,07g$	$a < 0,05g$	$a < 0,16g$	0,075g
Zona 2	$0,05g < a < 0,075g$	0,06g	0,1g	$0,07g < a < 0,11g$	$0,05g < a < 0,15g$	$0,16g < a < 0,24g$	0,15g
Zona 3	$0,075g < a < 0,1g$	0,08g	0,13g	$0,11g < a < 0,16g$	$0,15g < a < 0,25g$	$0,24g < a < 0,36g$	0,3g
Zona 4	$0,1g < a$		0,16g	$0,16g < a < 0,3g$	$0,25g < a < 0,3g$		0,4g

I danni sismici alle infrastrutture elettriche

Al fine di valutare l'importanza della protezione antisismica per le installazioni elettriche, si deve prima definire l'entità dei danni che potrebbero verificarsi per effetto di un terremoto, compresi gli eventuali danni indiretti che potrebbero insorgere per un guasto al sistema elettrico. Certamente i danni agli edifici sono sempre al centro dell'attenzione dopo un terremoto. Tuttavia, a seconda della tipologia dell'edificio colpito, il valore dei sistemi installati al suo interno può superare quello degli elementi strutturali dell'edificio stesso. Ha senso quindi guardare oltre alla resistenza sismica del solo edificio, considerando attentamente anche i potenziali requisiti dei suoi sistemi in caso di terremoto.

Malfunzionamenti o danni strutturali

E' particolarmente importante garantire che le installazioni delle infrastrutture critiche sotto il profilo della sicurezza, come ad esempio quelle degli impianti nucleari, restino operative anche dopo terremoti di magnitudo elevata. Ciò richiede di considerare una gamma molto ampia di misure che esulano dallo scopo di questo documento. D'altra parte, un elevato livello di disponibilità dei sistemi e una robusta protezione contro i terremoti sono importanti anche per le telecomunicazioni e l'IT. Allo stesso tempo è importante che gli impianti rimangano operativi per un dato tempo o possano ritornare in servizio rapidamente a terremoto avvenuto.

La frequenza delle vibrazioni che si manifestano durante un terremoto è generalmente compresa tra 0,3 Hz e 50 Hz. Le sollecitazioni che queste vibrazioni esercitano su un quadro elettrico possono causare sia malfunzionamenti sia danni strutturali all'intero sistema. I malfunzionamenti possono essere risolti in tempi relativamente brevi, ad esempio facendo sì che il sistema di manovra possa essere rimesso in servizio rapidamente dopo un terremoto. Questi potrebbero includere tipicamente l'allentamento di un contatto o un cortocircuito e il funzionamento dell'impianto viene interrotto dai dispositivi di protezione dell'impianto stesso.

Danni più distruttivi potrebbero essere dovuti al distacco di componenti dalla guida di supporto o dalla piastra di montaggio dell'armadio. In genere, un danno grave al sistema di comando provoca anche un'interruzione prolungata della fornitura di energia, come potrebbe accadere in caso di disancoraggio o addirittura ribaltamento di un armadio.

Nella categoria dei danni gravi rientrano anche eventuali danni strutturali all'armadio/contenitore. Gli armadi di fatto svolgono un ruolo di protezione primaria, perché se essi non sono in grado di resistere all'evento sismico l'intero sistema è destinato inevitabilmente a guastarsi. Questa vulnerabilità fa sì che la protezione antisismica degli armadi sia considerata un fattore chiave da tutte le normative in materia. Tuttavia l'armadio non può mai essere considerato da solo ma è necessario che anche l'edificio in cui è posizionato l'armadio e tutti i componenti installati nell'armadio soddisfino stringenti requisiti. Un armadio idoneo, di per sé, non è sufficiente a garantire che il sistema rimanga operativo dopo o addirittura durante un sisma. È necessario che anche i componenti in esso installati soddisfino i requisiti normativi e che il funzionamento dell'intero sistema sia valutato tramite test effettuati nelle reali condizioni di esercizio.

Panoramica sulla normativa vigente

La protezione sismica è importante sotto diversi punti di vista e per questo, a seconda della disciplina tecnica interessata, si applicano normative diverse. Queste possono essere approssimativamente suddivise nelle seguenti categorie: Ingegneria civile, Informatica e Telecomunicazioni e Ingegneria elettrica.

