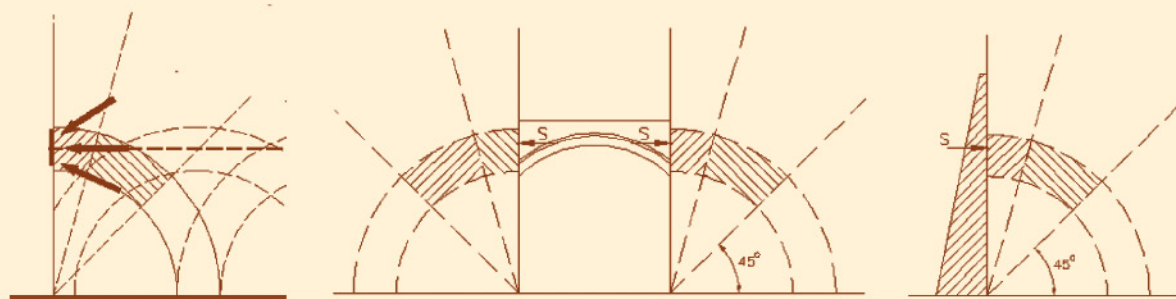


# RILEVAMENTO DANNI NEGLI EDIFICI

Schede tecniche di sopralluogo e  
valutazione dell'agibilità

DPCM 5 MAGGIO 2011



- ✓ Criteri di analisi
- ✓ Controlli strutturali
- ✓ Emergenza post sismica

## Indice

<b>PREMESSA</b> di Giovanni Cangi .....	7
<b>DPCM 5 maggio 2011</b>	
– <b>Approvazione del modello per il rilevamento dei danni, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica e del relativo manuale di compilazione</b> .....	13
– <b>Manuale per la compilazione della scheda di 1° livello di rilevamento del danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica (AeDES)</b> .....	23
Presentazione .....	25
1. Introduzione .....	27
1.1 Motivazioni ed obiettivi .....	27
1.2 Il giudizio di agibilità .....	29
1.3 Gestione dell'emergenza e responsabilità del rilevatore .....	32
1.4 Contenuti del manuale .....	34
2. Istruzioni generali e specifiche alla compilazione delle Sezioni 1 e 2: identificazione e descrizione dell'edificio .....	36
2.1 Organizzazione del rilievo .....	36
2.2 Modalità di svolgimento dell'ispezione .....	37
2.3 Prescrizioni ed indicazioni generali .....	38
2.4 Identificazione degli aggregati e degli edifici .....	39
2.5 Descrizione dell'edificio .....	43
3. Istruzioni alla compilazione della Sezione 3: tipologia .....	46
3.1 Premesse e istruzioni generali .....	46
3.2 Edifici in muratura .....	48
3.3 Altre strutture .....	55
3.4 Coperture .....	58
4. Istruzioni alla compilazione delle Sezioni 4, 5, 6 e 7: danno ad elementi strutturali e non strutturali, pericolo esterno, terreno e fondazioni .....	69
4.1 Premessa .....	69
4.2 Definizione sintetica del livello ed estensione del danno agli elementi strutturali principali .....	70
4.3 Edifici in muratura .....	74
4.4 Edifici in cemento armato .....	96
4.5 Danni ad elementi non strutturali .....	108
4.6 Pericolo esterno indotto da altre costruzioni .....	109
4.7 Terreno e fondazioni .....	110

---

5. Istruzioni alla compilazione delle Sezioni 8 e 9: giudizio di agibilità e provvedimenti di pronto intervento .....	111
5.1 Premessa .....	111
5.2 Valutazione del rischio .....	112
5.3 Esito di agibilità .....	114
5.4 Unità immobiliari inagibili, famiglie e persone evacuate .....	116
5.5 Provvedimenti di pronto intervento, limitati o estesi .....	116
5.6 Altre osservazioni .....	119
Postfazione .....	121
Riferimenti bibliografici .....	123
La scheda AeDES versione 05/2000/bis .....	124
- sezioni 1 - 2 .....	124
- sezioni 3 - 4 - 5 - 6 - 7 .....	125
- sezioni 8 - 9 .....	126
- note esplicative sulla compilazione della scheda .....	127

## PREMESSA

Il modello di rilevamento dei danni, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica, approvato con DPCM del 5 maggio 2011, costituisce un documento tecnico di riferimento per la quantificazione di massima dei danni subiti dal patrimonio edilizio in seguito ad eventi sismici attraverso un'analisi speditiva basata sulla valutazione di elementi essenziali ai fini della stima del livello di sicurezza.

