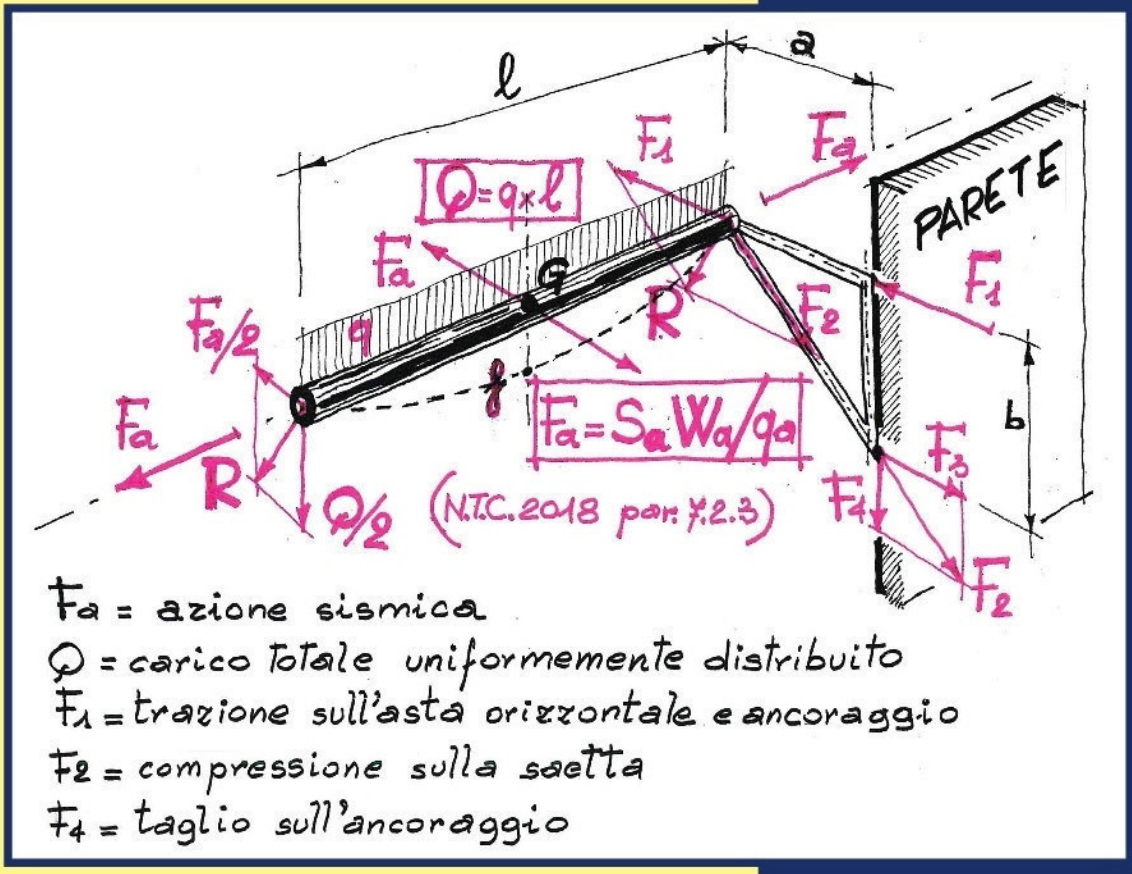
A. Bargone (coordinatore)

27

VOLUME TECNICO

L'IMPIANTISTICA ANTISISMICA

Attività, mezzi e metodi relativi alla protezione degli impianti



Editoriale Delfino

COLLANA AiCARR
Cultura e Tecnica per Energia Uomo e Ambiente

INDICE

I VOLUMI AICARR 3

L'IMPIANTISTICA ANTISISMICA ATTIVITÀ, MEZZI E METODI RELATIVI ALLA PROTEZIONE DEGLI IMPIANTI 4

PRESENTAZIONE 5

INDICE 7

1. QUADRO LEGISLATIVO E NORMATIVO*
1.1 - Introduzione 15
1.2 - Il quadro cronologico 18
1.2.1 - L'OPCM 28 aprile 2006 n. 3519 19
1.2.2 - Il D.M. 37/2008 20
1.2.3 - Il D.Lgs. 81/2008 21
1.2.4 - Le norme tecniche per le costruzioni NTC 2018
1.2.5 - Norma CEI 64-8:2012
1.3 - Il Manuale AeDES 22
1.3.1 - Sezione 5: danni a elementi non strutturali 23
1.3.2 - Sezione 6: pericolo esterno indotto 24
1.3.3 - Sezione 8: Giudizio di agibilità 25
1.3.4 - Sezione 9: altre osservazioni 25
1.3.5 - La scheda per edifici prefabbricati o di grande luce 25

2. REQUISITI DI SICUREZZA SISMICA DEGLI IMPIANTI* 27
2.1 - Introduzione 27
2.2 - Requisiti di sicurezza sismica fondamentali 27
2.3 - Alcune tecniche per garantire la sicurezza 29
2.3.1 - Controventi 29
2.3.2 - Ancoraggi per elementi impiantistici continui verticali 31
2.3.3 - Dispositivi antisismici 31