Le norme in vigore differiscono anche per diverse aree geografiche. Le norme nel campo delle costruzioni giocano un ruolo secondario nella realizzazione di quadri elettrici antisismici e pertanto non saranno descritte in dettaglio nel presente documento. Tuttavia, i sistemi elettrici sono nella maggior parte dei casi installati all'interno di edifici e quindi queste normative mantengono comunque una certa rilevanza per i costruttori dei quadri, soprattutto per quanto riguarda il montaggio a pavimento dei contenitori/armadi. Per provare l'idoneità di un montaggio a pavimento è necessaria una conoscenza strutturale del sito di installazione ed è quindi necessaria la perizia di un geometra. Alcune delle norme in materia di ingegneria elettrica, informatica e telecomunicazioni originano spesso da una norma sugli edifici ma si trasformano poi in requisiti specifici per l'apparecchiatura in questione. Ad esempio, gli edifici possono amplificare l'effetto di un terremoto, aumentando le ampiezze di vibrazione e le accelerazioni alle quali è sottoposto un sistema elettrico.

Normative rilevanti per le apparecchiature

Tre serie di norme specifiche sono particolarmente rilevanti per i quadri elettrici e altre infrastrutture nel campo dell'ingegneria elettrica e delle tecnologie informatiche: DIN EN / IEC 60068-3-3 [*metodi di prova sismica per apparecchiature*], IEEE 693 e Telcordia GR-63-CORE. Altre norme, ad esempio per il settore delle costruzioni, sono generalmente non rilevanti per la realizzazione dei quadri elettrici. Si assume che gli ingegneri strutturali rispettino tali norme. Al costruttore di quadri interessa il collegamento tra la costruzione edile e il contenitore/armadio. Ciò significa che nelle norme specifiche saranno presenti rimandi alle rispettive norme sugli edifici.

EN/IEC 60068-3-3

La IEC 60068-3-3, che in Italia e in Europa ha la stessa validità della DIN EN 60068-3-3 [Beu93], è principalmente una guida sui metodi di prova sismica per le apparecchiature elettriche. La norma distingue tra una classe sismica generale e una classe sismica specifica. La classe sismica specifica deve essere utilizzata qualora si conosca il movimento che il sisma produce in base alla situazione geografica locale o all'edificio in cui l'apparecchiatura deve essere installata.

IEEE 693

La norma 693 [IEE05] emessa dall'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) specifica i requisiti relativi alla sicurezza sismica dei quadri. Essa definisce i metodi di prova per i quadri completi e per i singoli componenti, quali gli interruttori di protezione. Oltre ai metodi di prova per la sicurezza sismica dei quadri, la norma contiene anche le linee guida di progettazione dei quadri antisismici in relazione agli edifici, alle fondazioni e al fissaggio a pavimento degli armadi elettrici. Nel documento pertanto si fa riferimento a norme specifiche del settore delle costruzioni.

