

Corso di aggiornamento professionale

**Valutazione della sicurezza
e verifica sismica di edifici esistenti in c.a.**

1 - Problematiche generali; conoscenza dell'edificio

Parma
21-23 giugno 2010
Aurelio Ghersi

**Normativa di riferimento:
norme italiane**

Criteri generali per la progettazione sismica:

- D.M. 14/1/2008
Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 08)
 - Cap. 3, par. 3.2: Azione sismica
 - Cap. 7: Progettazione per azioni sismiche

Indicazioni specifiche per edifici esistenti:

- NTC 08 - Cap. 8: Costruzioni esistenti
- Circolare 2/2/09 - Cap. C8: Costruzioni esistenti
- OPCM 3431
ove non in contrasto con le Norme Tecniche per le Costruzioni
 - Cap. 11: Edifici esistenti

**Normativa di riferimento:
norme europee**

Criteri generali per la progettazione sismica:

- Eurocodice 8 (UNI EN 1998-1:2004)
Progettazione delle strutture per l'azione sismica
Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole
per gli edifici
in italiano

Indicazioni specifiche per edifici esistenti:

- Eurocode 8: Design of structures for earthquake
resistance (UNI EN 1998-3:2005)
Part 3: Assessment and retrofitting of buildings
per ora disponibile solo in inglese

Altra documentazione rilevante

Linee guida regionali di particolare interesse:

- Regione Basilicata: Linee guida per la valutazione
della vulnerabilità sismica degli edifici strategici e
rilevanti (ottobre 2005)
- Regione Abruzzo: Linee guida per la valutazione
della resistenza sismica degli edifici strategici e
rilevanti (giugno 2007)

Altra documentazione:

- Documenti prodotti dal GNDT (Gruppo Nazionale
Difesa Terremoti), in particolare Progetto SAVE
- si veda il sito <http://gndt.ingv.it/>

**Perché occorrono norme specifiche
per gli edifici esistenti?**

**Che differenza c'è
tra nuove costruzioni ed edifici esistenti?**

Nuove costruzioni

Il progettista ha piena libertà per definire:

- Geometria della struttura
- Dettagli costruttivi
- Materiali

Modalità di analisi tipica:

- Analisi modale (o statica) con fattore di struttura q
(valori tipici di q : tra 4 e 6)

Altre alternative:

- Analisi statica non lineare non comporta grandi vantaggi
- Analisi dinamica non lineare troppo complicata

Costruzioni esistenti

È tutto già definito:

- Geometria della struttura
- Dettagli costruttivi
- Materiali

E il comportamento sarà in genere non "ideale":

- Rischio di rotture fragili
- Rischio di collasso non globale

Nascono problemi specifici:

- Conoscenza della struttura
- Modellazione della struttura
- Analisi globale del comportamento della struttura

Valutazione della sicurezza di una struttura esistente

Problematiche:

- Conoscenza della struttura
- Modellazione della struttura
- Analisi globale del comportamento della struttura

Da tenere in considerazione:

NTC 08, punto 8.2

- La costruzione riflette lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione
- Possono essere insiti e non palesi difetti di impostazione e realizzazione
- La costruzione può essere stata soggetta ad azioni, anche eccezionali, i cui effetti non siano completamente manifesti
- Le strutture possono presentare degrado e/o modificazioni significative rispetto alla situazione originaria

Valutazione della sicurezza di una struttura esistente

Problematiche:

- Conoscenza della struttura
- Modellazione della struttura
- Analisi globale del comportamento della struttura

Nella modellazione, tenere in considerazione che:

NTC 08

- La geometria e i dettagli costruttivi sono definiti e la loro conoscenza dipende solo dalla documentazione disponibile e dal livello di approfondimento delle indagini conoscitive
- La conoscenza delle proprietà meccaniche dei materiali non risente delle incertezze legate alla produzione e posa in opera ma solo dell'omogeneità dei materiali all'interno della costruzione, del livello di approfondimento delle indagini conoscitive e della loro affidabilità
- I carichi permanenti sono definiti e la loro conoscenza dipende dal livello di approfondimento delle indagini conoscitive

Valutazione della sicurezza di una struttura esistente

Problematiche:

- Conoscenza della struttura
- Modellazione della struttura
- Analisi globale del comportamento della struttura

Nell'analisi strutturale:

NTC 08

- Usare metodi di analisi e verifica dipendenti dalla completezza ed affidabilità della informazione disponibile
- Usare nelle verifiche adeguati coefficienti di sicurezza ("fattori di confidenza"), che modificano i parametri di capacità in funzione del livello di conoscenza relativo a geometria, dettagli costruttivi e materiali

Quando siamo chiamati ad occuparci di edifici esistenti?