2.3.4 - Altri dispositivi di vincolo 32
2.4 - Impianto idrico antincendio 32
2.4.1 - Componenti dell'impianto 33
2.4.2 - Elementi non strutturali 33
2.5 - Impianto di climatizzazione 35
2.5.1 - Componenti dell'impianto 35
2.5.2 - Elementi non strutturali 36
2.6 - Impianto meccanico termoidraulico e di distribuzione di fluidi diversi 36
2.6.1 - Componenti dell'impianto 37
2.6.2 - Elementi non strutturali 37
2.7 - Impianti elettrici e speciali 38
2.7.1 - Componenti dell'impianto 38
2.7.2 - Elementi non strutturali 39
2.8 - Impianti di fornitura gas 40
2.8.1 - Distribuzione dei gas 40
2.8.2 - Requisiti di sicurezza 40
2.8.3 - Misure di sicurezza 41
2.9 - Impianti interrati 43
2.9.1 - Alcune disposizioni costruttive 44
2.10 - Impianti a rischio di incidente rilevante (RIR) 45
2.10.1 - Requisiti di sicurezza RIR 45
2.10.2 - Elementi di interfaccia RIR 46

3. PROGETTAZIONE: STUDIO E ASPETTI INTRODUTTIVI* 47
3.1 - Considerazioni generali 47
3.1.1 - Criteri di progetto e verifica degli impianti 48
3.2 - L'approccio metodologico olistico alla progettazione 60
3.3 - Sistemi antisismici realizzati con isolamento alla base
o dissipazione extrastrutturale 60
3.3.1 - I sistemi di isolamento sismico orizzontali 61
3.3.2 - I sistemi dissipativi 63
3.4 - Applicazioni particolari 64
3.4.1 - Gli impianti petrolchimici 64
3.4.2 - Gli impianti nucleari 66
3.5 - I livelli di progettazione 67
3.5.1 - L'appalto del progetto 67
3.5.2 - Il progetto di fattibilità tecnica ed economica 68
3.5.3 - Il progetto definitivo 69

3.5.4 - Il progetto esecutivo (art. 33 D.P.R. 207/2010) 69
3.6 - Il calcolo e la verifica degli elementi non strutturali 70
3.6.1 - La valutazione dei requisiti della sicurezza 70
3.6.2 - Calcolo delle azioni sismiche 72
3.6.3 - Gli stati limite 80
3.6.4 - Gli obiettivi prestazionali 87
3.6.5 - Metodi di analisi sismica 89
3.7 - Criteri di protezione sismica degli impianti negli edifici del patrimonio culturale 96
3.7.1 - Requisiti di sicurezza richiesti 97
3.7.2 - Gli interventi di adeguamento impiantistico 97
3.7.3 - Gli interventi su elementi non strutturali 98
3.7.4 - La vita nominale 98
3.8 - Criteri di progettazione antisismica degli elementi non strutturali negli edifici di nuova costruzione: aspetti tecnologici 99
3.8.1 - I giunti (o manicotti) 100
3.8.2 - I sistemi di vincolo 101
3.8.3 - Il metodo di progettazione di staffaggi e controventi 115
3.8.4 - Le interferenze 117
3.8.5 - Gli ancoraggi: calcolo e verifica sismica 118
3.8.6 - I giunti di interfaccia 124
3.8.7 - I vincoli antivibranti 130

4. ATTIVITÀ E FIGURE PROFESSIONALI* 137
4.1 - Introduzione 137
4.2 - Il Processo di Commissioning 137
4.3 - La progettazione operativa 138
4.3.1 - La progettazione completamente a cura dell'architetto o dell'ingegnere 140
4.3.2 - La progettazione a cura dell'installatore basata su norme di tipo prescrittivo 140
4.3.3 - La progettazione a cura dell'installatore in collaborazione con un ingegnere e/o architetto 141
4.3.4 - Responsabilità progettuale per tipo di componente 142
4.3.5 - La revisione del progetto 143
4.3.6 - Gli atti tecnici e amministrativi 143
4.4 - L'installazione 148
4.4.1 - Ruoli e responsabilità 148

4.4.2 - Dichiarazione di conformità 149
4.4.3 - Certificazioni degli elementi non strutturali 149
4.4.4 - Il protocollo operativo A.S.A.P.I.A. 151
4.5 - La Direzione Lavori 152
4.6 - Il collaudo 153
4.6.1 - Competenze e responsabilità 153
4.6.2 - Verifica della documentazione 154
4.6.3 - Operazioni finali di collaudo 155
4.6.4 - Il collaudo in corso d'opera di edifici protetti
da sistemi di isolamento sismico e dissipativi 156
4.7 - La manutenzione 158
4.7.1 - Indicatori che attestano i livelli di manutenzione 160
4.7.2 - Il piano di manutenzione 160
4.7.3 - La manutenibilità 162
4.7.4 - La formazione e l'informazione sull'uso,
la gestione e la manutenzione 162
4.7.5 - La Manutenzione dei sistemi di protezione sismica 162

5. ASPETTI LEGISLATIVI, NORMATIVI E GIURIDICI* 165
5.1 – Introduzione 165
5.2 - Cenni su legislazione e normativa 165
5.2.1 - Le norme 166
5.2.2 - Le specifiche tecniche 166
5.2.3 - Le regole d'arte 166
5.2.4 - Le responsabilità 167

6. ESEMPI APPLICATIVI 169
6.1 - Esempio di sistema di scarico delle acque meteoriche* 169
6.2 - Esempio di calcolo di un ancoraggio antivibrante
sismico a pavimento di un chiller* 171
6.2.1 - Calcolo dell'isolatore al ribaltamento 172
6.2.2 - Calcolo delle forze 172
6.2.3 - Calcolo di verifica a tensione e taglio
dei quattro bulloni di ancoraggio 174
6.3 - Esempio di progettazione e calcolo dell'ancoraggio .....
rigido a pavimento di una unità di raffreddamento* 174
6.3.1 - Calcoli di Progetto 176
6.4 - Esempio di Capitolato Speciale di Appalto* 180

