

STRUCTURA FORUM 2026

LA CONOSCENZA DELLE STRUTTURE ESISTENTI

Presupposto per la valutazione della sicurezza sismica

ING. PAOLO STILLA

Presidente della Commissione Sismica dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cosenza

18 settembre 2026, Rende (CS)

Valutazione della Sicurezza Sismica

La Conoscenza delle Strutture Esistenti secondo il Cap. 8 delle NTC 2018 e la Circolare
n. 7/2019

Il Quadro Normativo di Riferimento

Principi generali delle NTC 2018 per la diagnosi strutturale e la riduzione dell'incertezza nelle costruzioni esistenti.

8.3. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

La valutazione della sicurezza di una struttura esistente è un procedimento quantitativo, volto a determinare l'entità delle azioni che la struttura è in grado di sostenere con il livello di sicurezza minimo richiesto dalla presente normativa. L'incremento del livello di sicurezza si persegue, essenzialmente, operando sulla concezione strutturale globale con interventi, anche locali.

La valutazione della sicurezza, argomentata con apposita relazione, deve permettere di stabilire se:

- l'uso della costruzione possa continuare senza interventi;
- l'uso debba essere modificato (declassamento, cambio di destinazione e/o imposizione di limitazioni e/o cautele nell'uso);
- sia necessario aumentare la sicurezza strutturale, mediante interventi.

La valutazione della sicurezza deve effettuarsi quando ricorra anche una sola delle seguenti situazioni:

- riduzione evidente della capacità resistente e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti dovuta a: significativo degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali, deformazioni significative conseguenti anche a problemi in fondazione; danneggiamenti prodotti da azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura), da azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni) o da situazioni di funzionamento ed uso anomali;
- provati gravi errori di progetto o di costruzione;
- cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili e/o passaggio ad una classe d'uso superiore;
- esecuzione di interventi non dichiaratamente strutturali, qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale e, in modo consistente, ne riducano la capacità e/o ne modifichino la rigidità;
- ogni qualvolta si eseguano gli interventi strutturali di cui al § 8.4 ;
- opere realizzate in assenza o difformità dal titolo abitativo, ove necessario al momento della costruzione, o in difformità alle norme tecniche per le costruzioni vigenti al momento della costruzione

Perché Valutare la Struttura?

Specificità dell'Esistente

Diversamente dalle nuove costruzioni, gli edifici esistenti presentano geometria, dettagli costruttivi e proprietà dei materiali non noti a priori o soggetti a degrado nel tempo.

Obbligo di Valutazione (§8.3)

Scatta in presenza di degrado evidente, gravi errori costruttivi, cambi di destinazione d'uso rilevanti o prima di progettare interventi di miglioramento/adequamento sismico.

8.4. CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

Si individuano le seguenti categorie di intervento:

- **interventi di riparazione o locali:** interventi che interessino singoli elementi strutturali e che, comunque, non riducano le condizioni di sicurezza preesistenti;
- **interventi di miglioramento:** interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, senza necessariamente raggiungere i livelli di sicurezza fissati al § 8.4.3;
- **interventi di adeguamento:** interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, conseguendo i livelli di sicurezza fissati al § 8.4.3.

Solo gli interventi di miglioramento ed adeguamento sono sottoposti a collaudo statico.

8.4.2. INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

La valutazione della sicurezza e il progetto di intervento dovranno essere estesi a tutte le parti della struttura potenzialmente interessate da modifiche di comportamento, nonché alla struttura nel suo insieme.

Per la combinazione sismica delle azioni, il valore di z_E può essere minore dell'unità. A meno di specifiche situazioni relative ai beni culturali, per le costruzioni di classe III ad uso scolastico e di classe IV il valore di z_E , a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere comunque non minore di 0,6 , mentre per le rimanenti costruzioni di classe III e per quelle di classe II il valore di z_E , sempre a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere incrementato di un valore comunque non minore di 0,1.