- Esprimere un giudizio sull'agibilità per dissesti (reali o presunti) indipendenti da eventi sismici
- Esprimere un giudizio sull'agibilità dopo un evento sismico
- Valutare il grado di sicurezza dell'edificio nei confronti delle azioni sismiche
- Progettare interventi per il miglioramento o adeguamento sismico dell'edificio

Quando siamo chiamati ad occuparci di edifici esistenti?

Le costruzioni esistenti devono essere verificate quando ricorre una delle seguenti situazioni:

- Riduzione evidente della capacità resistente e/o deformativa per azioni ambientali (sisma o altro)
- Significativo degrado dei materiali
- Eventi eccezionali (incendi, esplosioni)
- Deformazioni significative dovute a cedimenti di fondazione
- Gravi errori di progetto o costruzione
- Cambio di destinazione d'uso con variazione significativa dei carichi

NTC 08, punto 8.3

Valutazione della sicurezza

Occorre fare riferimento solo allo stato limite ultimo

- SLV oppure SLC

NTC 08, punto 8.3

Evoluzione del concetto di protezione sismica

Performance based design

Tendenza della normativa:

Più livelli di prestazione

- Evitare il crollo
- Evitare perdite di vite umane
- Consentire un rapido ripristino dell'operatività
- Mantenere l'operatività

associati a diversi livelli di intensità sismica

Normativa americana FEMA
Norme Tecniche per le Costruzioni 2008

Livelli di prestazione Ovvero Stati Limite da rispettare

Stati Limite di Esercizio

Non richiesto
per edifici esistenti

NTC 08, punto 8.3

Stato Limite di Operatività - SLO

Danni estremamente modesti agli elementi non strutturali, tali da non compromettere in alcun modo la funzionalità dell'edificio

Stato Limite di Danno - SLD

Danni modesti agli elementi non strutturali e quasi nulli a quelli strutturali. L'utilizzo dell'opera dopo il sisma dovrebbe essere consentito, anche se alcune funzionalità potrebbero risultare compromesse

Danno Limitati, DL nell'OPCM 3431
Damage Limitation, DL nell'EC8-3

NTC 08, punto 3.2.1

Livelli di prestazione Ovvero Stati Limite da rispettare

Stati Limite Ultimi

Stato Limite di salvaguardia della Vita - SLV

Significativi danni agli elementi strutturali e non strutturali. Esiste ancora un consistente margine nei confronti del collasso. La funzionalità dell'edificio è compromessa

Danno Severo, DS nell'OPCM 3431
Significant Damage, SD nell'EC8-3

Stato Limite di prevenzione del Collasso - SLC

La capacità dell'edificio di portare azioni orizzontali e verticali è compromessa. L'uso dell'edificio dopo l'evento sismico comporterebbe un sensibile livello di rischio

Collasso, CO nell'OPCM 3431
Near Collapse, NC nell'EC8-3

NTC 08, punto 3.2.1

Livelli di intensità sismica

Sono legati alla "vita di riferimento" V_R della struttura

Livello	Probabilità di superamento	Periodo di ritorno *
Frequente	81% in V_R anni	30 anni
Occasionale	63% in V_R anni	50 anni
Raro	10% in V_R anni	475 anni
Estremamente raro	5% in V_R anni	975 anni

SLV

SLC

* Per $V_R = 50$ anni

NTC 08, punto 3.2.1

Valutazione della sicurezza

Occorre fare riferimento solo allo stato limite ultimo

- SLV oppure SLC

Occorre stabilire se:

- L'uso della costruzione può continuare senza interventi
- L'uso può continuare ma con un declassamento
- Occorre aumentare o ripristinare la capacità portante

NTC 08, punto 8.3

Tipi di intervento

Adeguamento:

- Intervento sulla struttura che le conferiscono i livelli di sicurezza richiesti dalle norme vigenti

Miglioramento:

- Intervento sulla struttura per aumentarne globalmente la sicurezza, pur senza necessariamente raggiungere i livelli richiesti dalle norme vigenti

Intervento locale:

- Intervento su porzioni limitate della struttura, senza sostanziali modifiche del comportamento globale

NTC 08, punto 8.4

Miglioramento o adeguamento?

