

Corso di aggiornamento
Progettazione strutturale
e Norme Tecniche per le Costruzioni

Verifica sismica di edifici esistenti in c.a.

1b - Rischio sismico e vulnerabilità sismica
(lasciato come documentazione)

Imola
16-18 maggio 2013
Aurelio Gheresi

Rischio sismico

Un sistema (struttura, infrastruttura ...) ubicato in una zona sismica è soggetto alla possibilità di subire danni per effetto di un terremoto e quindi che questi danni inducano perdite alla collettività in termini economici, culturali e di vite umane

Rischio sismico:

relazione tra il verificarsi di un evento sismico e le perdite socio-economiche del sistema funzionale in esame

Rischio sismico

Rischio sismico:

relazione tra il verificarsi di un evento sismico
e le perdite socio-economiche del sistema
funzionale in esame

Definizione probabilistica di rischio sismico:

probabilità che, in un dato arco di tempo t^* ,
venga raggiunto un assegnato livello di perdita,
indicato con L_i .

$$R = p(t^*, L_i).$$

Rischio sismico

Il rischio sismico è determinato dalla contemporanea presenza di tre contributi:

- Pericolosità sismica

È una misura della potenzialità distruttive del terremoto atteso in una data area

In termini probabilistici è la probabilità che in un lasso temporale t^* si registri un livello di intensità sismica H_k :

$$P = p(t^*, H_k)$$

Rischio sismico

Il rischio sismico è determinato dalla contemporanea presenza di tre contributi:

- Vulnerabilità sismica

È una misura della propensione al danneggiamento strutturale, a prescindere dalla sismicità dell'area

In termini probabilistici è la probabilità che per un livello di intensità sismica H_k si verifichi un livello di danneggiamento D_j :

$$V = p(H_k, D_j)$$

Rischio sismico

Il rischio sismico è determinato dalla contemporanea presenza di tre contributi:

- Esposizione

È una misura della perdita (economica, di vite umane, ecc.) associata ad un livello di danno

In termini probabilistici è la probabilità che per un livello di danneggiamento D_j si verifichi un livello di perdita L_i :

$$E = p(D_j, L_i)$$

Rischio sismico

Il rischio sismico è determinato dalla contemporanea presenza di tre contributi:

- Pericolosità sismica
- Vulnerabilità sismica
- Esposizione

$$R = p(t^*, L_i) = P \times V \times E$$

$$R = p(t^*, H_k) \times p(H_k, D_j) \times p(D_j, L_i)$$

Se anche uno solo dei tre contributi è nullo o trascurabile il rischio è nullo o trascurabile

Rischio sismico

L'approccio probabilistico alla valutazione della vulnerabilità, del danno e del rischio sismico presuppone l'applicazione di tecniche di valutazione su campioni significativi di organismi strutturali

- Indagini di vulnerabilità a grande scala (interi comuni o vaste aree territoriali)
- Indagini su piccola-media scala (gruppo limitato di immobili, quartieri, analisi tipologiche, ecc.)
- Indagini su piccolissima scala (esame del singolo edificio o di pochi edifici)
valutazione delle prestazioni sismiche

Indagini a grande o media scala

Le schede di rilievo

La valutazione della vulnerabilità è basata sulla conoscenza dell'organismo strutturale esaminato

L'acquisizione guidata dei dati necessari alla valutazione viene effettuata mediante apposite schede

Le schede di rilievo

Schede di vulnerabilità ed esposizione:
sono classificate in relazione alla loro finalità e al
livello di dettaglio delle informazioni

- prescheda per la raccolta di informazioni preliminari al censimento di vulnerabilità
- censimento speditivo di vulnerabilità per edifici in muratura o in cemento armato
- scheda di 1° / 2° livello per il rilevamento dell'esposizione e della vulnerabilità di edifici (muratura, c. a.), capannoni industriali, chiese
- scheda per il rilievo post-terremoto (valutazioni a posteriori della vulnerabilità)

Scheda di 2° livello

N	PARAMETRO	VALORI	CODIFICHE
1	TIPO ED ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA RESISTENTE	<input type="checkbox"/>	<p>La valutazione va riferita alla direzione più debole.</p> <p>1 Pareti in c.a. in entrambi le direzione 2 Pilastri e travi alte 3 Pilastri e travi in spessore di solaio 4 Altro _____ 5 Non so</p>
2	DISTRIBUZIONE DELLE TAMPONATURE	<input type="checkbox"/>	<p>Considerare solo le tamponature esterne e i campi di tamponatura pieni per più del 70% a contatto con la maglia strutturale (travi e pilastri).</p> <p>A Su 4 lati esterni B Su 3 lati esterni C Su 2 lati esterni D Su 1 lato esterno</p>
3	CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA	Forma <input type="checkbox"/>	<p>IL nucleo scale e ascensore sono da considerarsi resistenti quando sono realizzati o in pareti di c.a. o a struttura intelaiata con tamponatura consistente (Blocchi cls o tufo, mattoni pieni o forati doppio UNI)</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p>1 Forma compatta con nucleo scala ascensore resistente centrale</p> <p>2 Forma compatta con nucleo scala ascensore resistente eccentrico</p> <p>3 Forma non compatta con nucleo scala ascensore resistente centrale</p> <p>4 Forma non compatta con nucleo scala ascensore resistente eccentrico</p> </div> <div style="flex: 2;"> </div> </div>
4	IRREGOLARITA IN ELEVAZIONE	Piano debole <input type="checkbox"/> Pilastri tozzi <input type="checkbox"/>	<p>Per piano debole si intende un piano che ha una rigidezza ridotta rispetto agli altri come il caso di piano pilotis o piani con grandi aperture o privi di tamponature o poste in aggetto o arretrate rispetto alla maglia strutturale</p> <p>A Assente B Diverso dal piano terra con nucleo scala-ascensore resistente C Al piano terra con nucleo scala-ascensore resistente D Diverso dal piano terra senza nucleo scala-ascensore resistente E Al piano terra senza nucleo scala-ascensore resistente</p> <p>1 Assenti 2 Per travi a ginocchio o piani sfalsati 3 Per finestre a nastro 4 Altro _____</p>

