

I Quaderni

Commissione Interregionale NTC

Revisione scientifica: Prof. Eros Aiello

Con il patrocinio del Consiglio Nazionale dei Geologi

R. Brunaldi

G. Lombardi

F. Savi

[EDIFICI ESISTENTI]

[quaderno di approfondimento alle Linee Guida NTC 08-Gruppo Interregionale Ordine dei Geologi]

COMMISSIONE INTERREGIONALE NTC08

COMPONENTI	ORDINE	COMPONENTI	ORDINE
AIRALDI Paolo	LIGURIA	GALATA' Giovanni	TRENTINO ALTO ADIGE
ANGELONE Domenico	MOLISE	GARBIN Fabio	LAZIO
ANIBALDI Andrea	MARCHE	GIOVINE Vincenzo	LOMBARDIA
BARSANTI Pietro	TOSCANA	LENARDUZZI Gianni	FRIULI VENEZIA GIULIA
BONIOLO Luisella	PIEMONTE	LOMBARDI Gerardo	CAMPANIA
BORGIA Umberto	CAMPANIA	PARMEGGIANI Fabio	EMILIA ROMAGNA
BRUNALDI Raffaele	EMILIA ROMAGNA	PATERNOSTER Stefano	TRENTINO ALTO ADIGE
CADAU Giambattista	SARDEGNA	PETRINI Fabrizio	ABRUZZO
CAGALLI Andrea	VENETO	PIGNATELLI MARIO	VALLE D'AOSTA
CARBONE Raffaele	BASILICATA	PIGNOCCHI Andrea	MARCHE
CARBONELLA Rocco	EMILIA ROMAGNA	PISTIS Salvatore	SARDEGNA
CHESSA Mauro	TOSCANA	PLESCIA Vito Francesco	MOLISE
CINUS DARIO	SARDEGNA	REINA Alessandro	PUGLIA
CIVELLI Carlo	LIGURIA	RISPOLI Francesca	EMILIA ROMAGNA
DEL GENIO Vincenzo	CAMPANIA	SAVI Francesco	UMBRIA
DORDI Amedeo	LOMBARDIA	STORONI RIDOLFI Sergio	MARCHE
FAGIOLI Maria-Teresa	TOSCANA	TODARO Pietro	SICILIA
FALVO Beniamino	CALABRIA	TRONCARELLI Roberto	LAZIO
FARINA Daniele	MARCHE	TROSSERO Massimo	PIEMONTE
FASSER Giovanni	LOMBARDIA	VENISTI Nicola	VENETO
FRAGALE Francesco	CALABRIA	VERRANDO Ampelio	LIGURIA
FRANCESCHINI Marco	EMILIA ROMAGNA	ZANNINIELO Basilio	VENETO

Responsabile Scientifico: Eros AIELLO

Coordinatore: Maria-Teresa FAGIOLI

Comitato di redazione: Carlo CIVELLI, Francesco FRAGALE,
Fabio GARBIN, Gerardo LOMBARDI,
Roberto TRONCARELLI

PREFAZIONE

Alla base del lungo e prezioso lavoro che ha portato all'attesa pubblicazione di questi primi quaderni vi è la consapevolezza della comunità tecnico-scientifica di dover esercitare un necessario compito di formazione ed aggiornamento, attribuendosi un importante ruolo etico, che si traduce in un altrettanto importante ruolo sociale.

La preparazione di chi opera nel settore delle costruzioni, forse ancor di più in questo particolare momento, assume una valenza strategica nei confronti di istanze di sicurezza e di qualità, che nel caso delle attività progettuali si declinano con il raggiungimento di obiettivi di sicurezza dell'opera e del suo contesto e, non ultimo, con il gradimento della comunità dei cittadini.

Allo stesso tempo chi commissiona studi e progetti deve essere consapevole del risultato atteso, che è funzione del variare del livello di indagini e di analisi.

Un buon progetto non è la risultante dell'applicazione tout-court di procedure nel processo di progettazione, ma è figlio di un ordinato sviluppo delle attività, capace di minimizzare gli oneri dovuti ad errori ed a sprechi, ed è frutto di una attività in cui la sfera intellettuale e la capacità manageriale sono complementari.