L'adeguamento è obbligatorio quando ricorre anche una sola delle tre condizioni seguenti:

- La costruzione viene ampliata o sopraelevata
- I carichi globali in fondazione aumentano più del 10% (per variazione di destinazione d'uso o altro)
- Gli interventi strutturali modificano in maniera sostanziale il comportamento complessivo della costruzione

NTC 08, punto 8.4

Vulnerabilità e rischio sismico

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 una 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 1° livello

Sezione 1 - DATI RELATIVI ALLA SCHEDA

Nome edificio: _____

Indirizzo: _____

Località: _____

Sezione 2 - LOCALIZZAZIONE EDIFICIO

Coordinate geografiche: _____

Sezione 3 - DATI METRICI

Superficie totale: _____

Superficie utile: _____

Sezione 4 - USO

Destinazione d'uso: _____

Sezione 5 - ETÀ DELLA COSTRUZIONE - INTERVENTI

Classe di età: _____

Sezione 6 - STATO DELLE FINITURE E IMPIANTI

Stato delle finiture: _____

Sezione 7 - TIPOLOGIA STRUTTURALE

Tipologia strutturale: _____

Sezione 8 - ESTENSIONE E LIVELLO DEL DANNO

Estensione del danno: _____

Livello del danno: _____

Scheda di 2° livello

PARAMETRO

VALORE

CONDIZIONE

Sezione 1 - DATI RELATIVI ALLA SCHEDA

Sezione 2 - LOCALIZZAZIONE EDIFICIO

Sezione 3 - DATI METRICI

Sezione 4 - USO

Sezione 5 - ETÀ DELLA COSTRUZIONE - INTERVENTI

Sezione 6 - STATO DELLE FINITURE E IMPIANTI

Sezione 7 - TIPOLOGIA STRUTTURALE

Sezione 8 - ESTENSIONE E LIVELLO DEL DANNO

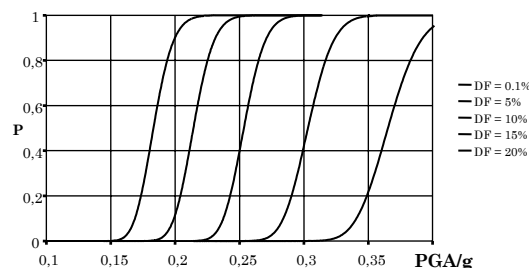
Matrice di probabilità di danno

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



Indagini a piccolissima scala (singolo edificio)

Occorre un approccio diverso e schede di rilievo diverse

Obiettivo:

- Raggiungere una conoscenza dell'edificio sufficiente per poter esprimere un giudizio (qualitativo - quantitativo)

La norma richiede di classificare il livello di conoscenza raggiunto

- NTC 08 (punto 8.5.4) - solo il principio generale
- OPCM 3431 ed EC8 - regole applicative

Livelli di conoscenza

Livello di Conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e limitate verifiche in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e limitate prove in situ
LC2		Disegni costruttivi incompleti con limitate verifiche in situ oppure estese verifiche in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con limitate prove in situ oppure estese prove in situ
LC3		Disegni costruttivi completi con limitate verifiche in situ oppure esaustive verifiche in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ oppure esaustive prove in situ

OPCM 3431, tab. 11.1

Circolare 2/2/09, appendice C8A.1.B

Dati necessari e fonti

Dati necessari:

- Identificazione dell'organismo strutturale e verifica del rispetto dei criteri di regolarità indicati al punto 4.3. Quanto sopra sarà ottenuto sulla base dei disegni originali di progetto opportunamente verificati con indagini in-situ, oppure con un rilievo ex-novo;
- Identificazione delle strutture di fondazione;
- Identificazione delle categorie di suolo secondo quanto indicato al punto 3.1;
- Informazione sulle dimensioni geometriche degli elementi strutturali, dei quantitativi delle armature, delle proprietà meccaniche dei materiali, dei collegamenti;
- Informazioni su possibili difetti locali dei materiali;
- Informazioni su possibili difetti nei particolari costruttivi (dettagli delle armature, eccentricità travi-pilastro, eccentricità pilastro-pilastro, collegamenti trave-colonna e colonna-fondazione, etc.);
- Informazioni sulle norme impiegate nel progetto originale incluso il valore delle azioni sismiche di progetto;
- Descrizione della destinazione d'uso attuale e futura dell'edificio con identificazione della categoria di importanza, secondo i punti 2.5 e 4.7;
- Rivalutazione dei carichi variabili, in funzione della destinazione d'uso;
- Informazione sulla natura e l'entità di eventuali danni subiti in precedenza e sulle riparazioni effettuate.