Codice ISTAT Provincia <input type="text"/>		Codice ISTAT Comune <input type="text"/>		Scheda No. <input type="text"/>
PARAMETRI	Class.	Qual. inf.	ELEMENTI DI VALUTAZIONE	
1	TIPO ED ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA RESISTENTE (S.R.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>Norm. nuove costruz. (cl. A) <input type="checkbox"/></p>
2	QUALITA DEL S.R.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>Norm. riparazioni (cl. A) <input type="checkbox"/></p>
3	RESISTENZA CONVENZIONALE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>(vedi manuale) <input type="checkbox"/></p> <p>Numero di piani N <input type="checkbox"/></p> <p>Area tot. cop. A_t (mq) <input type="checkbox"/></p> <p>Area A₁ (mq) <input type="checkbox"/></p> <p>Area A₂ (mq) <input type="checkbox"/></p> <p>r_s (l/mq) <input type="checkbox"/></p> <p>Alt. media interp. h (m) <input type="checkbox"/></p> <p>Peso spec. par. p_m (t/mc) <input type="checkbox"/></p> <p>Carico perm. sol. p_s (t/mq) <input type="checkbox"/></p>
4	POSIZIONE EDIFICIO E FONDAZIONI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>Pend. perc. terr. <input type="checkbox"/></p> <p>Roccia fond. si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/></p> <p>Terr. sc. non sp. fond. si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/></p> <p>Terr. sc. sp. fond. si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/></p> <p>Diff. max di quota Δh (m) <input type="checkbox"/></p>
5	ORIZZONTAMENTI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>Piani sfalsati si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/></p> <p>Orizz. rig. e ben coll. <input type="checkbox"/></p> <p>Orizz. def. e ben coll. <input type="checkbox"/></p> <p>Orizz. rig. e mal coll. <input type="checkbox"/></p> <p>Orizz. def. e mal coll. <input type="checkbox"/></p> <p>% or. rig. ben coll. <input type="checkbox"/></p>
6	CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>Rapp. perc. β₁ = a/l <input type="checkbox"/></p> <p>Rapp. perc. β₂ = b/l <input type="checkbox"/></p>
7	CONFIGURAZIONE IN ELEVAZIONE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>% aumento (+) riduz. (-) di massa <input type="checkbox"/></p> <p>Rapp. perc. T/H <input type="checkbox"/></p> <p>Perc. in sup. port. <input type="checkbox"/></p> <p>Piano terra port. si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/></p>
M8	D _{max} MURATURE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>Rapp. massimo l/s <input type="checkbox"/></p>
M9	COPERTURA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>Cop. non sp. <input type="checkbox"/> poco sp. <input type="checkbox"/> sp. <input type="checkbox"/></p> <p>Cord. in copert. si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/></p> <p>Cat. in copert. si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/></p> <p>Car. perm. cop. p_c (t/mq) <input type="checkbox"/></p> <p>Lungh. app. cop. l_a (m) <input type="checkbox"/></p> <p>Perim. cop. l (m) <input type="checkbox"/></p>
10	EL. NON STRUTT.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(vedi manuale)
11	STATO DI FATTO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(vedi manuale)

SCHEMI - RICHIAMI (MURATURA)

Parametro 3. Resistenza convenzionale.

Tipologia struttura verticale r_s (t/mq)

Minimo fra A_x e A_y A (mq) _____

Massimo fra A_x e A_y B (mq) _____

Coeff. a₀ = A/A_t _____ Coeff. γ = B/A _____

q = (A_x + A_y) h. p_m/A_t + p_s _____

$$C = \frac{a_0 \cdot r_s}{q \cdot N} \sqrt{1 + 1.5 \cdot \frac{q \cdot N}{a_0 \cdot r_s \cdot (1 + \gamma)}}$$

rr = C/0.4 _____

Parametro 6. Configurazione planimetrica.

B₁ = $\frac{a}{l}$ B₂ = $\frac{b}{l}$

Parametro 7. Configurazione in elevazione.

Parametro M9. Copertura.

Matrice di probabilità di danno

La relazione tra danno e intensità sismica può essere espressa in termini matriciali

Grado di danno	Grado di intensità sismica				
	VI	VII	VIII	IX	X
1	50				
2	5				
3		50			
4		5	50		
5			5	50	75

Curve di fragilità

La relazione tra danno e intensità sismica in termini probabilistici è definita curva di fragilità