Le attività di progettazione, con le sue analisi, i suoi approfondimenti, i suoi studi specialistici, le sue indagini, si configurano, per loro natura, in modo ben diverso rispetto ad altri processi, essendo il prodotto di azioni difficilmente standardizzabili, riconducibili alla necessità di gestire problematiche, quindi competenze sempre diverse, ed in cui la competenza e la preparazione del gruppo di progettazione e dei singoli professionisti gioca un ruolo decisivo.

Chi ha compiuto lo sforzo di scrivere questi quaderni ha pensato di operare soprattutto nella direzione della qualità dei professionisti del settore e dei geologi in particolare, che oggi svolgono un ruolo strategico nelle attività di progettazione, rivolgendosi ad essi non solo nelle loro funzioni di progettisti, ma anche in quelle di controllori.

Ai primi perché la quantità di discipline e di soggetti che concorrono oggi alla determinazione di un progetto impone una istanza di cultura tecnica generale anche da parte dei singoli specialisti, che devono poi trovare all'interno del progetto la propria matrice di qualità.

Ai secondi perché è nella fase di controllo che deve estrinsecarsi l'analisi qualitativa dei contenuti progettuali, in quanto le istanze di sicurezza diventano appannaggio della committenza attraverso le procedure di validazione imposte dalla legge.

Non è più possibile infatti demandare al cantiere la modifica di progetti inadeguati o inesatti, che non soddisfino requisiti di compatibilità, produttività, prevenzione dei rischi, sostenibilità, soddisfazione del cliente e immagine.

A chi ha lavorato alla stesura di questo testo va il riconoscimento della comunità geologica, di quella più ampia di area tecnica, ma anche della società civile, perché i suoi contenuti consentono di indirizzare il processo di coordinamento delle idee e le conseguenti scelte progettuali verso requisiti di fattibilità, coerenza e conformità.

Riconoscimento che va esteso ad un sistema ordinistico delle professioni tecniche, e dei geologi in

particolare, che dimostra ancora una volta di saper anteporre gli interessi della collettività a quelli di categoria.

Ed infine un ringraziamento sentito agli Ordini Regionali, la cui dinamicità ed il cui impegno costante nelle innumerevoli questioni che coinvolgono la categoria sono alla base del progressivo riconoscimento del ruolo centrale attribuito ai geologi, che tuttavia ancora oggi molti tardano a riconoscerli.

Il Presidente del Consiglio Nazionale dei Geologi

Gian Vito Graziano

INTRODUZIONE

Le nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni furono approvate in fretta e furia sull'onda emotiva del terremoto dell'Aquila, e scaraventate, così com'erano, con piglio decisionista, sul mondo edilizio e sulle professioni tecniche che da anni ne suggerivano gli affinamenti.

Nessun dubbio sulla necessità di allineare la normativa italiana agli Eurocodici, ma la frettolosa logica dell'emergenza portò a non approfondire adeguatamente più di un aspetto della progettazione edilizia; gli aspetti geologici non rimasero immuni da ciò.

La Commissione Interregionale degli Ordini dei Geologi, che già da tempo stava lavorando per proporre i necessari affinamenti e chiarimenti alla norma in gestazione, non si arrese e fatto tesoro di quanto già elaborato ha trasformato quel che avrebbe dovuto essere un supporto tecnico al legislatore in un vademecum per i colleghi alle prese con le carenze della norma promulgata.

In pieno spirito di sussidiarietà e grazie al volontariato di tanti colleghi vuoi professionisti che del mondo accademico, la Commissione Interregionale ha preparato "Le linee guida per le NTC" che furono presentate nel 2° Forum degli Ordini Regionali e del Consiglio Nazionale dei Geologi "NTC-2008 Linee Guida" (Firenze, 21 gennaio 2011). Insieme alle Linee Guida sono state presentate le prime bozze dei quaderni; elaborati tecnici prodotti per supportare i colleghi nell'applicazione di quei punti oscuri o insufficientemente dettagliati della norma.