OPCM 3431, punto 11.2.3.2

Circolare 2/2/09, appendice C8A.1.B

Dati necessari e fonti

Dati necessari:

- Geometria delle strutture in elevazione e in fondazione
- Categoria di suolo
- Particolari costruttivi
- Caratteristiche dei materiali
- Danni e degradi della struttura

Fonti per l'acquisizione dei dati:

- Informazioni storiche (norme utilizzate, modifiche, ecc.)
Analisi storico-critica (NTC08, punto 8.5.1)
- Documenti di progetto
- Rilievo (NTC08, punto 8.5.2)
- Indagini in situ e in laboratorio
Caratterizzazione meccanica dei materiali (NTC08, punto 8.5.3)

Dati necessari e fonti

8.5.1 ANALISI STORICO-CRITICA

Ai fini di una corretta individuazione del sistema strutturale esistente e del suo stato di sollecitazione è importante ricostruire il processo di realizzazione e le successive modificazioni subite nel tempo dal manufatto, nonché gli eventi che lo hanno interessato.

8.5.2 RILIEVO

Il rilievo geometrico-strutturale dovrà essere riferito sia alla geometria complessiva dell'organismo che a quella degli elementi costruttivi, comprendendo i rapporti con le eventuali strutture in aderenza. Nel rilievo dovranno essere rappresentate le modificazioni intervenute nel tempo, come desunte dall'analisi storico-critica.

Il rilievo deve individuare l'organismo resistente della costruzione, tenendo anche presente la qualità e lo stato di conservazione dei materiali e degli elementi costitutivi.

Dovranno altresì essere rilevati i dissesti, in atto o stabilizzati, ponendo particolare attenzione all'individuazione dei quadri fessurativi e dei meccanismi di danno.

8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

Per conseguire un'adeguata conoscenza delle caratteristiche dei materiali e del loro degrado, ci si baserà su documentazione già disponibile, su verifiche visive in situ e su indagini sperimentali. Le indagini dovranno essere motivate, per tipo e quantità, dal loro effettivo uso nelle verifiche: nel caso di beni culturali e nel recupero di centri storici, dovrà esserne considerato l'impatto in termini di conservazione del bene. I valori delle resistenze meccaniche dei materiali vengono valutati sulla base delle prove effettuate sulla struttura e prescindono dalle classi discretizzate previste nelle norme per le nuove costruzioni.

Conoscenza limitata (LC1)

Geometria:

- Nota in base ad un rilievo o dai disegni originali (convalidati da rilievo visivo a campione).
Dati orientati alla messa a punto di un modello di analisi lineare.

Dettagli Costruttivi:

- Non disponibili dai dati progettuali; devono essere desunti da una progettazione simulata. Sono necessarie limitate verifiche in situ. I dati raccolti servono come base per verifiche locali di resistenza.

Proprietà dei materiali:

- Non disponibili informazioni sulle caratteristiche meccaniche dei materiali, né da disegni costruttivi né da certificati di prova. Si adotteranno valori usuali della pratica costruttiva dell'epoca convalidati da limitate prove in-situ sugli elementi più importanti.

OPCM 3431, punto 11.2.3.3

Circolare 2/2/09, appendice C8A.1.B

Conoscenza adeguata (LC2)

Geometria:

- Nota in base ad un rilievo o dai disegni originali (convalidati da rilievo visivo a campione).

Dettagli Costruttivi:

- Noti da un'estesa verifica in-situ oppure parzialmente noti dai disegni costruttivi originali incompleti (integrati da una limitata verifica in-situ di armature e collegamenti tra gli elementi più importanti).

Proprietà dei materiali:

- Disponibili in base ai disegni costruttivi o ai certificati originali di prova (integrati da limitate prove in-situ, che forniscano valori non minori di quelli previsti), o da estese verifiche in-situ.

I dati raccolti saranno tali da consentire la messa a punto di un modello strutturale idoneo ad un'analisi lineare ed effettuate verifiche locali di resistenza, oppure la messa a punto di un modello strutturale idoneo ad un'analisi non lineare.

