

Introduzione

Evoluzione della normativa tecnica dal sisma di S. Giuliano alle NTC 2008

La nuova Classificazione sismica del territorio nazionale

Ing. Alessandra Ferri



**Camera di Commercio
Teramo**



Ordine Ingegneri Teramo

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Teramo

EVOLUZIONE NORMATIVA

- **31.10.2002** a seguito del terremoto del Molise dove a San Giuliano di Puglia si verificò il crollo di una scuola con la morte di 27 bambini e di una maestra, la protezione civile emise l'**Ordinanza n.3274 del 20/03/2003** che, in qualche maniera è stata propedeutica all'emanazione delle nuove norme ma che, in verità, non è stata mai obbligatoria;

- **25.10.2005** in riferimento a quanto previsto dall'articolo 83 del D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, il **Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti emanò il Decreto 14/9/2005** recante "**Norme tecniche per le costruzioni**" mai entrato compiutamente in vigore per successivi provvedimenti di rinvio;

- **05.03.2008** - con il **decreto 14/1/2008** del Ministero delle Infrastrutture furono emanate le nuove norme tecniche in sostituzione di quelle di cui al D.M. 14/9/2005 con la particolarità che sino al 30 giugno scorso è stato possibile applicare, a discrezione del progettista, sia il D.M. 14/9/2005, che il D.M. 14/1/2008 che le norme antecedenti (DM 1996); dopo l'emanazione del decreto, **l'entrata in vigore dello stesso è stata prorogata sino al 30 giugno 2010**, per ultimo con il comma 1-septies dell'articolo 29 del decreto legge 30 dicembre 2008, n. 207 convertito dalla legge 28 febbraio 2009, n. 31; successivamente **all'ultima proroga sino al 30 giugno 2010** è stata emanata la circolare Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 recante Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008; con la pubblicazione della Circolare del Ministero delle Infrastrutture n. 617 del 2 febbraio 2009 recante le istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni le norme tecniche di cui al D.M. 14/1/2008 possono essere completamente operative ed il Governo, **utilizzando la legge per l'Abruzzo, ha inserito nella stessa l'anticipazione al 30 giugno 2009** della scadenza del periodo transitorio originariamente previsto al 30 giugno 2010.

LUGLIO 2009

ENTRANO IN VIGORE LE NTC 2008

Le Norme tecniche contenute nel D.M. 14 gennaio 2008 sono, quindi, completamente operative

Con l'entrata in vigore delle nuove norme tecniche cambiano:

- **procedure di calcolo di verifica delle strutture;**
- **regole di progettazione ed esecuzione delle opere, in linea con i seguenti indirizzi:**
 - mantenimento del **criterio prestazionale**, per quanto consentito dall'esigenza di operatività della norma stessa;
 - coerenza con **gli indirizzi normativi a livello comunitario**, sempre nel rispetto delle esigenze di sicurezza del Paese e, in particolare, coerenza di formato con gli Eurocodici, norme europee EN ormai ampiamente diffuse;
 - approfondimento degli **aspetti normativi connessi alla presenza delle azioni sismiche**;
 - approfondimento delle prescrizioni ed indicazioni relative ai rapporti delle opere con il terreno e, in generale, agli aspetti geotecnica.

NUOVA CLASSIFICAZIONE SISMICA

Una delle principali novità delle nuove norme , fin dalla loro prima stesura , è stata quella di allargare a tutto il territorio nazionale il problema del rischio sismico.

Fino alla data di pubblicazione dell'Ordinanza n.3274 (marzo 2003) per la valutazione dell'azione sismica si faceva riferimento alla mappa sismica valida dal 1984 redatta secondo la prassi di dichiarare sismiche le aree solo dopo che venivano colpite da un terremoto .

Su tale mappa il territorio nazionale era fondamentalmente suddiviso in due parti:

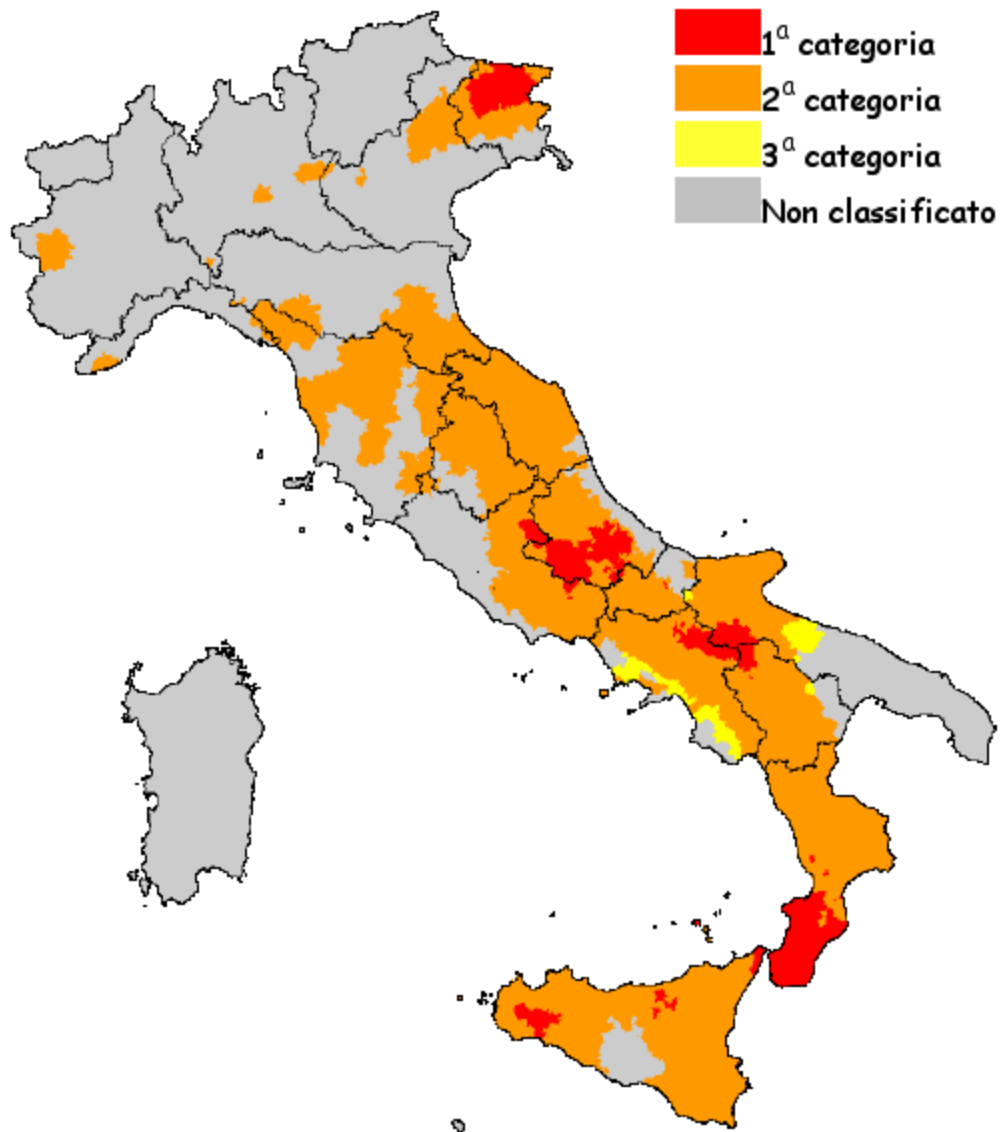
AREA SISMICA (a sua volta divisa in 3 aree caratterizzate da un rischio sismico di intensità differente)

AREA NON SISMICA in cui era consentito trascurare l'effetto delle sollecitazioni sismiche

Mappa 1984

La normativa precedente sulle costruzioni in zona sismica (**D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996**) suddivideva il territorio nazionale nelle seguenti zone sismiche:

- zona di I categoria (S=12)
- zona di II categoria (S=9)
- zona di III categoria (S=6)
- zona non classificata.