Nel caso di interventi che prevedano l'impiego di sistemi di isolamento, per la verifica del sistema di isolamento, si deve avere almeno $z_E = 1,0$.

8.4.3. INTERVENTO DI ADEGUAMENTO

L'intervento di adeguamento della costruzione è obbligatorio quando si intenda:

- a) sopraelevare la costruzione;
- b) ampliare la costruzione mediante opere ad essa strutturalmente connesse e tali da alterarne significativamente la risposta;
- c) apportare variazioni di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali verticali in fondazione superiori al 10%, valutati secondo la combinazione caratteristica di cui alla equazione 2.5.2 del § 2.5.3, includendo i soli carichi gravitazionali. Resta comunque fermo l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione;
- d) effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un sistema strutturale diverso dal precedente; nel caso degli edifici, effettuare interventi strutturali che trasformano il sistema strutturale mediante l'impiego di nuovi elementi verticali portanti su cui grava almeno il 50% dei carichi gravitazionali complessivi riferiti ai singoli piani.
- e) apportare modifiche di classe d'uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico o di classe IV.

In ogni caso, il progetto dovrà essere riferito all'intera costruzione e dovrà riportare le verifiche dell'intera struttura post-intervento, secondo le indicazioni del presente capitolo.

Nei casi a), b) e d), per la verifica della struttura, si deve avere $z_E > 1,0$. Nei casi c) ed e) si può assumere $z_E > 0,80$.

Resta comunque fermo l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione.

Una variazione dell'altezza dell'edificio dovuta alla realizzazione di cordoli sommitali o a variazioni della copertura che non comportino incrementi di superficie abitabile, non è considerato ampliamento, ai sensi della condizione a). In tal caso non è necessario procedere all'adeguamento, salvo che non ricorrano una o più delle condizioni di cui agli altri precedenti punti.

Indice di Rischio Sismico

ζ_E

Indicatore di Sicurezza

Rapporto Capacità / Domanda

$$\zeta_E = \frac{\text{Capacità Sismica della Struttura (PGA}_C\text{)}}{\text{Domanda Sismica di Progetto (PGA}_D\text{)}}$$

Rappresenta il rapporto tra la massima azione sismica sopportabile dall'edificio esistente e quella richiesta ad una nuova costruzione nel medesimo sito.

I 3 Pilastri della Conoscenza



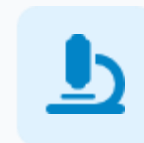
1. Analisi Storico-Critica

Ricostruzione dell'epoca di costruzione, delle normative dell'epoca e delle modifiche o eventi sismici subiti dall'edificio nel tempo.



2. Rilievo Geometrico

Rilievo dettagliato della geometria globale, degli elementi strutturali e dei dettagli costruttivi (armature c.a., tessitura muraria, collegamenti).