OPCM 3431, punto 11.2.3.3

Circolare 2/2/09, appendice C8A.1.B

Conoscenza accurata (LC3)

Geometria:

- Nota in base ad un rilievo o dai disegni originali (convalidati da rilievo visivo a campione).

Dettagli Costruttivi:

- Noti o da un'esauritiva verifica in-situ oppure dai disegni costruttivi originali (integrati da una limitata verifica in-situ di armature e collegamenti tra gli elementi più importanti).

Proprietà dei materiali:

- Disponibili in base ai disegni costruttivi o ai certificati originali di prova (integrati da estese prove in-situ, che forniscano valori non minori di quelli previsti), o da esauritive verifiche in-situ.

I dati raccolti saranno tali da consentire la messa a punto di un modello strutturale idoneo ad un'analisi lineare ed effettuate verifiche locali di resistenza, oppure la messa a punto di un modello strutturale idoneo ad un'analisi non lineare.

OPCM 3431, punto 11.2.3.3

Circolare 2/2/09, appendice C8A.1.B

Geometria (carpenterie)

- Disegni originali di carpenteria: descrivono la geometria della struttura, gli elementi strutturali e le loro dimensioni, e permettono di individuare l'organismo strutturale resistente alle azioni orizzontali e verticali.
- Disegni costruttivi o esecutivi: descrivono la geometria della struttura, gli elementi strutturali e le loro dimensioni, e permettono di individuare l'organismo strutturale resistente alle azioni orizzontali e verticali. Contengono la descrizione della quantità, disposizione e dettagli costruttivi di tutte le armature, nonché le caratteristiche nominali dei materiali usati.
- Rilievo visivo: serve a controllare la corrispondenza tra l'effettiva geometria della struttura e i disegni originali di carpenteria disponibili. Comprende il rilievo a campione della geometria di alcuni elementi. Nel caso di mancato riscontro, sarà eseguito un rilievo completo.
- Rilievo completo: serve a produrre disegni completi di carpenteria (se quelli originali sono mancanti o se non vi è corrispondenza tra questi e l'effettiva geometria). I disegni prodotti dovranno descrivere la geometria della struttura, gli elementi strutturali e le loro dimensioni, e permettere di individuare l'organismo strutturale resistente alle azioni orizzontali e verticali con lo stesso grado di dettaglio proprio di disegni originali.

OPCM 3431, punto 11.2.3.3

Circolare 2/2/09, appendice C8A.1.B

Dettagli costruttivi

- Progetto simulato: serve, in mancanza dei disegni costruttivi originali, a definire la quantità e la disposizione dell'armatura in tutti gli elementi con funzione strutturale o le caratteristiche dei collegamenti. Deve essere eseguito sulla base delle norme tecniche in vigore e della pratica costruttiva caratteristica all'epoca della costruzione.
- Verifiche in-situ limitate: servono per verificare la corrispondenza tra le armature o le caratteristiche dei collegamenti effettivamente presenti e quelle riportate nei disegni costruttivi, oppure ottenute mediante il progetto simulato.
- Verifiche in-situ estese: servono quando non sono disponibili i disegni costruttivi originali come alternativa al progetto simulato seguito da verifiche limitate, oppure quando i disegni costruttivi originali sono incompleti.
- Verifiche in-situ esaustive: servono quando non sono disponibili i disegni costruttivi originali e si desidera un livello di conoscenza accurata (LC3).

OPCM 3431, punto 11.2.3.3

Circolare 2/2/09, appendice C8A.1.B

Proprietà dei materiali

- Calcestruzzo: la misura delle caratteristiche meccaniche si ottiene mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove di compressione fino a rottura.
- Acciaio: la misura delle caratteristiche meccaniche si ottiene mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove a trazione fino a rottura con determinazione della resistenza a snervamento e della resistenza e deformazione ultima, salvo nel caso in cui siano disponibili certificati di prova di entità conforme a quanto richiesto per le nuove costruzioni, nella normativa dell'epoca.
- Metodi di prova non distruttivi: Sono ammessi metodi di indagine non distruttiva di documentata affidabilità, che non possono essere impiegati in completa sostituzione di quelli sopra descritti, ma sono consigliati a loro integrazione, purché i risultati siano tarati su quelli ottenuti con prove distruttive. Nel caso del calcestruzzo, si adotteranno metodi di prova che limitino l'influenza della carbonatazione degli strati superficiali sui valori di resistenza.
- Prove in-situ limitate
- Prove in-situ estese
- Prove in-situ esaustive