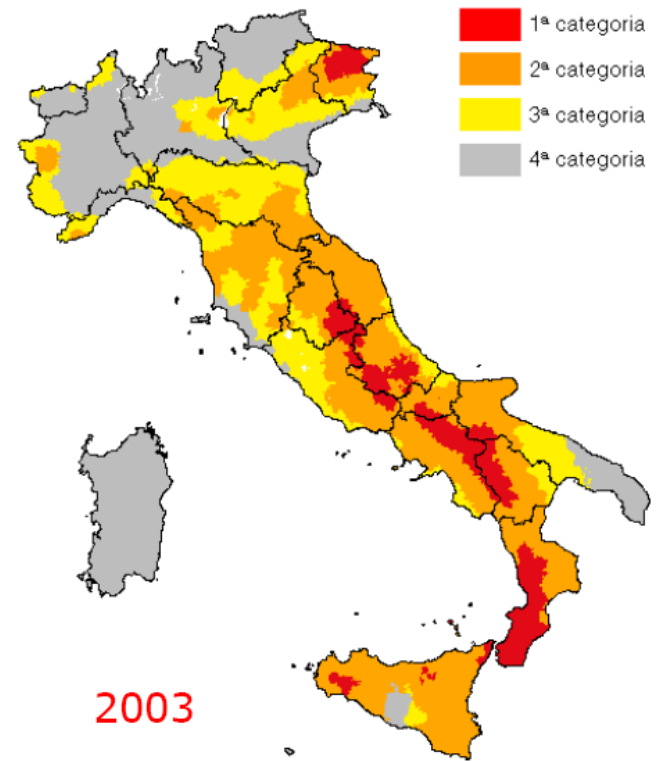
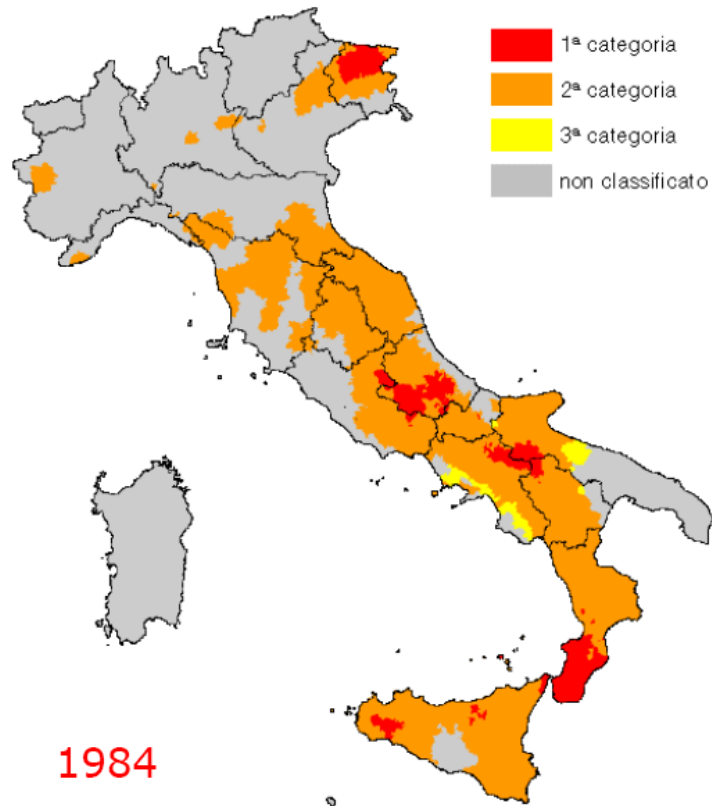
RIFERIMENTI NORMATIVI

- **Norme Tecniche per le Costruzioni**
Decreto 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture (GU n.29 del 04/02/2008)
- **Ordinanza PCM 3519** (28/04/2006)
criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (G.U. n.108 del 11/05/2006)
- **Ordinanza PCM 3274** (20/03/2003)
primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche (G.U. n.105 del 08/05/2003)

Evoluzione recente della classificazione sismica

- **elenco attuale**
- **2004**, mappa delle zone sismiche con variazioni regionali
- **2003**, mappa delle zone sismiche - Ord. PCM 3274
- **1998**, proposta di riclassificazione sismica
- **1984**, mappa della classificazione sismica

Classificazione sismica



Evoluzione classificazione sismica - Cenni

La prima fonte legislativa in materia è il D.M. LL.PP. del 19 marzo 1982, che classificava in modo molto generico il territorio nazionale in aree a basso e ad alto rischio sismico.

Con l'**ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003**, aggiornata al 16/01/2006 con le indicazioni delle regioni, venivano **delegati gli enti locali ad effettuare la classificazione sismica di ogni singolo comune**, in modo molto dettagliato, al fine di **prevenire eventuali situazioni di danni a edifici e persone a seguito di un eventuale terremoto**. Inoltre, in base alla zona di classificazione sismica, i nuovi edifici costruiti in un determinato comune, così come quelli già esistenti durante le fasi di ristrutturazioni, devono adeguarsi alle corrispondenti normative vigenti in campo edilizio.

Secondo il provvedimento legislativo del 2003, i comuni italiani sono stati classificati in 4 categorie principali, in base al loro rischio sismico, calcolato in base al PGA (Picco di accelerazione gravitazionale) e per frequenza ed intensità degli eventi. La classificazione dei comuni è in continuo aggiornamento man mano che vengono effettuati nuovi studi in un determinato territorio, venendo aggiornata per ogni comune dalla regione di appartenenza.

- **Zona 1: sismicità alta, PGA oltre 0,25g.**
- **Zona 2: sismicità media, PGA fra 0,15 e 0,25g.**
- **Zona 3: sismicità bassa, PGA fra 0,05 e 0,15g**
- **Zona 4: sismicità molto bassa:, PGA inferiore a 0,05g.**


DM 14.01.2008

Con l'entrata in vigore del **D.M. 14 gennaio 2008** la stima della **pericolosità sismica**, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido viene definita mediante un approccio "**sito dipendente**" e non più tramite un criterio "**zona dipendente**".

Secondo l'approccio "**zona dipendente**", adottato dalla precedenti normative nazionali in campo antisismico, l'accelerazione di base **ag**, senza considerare l'incremento dovuto ad effetti locali dei terreni, era direttamente derivante dalla Zona sismica di appartenenza del comune nel cui territorio è localizzato il sito di progetto

Con l'entrata in vigore del **D.M. 14 gennaio 2008** la **classificazione sismica** del territorio, la **stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto** viene effettuata **calcolandoli direttamente per il sito in esame**, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel [reticolo di riferimento](#)

Tale **griglia** è costituita da **10.751 nodi** (distanziati di non più di 10 km) e copre l'intero territorio nazionale.



Per ciascuno dei nodi della griglia vengono forniti, per 9 valori del **periodo di ritorno** (da 30 anni a 2.475 anni), i valori dei parametri **ag** (espresso in g/10), **F0** (adimensionale) e **T*c** (espresso in secondi) necessari per la definizione dell'azione sismica. Secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 2008, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, sarà possibile il calcolo dei suddetti parametri spettrali

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a _g /g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a _g /g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Novità delle Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2008.

Elementi innovativi e necessità

- eliminazione della dicotomia tra "zone classificate" e "zone non classificate", che di fatto veniva interpretata come "zone sismiche" e "zone non sismiche“
- estensione del quadro normativo
- impostazione “Europea”
- politiche di prevenzione, che prevedano obblighi o incentivi per interventi di miglioramento e adeguamento
- formazione e responsabilità professionali



Le strutture e gli elementi strutturali
che devono essere

PROGETTATI

ESEGUITI

COLLAUDATI

SOTTOPOSTI A MANUTENZIONE

affinché la loro **sicurezza** e la **prevista funzionalità** siano garantite nei confronti dell'insieme delle eventuali **azioni eccezionali** verosimili che si possano manifestare durante le **vita nominale** della struttura (punto 2.1 e 2.3 NTC) **IN FUNZIONE DELL'USO E DEL TIPO DELLA STRUTTURA** nonché delle conseguenze del danno o del collasso con riguardo a persone, beni e possibili turbative sociali.

La scelta di una determinata vita nominale e classe d'uso con un definito livello di sicurezza, *comporterà da parte del progettista l'adozione diverse combinazioni (fondamentale, frequente, rara, ecc.) con diversi coefficienti sicurezza e diversi periodi di ritorno delle azioni di calcolo nelle verifiche degli Stati Limite Ultimi.*

PRINCIPI FONDAMENTALI

In particolare le opere, nei confronti dell'azione sismica di progetto, devono possedere i seguenti requisiti:

- **SICUREZZA NEI CONFRONTI DI STATI LIMITE ULTIMI (SLU):**
capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone e mettere fuori servizio l'opera;
- **SICUREZZA NEI CONFRONTI DI STATI LIMITE DI ESERCIZIO**
capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (perdita di una particolare funzionalità che condiziona o limita la prestazione di progetto dell'opera) ;
- **ROBUSTEZZA NEI CONFRONTI DI AZIONI ECCEZIONALI:**
capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità delle cause innescanti quali incendio , esplosioni urti

NOVITA' NTC 2008- NUOVI EDIFICI

Il progetto richiede che vengano preliminarmente :

- fissati dei **modelli** che schematizzino le azioni,;
- la geometria degli elementi costruttivi;
- i materiali ed i terreni;

nonché dei

modelli di calcolo per la trasformazione

delle azioni (**F**) in sollecitazioni (**E**, effetti delle azioni)

delle proprietà dei materiali in capacità portanti della struttura (**R**, resistenza).

Elementi innovativi e necessità

- eliminazione della dicotomia tra "zone classificate" e "zone non classificate", che di fatto veniva interpretata come "zone sismiche" e "zone non sismiche“
- estensione del quadro normativo
- impostazione “Europea”
- politiche di prevenzione, che prevedano obblighi o incentivi per interventi di miglioramento e adeguamento
- formazione e responsabilità professionali