6.5 - Esempi di voci di Capitolato per ancoraggi* 189
6.6 - Esempio di verifica degli elementi di connessione dello staffaggio con analisi dei carichi sui nodi* 191
6.7 - Esempio di calcolo per il sostegno di un singolo tubo* 198
6.7.1 - Dati di progetto 199
6.7.2 - Determinazione della forza sismica agente 199
6.8 - Esempio di relazione di collaudo in corso d'opera* 202
6.8.1 - La relazione 202
6.9 - Esempio di predimensionamento veloce dell'azione sismica per le condotte aerauliche* 208
6.9.1 - Principali novità normative delle NTC 2018 208
6.9.2 - Approcci proposti dalla Circolare 2019 al calcolo dell'azione sismica sugli impianti 209
6.9.3 - Approccio semplificato per strutture a telaio: limiti applicativi e valori tipici 210
6.9.4 - Confronto tra le NTC 2008 e la Circolare 2019 211
6.9.5 - Esempio di calcolo di una condotta aeraulica 211
6.10 - Esempio di progettazione degli elementi di interfaccia degli impianti meccanici* 215
6.10.1 - I giunti compensatori 215
6.10.2 - Le tubazioni di scarico domestico 219
6.10.3 - Le scelte progettuali 220
6.11 - Esempio di qualifica sismica di serrande tagliafuoco per centrali termonucleari* 220
6.11.1 - Le serrande tagliafuoco 220
6.11.2 - Il percorso di qualifica sismica delle serrande tagliafuoco per le centrali nucleari 221
6.12 - Verifica sismica di una unità di trattamento dell'aria* 225
6.13 - Il Bunker antinucleare del Soratte* 226

APPENDICE A* 229

APPENDICE B* 231

GLOSSARIO 245

BIBLIOGRAFIA 251

WEBGRAFIA 259

che con grande pazienza si sono prestati alla riscrittura di molte parti. Grazie ai revisori, che hanno svolto un lavoro attento, conciliando gli aspetti impiantistici con quelli strutturali. Grazie a Daniela Pepe, che ha seguito le ultime fasi della stesura del testo. Una ultimissima nota voglio dedicarla a quello che per me è un valore aggiunto di questo Volume: i tanti schemi che Aroldo Bargone ha voluto schizzare a mano: grazie Aroldo per questa preziosa chicca che ci hai regalato. A tutti una buona lettura.

Francesca R. d'Ambrosio
Presidente AiCARR e responsabile
dell'editoria per il triennio 2017-2020

CAPITOLO 1

QUADRO LEGISLATIVO E NORMATIVO*

1.1 - Introduzione

Questo Volume non nasconde l'ambizione di rivolgersi a una gran parte di addetti ai lavori degli impianti di qualunque tipo, in particolare quelli progettati, costruiti, collaudati e manutenuti anche in funzione della protezione sismica, per garantire la sicurezza degli occupanti di ogni tipo di edificio fino all'eventuale collasso.
Molto fino a oggi è stato scritto sulla protezione sismica degli impianti, ma spesso l'interesse è stato focalizzato su uno specifico argomento decontestualizzato dalla progettazione complessiva strutturale. Di qui la volontà di unire in un unico testo le indicazioni su come svolgere le attività che attengono appunto all'impiantistica antisismica.
Il campo di applicazione di questo Volume considera in sequenza le seguenti attività:
- illustrazione degli aspetti culturali, contrattuali e legislativi;
- processo di commissioning;
- progettazione generale e analisi degli elementi non strutturali (MIT, 2018);
- installazione degli impianti con sistemi antisismici;
- direzione lavori;
- collaudo nelle varie accezioni;
- manutenzione e contiene anche la identificazione dei ruoli e delle responsabilità e gli aspetti giuridici civili e penali delle figure coinvolte in tutte le attività sopra elencate.

Di qui la descrizione che segue riguardante la sequenza delle note e prescrizioni che intervengono agli effetti dello studio complessivo dell'argomento "antisismicità degli impianti".
Nelle Tabelle 1.1. e 1.2 sono rispettivamente riportate le tipologie di edifici nei quali questi impianti sono installati, identificate in termini di classi d'uso, e i relativi valori dei sovraccarichi o carichi imposti (MIT, 2018) per quanto riguarda

* A cura di F. Bargone

il livello di sicurezza sismica da raggiungere negli interventi di riparazione o ricostruzione degli immobili e con essi i relativi impianti in funzione delle classi d'uso e delle zone sismiche.
In Tabella 1.3 è riportato il valore della capacità massima o minima di resistenza delle azioni sismiche.

Tabella 1.1 - Classi d'uso degli edifici in relazione alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso. Da (MIT, 2018).

Classe	Definizione
I	Costruzioni con presenza occasionale di persone, edifici agricoli
II	Costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche o sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
IV	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti a itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Tabella 1.2 - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni. Da (MIT, 2018).