OPCM 3431, punto 11.2.3.3

Circolare 2/2/09, appendice C8A.1.B

Verifiche limitate, estese, esaustive

	Rilievo dei dettagli costruttivi ^{OPC}	Prove (sui materiali) ^{OPC}
	Per ogni tipo di elemento "primario" (trave, pilastro...)	
Verifiche limitate	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio
Verifiche estese	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
Verifiche esaustive	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

Ai fini del rilievo dei dettagli costruttivi si terrà conto delle eventuali situazioni ripetitive, che consentano di estendere ad una più ampia percentuale i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali facenti parte di una serie con evidenti caratteristiche di ripetibilità, per uguale geometria e ruolo nello schema strutturale.

Ai fini delle prove sui materiali è consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con un più ampio numero, almeno il triplo, di prove non distruttive, singole o combinate, tarate su quelle distruttive

OPCM 3431, tab. 11.2a

Circolare 2/2/09, appendice C8A.1.B

Scheda di rilievo

Tentativo di esplicitare e codificare il procedimento logico che guida i progettisti verso la conoscenza di un edificio e che porta alla formulazione di un parere sui livelli di sicurezza nei confronti di azioni statiche o dinamiche

La scheda è costituita da 6 sezioni

- I: IDENTIFICAZIONE
- II: DOCUMENTI A DISPOSIZIONE
- III: ASPETTO GENERALE
- IV: STORIA DELL'EDIFICIO
- V: ESAME DELLA STRUTTURA
- VI: DEGRADI E DISSESTI

I: IDENTIFICAZIONE
dove si trova, che destinazione d'uso ha, quando è stato edificato, se si trova in zona sismica

II: DOCUMENTI A DISPOSIZIONE
che materiale si ha a disposizione, disegni originali o rilievi successivi, architettonici, strutturali, materiali utilizzati

III: ASPETTO GENERALE
come si presenta a prima vista, allo stato del sopralluogo: è isolato o aggregato ad altri corpi, qual è la sua planimetria ed altimetria

IV: STORIA DELL'EDIFICIO

da chi è stato edificato, se è stato realizzato in un'unica fase o in diverse ed in tal caso perché, se ha subito degli interventi successivi alla costruzione (ampliamenti, sopraelevazioni), se è stato soggetto ad eventi sismici, dissesti, cedimenti, se ha subito danni, se sono state effettuate delle riparazioni, se ci sono stati dei cambiamenti di destinazione d'uso

V: ESAME DELLA STRUTTURA

quali sono la tipologia strutturale, i materiali, gli elementi strutturali e non, la loro geometria, dimensioni, rispetto dei criteri di regolarità, riscontro visivo con il materiale a disposizione

VI: DEGRADI E DISSESTI

quali sono gli eventuali degradi materici presenti, il quadro fessurativo e deformativo, fuori asse

I - IDENTIFICAZIONE

dove si trova, che destinazione d'uso ha, quando è stato edificato, se si trova in zona sismica

SEZIONE I - IDENTIFICAZIONE

<input type="checkbox"/> 1) Localizzazione edificio	
Via	
Comune	
Provincia	
<input type="checkbox"/> 2) Destinazione d'uso attuale	
<input type="checkbox"/> Edificio la cui funzionalità durante il terremoto ha importanza fondamentale per la protezione civile (es: ospedale, caserma vigili del fuoco, municipi)	
<input type="checkbox"/> Edifici importanti in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso (es: scuola, cinema, teatro)	
<input type="checkbox"/> Edifici ordinari non compresi nelle categorie precedenti (es: civile abitazione)	
<input type="checkbox"/> 3) Anno di costruzione	Livello di attendibilità: <input type="checkbox"/> Basso <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto
<input type="checkbox"/> 4) Zona sismica	
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4

II: DOCUMENTI A DISPOSIZIONE

che materiale si ha a disposizione, disegni originali o rilievi successivi, architettonici, strutturali, materiali utilizzati