Requisiti

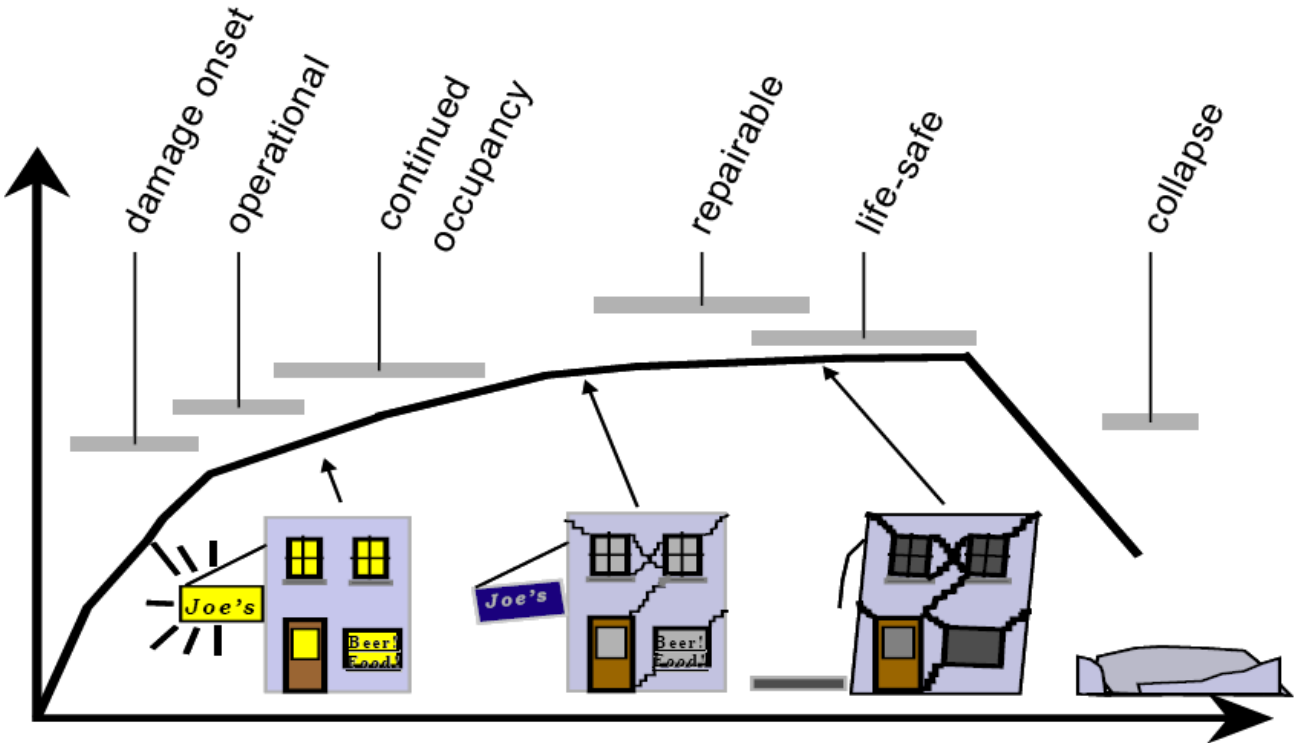
- **Sicurezza nei confronti della stabilità**

Sotto l'effetto della azione sismica di progetto le strutture degli edifici pur subendo danni di grave entità agli elementi strutturali e non strutturali, devono mantenere una residua resistenza e rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali e l'intera capacità portante nei confronti dei carichi verticali.

- **Protezione nei confronti del danno**

Le costruzioni nel loro complesso, includendo gli elementi strutturali e quelli non strutturali, ivi comprese le apparecchiature rilevanti alla funzione dell'edificio, non devono subire danni gravi ed interruzioni d'uso in conseguenza di eventi sismici che abbiano una probabilità di occorrenza più elevata di quella della azione sismica di progetto.

**Base
Shear
Demand**



Lateral Deformation

Soddisfacimento

I requisiti si considerano soddisfatti se vengono seguite le disposizioni contenute nelle presenti norme con riferimento particolare a:

- la scelta della azione sismica di progetto in relazione alla zonazione sismica ed alle categorie di suolo di fondazione;
- l'adozione di un modello meccanico della struttura in grado di descriverne con accuratezza la risposta sotto azione dinamica;
- la scelta di un metodo di analisi adeguato alle caratteristiche della struttura;
- l'esecuzione con esito positivo delle verifiche di resistenza e di compatibilità degli spostamenti;
- l'adozione di tutte le regole di dettaglio volte ad assicurare caratteristiche di duttilità agli elementi strutturali ed alla costruzione nel suo insieme.


2. VITA NOMINALE E CLASSI D'USO DELLA STRUTTURA (PAR. 2.4.1 E 2.4.2 NTC)

VITA NOMINALE Di una STRUTTURA è intesa come NUMERO DI ANNI NEL QUALE LA STESSA DEVE POTER ESSERE USATA PER LO SCOPO PER LA QUALE è DESTINATA.

La norma riporta le **V_n** dei diversi tipi di opera in funzione del tipo di costruzione;

CLASSE D'USO: con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise inoltre in **CLASSI D'USO**

- **Classe d'uso I:** edifici agricoli e costruzioni con **presenza solo occasionale di persone.**
- **Classe d'uso II:** include le normali costruzioni viarie o ferroviarie la cui eventuale interruzione non provoca situazioni di emergenza, le costruzioni per industrie con attività non pericolose, edifici e costruzioni **con normali affollamenti**, costruzioni **senza funzioni pubbliche e sociali di rilevante importanza.**
- **Classe d'uso III:** include costruzioni con affollamenti significativi in esercizio, reti ferroviarie e viarie le cui interruzioni possono provocare situazioni di emergenza, industrie con attività pericolosa per l'ambiente.
- **Classe d'uso 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, 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; strutture di importanza strategica o pericolosità eccezionale (ad es. il MOSE a Venezia o il Ponte sullo Stretto di Messina o depositi per rifiuti radioattivi).



La scelta di questa importante caratteristica – che rappresenta un significativo cambiamento rispetto alle precedenti norme di legge sulle costruzioni in c.a.

Secondo le nuove NTC (paragrafo 2.4.1)

il COMMITTENTE ED IL PROGETTISTA, di concerto, sotto la loro responsabilità nei riguardi della pubblica incolumità, debbono dichiarare nel progetto la **VITA UTILE NOMINALE DELLA STRUTTURA** in base alla destinazione d'uso dell'opera da realizzare

Tabella 1 - Vita nominale e classi d'uso della struttura

VITA NOMINALE, V_n (anni)	STRUTTURA		Coeff. d'uso, C_u^*
	TIPO	CLASSE D'USO	
<10	1	provvisorie o temporanee in fase costruttiva	$V_r=35$ anni*
>50 anni	2	Classe d'uso I: edifici agricoli o occupati occasionalmente da persone	0,7
		Classe d'uso II: dimensione, costo o rischio normale	1,0
>100 anni	3	Classe d'uso III: dimensione, costo o rischio alto	1,5
		Classe d'uso IV con dimensione, costo o rischio eccezio- nale	2,0

* Nelle verifiche sismiche si utilizzerà un periodo di riferimento $V_s = V_n \cdot C_u$


Se il **Committente è una pubblica amministrazione**, un ente pubblico o un'industria non avrà certo problemi nell'indicare al Progettista con quale Classe di costruzione debba essere identificata la struttura in corso di progettazione. **Se il Committente è, invece, un privato o un'azienda** non esperta nel settore delle costruzioni, si deve intendere che sia il Progettista ad intervistare il Committente per interpretarne la volontà circa la vita attesa di servizio in base alle esigenze espresse sull'attività destinata a queste costruzioni.

In ogni caso, **alla scadenza della vita utile di servizio dichiarata in progetto valutata a partire dalla fine della costruzione ovvero dalla data del collaudo statico, la struttura dovrà essere sottoposta ad una nuova valutazione della sicurezza così come descritto dettagliatamente nel cap. 8 delle NTC "Costruzioni esistenti".**

Si può notare come da una parte sia fatto **obbligo** di dichiarare nel progetto l'appartenenza ad una Classe e ad un Livello di sicurezza, mentre dall'altra è lasciato alla libera **responsabilità del Progettista** la interpretazione sulla scelta di suddette caratteristiche.

La sfida dell'esistente





gli interventi in zona sismica su costruzioni esistenti costituiscono una OPERAZIONE MOLTO "DELICATA" E COMPLESSA e certamente in genere più difficile da studiare rispetto al caso di costruzioni *ex novo*.

Il problema della sicurezza delle **costruzioni esistenti** è di fondamentale importanza in Italia, da un lato per **l'elevata vulnerabilità**, soprattutto rispetto alle azioni sismiche, dall'altro per il **valore storico-architettonico-artistico-ambientale di gran parte del patrimonio edilizio esistente.**

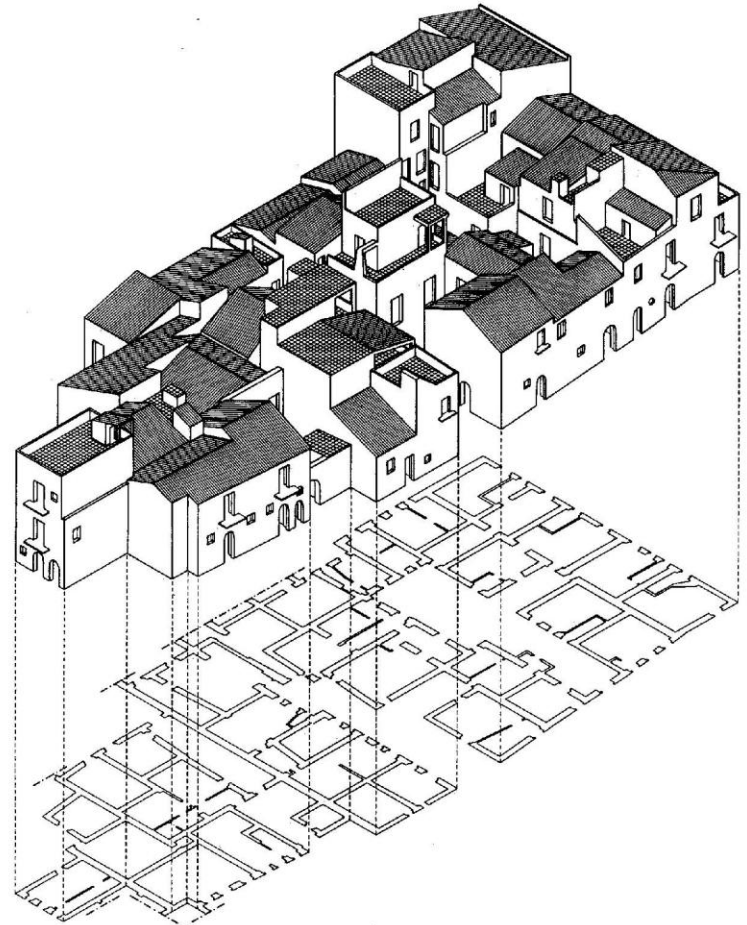
Ne deriva una **particolare complessità** delle problematiche coinvolte ed una **difficile standardizzazione dei metodi di verifica e di progetto** e dell'uso delle numerose tecnologie di intervento tradizionali e moderne oggi disponibili.