A distanza di 18 mesi dal Forum questo CdRom presenta la versione definitiva di un primo gruppo di quaderni.

Il CdRom contiene:

1. Glossario;
2. Quaderno "Una metodologia per la scelta dei parametri geotecnici caratteristici";
3. Quaderno "Fondazioni superficiali";
- 3a. Esempi relativi alle fondazioni superficiali: collana "gli spilli";
4. Quaderno "Muri di sostegno e strutture miste";
5. Quaderno "Edifici esistenti";
6. Quaderno "Costruzioni modeste, costruzioni semplici, opere minori, elementi non strutturali, opere provvisoriale, opere interne";
7. Quaderno "Modellazione sismica e stabilità alla liquefazione".

Il Cd Rom contiene inoltre le normative regionali in materia di opere minori o modesta rilevanza (NTC 08 cap. 6.2.2) pervenute a tutto il 24 aprile 2012.

I quaderni con il loro contenuto di riferimenti tecnici, bibliografia ed esempi, lungi da ogni pretesa di esaustività, vogliono comunque segnalare l'avvio di un percorso virtuoso nel quale i colleghi, pongono a disposizione della categoria l'esperienza e la preparazione specifica maturata in decenni di attività professionale e di ricerca, per consentire a ciascuno di noi di affrontare ogni nuovo impegno professionale e

tecnico forti dell'esperienza di tutti.

La selezione degli argomenti trattati dai quaderni ha cercato di rispecchiare la maggioranza delle problematiche che ogni collega che opera nel comparto delle costruzioni si trova ad affrontare.

La Commissione ha ritenuto, inoltre, opportuno elaborare anche un Glossario per prevenire fraintendimenti e conseguenti incomprensioni derivanti da differenti interpretazioni delle tecnologie.

Alla produzione di questo CdRom hanno partecipato sotto la guida tecnico-scientifica del Prof. Eros Aiello colleghi di varie Regioni. A loro un ringraziamento caloroso per aver reso possibile l'iniziativa che assume un carattere di particolare rilevanza in un momento in cui subdoli ed interessati attacchi al geologo, diretti a relegarlo nel settore dell'edilizia in ruoli subalterni, segnalano la rapace miopia di certi poteri forti.

Se da un lato i terremoti e le catastrofi naturali segnalano l'indispensabilità dei nostri saperi di veri ed unici specialisti del sottosuolo, elaborati tecnici come quelli contenuti nel CdRom dimostrano la capacità della nostra categoria di fornire contributi stringenti e fattivi alla risoluzione di problematiche complesse.

Il Coordinatore della Commissione Interregionale

Maria-Teresa Fagioli

SOMMARIO

1. PREMESSA	pag. 3
2. TIPOLOGIA, CLASSIFICAZIONE E NORME DI RIFERIMENTO	pag. 12
3. GLI INTERVENTI AMMISSIBILI (DPR. 380/01 E NTC 08)	pag. 15
3.1. INTERVENTI EDILIZI COME DEFINITI DAL DPR 380/01	pag. 15
3.2. INTERVENTI EDILIZI COME DEFINITI DALLE NTC 08	pag. 16
4. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO: UN PERCORSO AD OSTACOLI PROPOSTA OPERATIVA.....	pag. 18
5. CONCLUSIONI	pag. 23

1. PREMESSA

Introduzione sulle problematiche connesse al patrimonio edilizio esistente: aspetti economici e sociali

In Italia, secondo alcuni dati messi a disposizione dalla Protezione Civile, si evidenzia che, a partire dall'anno 1000, si sono verificati circa 30.000 eventi sismici, di cui 220 di forte intensità (\geq VIII grado scala Mercalli).

Negli ultimi 200 anni solo i terremoti, (di cui 41 di intensità maggiore o uguale a 9 MCS) hanno causato circa 150mila vittime e distrutto una parte consistente del nostro patrimonio storico, artistico e culturale il cui valore non è economicamente quantificabile.

La stima realizzata dallo stesso organismo fa emergere che negli ultimi 40 anni i terremoti hanno causato danni per oltre 133 miliardi di Euro.

