

CAPITOLO 1 Introduzione

1.1 IL PATRIMONIO EDILIZIO ESISTENTE

1.1.1 Il problema della classificazione

Il Censimento della popolazione e delle abitazioni effettuato dall'ISTAT nel 1991 ha consentito di quantificare il patrimonio edilizio nazionale ad uso abitativo secondo quanto riportato nella tabella seguente. Data la natura del censimento non sono comprese in esso le unità ad uso produttivo (stabilimenti, magazzini, negozi...) né le strutture pubbliche. E' da ritenersi completo, invece, l'inventario della popolazione residente.

Tab.1.1 Patrimonio edilizio e popolazione ripartiti secondo la classificazione sismica

Patrimonio	Presenti in Italia	Presenti in zone classificate	% classificate su patrimonio nazionale	Costruite prima classificazione	Costruite dopo classificazione	% patrimonio protetto su classificato	% patrimonio protetto su nazionale
abitazioni (milioni)	25.03	9.8	39.2%	6.361	3.439	35.1%	13.7%
popolazione (milioni) ⁽¹⁾	56.264	22.56	40.1%	14.655	7.905	35.0%	14.0%
Superficie abitativa (mil.mq)	2250	870	38.7%	565	305	35.1%	13.6%
Comuni	8100	2960	36.5%	-	-	-	-

(1) Mancano in questo conteggio circa mezzo milione di persone non residenti in 'abitazioni', ossia quelle residenti in roulotte, grotte, altri alloggi temporanei etc.

Delle circa 25 milioni di abitazioni presenti su tutto il territorio poco meno di 10 sono situate in zone attualmente classificate sismiche. Di esse più di 6 milioni sono state costruite prima della classificazione sismica, che attualmente interessa 2610 comuni su 8100 (in realtà i comuni sono oggi 8105 a causa di suddivisioni amministrative intervenute negli ultimi 10 anni).

Il quadro già preoccupante che emerge da tali dati è, in realtà, ancora peggiore per i seguenti motivi:

- recenti studi effettuati negli ultimi anni mostrano che il numero di comuni classificati come sismici potrebbe salire dagli attuali 2960 ad oltre 4000, ampliando particolarmente le zone a sismicità bassa (Gruppo di Lavoro, 1999) ,
- le abitazioni più antiche in zona sismica sono state costruite con norme *datate*, non in grado di garantire la sicurezza che si ottiene applicando le attuali Norme Tecniche, e comunque possono essere state alterate nel tempo o essere state danneggiate dagli agenti atmosferici, dall'incuria etc.

Il censimento ISTAT 2001 non è ancora disponibile nel dettaglio necessario per valutare la modifica prodotta dagli oltre 10 anni trascorsi; tuttavia le percentuali riportate nella tabella

precedente non dovrebbero variare di molto, visto che il trend di nuove costruzioni negli ultimi anni è decrescente.

In particolare in Tabella 2.2 è riportata una previsione a 30 anni effettuata presso il SSN sulla base dei tassi di nuova edificazione previsti dal CRESME. I dati riportati lasciano quindi inalterata la sostanza delle precedenti considerazioni.

Tab.1.2 Previsione di incremento delle abitazioni in Italia dal 1991 al 2021

Abitazioni (milioni)	Nell'anno 1991	Nell'anno 2021
Totale abitazioni in Italia	25.03	29.53
Abitazioni in zone classificate nel 1991	9.80	11.57
Abitazioni costruite prima della classificazione	6.36	6.36
Abitazioni costruite dopo la classificazione	3.44	5.21
% abitazioni costruite dopo la classificazione sul totale nazionale	14%	18%
% abitazioni costruite dopo la classificazione sul totale classificato	35%	45%

1.1.2 Gli edifici in cemento armato

Il cemento armato, gran parte costruito negli anni del *boom edilizio*, già nel 1991 rappresentava oltre il 50% del patrimonio edilizio ad uso abitativo (Fig. 1.1). Circa la metà di tale patrimonio era stato costruito prima del 1971, anno in cui le Norme Tecniche specifiche per le zone sismiche previste dalla Legge 64/74 non erano ancora state emesse e si utilizzava la Legge 1684 del 1962, che, ad esempio, non dava sostanzialmente indicazioni specifiche su dettagli costruttivi (armature minime, staffatura..) o requisiti di regolarità atti a garantire un buon comportamento sotto sisma.