Si deve fare riferimento, fra gli altri, ai concetti di **livello di conoscenza (relativo a geometria, dettagli costruttivi e materiali)** ;

fattore di confidenza (che modificano i parametri di capacità in ragione del livello di conoscenza).

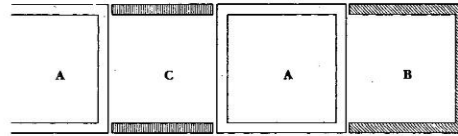
In particolare si prevede che la **valutazione della sicurezza** dovrà effettuarsi ogni qualvolta si eseguano interventi strutturali e dovrà determinarsi il livello di sicurezza della costruzione prima e dopo l'intervento. Il progettista dovrà esplicitare, in una apposita relazione, i livelli di sicurezza già presenti e quelli raggiunti con l'intervento, nonché le eventuali conseguenti limitazioni da imporre nell'uso della costruzione

The reality of most historical centres:
What is the
“building”?

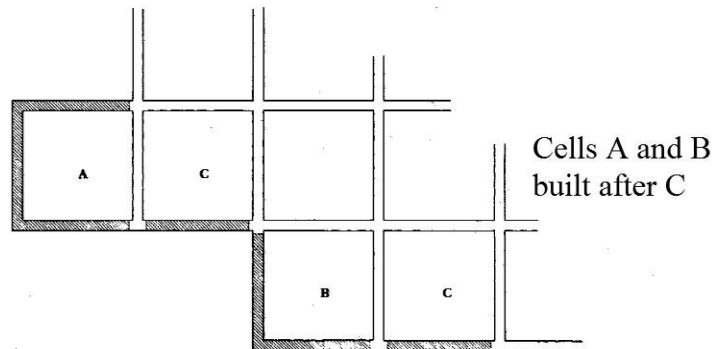


Gli edifici nel tempo sono soggetti ad interventi di modifica della loro configurazione che ne alterano la conformazione strutturale e funzionale

PROGRESSIVE GROWTH
IN PLAN



A: Existing cell
B and C: Added cells



ADDITION OF STOREYS



(Giuffré, 1993)

Edifici esistenti

La valutazione della sicurezza ed il progetto degli interventi sono normalmente affetti da un grado di incertezza diverso da quello degli edifici di nuova progettazione.

Ciò comporta l'impiego di coefficienti di sicurezza parziali adeguatamente modificati, come pure metodi di analisi e di verifica appropriati alla completezza e all'affidabilità dell'informazione disponibile.

Conoscenza e sicurezza

- LC1: Conoscenza Limitata;
- LC2: Conoscenza Adeguata;
- LC3: Conoscenza Accurata.

La quantità e qualità dei dati acquisiti determina il metodo di analisi e i valori dei coefficienti parziali di sicurezza da adoperare come indicato per ciascun materiale di costruzione.

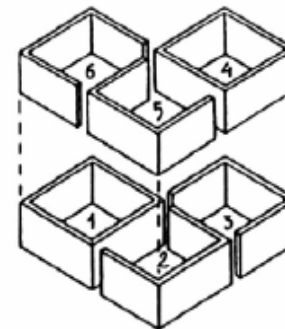
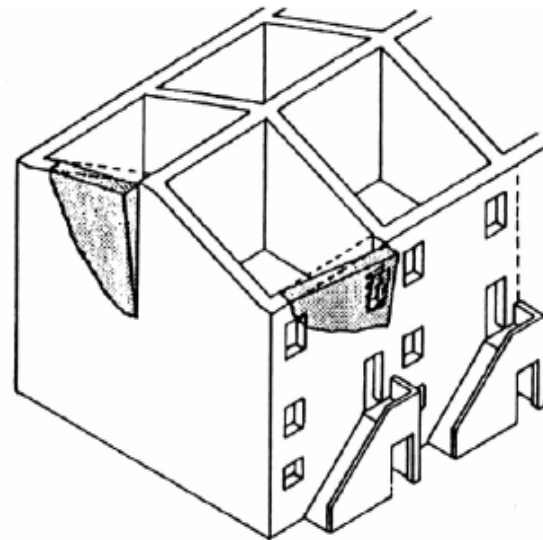
Cap.8 Costruzioni Esistenti

Procedure per la valutazione della sicurezza

- Analisi storico-critica
- Rilievo
- Caratterizzazione meccanica dei materiali
- Livelli di conoscenza e fattori di confidenza.

Procedure Analisi storico-critica

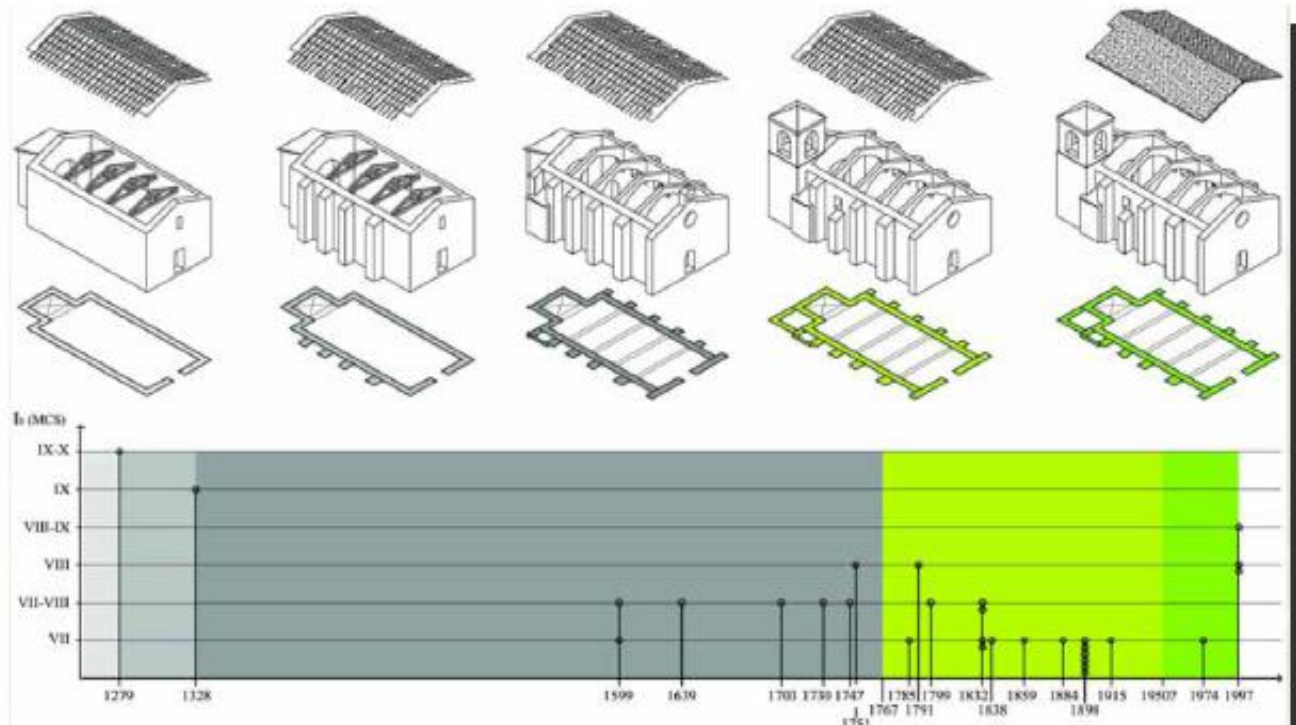
- Il **comportamento** dell'edificio è strettamente legato anche alla **successione delle fasi costruttive**.