L'elevato rischio sismico della nostra penisola non dipende solo dalla elevata e non perfetta conoscenza della pericolosità sismica del territorio, ma anche dalla **notevole vulnerabilità del patrimonio edilizio italiano**, determinata da numerosi fattori, tra cui:

- la presenza di un gran numero di centri storici o di edifici di antica costruzione, con edifici e/o manufatti monumentali spesso "aggregati" ed interconnessi tra loro tanto da sembrare un unico complesso edilizio;
- zone marginali degradate, con quartieri fatiscenti spesso presenti in contesti o lungo il perimetro di aree metropolitane ;
- un consistente abusivismo edilizio, maggiormente diffuso proprio nelle zone a maggiore pericolosità sismica.

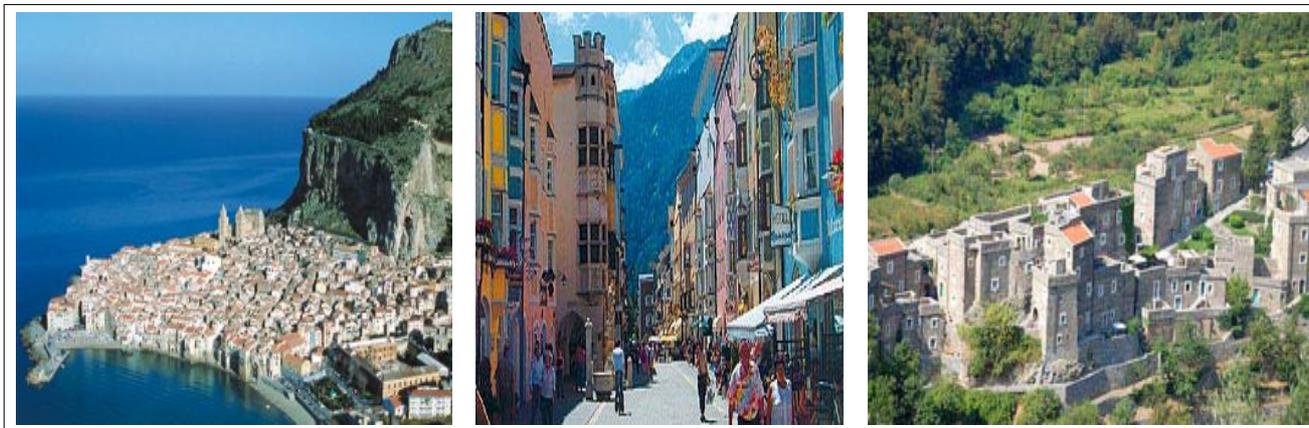


Figura 1 : Esempi di centri storici italiani con presenza di aggregati edilizi, di edifici monumentali interconnessi ad edifici privati

Va anche precisato, per una corretta analisi del problema, la inadeguatezza delle norme sismiche, almeno fino agli anni 80, e la loro progressiva applicazione in funzione del verificarsi di eventi tristemente calamitosi (1975, 1980, 1996, 2002, ecc.) con classificazioni del territorio che si sono succedute negli anni vincolando di volta in volta porzioni sempre maggiori del territorio italiano.

A partire dall'OPCM 2374/03, invece, sono state definite in modo oggettivo le zone aventi una certa "pericolosità sismica", utilizzando come parametro di riferimento non più fattori e/o parametri euristici [$C = (S - 2)/100$], ma fattori fisici misurabili, quali l'**accelerazione sismica al suolo**.

In funzione di questo nuovo approccio tecnico-scientifico (e normativo) la pericolosità sismica di base non viene più espressa in modo qualitativo, ma esiste una sua valutazione in termini fisici con la definizione di intervalli di accelerazione al suolo **ag** e con la conseguente individuazione di **quattro classi** di rischio decrescente.

Pertanto con questa norma vi è stata, oltre ad un cambiamento di classe sismica, anche una diversa valutazione in termini di coefficienti di accelerazione sismica da applicare nel calcolo della forza sismica orizzontale (K_h); in funzione delle suddette considerazioni proviamo a dare qualche dato numerico di raffronto, in modo da poter concretizzare, in forma sintetica, quanto sopra espresso.