3. Prova sui Materiali

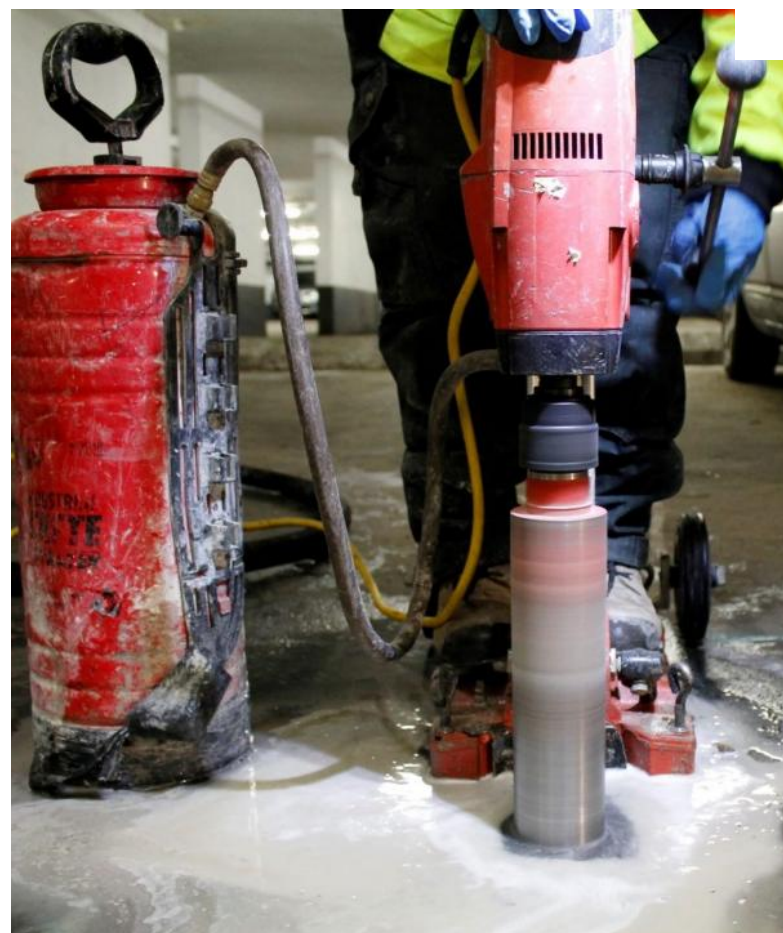
Indagini e campionamenti in situ, integrati da prove di laboratorio per definire i parametri meccanici resistenti dei materiali presenti.

Indagini in Situ e Laboratorio

Caratterizzazione Meccanica

Il piano delle indagini (distruttive e non distruttive) deve essere redatto dal progettista per definire con precisione le caratteristiche dei materiali (calcestruzzo, acciaio, muratura).

Integrazioni tra prove non distruttive (pacometria, ultrasuoni, sclerometro) e saggi distruttivi (carotaggi, martinetti piatti) consentono di minimizzare l'impatto e ottimizzare i costi.



Livelli di Conoscenza (LC) e FC

Livello (LC)	Rilievo e Dettagli	Analisi Ammesse	Fattore Confidenza (FC)
LC1 (Limitata)	Incompleti / Indagini limitate	Solo Lineare (Estatica / Dinamica)	1,35
LC2 (Estesa)	Incompleti + Indagini estese	Tutti i metodi (Lineare e Non Lineare)	1,20
LC3 (Esaustiva)	Completi / Indagini esaustive	Tutti i metodi (Lineare e Non Lineare)	1,00

C8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

Il § 8.5.3 delle NTC tratta della conoscenza delle caratteristiche di resistenza e deformabilità dei materiali con i quali è realizzato un fabbricato.

La norma prevede che per le prove di cui alla Circolare 08 settembre 2010, n. 7617/STC o eventuali successive modifiche o integrazioni, il prelievo dei campioni dalla struttura e l'esecuzione delle prove stesse devono essere effettuate a cura di un laboratorio di cui all'articolo 59 del DPR 380/2001. Ciò fa riferimento, esclusivamente, al prelievo dei campioni per le prove distruttive i cui esiti sono soggetti a certificazione ai sensi dello stesso articolo 59 del DPR 380/01.

In tal senso le NTC hanno voluto ricondurre ad un modello unitario - in termini di qualità e responsabilità - l'intero loro processo costruttivo e, conseguentemente anche l'attività di prelievo, quale ad esempio il carotaggio, giacché le prove comprendono ogni fase: dal prelievo del materiale, alla verifica fisica, chimica e meccanica della carota stessa. Il carotaggio costituisce una prima analisi, almeno qualitativa, di resistenza fisica del campione che si sta prelevando; l'operazione di carotaggio stessa e, inoltre, in grado di influenzare in maniera determinante, essa stessa, la resistenza fisica del campione che si sta prelevando.