- 1.....cellula originaria
- 2,3...aggregazioni
- 4....prima sopraelevazione
- 5,6...sopraelevazioni successive

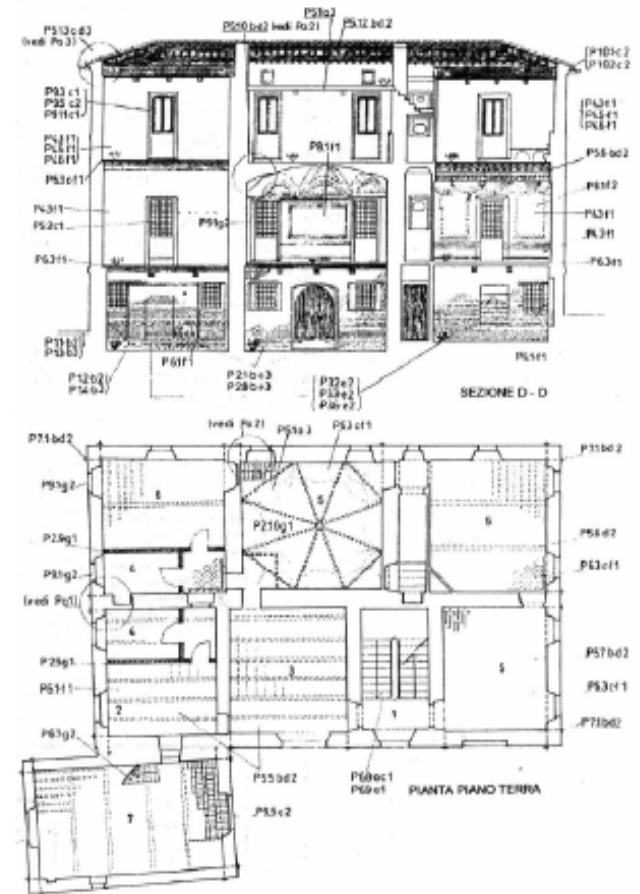
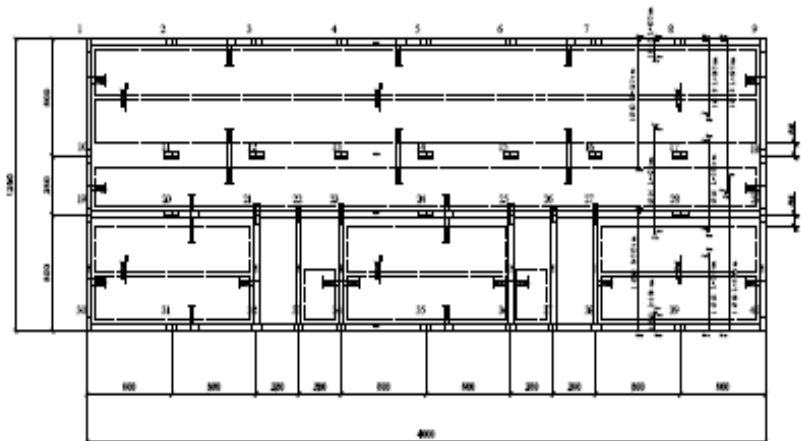
Procedure Analisi storico-critica

- Inoltre talvolta la storia sismica diviene strumento di comprensione della storia edilizia.

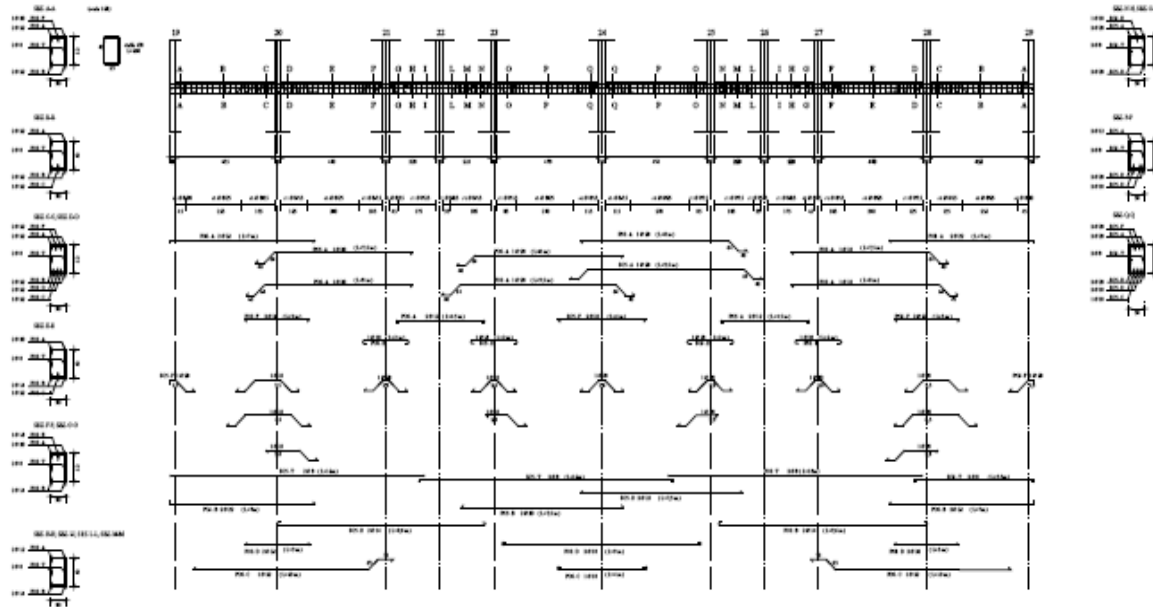


Procedure Rilievo

- Il rilievo “informato”



Quantitativo armature



Procedure Caratterizzazione meccanica dei materiali



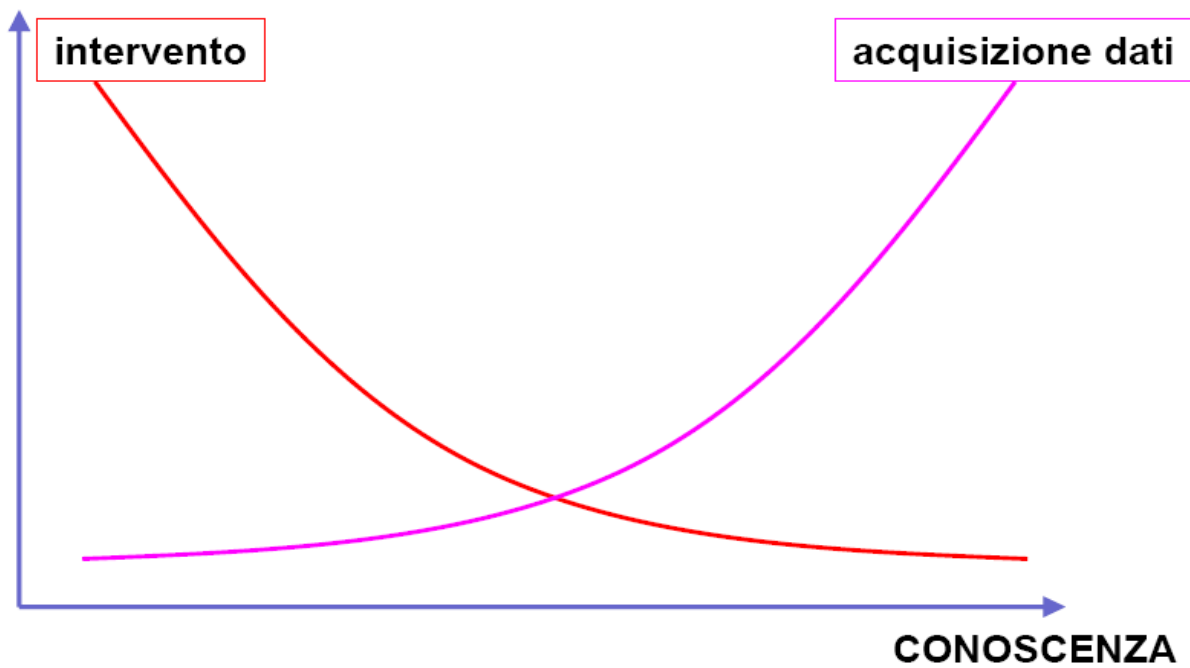
Procedure

Livelli di conoscenza e fattori di confidenza

- In base agli approfondimenti effettuati nelle fasi conoscitive sopra riportate, sono individuati i livelli di conoscenza relativi a:
 - geometria, dettagli costruttivi e materiali
- Vengono quindi definiti i fattori di confidenza, da utilizzare come ulteriori coefficienti parziali di sicurezza che tengono conto delle incertezze nella conoscenza dei parametri del modello.

Procedure Livelli di conoscenza e fattori di confidenza

COSTO



Classificazione degli Interventi sugli edifici esistenti

Categorie di intervento:

- interventi di **adeguamento** atti a conseguire i livelli di sicurezza previsti dalle presenti norme;
- interventi di **miglioramento** atti ad aumentare la sicurezza strutturale esistente, pur senza necessariamente raggiungere i livelli richiesti dalle presenti norme;

– **riparazioni o interventi locali** che interessino elementi isolati, e che comunque comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza

Gli interventi di adeguamento e miglioramento devono essere sottoposti a **collaudo statico**

8.4.1.INTERVENTO DI ADEGUAMENTO

Obbligo di valutazione di sicurezza e, se necessario, adeguamento:

- a) **sopraelevazione o ampliamento;**
- b) **variazioni di classe e/o destinazione d'uso**
con **incrementi dei carichi globali in fondazione superiori al 10%**
(obbligo di verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, con variazioni del carico superiori al 20%);
- c) interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un **insieme sistematico di opere che portino ad un organismo edilizio diverso dal precedente.**

Le sopraelevazioni, nonché gli interventi che comportano un aumento del numero di piani, sono ammissibili solamente ove siano compatibili con gli strumenti urbanistici.

Non è, in generale, necessario il soddisfacimento delle prescrizioni sui dettagli costruttivi purché siano garantite le prestazioni in termini di resistenza, duttilità e deformabilità previste per i vari stati limite.

8.4.2 INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

Interventi che siano **comunque finalizzati ad accrescere la capacità di resistenza** delle strutture esistenti alle azioni considerate.

Miglioramento possibile se non è obbligatorio l'adeguamento.

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

*Nel caso di intervento di miglioramento sismico, la **valutazione della sicurezza è obbligatoria** e riguarda la struttura nel suo insieme e i possibili meccanismi locali. Ricadono anche **interventi che varino significativamente la rigidezza, la resistenza e/o la duttilità** dei singoli elementi o parti strutturali e/o **introducano nuovi elementi strutturali**, così che **il comportamento strutturale locale o globale ne sia significativamente variato.***

8.4.3 RIPARAZIONE / INTERVENTO LOCALE

Riguardano **single parti e/o elementi della struttura**.

Il progetto e la **valutazione** sono riferiti alle **sole parti interessate** e documentano che **non siano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme**.