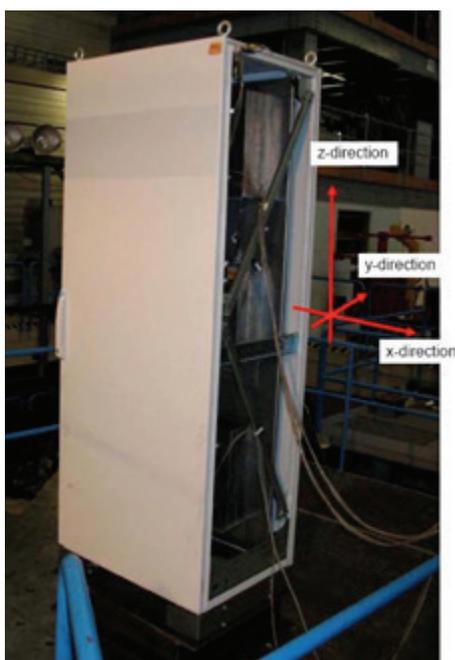
Telcordia GR-63-CORE

Anche se i requisiti stabiliti dalla GR-63-CORE [Tel02], originariamente sviluppati da Bellcore (ora Telcordia) per le telecomunicazioni, non costituiscono una norma in senso stretto, essi sono comunque molto utilizzati nei capitolati soprattutto negli Stati Uniti. La premessa di base è che i sistemi, come ad esempio i data center, devono offrire un alto livello di resilienza strutturale a vari fattori di influenza, quali umidità, fuoco, inquinanti e terremoti. Il documento si riferisce alla classificazione in zone valida negli Stati Uniti (zone da 0 a 4) , in cui la Zona 0 rappresenta un rischio sismico molto basso, mentre la Zona 4 un rischio alto (vedi Tabella 3). Per garantire una elevata disponibilità del sistema, i requisiti in Zona 4 sono corrispondentemente superiori a quelli nella Zona 0. Questi requisiti sono molto elevati e si possono ritrovare in altre norme (ad esempio IEC 60068-3-3, DIN EN 61.587-5 (RRS - Spettro di risposta previsto per accelerazione monoassiale) ETSI EN 300019-1-3).

Metodi di prova tipici

Vi sono fondamentalmente due possibilità per progettare sistemi in zone a rischio sismico. La prima è provare il quadro completo nella configurazione desiderata - inclusi tutti i componenti installati nell'armadio - in un laboratorio qualificato. Questa opzione è costosa e impegnativa in termini di tempo e, secondo l'esperienza di Rittal, è necessaria solo per un numero limitato di utenti. Nella seconda opzione il costruttore del quadro utilizza componenti (inclusi gli armadi) per i quali sia già stata provata l'idoneità all'utilizzo in zone a rischio sismico. A tale scopo Rittal ha provato alcuni esemplari dei suoi armadi del tipo TS 8 in laboratori accreditati. Gli armadi sono stati testati in conformità con uno specifico metodo di prova atto a stabilire una idoneità generale per l'utilizzo dell'armadio in zone

Fig. 1: Prova su tavola vibrante.



sismiche. Nei seguenti capitoli sarà descritta in dettaglio una tipica procedura di prova di idoneità sismica per un quadro elettrico. La stragrande maggioranza degli utenti sceglie questa seconda modalità meno costosa.

Al fine di dimostrare la resistenza sismica dei contenitori/armadi, tutte le norme applicabili prescrivono prove su una tavola vibrante (fig. 1). L'obiettivo è simulare gli effetti di un terremoto - ossia vibrazioni e sollecitazioni impulsive - in laboratorio. Il campione è montato su una tavola vibrante, dove viene sottoposto ad un programma di test predefinito. Al termine della prova non si deve verificare alcun danno strutturale, cioè nessuna parte portante deve risultare danneggiata, piegata, rotta ecc. Inoltre, nessuna connessione importante deve essere allentata. Gli stessi criteri valgono in generale per porte, cerniere e serrature. Si eseguono anche prove funzionali per assicurare che il sistema sia ancora funzionante dopo la prova.

I diversi spettri di frequenza previsti dalle norme

I requisiti di prova variano a seconda della norma adottata, soprattutto per quanto riguarda l'esatto spettro di frequenze e le relative accelerazioni. Il metodo di prova specificato in Telcordia GR-63-CORE è descritto di seguito a titolo di esempio. L'armadio è montato su una tavola vibrante che consente la registrazione di accelerazioni e spostamenti nel suo centro e nella parte superiore. Durante il test, l'armadio deve essere caricato in modo tale da simulare un'installazione reale. I test sono quindi condotti eseguendo un programma specifico che impone il raggiungimento dei valori previsti di accelerazione nel campo di frequenze comprese tra 1 Hz e 50 Hz (il cosiddetto *Required Response Spectrum* (RRS) - Spettro di risposta richiesto). Lo spettro in ingresso, il cosiddetto *Transmitted Response Spectrum* (TRS - Spettro di risposta trasmesso) misurato sull'oggetto di prova è il dato chiave. Esso dipende dal modo in cui è stata predisposta la prova, oltre che dalla massa e

dalla geometria dell'oggetto. Gli spostamenti dell'oggetto di prova, misurati nel suo centro e nella sua parte superiore, non devono superare i 75 mm (3 pollici) in nessun momento della prova.