Tabella C8.5.I -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: f = resistenza media a compressione, τ_0 = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), f_{v0} = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), E = valore medio del modulo di elasticità normale, G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, w = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f (N/mm ²)	τ_0 (N/mm ²)	f_{v0} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	w (kN/m ³)
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	- -	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	- -	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	- -	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	- -	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si riferiscono al caso di muratura a spessore di almeno 10 cm. Per spessori inferiori si dovranno adottare valori ridotti.

Tabella C8.5.II -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di malta leganti devono essere moltiplicati all'incubo per il coefficiente correttivo delle iniezioni di malta cementizia.

Impatto di FC sulle Resistenze

LC1 (FC = 1.35)

16.3 MPa

LC2 (FC = 1.20)

18.3 MPa

LC3 (FC = 1.00)

22.0 MPa

Supponendo una resistenza media misurata sul calcestruzzo $f_{cm} = 22$ MPa: all'aumentare della conoscenza (LC3), il Fattore di Confidenza diminuisce, permettendo di utilizzare la piena resistenza del materiale nelle verifiche.

Iter Operativo del Tecnico



Tipologie di Intervento Strutturale



Interventi Locali: Riparazioni o rafforzamenti di singoli elementi (es. cerchiature, consolidamento solai) che non alterano la risposta globale della struttura.



Miglioramento Sismico: Aumento della capacità resistenziale (ζE). Per edifici scolastici (Cl. III) ed edifici strategici (Cl. IV) occorre raggiungere almeno $\zeta E \geq 0,60$.



Adegguamento Sismico: Raggiungimento di un grado di sicurezza pari al nuovo ($\zeta E \geq 1,00$). Obbligatorio in caso di sopraelevazioni, ampliamenti o trasformazioni strutturali importanti.

Dalla Diagnosi al Consolidamento

Una conoscenza approfondita riduce il margine di incertezza, ottimizza le risorse economiche ed evita interventi inutilmente invasivi o sovradimensionati.

L'Impatto della Conoscenza sulla Capacità Calcolata

+35%

Incremento della resistenza meccanica sfruttabile in calcolo

Incremento passando da LC1 a LC3 sulla medesima struttura, riducendo le penalizzazioni di calcolo.

Quantità Minime di Prove per Edifici in C.A.

Livello di Indagine	Dettagli Costruttivi (Armature)	Prove Calcestruzzo	Prove Acciaio
Limitato (LC1)	≥ 15% elementi primari	1 provino per 300 m ²	1 campione per piano
Esteso (LC2)	≥ 35% elementi primari	2 provini per 300 m ²	2 campioni per piano
Esaustivo (LC3)	≥ 50% elementi primari	3 provini per 300 m ²	3 campioni per piano

STRUTTURE STORICHE ED ESISTENTI

Peculiarità negli Edifici in Muratura

Ispezione della Sezione Muraria

Endoscopie e saggi per verificare ammorsamenti e paramenti.

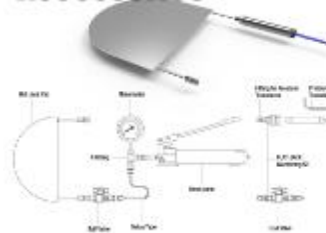
Martinetti Piatti Singoli e Doppi

Misura dello stato tensionale e della resistenza a compressione.

Cinematismi Locali Fuori Piano

Fattore FC = 1,35 sempre applicato sui meccanismi di ribaltamento.

Flat Jack Testing Accessories



The flat jack, also a steel pressure pad with de-aired oil, manual or automatic monitoring, and transducer connectivity for data acquisition.

Domande e Approfondimenti

La diagnosi accurata è il primo vero intervento di miglioramento sismico.

CONOSCERE LA STRUTTURA PER PROGETTARE SICUREZZA ED EFFICIENZA

La corretta pianificazione delle indagini evita diagnosi penalizzanti ed interventi inutilmente invasivi.

LABORATORIO AUTORIZZATO ART 59 DPR 380/01

Grazie per l'attenzione