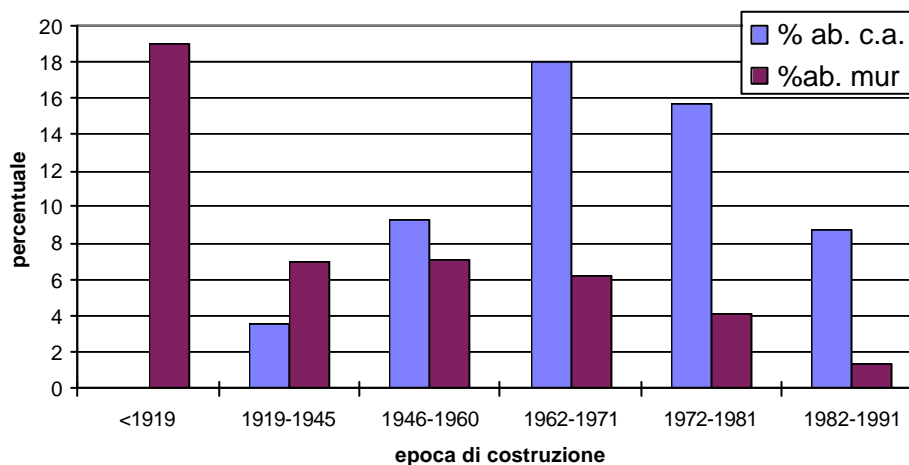


Fig.1.1 Distribuzione del patrimonio edilizio abitativo italiano per età al 1991

(ISTAT 1993), elaborazione SSN.

Se si mantenesse la tendenza visibile in Fig. 1.1, nel futuro le nuove abitazioni in cemento armato, pur costruite *a norma*, solo molto lentamente riusciranno a diminuire il rischio potenziale posto da quelle esistenti.

E' quindi molto importante pensare ad una efficace azione di *riqualificazione* antisismica del patrimonio esistente, operazione che, con un termine mutuato dalla letteratura anglosassone, viene in seguito definita *riabilitazione sismica*.

1.2 LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA

1.2.1 La situazione in Italia

In Italia la situazione è in evoluzione. La recente adozione del *fascicolo del fabbricato* dal Comune di Roma e dalla Regione Lazio, nonché le proposte di legge per una sua adozione a livello nazionale, costituiscono importanti riconoscimenti del problema posto dall'uso di edifici di cui non si conosce il grado di sicurezza, sia essa valutata rispetto al sisma, ai carichi verticali, alle norme impiantistiche o antincendio.

Il problema sarà anche al centro di alcune iniziative e leggi regionali oggi in via di predisposizione (Umbria, Emilia – Romagna, Abruzzo) ed altre sicuramente nasceranno, anche sulla spinta del luttuoso crollo della scuola di S. Giuliano di Puglia a seguito dell'evento sismico del 31.10.2002. Probabilmente anche la legge finanziaria per il 2002 conterrà disposizioni in merito alla messa in sicurezza degli edifici scolastici.

Attualmente la valutazione della sicurezza sismica deve di fatto riferirsi a quanto prescritto dalle Norme Tecniche emanate a seguito della Legge 64/74, poiché esse sono vincolanti. Tali norme, ed in particolare il D.M. 16.1.96, indicano come metodo di valutazione, per il cemento armato, lo stesso utilizzato per le nuove costruzioni.

Come già detto un giudizio dato in questi termini porta generalmente a considerare non a norma gli edifici ed a progettare interventi che potrebbero essere molto invasivi ed in definitiva non convenienti.

Approcci un pò diversi, che, ad esempio, sfruttano anche il contributo delle tamponature, sono utilizzati per la ricostruzione dopo il sisma del 1997 in Umbria e Marche, ma nell'ambito del *miglioramento sismico*.