SEZIONE II: DOCUMENTI A DISPOSIZIONE	
<input type="checkbox"/> 1) Tipo di documentazione	
<input type="checkbox"/> Progetto originale	
V: Progetto di varianti	
Vz: Progetto di varianti	
R: Rilievo successivo	
Ad opera di.....	
Data.....	
Rz: Rilievo successivo	
Ad opera di.....	
Data.....	
A: Altro tipo di materiale a disposizione	
A2: Altro tipo di materiale a disposizione	
<input type="checkbox"/> 2) Fonte della documentazione	
P: Podestura	
C: Comune	
G: Genio civile	
A1: Altra fonte	
A2: Altra fonte	

II: DOCUMENTI A DISPOSIZIONE

che materiale si ha a disposizione, disegni originali o rilievi successivi, architettonici, strutturali, materiali utilizzati

<input type="checkbox"/> 1) Elaborati architettonici	Origine (indicare sigla tipo fonte):
<input type="checkbox"/> Pianta	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V
Quante e quali:	
<input type="checkbox"/> Prospetti	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V
Quante e quali:	
<input type="checkbox"/> Sezioni	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V
Quante e quali:	
<input type="checkbox"/> Atti contabili	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V
<input type="checkbox"/> Computo metrico	
<input type="checkbox"/> Altro	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V

II: DOCUMENTI A DISPOSIZIONE

che materiale si ha a disposizione, disegni originali o rilievi successivi, architettonici, strutturali, materiali utilizzati

<input type="checkbox"/> 1) Elaborati strutturali	Origine (indicare sigla tipo fonte):
<input type="checkbox"/> Carpenterie e piante	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V
Quante e quali:	
<input type="checkbox"/> Pareti	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V
Quante e quali:	
<input type="checkbox"/> Pilastri	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V
Quante e quali:	
<input type="checkbox"/> Travi	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V
Quante e quali:	
<input type="checkbox"/> Solai	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V
Quante e quali:	
<input type="checkbox"/> Scale	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V
Quante e quali:	

II: DOCUMENTI A DISPOSIZIONE

che materiale si ha a disposizione, disegni originali o rilievi successivi, architettonici, strutturali, materiali utilizzati

<input type="checkbox"/> 6) Materiali	
<input type="checkbox"/> 6A) Calcestruzzo	
<input type="checkbox"/> Non noto	
<input type="checkbox"/> Noto	
<input type="checkbox"/> Da certificati di prova originali	
<input type="checkbox"/> Da specifiche originali di progetto	
<input type="checkbox"/> Da indagini	
<input type="checkbox"/> Altro	
<input type="checkbox"/> 6B) Acciaio	
<input type="checkbox"/> Non noto	
<input type="checkbox"/> Noto	
<input type="checkbox"/> Da certificati di prova originali	
<input type="checkbox"/> Da specifiche originali di progetto	
<input type="checkbox"/> Da indagini	
<input type="checkbox"/> Altro	

SEZIONE V: ESAME DELLA STRUTTURA - CORPO N° _____	
1) Tipologia strutturale	I II III IV V
<input type="checkbox"/> Struttura a telaio <input type="checkbox"/> Struttura mista telaio-parete	
<input type="checkbox"/> Struttura a parete <input type="checkbox"/> Altro	
..... (commento)	
2) Travi	I II III IV V
Disposizione	
<input type="checkbox"/> Travi emergenti in una direzione	
<input type="checkbox"/> Travi emergenti in entrambe le direzioni	
<input type="checkbox"/> In molti pilastri convergono travi in un'unica direzione	
<input type="checkbox"/> In molti pilastri convergono travi nelle due direzioni	
<input type="checkbox"/> Altro	
..... (commento)	
Lunghezza	
<input type="checkbox"/> Lati molto grandi <input type="checkbox"/> Lati molto piccole	
<input type="checkbox"/> Altro	
..... (commento)	
Particolarità	
<input type="checkbox"/> Eccentricità trave-pilastro	
<input type="checkbox"/> Altro	
..... (commento)	
<input type="checkbox"/> Disposizione e diametro armatura (se visibile)	
..... (commento)	
<input type="checkbox"/> Altro	
..... (commento)	
<input type="checkbox"/> Riscontro visivo con il materiale a disposizione	
..... (commento)	

V: ESAME DELLA STRUTTURA

quali sono la tipologia strutturale, i materiali, gli elementi strutturali e non, la loro geometria, dimensioni, rispetto dei criteri di regolarità, riscontro visivo con il materiale a disposizione