Uno strumento operativo che risponde a criteri di semplificazione procedurale, dettati dalle condizioni di emergenza in cui si è chiamati ad operare in questi casi, strutturato in modo tale da favorire un'analisi oggettiva delle situazioni rilevate, con lo scopo di raccogliere dati omogenei e di valore statistico.

La struttura della scheda presuppone un'analisi di tipo quantitativo per una elaborazione immediata, non potendo disporre di rilievi e di tutti quei dati che in genere sono richiesti per delle analisi quantitative più approfondite.

È necessario pertanto affidarsi all'esperienza di professionisti capaci di cogliere gli elementi più significativi dello stato di danno e del grado di sicurezza.

Il modo di operare richiede quindi un approccio pratico-intuitivo tipico degli addetti ai lavori del cantiere tradizionale, basato sulla conoscenza dei sistemi costruttivi e dei materiali impiegati. Una logica che si adatta perfettamente all'impostazione delle nuove NTC che prevedono un'analisi per parti estesa all'intera costruzione.

In particolare, per gli edifici in muratura tradizionale, si può operare attraverso l'analisi dei cinatismi di collasso, da limitare ad aspetti qualitativi, per riconoscere la pericolosità dei fenomeni osservati a prescindere da analisi numeriche.

Ciò significa che non è sufficiente individuare i danni e le carenze strutturali che li hanno favoriti ma, nell'analisi della costruzione, è necessario riconoscere i meccanismi resistenti che si sono innescati in fase sismica e, fra questi, quelli che conservano un buon funzionamento meccanico in previsione di repliche del fenomeno.

Riconoscere certi meccanismi costituisce la premessa necessaria per apportare dei miglioramenti attraverso rapidi provvedimenti di pronto intervento per la messa in sicurezza.

Ai fini della semplificazione procedurale è utile disporre di un quadro tipologico di dissesti prendendo spunto dall'esperienza acquisita sul campo.

Questa operazione è abbastanza agevole per l'edilizia storica che conserva pressoché inalterati i caratteri costruttivi originali, mentre è più complessa per gli edifici ristrutturati e consolidati di recente, per i quali i cinematismi potenziali si sono modificati in modo non sempre prevedibile.

Rispetto a queste situazioni esistono delle casistiche di danno evidenziate in seguito ai terremoti dell'Umbria-Marche nel 1997, del Molise nel 2002 e dell'Abruzzo nel 2009, soprattutto nell'edilizia storica consolidata secondo le norme antisismiche in vigore dagli anni settanta.

Alcuni di questi casi riguardano il comportamento strutturale anomalo derivato dall'inserimento di tetti pesanti o di solai intermedi in latero-cemento che hanno comportato la realizzazione di cordoli a strappo, o situazioni in cui sono stati operati rinforzi o sostituzioni di volte con strutture in c.a., placcaggi di pareti con intonaci armati ed altri interventi invasivi.

Per ottemperare in modo corretto a quanto richiesto dalla scheda AeDES di 1° livello il legislatore mette a disposizione un manuale d'uso e di compilazione che costituisce una guida essenziale. Uno strumento che, tuttavia, si consiglia di integrare con la ricca manualistica di settore che, soprattutto per l'edilizia storica, fornisce spunti estremamente utili.

Nella logica della sintesi procedurale per l'analisi qualitativa del comportamento sismico di edifici in muratura si suggerisce di adottare degli schemi elementari, per dare risposte intuitive ai tanti dubbi che sorgono nella corretta interpretazione dei danni causati dal fenomeno.

Il modello elementare indicato per l'analisi locale mediante il metodo dei cinematismi di collasso suggerisce di scomporre l'edificio in porzioni strutturali classificate in base al diverso grado di vulnerabilità.

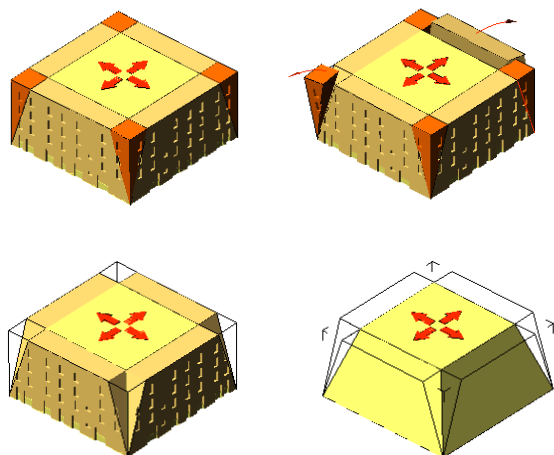
In linea di principio questo significa operare una distinzione fra corpi d'angolo, pareti di facciata e nucleo interno, per sottolineare una gerarchia che permetta di isolare la struttura "portante" (nucleo), dalle strutture "portate" (cantonali e facciate).