Cat.	Ambienti	q_k (kN/m²)	K_k (kN)	H_k (kN/m)
A	Ambienti a uso residenziale			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (a esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	Uffici			
	Cat. B1: Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2: Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00

(continua)

Tabella 1.2 - (segue)

Cat.	Ambienti	q_k (kN/m²)	K_k (kN)	H_k (kN/m)
C	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1: Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2: Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3: Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4: Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5: Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
		≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00
D	Ambienti a uso commerciale			
	Cat. D1: Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2: Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	Aree per immagazzinamento e uso commerciale e uso industriale			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti a uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F-G	Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2x10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico mercida	da valutarsi caso per caso e comunque non minori di 5,00 2 x 50,00 1,00**		
H-I-K	Coperture			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo la categoria di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti	da valutarsi caso per caso		

Tabella 1.3 - Capacità di resistenza alle azioni sismiche. Da (MIT, 2016).

		CAPACITÀ MINIMA (RMIN)	CAPACITÀ MASSIMA (RMAX)
ZONE SISMICHE		1 - 2 - 3	1 - 2 - 3
TIPOLOGIE		CALCESTRUZZO ARMATO MURATURA MISTA O ALTRO	CALCESTRUZZO ARMATO MURATURA MISTA O ALTRO
CLASSI D'USO	IV (non di interesse strategico)	1	RMIN + 0,1
	III (non a uso scolastico)	0,8	RMIN + 0,1
	II	0,6	RMIN + 0,2
	I	0,5	RMIN + 0,2

1.2 - Il quadro cronologico

In Italia esistono numerosi documenti di riferimento per l'impiantistica antisismica, cogenti e non, costituiti da normative, direttive, leggi, decreti, leggi regionali e Linee Guida che si sono succeduti nel corso degli anni e che si rifanno anche a norme e regolamenti internazionali. In Tabella 1.4 sono riportati tutti i riferimenti di particolare interesse.

Qui di seguito sono sintetizzati i documenti essenziali per coloro che sono coinvolti nelle fasi operative, ai quali si aggiungono i capitoli dedicati a questo argomento in manuali quali quelli ASHRAE (2012), FEMA (2005), FISCHER (2008), NFPA (2010), SMACNA (2008), VISCMA (2014), MASON (2011), MEFA (2018), NUSIG (2019), TOLCO (2010), HILTI (2016).

Tabella 1.4 - Quadro legislativo e normativo.

Estremi del documento	Titolo
CNR CNS 10024/86 23 luglio 1986	Analisi di strutture mediante elaboratore. Impostazione e redazione delle relazioni di calcolo
DECRETO LEGISLATIVO 16 giugno 2017, n. 106	Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE. GU Serie Generale n.159 del 10 luglio 2017
DPR 06 giugno 2001 n. 380	Testo Unico Disposizioni Legislative e regolamentari in materia di Edilizia
Norma UNI EN 12236:2003	Ventilazione degli edifici. Ganci e supporti per la rete delle condotte. Requisiti di resistenza
Linee guida PCM, Dipartimento di Protezione Civile, 2009	Linee guida per la riduzione della vulnerabilità di elementi non strutturali, arredi e impianti
OPCM 28 aprile 2006 n. 3519	Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone

(continua)

Tabella 1.4 - (segue)

Estremi del documento	Titolo
D.M. 17 gennaio 2018	Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»
D.M. 37 22 gennaio 2008	Regolamento attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici
D.Lgs. 81 09 aprile 2008	Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007 n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
Circolare n. 617 del 02 febbraio 2009 Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale	Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al Decreto ministeriale 14 gennaio 2008
Norma UNI EN 14592: 2012	Strutture di legno - Elementi di collegamento di forma cilindrica - Requisiti
Linee guida CIG n. 13/2014	Per l'applicazione della normativa sismica nazionale alle attività di progettazione, costruzione e verifica dei sistemi trasporto e distribuzione per gas combustibile. Novembre 2014
DPR 05/10/2010 n. 207*	Regolamento di esecuzione e attuazione del Decreto legislativo 12 aprile 2006 n. 163 recante "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture" (ultimo aggiornamento: legge 17 dicembre 2012 n. 221). Solo articoli in vigore
DPCM 09 febbraio 2011	Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 20 febbraio 2018
Guida Tecnica Ministero dell'Interno 09 dicembre 2011	Linee di indirizzo per la riduzione della vulnerabilità sismica dell'impiantistica antincendio
Norma CEI 64-8: 2012	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
Norma UNI EN 1998-1:2013	Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali azioni sismiche e regole per gli edifici
Norma UNI EN 1998-4:2006	Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 4: Silos, serbatoi e condotte
D.M. 22 agosto 2017, n. 154	Regolamento concernente gli appalti pubblici di lavori riguardanti i beni culturali tutelati ai sensi del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42
NOTA: * in vigore per gli articoli da 14 a 43 (contenuti della progettazione); da 215 a 238 (collaudo); da 239 a 248 e 251 (lavori sul patrimonio culturale) fino alla emanazione delle linee guida ANAC.	

1.2.1 - L'OPCM 28 aprile 2006 n. 3519

La suddivisione del territorio nazionale in quattro zone sismiche, per ciascuna delle quali è stato definito l'intervallo di accelerazione mostrato in Tabella 1.5, con probabilità di superamento pari al 10% in cinquant'anni, ha fornito alle Regioni uno strumento per la classificazione del proprio territorio. In alcune Regioni la

Tabella 1.5 - Zone sismiche e relativo intervallo di accelerazione.