Salgono di categoria		Classificazione Sismica 2003				
		1	2	3	4	totale
Classificazione precedente	Nessuno spostamento					
	S/ag	0.35	0.25	0.15	0.05	
	12	368	0	0	0	368
	9	348	2150	0	0	2498
	6	0	88	11	0	99
	----	0	85	1621	3429	5135
Comuni		716	2323	1632	3429	8100

Fig.2 . Numero di comuni che ha cambiato classe sismica con l'introduzione della nuova norma (DM 14.1.2008)

Inoltre, appare evidente dall'esame della sottostante tabella che i valori di a_g , da inserire nella formula per il calcolo delle forze sismiche orizzontali K_h , agenti in caso di sisma, sono notevolmente superiori a quelli utilizzati fino al 2003, passando da una valutazione euristica ($C = (S - 2)/100$) ad una determinazione fisica, o meglio, deterministica.

Zone Sismiche	Classe	NORMATIVA PRECEDENTE		NORMATIVA ATTUALE
		DM 19.1.96		Dm 14.1.2008
		Coefficiente Sismico S	Amplificazione sismica $C = (S - 2)/100$	Amplificazione sismica ago
1	Elevata Sismicità	12	0,1	0,35
2	Media Sismicità	9	0,07	0,25
3	Moderata Sismicità	6	0,04	0,10
4	Bassa Sismicità	0	0	0,05

Fig. 3. Confronto tra la nuova norma (DM 14.1.2008) e la precedente normativa sismica (DM 19.1.96)

Tale riclassificazione, per contro, ha determinato l'inadeguatezza del patrimonio edilizio realizzato fino agli 80, con tecniche non adeguate ai nuovi parametri e che quindi evidenzia una elevata esposizione della popolazione residente in tali ambiti territoriali.

A livello nazionale in funzione delle modifiche apportate successivamente con l'OPCM 3916/03, anche in sede regionale, si è determinato lo scenario sinteticamente riportato nella sottostante tabella, articolato in termini di popolazione e superficie esposta a rischio.

Zona	Sismicità	ag	Comuni	Superficie (Kmq)	%	Popolazione	%
1	alta	> 0,25g.	725	14.460	4,8	1.683.839	2,98
2	media	0,15 e 0,25g	2.344	118.448	39,32	17.997.329	31,82
3	bassa	0,05 e 0,15g	1.544	3.421	1,14	2.816.529	4,98
4	molto bassa	0,05g.	2.388	164.937	54,75	34.059.214	60,22
			8101	301.266		56.556.911	

Fig.4 Numero di comuni , superficie e popolazione esposta ai vari livelli o classi di rischio

Dall'analisi dei dati disponibili si evidenzia, quindi, che vi sono circa 20 milioni di persone che vivono in zone ad alto rischio sismico su di una superficie di circa 130.000 kmq distribuiti in circa 3000 comuni.

In appendice è riportata una tabella riepilogativa in cui sono evidenziate le norme regionali di riferimento che a seguito dell'OPCM 3916/03 hanno "spostato" alcuni comuni da una classe all'altra.

Quindi, in funzione di quanto evidenziato, attualmente vi è un quadro molto più chiaro dello scenario sismico italiano, con una zona ad alta sismicità , concentrata lungo la dorsale appenninica centro-meridionale (vedi l'Aquila e l'Irpinia), oltre al Friuli e a piccole aree localizzate nella Sicilia sud-occidentale (la Sardegna è considerata asismica come buona parte della pianura padana).