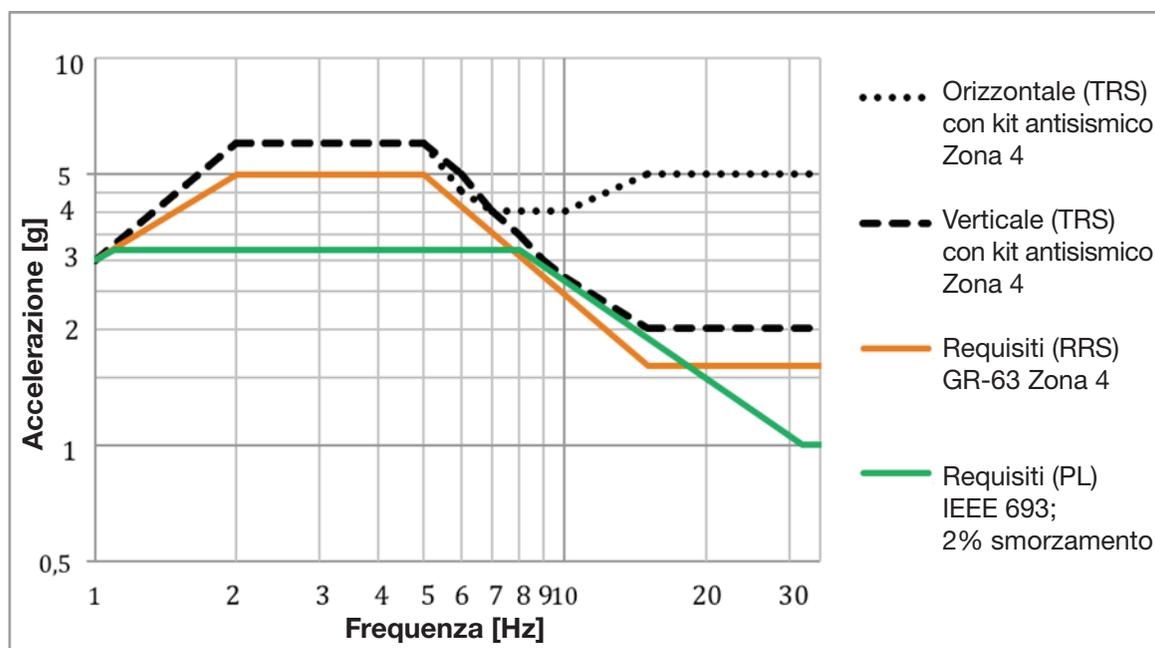
Le prove sulla tavola vibrante sopra descritte sono eseguite in tutte e tre le dimensioni. La RRS prescritta nel GR-63-CORE dura 31 secondi per ciascuna dimensione. I carichi esercitati sull'armadio durante queste prove corrispondono approssimativamente a quelle sperimentate durante un terremoto di intensità 8,3 sulla scala di magnitudo del momento sismico.

Spettri di prova molto simili

Al fine di confrontare i requisiti delle prove su tavola vibrante in tutte e tre le norme pertinenti, gli RRS richiesti possono essere tracciati su un diagramma accelerazione - frequenza (fig. 2). Ciò mostra come gli spettri considerati nelle singole norme siano abbastanza simili, ma abbiano valori di accelerazione diversi.

È anche evidente che la certificazione in Zona 4 secondo GR-63-CORE soddisfa quasi completamente i requisiti delle altre due norme.

Figura 2: Diagramma accelerazione-frequenza



Armadio di comando in versione antisismica

Un metodo per realizzare costruzioni meccaniche stabili in grado di resistere a scosse, già dimostratosi valido fin dai tempi antichi, è la costruzione a graticcio. Questo sistema utilizza travi legate insieme alle estremità a formare triangoli. Come risultato, le forze esercitate sulle travi sono quasi esclusivamente di compressione o di trazione, il che rende l'intera struttura estremamente robusta, oltre che leggera. Questo principio si è dimostrato un modo efficace per costruire case, ponti e altre strutture portanti. Oggi si cerca conferire agli edifici la massima rigidità possibile, ad esempio utilizzando strutture in calcestruzzo. Un diverso approccio, impiegato principalmente per i grattacieli, consiste nell'installazione di un pendolo come elemento attivo. I movimenti di un terremoto fanno oscillare il pendolo che assorbe quasi tutta l'energia in modo da non causare alcun danno alla struttura dell'edificio. Una terza possibilità è disaccoppiare l'oggetto da proteggere dal terremoto. A tale scopo, ad esempio, un edificio o una parte delle attrezzature sono poste su ammortizzatori che assorbono le scosse sismiche e schermano l'edificio da gran parte delle accelerazioni indotte dal terremoto. In questo caso tuttavia è necessario conoscere con precisione il peso da smorzare oltre a disporre di una sufficiente deformazione delle molle/smorzatori.