Al nucleo dell'edificio spetta infatti la funzione di assorbire e scaricare a terra le forze sismiche taglienti e di trattenere le masse perimetrali che per natura tendono ad allentarsi e a distaccarsi dal corpo centrale. Le conferme di un simile comportamento sono evidenti in tutta l'edilizia storica danneggiata da un sisma.

Una rappresentazione più realistica del modello schematizzato permette di apprezzare meglio gli effetti del ribaltamento delle pareti esposte e riconduce a degli scenari di danno che sono impressi nella memoria di chi è stato testimone di simili esperienze.

Vi sono tuttavia degli edifici che sono privi di quel nucleo interno che costituisce la principale risorsa di resistenza e che, pertanto, devono affidarsi esclusivamente alle strutture perimetrali. È il caso degli edifici di culto e, più in generale, degli edifici specialistici, caratterizzati da grandi maglie murarie che, in assenza di efficaci connes-

sioni verticali e orizzontali, tendono a crollare interamente, trasformandosi in un cumulo di macerie. Edifici particolarmente vulnerabili che, per acquisire stabilità, si affidano al collegamento assicurato dalla struttura di copertura.



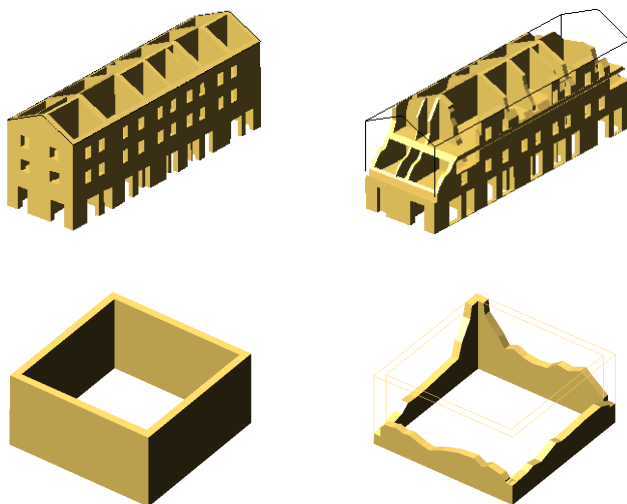
**Fig. 1** – *Diversi gradi di vulnerabilità delle porzioni di un modello di edificio in muratura sottoposto ad azioni sismiche nelle due direzioni principali.*

*Si distinguono:*

- i corpi d'angolo vulnerabili entro settori di 90°;
- le pareti di facciata, sensibili alle azioni ortogonali agenti verso l'esterno;
- il nucleo centrale, preposto all'assorbimento delle forze di taglio



**Fig. 2** – *Collasso di un cantonale in un edificio in muratura di pietrame colpito dal recente sisma in Abruzzo (2009)*



**Fig. 3** – *Schema di dissesto tipico di un edificio a schiera con ribaltamento delle facciate, collasso delle cellule di testata, sconnessione generalizzata dei muri di spina e trascinarsi degli orizzontamenti*

**Fig. 4** – *Schema della configurazione di collasso di un edificio in muratura privo di nucleo interno*

Sulla tipologia di danno influiscono in modo determinante molti fattori che il redattore delle schede deve analizzare.

Quando non si rilevano crolli totali o parziali di strutture che coinvolgono contemporaneamente le strutture orizzontali e verticali, lo stato di dissesto si manifesta attraverso:

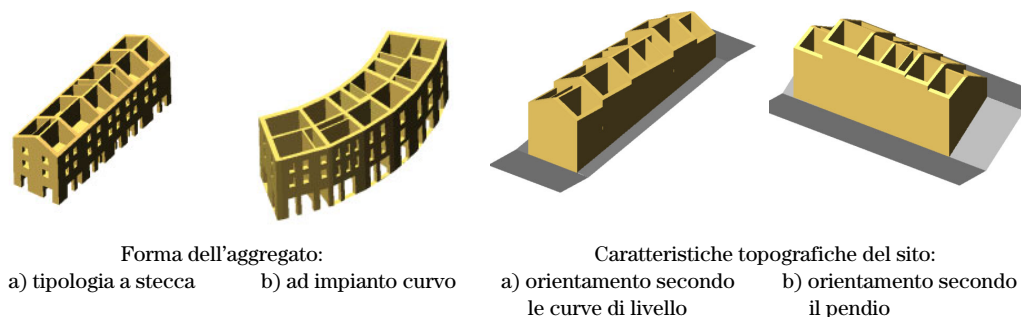
- a) la comparsa di lesioni di distacco fra i pannelli murari;
- b) la comparsa di lesioni di distacco fra gli elementi strutturali verticali e orizzontali;
- c) la formazione di dissesti negli orizzontamenti ed architravi;
- d) l'inflessione accentuata dei solai;
- e) il crollo totale o di porzioni di orizzontamenti di piano o di copertura;
- f) il crollo di porzioni di murature;
- g) la presenza di cedimenti fondali localizzati o estesi.

A tali situazioni si associano in genere delle carenze strutturali gravi che riguardano soprattutto la qualità muraria e che si riflettono nella:

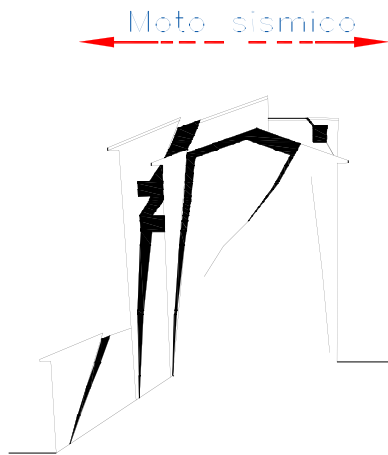
- 1) carenza di resistenza dei maschi murari fuori del piano;
- 2) carenza di resistenza dei maschi murari nel piano;
- 3) carenza di collegamenti fra elementi strutturali orizzontali e verticali, cui si aggiunge spesso:

- 4) l'eccessiva deformabilità dei diaframmi di piano e di copertura;
- 5) la presenza di elementi strutturali spingenti;
- 6) problemi vari legati alle caratteristiche dei terreni d'imposta relativamente alla configurazione del suolo, alla natura del sottosuolo e alla presenza di dissesti in atto.

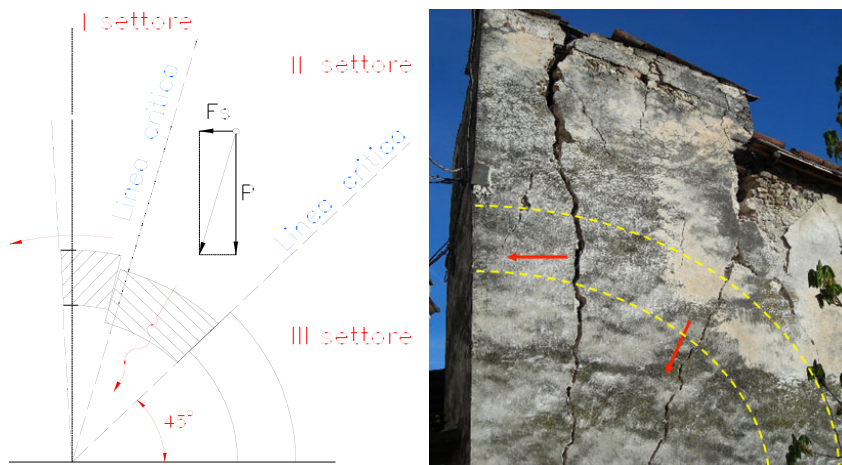
Fra gli aspetti fondamentali da valutare rientra anche la conformazione degli edifici in aggregato in rapporto alla configurazione del suolo e alla natura del sottosuolo.