Zona	Accelerazione massima	Descrizione
1	$\alpha_g > 0{,}25$	È la zona più pericolosa, in cui possono verificarsi forti terremoti
2	$0{,}15 < \alpha_g < 0{,}25$	Nei Comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti
3	$0{,}05 < \alpha_g < 0{,}15$	I Comuni interessati in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti
4	$\alpha_g < 0{,}05$	È la meno pericolosa. Nei Comuni inseriti in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse

classificazione è stata fatta in maniera diversa da quanto previsto dall'OPCM 3519/06 PCM, 2006), ad esempio adottando solo tre zone o introducendo sottozone per meglio adattare le norme alle caratteristiche di sismicità locali.
Dall'1 luglio 2009, con l'entrata in vigore delle NTC del 2008, oggi aggiornate dalle NTC2018 con D.M. 17 gennaio 2018, per ogni costruzione ci si deve riferire a una accelerazione di riferimento "propria", individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e della vita normale dell'opera, cioè un valore di pericolosità di base definito per ogni punto di territorio nazionale su una maglia quadrata di cinque chilometri di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali. In Figura 1.1 è riportata la mappa di pericolosità sismica dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

1.2.2 - Il D.M. 37/2008

Questo Decreto prescrive che per poter installare, trasformare e ampliare un impianto, si debba redigere un progetto in conformità alla legislazione e alla normativa vigenti, nazionali ed europee. Il Decreto prescrive inoltre che i progetti contengano almeno gli schemi dell'impianto e le planimetrie con l'inserimento della ramificazione degli impianti, corredati da una relazione tecnica sulla consistenza e sulla tipologia della installazione, con particolare attenzione alla scelta dei materiali nei luoghi a maggiore rischio di incendio (MISE, 2008).

1.2.3 - Il D.Lgs. 81/2008

Questo Decreto prescrive le misure generali di tutela da adottare da parte dei progettisti degli impianti, prescritte agli articoli 3, 15, 22 e 24.
In particolare, l'articolo 15, Misure generali di tutela, prevede che vengano valutati tutti i rischi per la salute e la sicurezza, che l'eliminazione o la riduzione dei rischi debba seguire il progresso tecnico, che la riduzione dei rischi sia effettuata alla fonte e che tutto ciò che è pericoloso sia sostituito con ciò che non lo è o lo è di meno.
L'articolo 22 prescrive per i progettisti degli impianti l'obbligo di rispettare e scegliere dispositivi di protezione rispondenti alle disposizioni legislative e