1.2.2 La situazione in altri paesi

In altri Paesi avanzati il problema della sicurezza sismica è stato avvertito da tempo; in particolare negli Stati Uniti sono stati emanati diversi provvedimenti legislativi che hanno avuto come oggetto la rivalutazione della sicurezza sismica dei fabbricati ed il successivo eventuale adeguamento alle norme.

Si possono ricordare, a titolo di esempio, due importanti provvedimenti:

- Il Senate Bill n 1953 (1998), è un regolamento per la valutazione della sicurezza sismica degli ospedali e per la progettazione ed esecuzione di lavori di adeguamento sismico, che prevede un graduale miglioramento delle prestazioni degli ospedali dal

punto di vista sismico. Tale provvedimento stabilisce che entro la fine del 2007 vengano abbattuti o destinati ad altro uso tutti gli edifici aventi prestazioni attese molto basse; inoltre, entro il 2030 tutti gli edifici destinati a ospedali devono essere in grado di restare operativi dopo un sisma violento.

- Il Presidential executive order 12941 (1994) *Seismic Safety of Federally Owned or Leased Buildings* che impone: la ricognizione delle condizioni di sicurezza sismica degli edifici di proprietà del Governo federale o da esso presi in affitto; la verifica del rispetto di standards minimi; la stima dei costi di riabilitazione e la successiva valutazione della opportunità di intervenire per consentire il mantenimento degli edifici o la locazione/acquisto di altri a norma.

1.2.3 Il *performance based design*

Una carenza ancora osservabile nella attuale normativa italiana è la mancata enunciazione delle prestazioni degli edifici, che risultano invece indispensabili per un corretto processo di riabilitazione sismica.

La definizione degli obiettivi della riabilitazione, cioè delle prestazioni richieste agli edifici in funzione dei livelli di terremoto di riferimento, è invece una caratteristica tipica delle linee guida USA emanate dopo il 1994 (Hamburger, 1997, fig. 1.2); queste risultano molto interessanti sia per la chiarezza d'impostazione, sia per la capacità di individuare gli elementi critici su cui intervenire in un processo di riqualificazione sismica.

Tutte fanno riferimento ad una impostazione prestazionale, ossia alla chiara definizione delle *performance* attese a fronte di eventi sismici definiti in modo *realistico* e non convenzionale. Alla base di tale impostazione vi sono notevoli studi e prove sperimentali che hanno permesso di correlare determinati scenari di danno e di funzionalità con i valori delle grandezze fornite dall'analisi strutturale.

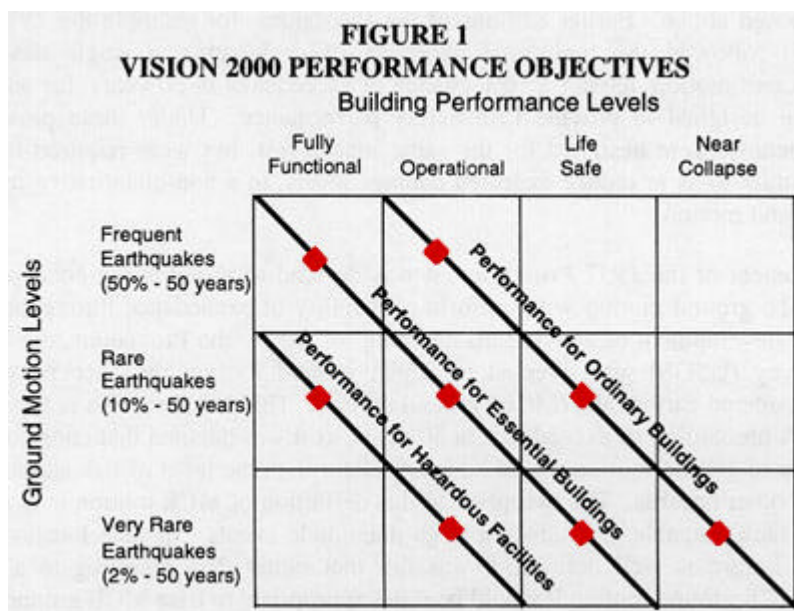


Fig.1.2 Obiettivi prestazionali definiti nelle più recenti norme e linee guida USA

Una rappresentazione grafica efficace dell'ottica prestazionali è riportata in figura 1.2, dove è anche evidente come le prestazioni richieste differiscano per tipo di struttura e per livello dell'azione, come verrà meglio evidenziato nei capitoli successivi.