Kit antisismico – accessori aggiuntivi dell'armadio

Anche Rittal utilizza il principio del ghiaccio per rendere antisismico il suo armadio TS 8 (fig. 3). Questo armadio, introdotto sul mercato nel 1999, che ha raggiunto lo scorso anno il record di dieci milioni di esemplari prodotti, è utilizzato in tutto il mondo in una vasta gamma di settori.

L'armadio è robusto e allo stesso tempo estremamente flessibile, efficiente e di alta qualità. Con gli accessori optional antisismici che irrigidiscono il telaio dell'armadio TS 8, si raggiunge una piena compatibilità con i severi requisiti della Zona 4 secondo GR-63-CORE. Il kit antisismico è composto da supporti che vengono avvitati ai lati del telaio dell'armadio e gli conferiscono ulteriore rigidità. Lamiere forate agli angoli del telaio aumentano anch'esse la stabilità. Anche la piastra di montaggio è resa più rigida grazie a dei rinforzi ai montanti nel retro della piastra.

Figura 3: accessori per le versioni antisismiche del TS 8



È anche disponibile uno zoccolo ancora più stabile per ottenere un fissaggio antisismico al pavimento. Per dimostrare la conformità ai requisiti della Zona 4 secondo GR-63-CORE, l'armadio TS 8 standard è stato testato in tre dimensioni dall'istituto indipendente EQE International Ltd nel laboratorio dell'Università di Bristol e da IABG con sede ad Ottobrunn. La certificazione per la Zona 4 è stata ottenuta equipaggiando l'armadio con accessori antisismici specifici (comprensivi di kit antisismico, zoccolo e maniglia Comfort antisismici), e con carichi fino a 450 kg installati sulla sua piastra di montaggio.

In aggiunta, si è potuto certificare che il TS 8, senza alcun accessorio speciale e con carichi fino a 152 kg, soddisfa i requisiti della Zona 3 secondo GR-63-CORE.

Le prove sono state eseguite su armadi TS 8 con dimensioni 600 mm x 2.000 mm x 400 mm, 600 mm x 2.000 mm x 600 mm e 800 mm x 2.000 mm x 600 mm (LxAxP) (v. Tabella 4). La certificazione dell'armadio è formalmente valida solo per queste tre dimensioni e per i carichi effettivamente provati.

Tuttavia, poiché Rittal ha testato con successo diverse dimensioni di armadi differenti grazie a prove effettuate su varianti speciali per il cliente – si può assumere che il principio costruttivo utilizzato per la struttura del telaio sia in grado di soddisfare le caratteristiche antisismiche. È pertanto plausibile considerare altrettanto affidabili con riferimento ai requisiti antisismici anche armadi di altre dimensioni a patto di rispettare i seguenti criteri:

- La norma di riferimento del terremoto /lo spettro di frequenze sono comparabili (Fig. 2)
- Una distribuzione uniforme del carico
- Il peso dei componenti installati è uguale o inferiore alle varianti testate
- La superficie della base è uguale o superiore a quella delle varianti testate (una maggiore superficie a pavimento migliora le stabilità)

L'altezza con/senza zoccolo non è superiore a 2000 mm (o meglio l'altezza del baricentro non è superiore a 1000 mm)

Tabella 4: varianti testate del TS 8

N. ord.	Dimensioni LxAxP (in mm)	Misure antisismiche	Peso delle installazioni	Livello standard	
8806.500	800 x 2000 x 600	standard	152kg	Telcordia Zone 3	GR-63-Core,
8806.500	800 x 2000 x 600	maniglia comfort, kit antisismico zoccolo antisismico	450kg	Telcordia Zone 4	GR-63-Core,
8604.500	600 x 2000 x 400	maniglia comfort, kit antisismico zoccolo antisismico	450kg	Telcordia Zone 4	GR-63-Core,
8606.500	600 x 2000 x 600	maniglia comfort, kit antisismico zoccolo antisismico	450kg	Telcordia Zone 4	GR-63-Core,

Anche in questo caso Rittal mette a disposizione tutta la sua competenza per fornire consulenza ai clienti e, nei casi limite, per sviluppare insieme una soluzione qualificata.