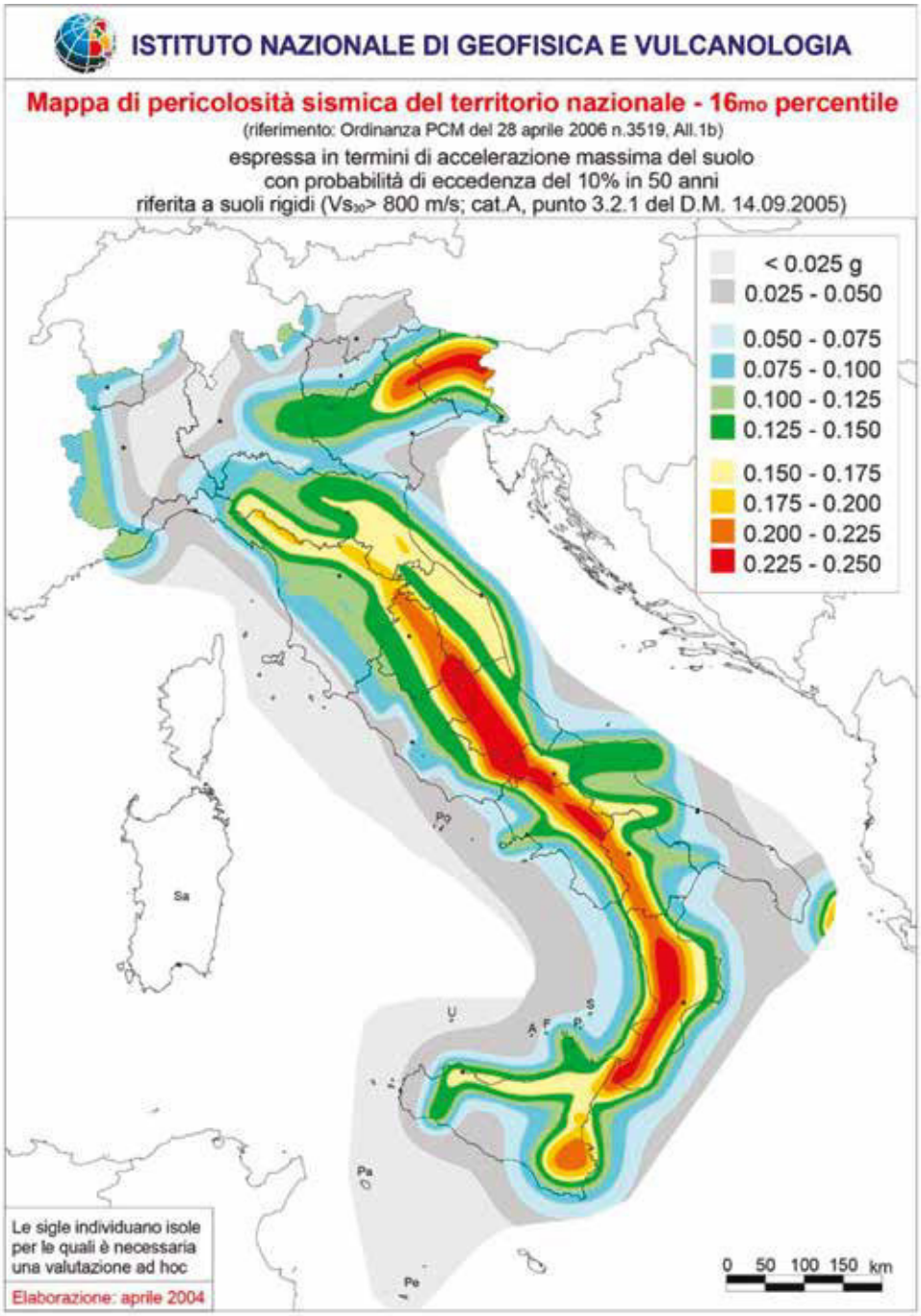


Fig. 1.1 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Da (INGV)

regolamentari in materia di sicurezza e l'articolo 24 obbliga gli installatori e i montatori di impianti ad attenersi alle norme di sicurezza e alle istruzioni fornite dai fabbricanti (Parlamento Italiano, 2008).

1.2.4 - Le norme tecniche per le costruzioni NTC 2018

Nelle NTC 2018 gli impianti sono richiamati in particolare ai punti:
2.4.2 Classi d'uso
7.2.3 Criteri di progettazione elementi strutturali secondari ed elementi non strutturali
7.2.4 Criteri di progettazione degli impianti
7.3.6.3 Verifiche degli elementi non strutturali e degli impianti
7.3.7 Criteri di verifica agli stati limite di esercizio
8.7.4 Criteri e tipi di intervento (in costruzioni esistenti)
10.1 Caratteristiche generali (responsabilità intera progettazione strutturale)
Queste norme saranno presentate nel dettaglio nei Capitoli successivi.

1.2.5 - La norma CEI 64-8:2012

Questa norma riguarda gli impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 Volt in corrente alternata e a 1500 Volt in corrente continua. Qui di seguito sono riportati i contenuti dei paragrafi contenti prescrizioni di interesse per i lettori di questo testo (CEI, 2012).

1.2.5.1 - Paragrafi 133.2.5 e 512.2.1

Il corretto funzionamento e l'affidabilità delle misure di protezione per la sicurezza fanno capo alle scelte dei componenti elettrici i quali sono funzione delle condizioni ambientali del luogo e delle influenze esterne alle quali possono essere sottoposti.

1.2.5.2 - Paragrafo 522.12.1

La scelta delle condutture da installare deve considerare i rischi sismici del luogo di installazione.

1.2.5.3 - Paragrafo 522.12.2

Particolare attenzione si deve prestare al fissaggio delle condutture alla struttura dell'edificio e alla qualità di flessibilità delle connessioni tra condutture fisse e tutti i componenti elettrici essenziali, come per esempio i servizi di sicurezza.

1.3 - Il Manuale AeDES

I progettisti incaricati di procedere alla verifica della funzionalità e, eventualmente, della predisposizione di interventi finalizzati a rendere attivi gli impianti di distribuzione dell'acqua, dell'elettricità e del gas nei fabbricati di ordinaria edilizia in stato di emergenza post sismica, devono prendere in considerazione l'esito di giudizio espresso a seguito dell'analisi effettuata secondo quanto previsto dal

Tabella 1.6 - Indice della scheda AeDES [a]. I provvedimenti di pronto intervento sono quelli che con tempi e mezzi limitati conseguono una eliminazione o una accettabile riduzione del rischio.

Sezione	Contenuti
1	Identificazione dell'edificio
2	Descrizione dell'edificio
3	Tipologia dell'edificio
4	Danni a elementi strutturali e provvedimenti di pronto intervento eseguiti
5	Danni a elementi non strutturali e provvedimenti di pronto intervento eseguiti
6	Pericolo esterno indotto da altre costruzioni, reti, versanti e provvedimenti di pronto intervento eseguiti
7	Terreno e fondazioni
8	Giudizio di agibilità
9	Altre osservazioni

Manuale per la compilazione della scheda di 1° livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica, AeDES [a]. La scheda, che costituisce una guida alla valutazione del rischio sulla base degli elementi rilevati in situ, è finalizzata al rapido rilevamento delle caratteristiche tipologiche, del danno e dell'agibilità degli edifici ordinari nella fase di emergenza che segue il terremoto e può essere applicata a edifici non ordinari[1]. La filosofia di approccio del rilevatore deve essere di tipo comportamentale. Nel Manuale è sottolineato che: "La scheda va compilata per un intero edificio intendendo per edificio una unità strutturale *cielo terra*, individuabile per caratteristiche tipologiche e quindi distinguibile dagli edifici adiacenti per tali caratteristiche e anche per differenza di altezza e/o età di costruzione e/o piani sfalsati, etc.".
In Tabella 1.6 è riportato l'indice della scheda, costituita da nove sezioni disposte su tre pagine corredate di note esplicative sulla compilazione. Qui di seguito sono sinteticamente riportati i contenuti del Manuale nei quali si fa riferimento agli aspetti impiantistici.