**Fig. 5** – Alcune forme di aggregati in rapporto a diverse configurazioni topografiche



**Fig. 6** – Schema di dissesto tipico degli isolati in configurazione di pendio



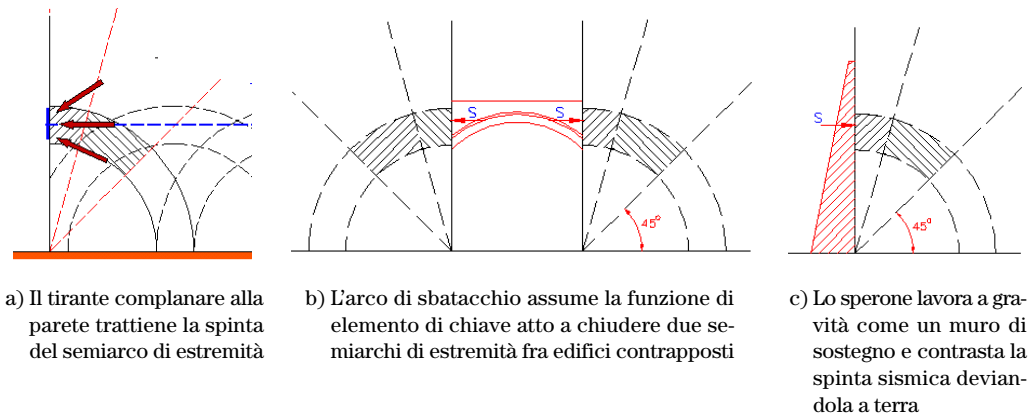
**Fig. 7** – Meccanismo di rottura delle testate di muro secondo il modello ad “archi virtuali”<sup>1</sup>

Elementi di valutazione che rientrano in una specifica sezione della scheda AeDES di 1° livello.

L'esperienza dimostra che le configurazioni di pendio assecondano i fenomeni gravitativi e costituiscono dei fattori di rischio che favoriscono il danneggiamento delle pareti di valle. In questi casi la risposta dipende anche da come l'edificio si imposta sul terreno in relazione al profilo del declivio.

<sup>1</sup> G. Cangi, *Manuale del Recupero Strutturale e Antisismico*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma 2005





**Fig. 8** – *Meccanismo di funzionamento di presidi antisismici tradizionali spiegato con il modello ad archi virtuali*

La maggior parte dei fenomeni di dissesto che manifesta spontaneamente l'edilizia storica è riconducibile alla meccanica degli archi e delle volte e all'innescare di meccanismi resistenti che si generano nelle strutture murarie che, per loro natura, non resistono a trazione.

La chiave di lettura degli "archi virtuali" costituisce uno strumento ideale per interpretare il comportamento sismico delle strutture murarie tradizionali e favorisce quell'approccio intuitivo che permette di intervenire in modo rapido e appropriato nella messa in sicurezza, con gli stessi criteri con cui si interveniva in passato nella realizzazione di efficaci presidi antisismici.

*Giovanni Cangi*

▶ Nuove norme tecniche per le costruzioni e circolare esplicativa *con CD Rom*

▶ Manuale del recupero strutturale antisismico *con CD Rom* di G. Cangi

▶ Analisi strutturale per il recupero antisismico *con CD Rom* di G. Cangi, M. Caraboni, A. De Maria

▶ Sistemi voltati in muratura: teoria e applicazioni *con CD Rom* di M. Paradiso, G. Tempesta, F. Pugi

▶ Trattato sul consolidamento e restauro degli edifici in muratura - 2 vol. *con CD Rom* di M. Mariani

▶ Consolidamento delle strutture lignee con l'acciaio *con CD Rom* di M. Mariani

▶ Il degrado dei materiali nell'edilizia *con CD Rom* di S. Franceschi, L. Germani

▶ Manuale operativo per il restauro architettonico *con CD Rom* di S. Franceschi, L. Germani

▶ Lezioni di scienza delle costruzioni di A. Borri, F. Angotti

▶ Manuale delle Murature Storiche, 2 vol. *con CD Rom* a cura di A. Borri, C. Donà

per informazioni [www.build.it](http://www.build.it)

▶ Il modello di rilevamento dei danni, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica, approvato con il DPCM del 5 maggio 2011, costituisce un documento tecnico di riferimento per la quantificazione di massima dei danni subiti dal patrimonio edilizio in seguito ad eventi sismici.

Uno strumento operativo che consente di realizzare:

- l'analisi speditiva basata sulla valutazione di elementi essenziali ai fini della stima del livello di sicurezza
- il rilievo e la raccolta di dati omogenei e di valore statistico

Il modo di operare individuato nelle schede proposte dal DPCM richiede un approccio pratico-intuitivo tipico degli addetti ai lavori del cantiere tradizionale, basato sulla conoscenza dei sistemi costruttivi e dei materiali impiegati. Una logica che si adatta perfettamente all'impostazione delle nuove NTC che prevedono un'analisi per parti estesa dell'intera costruzione.

### I contenuti del DPCM 5 maggio 2011

- Modello per il rilevamento dei danni, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica e del relativo manuale d'uso
- Manuale per la compilazione della scheda 1° livello di rilevamento del danno, pronto intervento e agibilità per gli edifici ordinari nell'emergenza post-sismica (AeDES)

€ 18,00

ISBN 978.88.496.0420.7



9 788849 604207