Relazione di cui al par. 8.3 limitata alle **sole parti interessate**.

Può rientrare anche la sostituzione di coperture e solai senza variazione significativa di rigidezza, né aumento dei carichi verticali.

*Ricadono gli **interventi di ripristino o rinforzo delle connessioni** tra elementi strutturali diversi.*

L'apertura di un vano in una parete muraria, accompagnata da opportuni rinforzi, può rientrare se non cambia rigidezza e resistenza e se la capacità di deformazione non peggiora.

EDIFICI ESISTENTI

La **VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA** ed il progetto degli interventi sono normalmente affetti da un grado di incertezza diverso da quello degli edifici di nuova progettazione.

Ciò comporta l'impiego di coefficienti di sicurezza parziali adeguatamente modificati, come pure metodi di analisi e di verifica appropriati alla completezza e all'affidabilità dell'informazione disponibile.

CONOSCENZA E SICUREZZA

Relativo a geometria

dettagli costruttivi

materiali

LC1: Conoscenza Limitata;

LC2: Conoscenza Adeguata;

LC3: Conoscenza Accurata.

La **quantità e qualità dei dati** acquisiti determina il metodo di analisi e i valori dei **coefficienti parziali di sicurezza** da adoperare come indicato per ciascun materiale di costruzione.

Fonti

Documenti di progetto;

Eventuale documentazione acquisita in tempi successivi alla costruzione;

Rilievo strutturale;

Prove in-situ e in laboratorio.

Dati

Identificazione dell'organismo strutturale e verifica della regolarità 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;

Informazione sulle dimensioni geometriche degli elementi strutturali, dei quantitativi delle armature, delle proprietà meccaniche dei materiali, dei collegamenti;

Altri Dati

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, collegamenti tra le pareti in muratura, collegamenti tra orizzontamenti e pareti murarie, etc.);

Informazioni sulle **norme impiegate nel progetto originale**;

Descrizione della **destinazione d'uso attuale e futura** dell'edificio con identificazione della categoria di importanza;

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**.

GEOMETRIA

– Rilievo sommario:

principali elementi strutturali resistenti a taglio, piano per piano stima a campione dell'andamento e della rigidità dei solai

– Rilievo completo:

piano per piano, tutti gli elementi in muratura andamento di tutti i solai con valutazione della

rigidità valutazione dei carichi di gravità gravanti su ogni elemento di parete

DETTAGLI

- qualità del collegamento tra pareti ortogonali
- qualità del collegamento tra solai e pareti ed eventuale presenza di cordoli di piano
- esistenza di architravi dotate di resistenza flessionale al di sopra delle aperture
- presenza di elementi strutturali spingenti e di eventuali elementi atti ad eliminare la spinta
- presenza di elementi, anche non strutturali, ad elevata vulnerabilità.

Materiali

- *Verifiche in-situ limitate:*
completare informazioni di letteratura, o dalle normative dell'epoca di costruzione
esami visivi della tessitura e di elementi
nessuna prova sperimentale
- *Verifiche in-situ estese:*
ottenere informazioni quantitative
almeno una prova su ciascun tipo di muratura
- *Verifiche in-situ esaustive:*
ottenere informazioni quantitative
almeno tre prove su ciascun tipo di muratura

App. 8.A Fattori di confidenza edifici in c.a

che modificano i parametri di capacita'
in ragione del livello di conoscenza

Livello di Conoscenza	Geometria (carpenteria)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	PC
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 Assente verifiche in-situ	Valori usati per la pratica costruttiva dell'epoca e Assente prove in-situ	Analisi lineare statica o dinamica	1.35
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	Tutti	1.20
LC3		Disegni costruttivi completi con limitate verifiche in situ oppure estese verifiche in-situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ oppure estese prove in-situ	Tutti	1.00

Adeguamento e miglioramento

- Si individuano le seguenti categorie di intervento:
 - **interventi di adeguamento** atti a conseguire i livelli di sicurezza previsti dalle presenti norme
 - **interventi di miglioramento** atti ad aumentare la sicurezza strutturale esistente, pur senza necessariamente raggiungere i livelli richiesti dalle presenti norme.

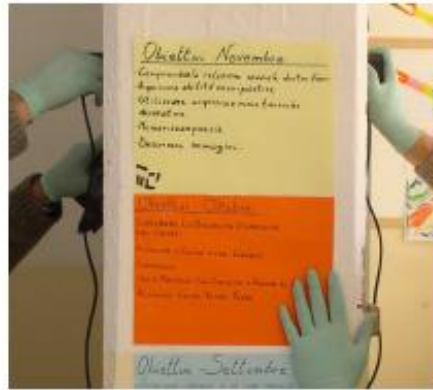
App. 8.A Fattori di confidenza edifici in muratura

Livello di Conoscenza	Geometria	Dettagli costruttivi	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1	Rilievo muratura, volte, solai, scale. Individuazione carichi gravanti su ogni elemento di parete Individuazione tipologia fondazioni. Rilievo eventuale quadro fessurativo e deformativo	verifiche in situ limitate	Indagini in situ limitate Resistenza: valore minimo di Tabella CSB.1 Modulo elastico: valore medio intervallo di Tabella CSB.1	Tutti	1.35
LC2			Indagini in situ estese Resistenza: valore medio intervallo di Tabella CSB.1 Modulo elastico: media delle prove o valore medio intervallo di Tabella CSB.1		1.20
LC3		verifiche in situ estese ed esauritive	Indagini in situ esauritive - caso a) (disponibili 3 o più valori sperimentali di resistenza) Resistenza: media dei risultati delle prove Modulo elastico: media delle prove o valore medio intervallo di Tabella CSB.1 - caso b) (disponibili 2 valori sperimentali di resistenza) Resistenza: se valore medio sperimentale compreso in intervallo di Tabella CSB.1, valore medio dell'intervallo di Tabella CSB.1; se valore medio sperimentale maggiore di estremo superiore intervallo, quest'ultimo, se valore medio sperimentale inferiore al minimo dell'intervallo, valore medio sperimentale. Modulo elastico: come LC3 – caso a). - caso c) (disponibile 1 valore sperimentale di resistenza) Resistenza: se valore sperimentale compreso in intervallo di Tabella CSB.1, oppure superiore, valore medio dell'intervallo; se valore sperimentale inferiore al minimo dell'intervallo, valore sperimentale. Modulo elastico: come LC3 – caso a).		1.00

VULNERABILITA' SIMICA DEI MANUFATTI IN C.A.



PROVE NON DISTRUTTIVE



PROVE DISTRUTTIVE

METODO SONREB: combinazione di indagini sclerometriche e ultrasoniche

CAROTAGGIO: prelievo di campioni di cls da sottoporre a schiacciamento

DA ESEGUIRE SULLA STESSA AREA D'INDAGINE PER CORRELARE I DATI

APP 8.E CONSOLIDAMENTO MURATURA

- *Riduzione delle carenze dei collegamenti*
- *Riduzione delle spinte di archi e volte*
- *Riduzione della eccessiva deformabilità dei solai*
- *Interventi in copertura*
- *Modifica della distribuzione degli elementi verticali resistenti*
- *Incremento della resistenza nei maschi murari*
- *Pilastrini e colonne*
- *Rinforzo delle pareti intorno alle aperture*
- *Interventi sulle scale*
- *Collegamenti degli elementi non strutturali*
- *Interventi in fondazione*
- *Giunti sismici*

8.7.4 CRITERI E TIPI DI INTERVENTO

Aspetti da valutare e curare:

- **riparazione** di eventuali danni presenti
 - **riduzione delle carenze** dovute ad errori grossolani;
 - **miglioramento della capacità deformativa ("duttilità")** di singoli elementi,
 - **riduzione** delle condizioni che determinano situazioni di forte **irregolarità** degli edifici,
 - **riduzione delle masse**, anche mediante demolizione parziale o variazione di destinazione d'uso,
 - ... introduzione di **sistemi d'isolamento o dissipazione**
 - riduzione dell'eccessiva **deformabilità degli orizzontamenti**,
 - miglioramento dei **collegamenti** degli elementi non strutturali,
 - incremento della **resistenza** degli elementi verticali resistenti,
 - realizzazione, ampliamento, eliminazione di **giunti sismici** ...
- miglioramento del sistema di **fondazione**, ove necessario,

8.7.4 CRITERI E TIPI DI INTERVENTO

Per le strutture in **muratura**, inoltre, dovranno essere valutati e curati gli aspetti seguenti:

- miglioramento dei **collegamenti** tra solai e pareti o tra copertura e pareti e fra pareti confluenti in martelli murari ed angolate.
- riduzione ed eliminazione delle **spinte non contrastate** di coperture, archi e volte;
- rafforzamento delle pareti intorno alle **aperture**,

POSSIBILI INTERVENTI

- Rinforzo o ricostruzione di tutti o parte degli elementi;
- modifica dell'organismo strutturale: aggiunta di nuovi elementi resistenti come, ad esempio, pareti in c.a., pareti di controvento in acciaio, cordoli di incatenamento in c.a. per strutture murarie...
- modifica dell'organismo strutturale: saldatura di giunti tra corpi fabbrica, ampliamento dei giunti, eliminazione di elementi particolarmente vulnerabili, eliminazione di eventuali piani "deboli"...
- introduzione di un sistema strutturale aggiuntivo in grado di resistere per intero all'azione sismica di progetto;
- eventuale trasformazione di elementi non strutturali in elementi strutturali, ad esempio con incamiciatura in c.a. di pareti in laterizio;
- introduzione di una protezione passiva mediante strutture di controvento dissipative e/o isolamento alla base;
- riduzione delle masse;
- limitazione o cambiamento della destinazione d'uso dell'edificio;
- demolizione parziale o totale.