1.3.1 - Sezione 5: danni a elementi non strutturali

Il danno a elementi non strutturali va valutato con la dovuta attenzione per definire il giudizio di agibilità, in quanto può dar luogo a problemi per le persone, ad esempio nel caso di compromissione del funzionamento delle reti di distribuzio-

[1] L'aggettivo ordinario deve essere inteso in riferimento alla tipologia costruttiva e alla destinazione d'uso. Il paragrafo 1.1 del Manuale recita: "Gli edifici sono intesi come unità strutturali di tipologia costruttiva ordinaria (tipicamente in muratura, in c.a. o acciaio intelaiato o a setti) dell'edilizia per abitazioni e/o servizi. È esclusa, pertanto, l'applicazione della scheda agli edifici a tipologia specialistica (capannoni industriali, edilizia sportiva, teatri, chiese, etc.) o monumentale." [a].

Tabella 1.7 - Sezione 5 della scheda AeDES: danni a elementi non strutturali e provvedimenti di pronto intervento eseguiti. Il simbolo [] indica la possibilità di multi scelta. Da [a].

	Tipo di danno	Presenza Danno	Provvedimenti di Pronto intervento eseguiti					
			Nessuno	Rimozione	Puntelli	Riparazione	Divieto di accesso	Transenne e protezione passaggi
		A	B	C	D	E	F	G
1	Distacco intonaci, rivestimenti, controsoffitti	☐	○	☐	☐	☐	☐	☐
2	Caduta tegole, comignoli, canne fumarie, ...	☐	○	☐	☐	☐	☐	☐
3	Caduta cornicioni, parapetti,...	☐	○	☐	☐	☐	☐	☐
4	Caduta altri oggetti interni o esterni	☐	○	☐	☐	☐	☐	☐
5	Danno alla rete idrica, fognaria o termoidraulica	☐	○	☐	☐	☐	☐	☐
6	Danno alla rete elettrica o del gas	☐	○	☐	☐	☐	☐	☐

ne dell'acqua, dell'elettricità e del gas, con riferimento alla sola impiantistica di distribuzione relativa al fabbricato[2]. Nel caso la situazione sia tale da far pensare a un giudizio di inagibilità, bisogna ricorrere a provvedimenti di pronto intervento per la riduzione dei fattori di rischio, che, in riferimento alla Tabella 1.6, vanno indicati nella Sezione 8 ed eventualmente esplicitati nella Sezione 9.
In Tabella 1.7 è riportata la scheda in cui vanno registrate le informazioni sulla eventuale presenza di questo danno e indicati gli eventuali interventi di pronto intervento che siano stati messi in atto già prima del sopralluogo.

1.3.2 - Sezione 6: pericolo esterno indotto

Il pericolo derivante dalle influenze esterne dell'edificio in esame può essere anche esso dovuto alle condizioni di insicurezza del sistema delle reti esterne di distribuzione, ad esempio al danneggiamento della rete di distribuzione del gas nel tratto esterno di adduzione all'edificio.
In Tabella 1.8 è riportata la scheda in cui vanno registrate le informazioni sulla eventuale presenza di questo danno e indicati gli eventuali interventi di pronto intervento che siano stati messi in atto già prima del sopralluogo.
Le informazioni sugli impianti sono genericamente collocabili al punto 2.

Tabella 1.8 - Sezione 6 della scheda AeDES: pericolo esterno indotto da altre costruzioni, reti, versanti e provvedimenti di pronto intervento eseguiti. Il simbolo [] indica la possibilità di multi scelta, mentre O indica la possibilità di una scelta unica. Da [a].

	Causa	Pericolo su				Provvedimenti di Pronto intervento eseguiti		
		Assente	Edificio	Vie d'accesso o di fuga	Vie interne	Nessuno	Divieto di accesso	Barriere protettive
		A	B	C	D	E	F	G
1	**Crollo o caduta oggetti da edifici**	○	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2	**Collasso di reti di distribuzione**	○	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3	**Crolli da versanti incombenti**	○	☐	☐	☐	☐	☐	☐

[2] Le reti delle condotte principali esterne di adduzione sono considerate nella Sezione 6.

GENERIAMO IDEE PER UN'ENERGIA SOSTENIBILE

AiCARR, Associazione italiana Condizionamento dell'Aria, Riscaldamento e Refrigerazione, crea e promuove cultura e tecnica per il benessere sostenibile, contribuendo al progresso delle tecnologie impiantistiche e alla definizione delle normative relative alla produzione, alla distribuzione e all'utilizzo dell'energia termica. Nata nel 1960 come costola italiana della prestigiosa associazione statunitense ASHRAE, AiCARR riunisce oggi circa 2000 associati di varia estrazione: progettisti, docenti, installatori e manutentori, aziende produttrici, funzionari di Enti e Agenzie governative, istituzioni territoriali, nazionali e internazionali, studenti e ricercatori. La presenza nelle sedi accademiche e istituzionali dove si progetta il futuro energetico del nostro Paese fa di AiCARR un punto di riferimento essenziale per la definizione delle strategie e delle politiche energetiche e un interlocutore insostituibile per chiunque si occupi di efficienza energetica, qualità ambientale, fonti rinnovabili e uso consapevole dell'energia.

LE COMPETENZE CONDIVISE SONO ALLA BASE DI OGNI PROGRESSO

Accrescere la cultura tecnica del settore e la professionalità dei Soci, condividere know-how, redigere e diffondere linee guida di supporto nella pratica professionale, dare un appoggio concreto al mondo imprenditoriale che si occupa di temi energetici, fornire il proprio contributo in ambito normativo sono i principali impegni che AiCARR svolge attraverso:

- Convegni nazionali e internazionali, webinar, seminari, workshop, tavole rotonde
- Incontri tecnici e visite a impianti e realizzazioni d'avanguardia
- Commissioni di studio e coordinamento di attività tecniche, culturali e normative
- Comitati Tecnici attivi su tematiche specifiche
- Attività congiunte con Associazioni, Università ed Enti italiani ed europei, pubblici e privati
- Gruppi di lavoro creati per dare un supporto operativo alle Istituzioni
- Partecipazione alla definizione di regolamenti, leggi, linee guida e collaborazione alla redazione di normativa tecnica con UNI, CEN e CTI, grazie alla Commissione Tecnica e Normativa.