La metodologia varia, e può andare da uno *screening* rapido, il cui fine principale è di evidenziare i casi ovviamente sicuri e quelli palesemente insicuri (FEMA 178 e FEMA 310), all'analisi sistematica e dettagliata (FEMA 273) anche delle parti strutturali e della componentistica.

1.2.3.1 Il manuale FEMA 178

Gran parte delle indicazioni fornite dal manuale FEMA 178 (BSSC, 1995, *Handbook for the Seismic Evaluation of Buildings*) sono rivolte ad evidenziare i possibili punti deboli (*weak-links*) di un edificio ed alla identificazione di come gli stessi possano modificare la risposta strutturale.

Il manuale FEMA 178 rappresenta una *procedura di primo livello* (equivalente alla *Screening phase* Tier 1 secondo la successiva linea guida FEMA 310); opera attraverso il riconoscimento della sussistenza di caratteristiche positive, che, nel corso di passati terremoti, si sono dimostrate efficaci ai fini della protezione della vita umana. Alcune di queste caratteristiche sono sostanzialmente qualitative (regolarità, ridondanza, etc.) mentre altre sono accertate attraverso verifiche numeriche speditive (*quick checks*).

Se l'edificio risulta avere tutte le caratteristiche positive previste per la tipologia strutturale alla quale appartiene, nonché per la fondazione ed i componenti non strutturali, allora è considerato rispondente alle linee guida, e quindi in grado di garantire la sicurezza per la vita, a fronte dell'evento sismico corrispondente alla zona in cui è situato.

Se, invece, qualche caratteristica non è presente, allora l'edificio ha delle carenze che devono essere approfondite. Si possono quindi effettuare verifiche di maggior dettaglio relativamente ai punti deboli rilevati, in modo da capire se siano effettivamente tali. Se le carenze vengono confermate anche dalle verifiche più approfondite, occorre prevedere interventi che rimuovano o mitighino tali carenze.

Come detto le FEMA 178 sono state poi migliorate dalle FEMA 310 e dalle stesse FEMA 273, che ne riprendono gran parte dei contenuti nel capitolo dedicato alla riabilitazione semplificata (*simplified rehabilitation*).

1.2.3.2 Le Linee guida FEMA 273

Le FEMA 273 (ATC, 1997) prevedono di analizzare gli edifici tenendo conto, con vari livelli di approssimazione, del loro comportamento reale sotto il sisma, puntando a simulare il funzionamento della struttura in campo non lineare.

Tali linee guida dunque, invece di seguire la procedura implicita nelle norme italiane, che prevedono la riduzione delle azioni sismiche di progetto mediante un coefficiente che tiene conto della duttilità di struttura, stimano le forze e le deformazioni conseguenti ad azioni non ridotte con lo scopo di evidenziare localizzazione e distribuzione dei punti critici dell'edificio.

La ragione di questa impostazione, differente dalle FEMA 178, è che le strutture esistenti da migliorare, generalmente non sono state progettate e realizzate in modo da garantire un comportamento duttile dell'insieme e dei singoli componenti.

Le FEMA 273 propongono un approccio che ha lo scopo di evidenziare le carenze al livello di elemento e di struttura attraverso un'analisi di dettaglio che non dia per scontata la capacità anelastica dell'edificio. Lo studio può essere condotto in modo semplificato, attraverso una procedura a *check list*, o in modo sistematico utilizzando metodi d'analisi statici o dinamici di tipo lineare o non lineare.

Sono inoltre definiti dei criteri di accettabilità di alcuni parametri (coefficiente di duttilità, rotazione cerniere plastiche) in funzione dei vari livelli di prestazione, sia per i singoli componenti strutturali e non strutturali, sia per l'edificio nel suo complesso. Tali parametri sono assegnati in funzione di alcune grandezze caratteristiche dei componenti: il tipo d'armatura, l'entità delle sollecitazioni (sforzo normale nei pilastri e taglio nelle travi), la conformità dell'armatura trasversale alle prescrizioni antisismiche.