Relazione

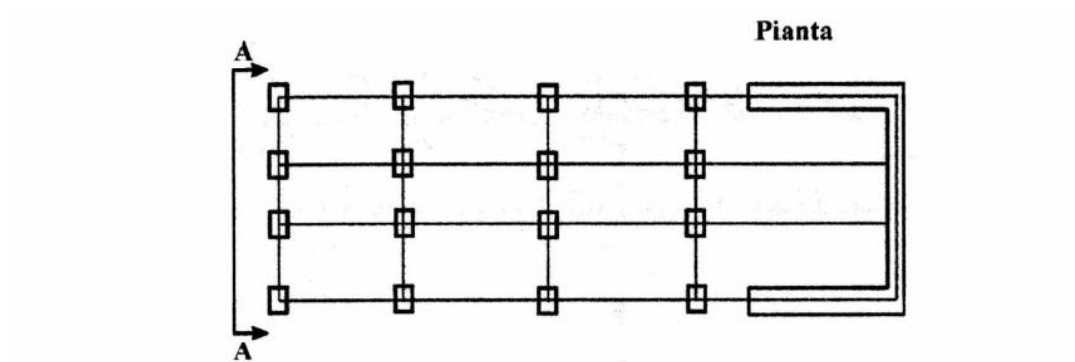
- scelta motivata del tipo di intervento ;
- scelta delle tecniche e/o dei materiali ;
- dimensionamento preliminare dei rinforzi e degli eventuali elementi strutturali aggiuntivi;
- analisi strutturale considerando le caratteristiche della struttura post-intervento;
- verifiche post-intervento per elementi esistenti, riparati, rinforzati o aggiunti

Patologie strutturali

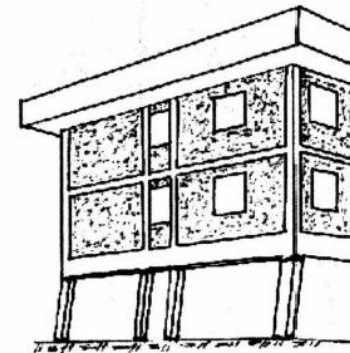
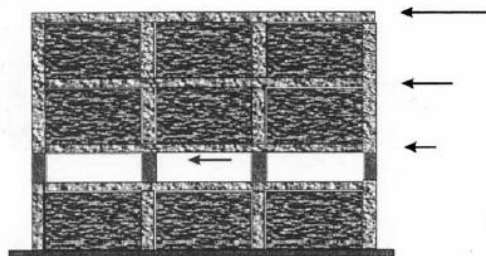
- I danni osservati sono conseguenza di una tradizione progettuale e costruttiva che non teneva conto delle peculiarità dell'azione sismica:
 - Intensità sismica spesso maggiore di quella di progetto
 - Variabilità in direzione e verso
 - Carattere dinamico della risposta sismica
- Le principali patologie strutturali sono dovute a:
 - Errata concezione strutturale
 - Errata concezione o esecuzione dei dettagli costruttivi.

Errata concezione strutturale

- Irregolarità in pianta



- Irregolarità in elevazione



Errata concezione strutturale

- Giunti tecnici di insufficiente ampiezza
 - martellamento tra strutture adiacenti



Errata concezione strutturale

- Presenza di pannelli esterni
 - la cui caduta può provocare danni
- Presenza di tamponature all'interno di campi di telaio
 - l'interazione potrebbe essere dannosa.



- Ancoraggio insufficiente delle staffe
- Inadeguata armatura trasversale nel nodo



Errata concezione o esecuzione dei dettagli costruttivi

- Interasse eccessivo tra le staffe, che comporta:
 - scarso confinamento del nucleo di calcestruzzo
 - scarso contenimento dei ferri longitudinali



- Assenza di staffe nelle zone critiche (di estremità) degli elementi strutturali



Meccanismi resistenti

- Si possono manifestare meccanismi locali e meccanismi d'insieme, da verificare entrambi:
 - I meccanismi locali interessano singoli pannelli murari o più ampie porzioni della costruzione, e sono favoriti dall'assenza o scarsa efficacia dei collegamenti tra pareti e orizzontamenti e negli incroci murari
 - I meccanismi globali sono quelli che interessano l'intera costruzione e impegnano i pannelli murari prevalentemente nel loro piano.

- Nel piano (globali)

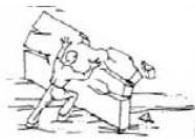


- Fuori dal piano (locali)

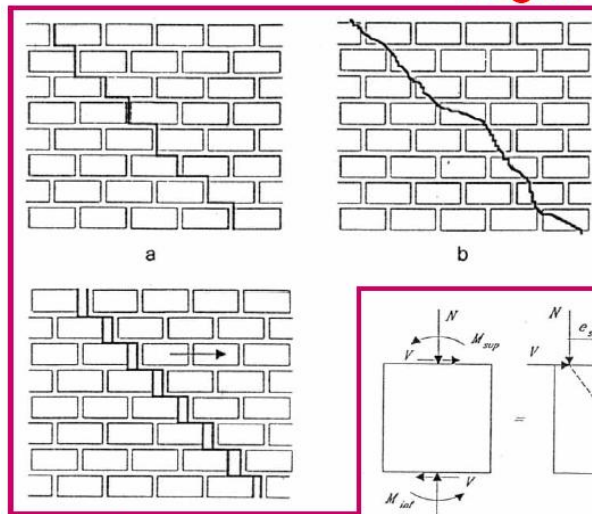




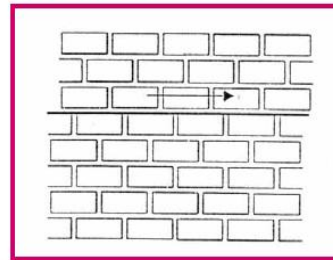
Meccanismi globali
Collasso delle pareti murarie nel piano



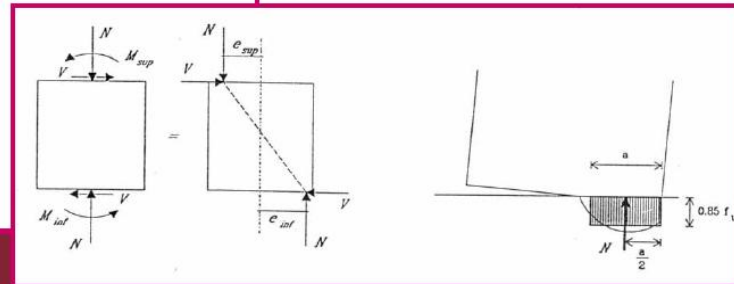
Taglio



Scorrimento



Flessione



IL “PIANO CASA” E GLI INTERVENTI SULLE COSTRUZIONI ESISTENTI

Il piano casa consente l'esecuzione di ampliamenti di volume.

Questi interventi debbono essere conformi alle prescrizioni delle Norme tecniche .

Le stesse **NTC 2008** richiedono che qualunque intervento su una costruzione esistente debba seguire determinati criteri di sicurezza.

Nel linguaggio corrente le **NTC 2008** hanno assunto il nome di Norme antisismiche anche se in realtà sono **NORME DI SICUREZZA STRUTTURALE** per tutte le costruzioni e per tutto il Paese.

le esigenze e l'onerosità del rispetto delle prescrizioni sismiche –
l'importanza della sismicità del sito

interventi SPESSO obbligatori di "rinforzo" dell'intero edificio

Viene introdotta l'esigenza di intervenire, nel caso che qui ci interessa di
ampliamento della volumetria, non solo sulla parte ampliata, ma su tutto
l'edificio.

non si tratta certo di una prescrizione vessatoria o inutile ma invece basata
su fondati motivi.

**ogni intervento su un edificio esistente ne modifica la risposta sismica, in
meglio o in peggio, e quindi richiede obbligatoriamente un controllo.**

Sopraelevazione

In questo caso le Ntc 2008 prescrivono chiaramente l'obbligo dell'adeguamento sismico dell'intero edificio sopraelevato.

Se invece la sopraelevazione riguardano una soffitta esistente le Ntc 2008, pur con qualche incertezza interpretativa, consentono di non considerare l'intervento come adeguamento anche se vi è una variazione in altezza dell'edificio con cambio di destinazione d'uso della soffitta, purché gli interventi dei carichi globali in fondazione non siano superiori al 10 per cento. In via generale è possibile rientrare entro questo limite, adottando materiali leggeri, ma allo stesso tempo dotati delle caratteristiche di resistenza e isolamento termico e acustico necessari. Resta l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti di struttura direttamente riconducibili alla sopraelevazione.

Ampliamento con giunto

Gli ampliamenti su terreno attiguo alla struttura principale possono essere realizzati con giunto tecnico sismico. Si intende riferirsi a una porzione di edificio, corrispondente all'ampliamento, realizzata con fondazioni proprie in contiguità all'edificio esistente, ma da esso separato da un "giunto tecnico" cioè distaccato dall'edificio esistente per uno spessore molto ridotto dell'ordine di 3-5 cm da definire esattamente in base alla tipologia dell'opera. La nuova porzione ampliata deve essere perciò strutturalmente indipendente salvo eventualmente le fondazioni che possono essere continue. Il giunto tecnico sarà successivamente riempito con materiale quale polistirolo, o laterizi leggeri e fragili, o analoghi, e intonacato e tinteggiato in modo da non denunciare la sua presenza. Ma resta fragile, così che la parte ampliata, in caso di sisma, si comporta in modo indipendente, e non va a interessare l'edificio preesistente. In questo caso le Ntc 2008 non richiedono l'adeguamento dell'edificio preesistente, e ovviamente la parte ampliata dovrà essere realizzata secondo le stesse Ntc 2008, con i relativi criteri di antisismicità. Rientra in questa situazione il caso di una struttura leggera esistente che venga sostituita con una nuova strutturalmente antisismica e con giunto tecnico.