Azioni concrete

Anche dopo avere appreso queste nozioni di base sui terremoti, i danni potenziali e le normative esistenti, rimane sempre la domanda su come rispondere ad una richiesta specifica di quadri antisismici. In primo luogo deve essere chiarita la posizione geografica, vale a dire in quale Paese e zona sismica il quadro deve essere installato. Si deve quindi identificare la norma pertinente per soddisfare la richiesta. Tutti i requisiti inerenti alla costruzione e al fissaggio del quadro all'interno dell'edificio devono essere considerati dalle parti responsabili della costruzione e della progettazione strutturale.

Integrità strutturale o funzionalità

Per quanto riguarda le norme applicabili, alle quali si è accennato a titolo esemplificativo in precedenza, è necessario distinguere tra integrità strutturale e integrità funzionale, cioè il mantenimento della funzionalità di un sistema. Se è necessaria solo l'integrità strutturale, è generalmente sufficiente utilizzare solo un armadio certificato, come l'armadio TS 8 mostrato nella sezione precedente, allestito con i relativi accessori antisismici.

Il mantenimento della funzionalità di un sistema, così come a volte richiesta, non può ovviamente essere garantita dal solo contenitore/armadio ma richiede prove più estese. Calcoli strutturali con il metodo degli elementi finiti possono essere utili in una fase preliminare. È importante testare il quadro con le parti interne effettivamente utilizzate: la distribuzione dei componenti installati e il loro peso possono infatti influenzare il comportamento vibrazionale del quadro elettrico. Anche il tipo di installazione - ad esempio, su piastre di montaggio, su guide DIN o sistemi a sbarre - può influenzare il comportamento del quadro. Pertanto, al fine di soddisfare questo requisito, si raccomanda di provare l'armadio antisismico per ogni specifico scenario, con l'equipaggiamento interno desiderato.

Riepilogo

I terremoti a seconda dell'area geografica in cui avvengono, sono una seria minaccia per la popolazione e per la proprietà. I quadri elettrici e i data center, non sono importanti solo per il loro elevato valore economico ma ancora di più per il ruolo chiave che svolgono nei sistemi infrastrutturali. Di qui la necessità di garantirne la protezione dai terremoti nelle regioni a rischio sismico. I contenitori e gli armadi, generalmente quelli che integrano controlli e server, giocano un ruolo centrale nell'assicurare l'integrità di funzionamento dei sistemi infrastrutturali: se i primi subiscono un danno strutturale grave, la funzionalità dell'intero sistema è messa a rischio.

La sicurezza sismica di contenitori e armadi è quindi di vitale importanza. Diverse norme definiscono le condizioni che devono essere soddisfatte da tali contenitori e armadi per poter essere considerati antisismici. Pertanto, in funzione dell'area geografica e dell'applicazione ci si deve attenere a norme differenti. Sebbene queste adottino approcci diversi tra loro, tutte hanno un punto centrale in comune: la prova su tavola vibrante che simula le accelerazioni subite da un oggetto durante un terremoto. Tuttavia lo spettro esatto delle frequenze e delle accelerazioni considerate per il test su tavola vibrante varia parzialmente da norma a norma.

L'armadio TS 8 prodotto da Rittal, dotato del suo kit opzionale di accessori antisismici è stato testato secondo Telcordia GR-63-CORE e soddisfa i requisiti massimi previsti per la Zona 4.

Fonti bibliografiche

[Mun14] Munich Re, NatCatSERVICE, 2014

[BEU93] DIN IEC 60068-3-3:1993-09 Environmental tests; seismic test methods for devices, Beuth-Verlag

[IEE05] IEEE Standard 693 – IEEE Recommended Practice for Siesmic Design of Substations, 2005

[TEL02] Telcordia GR-63-CORE Issue 2, 2002

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

- Armadi per quadri di comando
- Distribuzione di corrente
- Sistemi di climatizzazione
- Infrastrutture IT
- Software & Services

09-2016

RITTAL S.p.A.
S.P. n.14 Rivoltana - Km 9,5 - 20060 Vignate (MI)
Tel.: +39(0)295930.1 · Fax +39(0)295360209
E-Mail: info@rittal.it · www.rittal.it

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



FRIEDHELM LOH GROUP