1) Pilastri	I II III IV V
Dimensioni	
<input type="checkbox"/> Troppo piccoli in funzione del carico <input type="checkbox"/> Molto grandi in funzione del carico portato	
<input type="checkbox"/> Altro	
..... (commento)	
Distribuzione	
<input type="checkbox"/> Pilastri distribuiti in maniera uniforme	
<input type="checkbox"/> Pilastri non uniformemente distribuiti	
<input type="checkbox"/> Altro	
..... (commento)	
Forma	
<input type="checkbox"/> Tendenzialmente quadrati	
<input type="checkbox"/> Tendenzialmente rettangolari	
<input type="checkbox"/> Tendenzialmente rettangolari in una direzione	
<input type="checkbox"/> Tendenzialmente rettangolari in entrambe le direzioni	
<input type="checkbox"/> Altro	
..... (commento)	
Particolarità	
<input type="checkbox"/> Interruzione di alcuni pilastri lungo l'altezza dell'edificio	
<input type="checkbox"/> Pilastri in falso	
<input type="checkbox"/> Pilots	
<input type="checkbox"/> Altro	
..... (commento)	
<input type="checkbox"/> Disposizione e diametro armatura (se visibile)	
..... (commento)	
<input type="checkbox"/> Altro	
..... (commento)	
<input type="checkbox"/> Riscontro visivo con il materiale a disposizione	
..... (commento)	

V: ESAME DELLA STRUTTURA

quali sono la tipologia strutturale, i materiali, gli elementi strutturali e non, la loro geometria, dimensioni, rispetto dei criteri di regolarità, riscontro visivo con il materiale a disposizione

1) Solai	I II III IV V
<input type="checkbox"/> Interrasse travetti (se visibili)	
<input type="checkbox"/> Altro	
..... (commento)	
<input type="checkbox"/> Riscontro visivo con il materiale a disposizione	
..... (commento)	
2) Scale	I II III IV V
<input type="checkbox"/> Soletta rampante	
<input type="checkbox"/> Trave a ginocchio	
<input type="checkbox"/> Eccentricità in pianta	
<input type="checkbox"/> Disposizione e diametro armatura (se visibile)	
<input type="checkbox"/> Altro	
<input type="checkbox"/> Riscontro visivo con il materiale a disposizione	
..... (commento)	

V: ESAME DELLA STRUTTURA

quali sono la tipologia strutturale, i materiali, gli elementi strutturali e non, la loro geometria, dimensioni, rispetto dei criteri di regolarità, riscontro visivo con il materiale a disposizione

1) Fondazione	I II III IV V
Tipo	
<input type="checkbox"/> Su pali	
<input type="checkbox"/> Diretta	
<input type="checkbox"/> Plinti	
<input type="checkbox"/> isolati	
<input type="checkbox"/> collegati	
<input type="checkbox"/> Travi rovesce	
<input type="checkbox"/> Platea	
<input type="checkbox"/> con nervature	
<input type="checkbox"/> senza nervature	
..... (commento)	
<input type="checkbox"/> Disposizione e diametro armatura (se visibile)	
..... (commento)	
<input type="checkbox"/> Altro	
..... (commento)	
<input type="checkbox"/> Riscontro visivo con il materiale a disposizione	
..... (commento)	

V: ESAME DELLA STRUTTURA

quali sono la tipologia strutturale, i materiali, gli elementi strutturali e non, la loro geometria, dimensioni, rispetto dei criteri di regolarità, riscontro visivo con il materiale a disposizione

SEZIONE VI: DEGRADI E DISSESTI - CORPO N° _____	
1) Degradì materiali	I II III IV V
1a) Calcestruzzo	
<input type="checkbox"/> Nessun degrado	
<input type="checkbox"/> Presenza degrado	
<input type="checkbox"/> Fessurazione	
Entità	
Localizzazione	
<input type="checkbox"/> Ammaloramento	
Entità	
Localizzazione	
<input type="checkbox"/> Altro	
Entità	
Localizzazione	

VI: DEGRADI E DISSESTI

quali sono gli eventuali degradi materici presenti, il quadro fessurativo e deformativo, fuori asse

1b) Acciaio	I II III IV V
<input type="checkbox"/> Nessun degrado	
<input type="checkbox"/> Presenza degrado	
<input type="checkbox"/> Corrosione	
Entità	
Localizzazione	
<input type="checkbox"/> Altro	
Entità	
Localizzazione	

VI: DEGRADI E DISSESTI

quali sono gli eventuali degradi materici presenti, il quadro fessurativo e deformativo, fuori asse