AGGIORNAMENTO E FORMAZIONE: UN MUST

L'aggiornamento tecnologico e normativo è oggi imprescindibile per professionisti e aziende: in quest'ottica AiCARR offre formazione di alto standard teorico e applicativo attraverso AiCARR Formazione, business unit di AiCARR Educational srl, società certificata ISO 9001:2015.

AiCARR Formazione è provider di CNI e CNPI per i crediti formativi professionali e i suoi corsi, condotti da accademici e professionisti selezionati fra i migliori esperti del settore HVAC&R, sono rivolti a progettisti, tecnici, manutentori, personale tecnico e commerciale di Enti e industrie, studenti e ricercatori.

SE LE IDEE CIRCOLANO, ACQUISTANO PIÙ FORZA

AiCARR pubblica gli atti dei convegni, cura l'edizione delle collane dei volumi tecnici, delle guide e dei vademecum, invia la newsletter quindicinale con le notizie sulle novità associative, editoriali, normative, legislative e di formazione; è distributore esclusivo per l'Italia delle pubblicazioni e norme ASHRAE e applica ai Soci condizioni favorevoli per l'acquisto delle norme CEI e sconti sulle pubblicazioni di importanti editori tecnici.
La biblioteca propone un'ampia selezione di titoli tecnico-scientifici in libera consultazione.

Sul sito www.aicarr.org e attraverso la App, scaricabile da Google Play, è anche possibile consultare articoli tecnici e la rassegna news. Inoltre, i Soci ricevono gratuitamente il periodico AiCARR Journal, organo ufficiale dell'Associazione.

AiCARR Cultura e Tecnica per Energia Uomo e Ambiente
60 anni di cultura
AiCARR - Via Melchiorre Gioia 168 - 20125 Milano - Italia
Tel. 02 67479270 - Fax 02 37928719 - info@aicarr.org - www.aicarr.org

La progettazione antisismica degli edifici è un tema ben noto agli strutturisti, che da anni progettano secondo quanto previsto da norme e decreti. Meno noto è il tema della progettazione antisismica degli impianti, che soltanto con le Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018 e la successiva circolare esplicativa ha finalmente assunto rilievo legislativo.
La obbligatorietà di "pensare" la sicurezza antisismica anche per tutti i sistemi impiantistici costringe gli addetti ai lavori a un iter procedurale interagente con quello della struttura che li accoglie, fin dalla progettazione.
Questo Volume AiCARR intende indicare a tutti gli addetti ai lavori, anche se non in maniera completamente esaustiva, un percorso tecnico-scientifico-operativo responsabile da seguire in tutte le fasi del progetto, dal concept fino alla manutenzione degli impianti soggetti al rischio di vulnerabilità sismica.

Aroldo Bargone, architetto, socio AiCARR. Ordinario di Tecnologia Meccanica negli Istituti Industriali, ha fatto parte della Commissione Sperimentale per la Scuola Tecnica al Ministero della Pubblica Istruzione. Ha collaborato con la Cattedra di Tecnologia dei Materiali alla Facoltà di Economia e Commercio dell'Università di Roma La Sapienza. Ha svolto per 55 anni l'attività di libero professionista, direttore dei lavori e collaudatore. È autore di pubblicazioni tecnico-scientifiche, di cui alcune presentate a Convegni internazionali.

AiCARR, Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria, Riscaldamento e Refrigerazione, è un'associazione culturale no profit. Dal 1960 crea e promuove cultura e tecnica per il benessere sostenibile, occupandosi di uso consapevole dell'energia e delle risorse naturali e di innovazione delle infrastrutture energetiche, sia nel settore impiantistico che in quello edilizio. AiCARR conta oltre 2.100 Soci fra progettisti, costruttori di macchine, installatori, manutentori, accademici, ricercatori, studenti, funzionari di Enti e Agenzie governative e di istituzioni nazionali e internazionali.
La Collana AiCARR propone testi tecnici elaborati da Soci e selezionati dalla Commissione Editoria AiCARR, traduzioni di Linee Guida pubblicate da associazioni internazionali quali REHVA e ASHRAE e le Guide AiCARR realizzate dai Comitati Tecnici dell'Associazione.

AiCARR - Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria, Riscaldamento e Refrigerazione – **www.aicarr.org**

Questo volume sprovvisto del tagliancino è da considerare copia SAGGIO - CAMPIONE GRATUITO, fuori commercio (vendita e altri atti di disposizione vietati: art. 17, c. 2, L. 633/1941). Esente da I.V.A. (D.P.R. 26/10/1972, n. 633, art. 2, lett. d). Esente da bolla di accompagnamento (D.P.R. 6/10/1978, n. 627, art. 4, n. 6).

A. BARGONE
L'IMPIANTISTICA ANTISISMICA
ISBN 978-88-31221-17-7

CODICE LIA

www editorialedelfino it

ISBN 978-88-31221-17-7

9 788831 221177

Euro 28,00