Ampliamento senza giunto

Questo caso differisce dal precedente per l'assenza del giunto tecnico e la solidarizzazione all'edificio esistente, cosicché le due parti sono strutturalmente unite e si comportano come una unica entità. Ciò comporta l'esigenza di una verifica del tutto secondo le Ntc 2008 e l'"adeguamento sismico "della costruzione complessiva, preesistente e ampliata.

Copertura terrazze e balconi

Se la terrazza è già ora indipendente dall'edificio esistente, cioè vi è già un giunto tecnico tra edificio e terrazza, vale la situazione illustrata nel paragrafo precedente. Se invece, come più probabile, la terrazza è già ora solidarizzata con la costruzione esistente, e l'ampliamento viene realizzato sulla terrazza, le Ntc 2008 richiederebbero l'adeguamento del complesso. E' tuttavia possibile interpretare le Ntc in senso più favorevole, cioè senza adeguamento, purché l'incremento dei carichi globali in fondazione non comporti incrementi superiori al 10 per cento. Naturalmente resta l'obbligo di verifica delle parti di struttura riconducibili all'ampliamento. Per quanto riguarda l'ampliamento su balcone esistente le Ntc 2008 richiederebbero l'adeguamento del complesso. Anche qui è tuttavia possibile interpretare le Ntc in senso più favorevole, cioè senza adeguamento, purché l'incremento dei carichi globali in fondazione non comporti incrementi superiori al 10 per cento. Naturalmente resta l'obbligo di verifica delle parti di struttura riconducibili all'ampliamento.

Chiusura porticato

Ci si riferisce al caso in cui si intenda chiudere un porticato esistente con caratteristiche strutturali, ricavandone un ampliamento con cambiamento di destinazione d'uso. Seguendo i criteri già esposti per gli altri casi, l'adeguamento del complesso è necessario quando il porticato - come sarà nella maggior parte dei casi - è connesso strutturalmente all'edificio, e invece può essere omesso se porticato ed edificio sono separati da un giunto tecnico.

Cambiamento d'uso garage

Se il garage è indipendente, e cioè o distante alcuni metri o isolato con giunto tecnico, è evidente che l'edificio preesistente principale non dovrà essere adeguato sismicamente, mentre il garage dovrà essere ristrutturato o sostituito e dotato in ogni caso di sicurezza sismica. Infine, se il locale garage è entro l'abitazione, non occorre l'adeguamento sismico poiché i carichi di progetto di un garage e di un solaio di abitazione sono gli stessi, e quindi il cambiamento di destinazione d'uso può essere realizzato senza ulteriori interventi. Naturalmente vanno considerate eventuali situazioni singolari.

Demolizione/ricostruzione

In questo caso è ovvio che la nuova costruzione debba seguire interamente le prescrizioni delle Ntc 2008, tali quindi da condurre una costruzione antisismica.

LE TRE CATEGORIE DI INTERVENTO

Le Ntc 2008, prevedono a tale proposito tre diverse categorie di intervento:

- **interventi di adeguamento** atti a conseguire i livelli di sicurezza previsti dalle Ntc 2008;
- **interventi di miglioramento** atti ad aumentare la sicurezza strutturale esistente, pur senza necessariamente raggiungere i livelli richiesti dalle presenti norme;
- **riparazioni o interventi locali** che interessino elementi isolati, e che comunque comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti. Nello stesso paragrafo sono state stabilite le condizioni per la quale è obbligatorio l'adeguamento, ossia, in sintesi, quando si effettui una sopraelevazione, un ampliamento o una trasformazione dell'organismo edilizio, ovvero siano variati i carichi trasmessi in fondazione di più del 10 per cento. Sono invece da classificare tra gli interventi di miglioramento quelli che non rientrano tra quelli sopra elencati, ma siano comunque finalizzati ad accrescere la capacità di resistenza delle strutture esistenti alle norme sismiche variando il comportamento strutturale locale e d'insieme. Si stabilisce inoltre che gli interventi di adeguamento e miglioramento devono essere sottoposti a collaudo statico.

Conclusioni

Le Ntc 2008 consentono sempre di cogliere i **vantaggi offerti** per i singoli Proprietari dalle **sopraelevazioni e ampliamenti** ammessi, naturalmente in una corretta ottica di **realizzazione di opere sismicamente sicure**.

Ma ovviamente poiché le sopraelevazioni e gli ampliamenti sono connessi al comportamento sismico dell'edificio al quale sono legate, nascono i problemi di intervento anche sull'edificio preesistente per renderlo anch'esso sismicamente sicuro.

Va evidenziata qui **l'opportunità per i singoli proprietari di cogliere l'occasione per procedere di regola all'adeguamento dell'esistente** (anche quando non strettamente necessario), perché **questa operazione rende più sicura l'abitazione e quindi meglio garantisce la vita degli abitanti e i loro beni in caso di evento sismico**. Si tratta di una questione ben nota e dibattuta, perché in Italia il patrimonio edilizio realizzato senza criteri corretti di antisismicità è estremamente vasto e le nuove **Ntc 2008, che con le loro prescrizioni garantiscono una adeguata sicurezza sismica**, esplicano il loro effetto obbligatorio solo sulle nuove costruzioni. E questa delle progettazioni per gli interventi di **ampliamento e di sopraelevazione può costituire una opportunità per aumentare la sicurezza sismica di una buona parte del patrimonio edilizio del Paese**.



PROGETTAZIONE IN ZONA SISMICA

ADEMPIMENTI

RESPONSABILITA'

RUOLO DEL TECNICO

PROGETTISTA

RUOLO DEL DIRETTORE DEI LAVORI

PANORAMA NORMATIVO

legge 5 Novembre 1971 n.1086

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio normale e precompresso ed a struttura metallica

legge 2 Febbraio 1974 n.64

Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche

PRINCIPALI NORMATIVE DI RIFERIMENTO

NORME GENERALI:

- - DPR 380/01
- (EX L. 1086/71 E L.64/74)
- - L.R. 138/96
- - DM 14.01.08 (NTC 2008)

NUOVE COSTRUZIONI **IN MURATURA**

ADEMPIMENTI IN ZONA SISMICA

- Denuncia Lavori da parte della **Committenza** ai fini del rilascio dell'
ATTESTATO DI AVVENUTO DEPOSITO DA PARTE DELLA PROVINCIA (l.r.
138/96)
- CERTIFICATO DI COLLAUDO che attesti la rispondenza della costruzioni
alla normativa tecnica in materia sismica . tale documentazione è
indispensabile ai fini del rilascio del CERTIFICATO DI AGIBILITA'

**La documentazione attestante l'avvenuto deposito E' PRELIMINARE
all'inizio dei Lavori**

NUOVE COSTRUZIONI **IN CEMENTO ARMATO**, acciaio e prefabbricato ADEMPIMENTI IN ZONA SIMICA

Denuncia Lavori da parte della **Committenza** ai fini del rilascio dell'
ATTESTATO DI AVVENUTO DEPOSITO DA PARTE DELLA PROVINCIA
(l.r. 138/96)

- Denuncia Lavori da parte **dell'impresa di costruzione** ai fini del rilascio dell'ATTESTATO DI AVVENUTO DEPOSITO DA PARTE DELLA PROVINCIA (L.1086/71)

Le due denunce possono essere effettuate contestualmente .

- RELAZIONE A STRUTTURA ULTIMATA (ART.65 DPR 380/01) redatta dal DIRETTORE DEI LAVORI
- COLLAUDO STATICO, redatto da tecnico appositamente nominato dalla Committenza, che attesti la rispondenza della costruzioni alla normativa tecnica in materia sismica . tale documentazione è indispensabile ai fini del rilascio del CERTIFICATO DI AGIBILITA'.

La documentazione attestante l'avvenuto deposito E' PRELIMINARE all'inizio dei Lavori

DOCUMENTAZIONE SISMICA ntc 08

(Sia per nuove costruzioni sia per costruzioni esistenti)

sono escluse gli interventi già iniziati prima della cessazione del periodo transitorio che utilizzano la precedente normativa.

riferimento cap. 10 NTC '08 e Circolare

- 1) **Relazione di calcolo strutturale**, comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e di verifica.
- 2) **Relazione sui materiali.**
- 3) **Relazione sulle fondazioni**
- 4) **Elaborati grafici, particolari costruttivi.**
- 5) **Piano di manutenzione della struttura dell'opera.**
- 6) **Relazioni specialistiche** sui risultati sperimentali corrispondenti alle indagini ritenute necessarie alla progettazione dell'opera e sui rilievi topografici.
- 7) **Collaudo;**

OBBLIGHI E RESPONSABILITA'

- Il committente , il direttore dei Lavori e L'impresa sono **responsabili della presentazione del progetto e relative varianti** che devono essere presentate PRIMA dell'esecuzione dei lavori;
- In particolare il direttore dei lavori e l'impresa sono **responsabili della corretta esecuzione** dei lavori in conformità alla norma sismica
- Il progettista dichiara che il progetto ed i calcoli sono conformi alla norma applicata