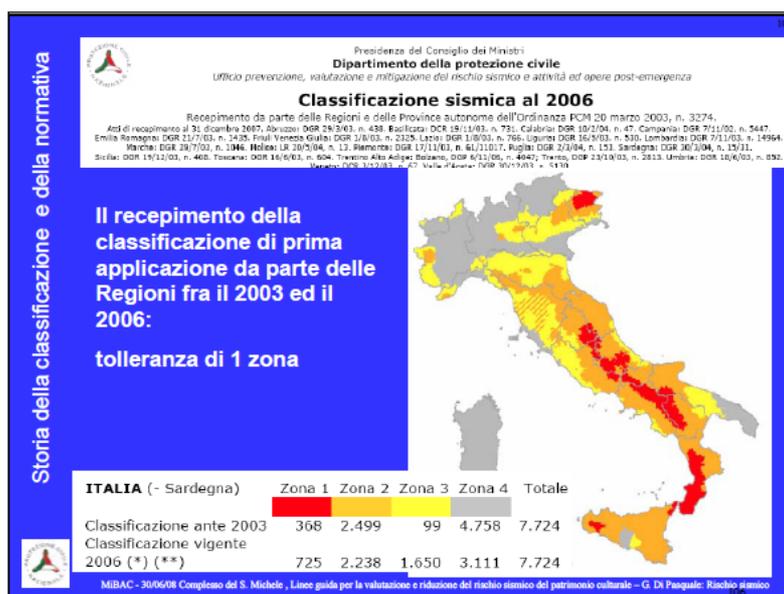


Figura 5. Slide tratta da una presentazione dell'Ing. De Pasquale del DPCN, in cui è riportato , anche in modo grafico, i dati sopra esposti in termini di riclassificazione sismica del territorio italiano

Quindi, concludendo, a partire dal 2003, mentre per le nuove costruzioni, come dicevamo, non ci dovrebbero essere problemi di resistenza o di vulnerabilità nei confronti dell'input sismico (accelerazione sismica), il problema resta per le costruzioni esistenti realizzate prima del 1984, di fatto inadeguate rispetto al nuovo scenario di pericolosità sismica (vulnerabilità di vario ordine e grado).

L'edificato esistente sulla base di una serie di dati raccolti recentemente dall'Agenzia delle Entrate (2008) assume la seguente consistenza tipologica e/o di utilizzo (usi):

		Complessi edilizi	
Edifici	12.774.131	38.397	12.812.528
Abitazioni			27.291.993
in uso	12.086.592		94,33%
Abitativo	11.226.595		87,62%
Attività ricreative e sportive, scuole, ospedali, chiese ecc.	418.927		3,27%
alberghi, uffici, commercio e industria, comunicazioni e trasporti	441.070		3,44%
Non utilizzati	725.936	costruzione, ricostruzione o in fase di consolidamento; stato di decadenza, rovina e demolizione della costruzione.	
			5,67%
	12.812.528		100,00%

Fig. 6 . Numero di edifici e percentuali distinti in funzione degli usi prevalenti a cui essi sono destinati

Per gli edifici pubblici il Governo, giustamente, fin dall'OPCM 3274/03, ha definito linee strategiche di intervento al fine di adeguare il patrimonio edilizio esistente al livello di pericolosità sismica prima descritto, mentre ha tralasciato la parte privata, non prevedendo, per questa tipologia, **nessun obbligo** di adeguamento ad eccezione di quelli derivanti dal verificarsi di un nuovo evento calamitoso o in funzione di altro tipo di ammaloramento o degrado funzionale della struttura.

Infatti, secondo tale indicazione, l'obbligo di adeguamento scatta solo nei seguenti casi :

- **evento sismico:** edifici danneggiati dichiarati inagibili o parzialmente agibili (danneggiati) – OPCM specifici vedi ad esempio i casi di San Giuliano e L'Aquila e quelli relativi ad altre emergenze sismiche pregresse;
- **in assenza di evento sismico:** per cambi di destinazione d'uso o altre tipologie di intervento così come previsto dal CAP.8 del DM 14.1.2008.

Per gli edifici pubblici le attività di adeguamento o rafforzamento seguono anche forme e regole di incentivazione; infatti per quanto attiene agli interventi infrastrutturali, con priorità per quelli connessi alla riduzione del rischio sismico e per far fronte ad eventi straordinari nei territori degli enti locali, delle aree metropolitane e delle città d'arte è stato istituito, nello stato di previsione del Ministero dell'Economia e delle Finanze, per il triennio 2003-2005, un apposito **fondo per interventi straordinari**.

A tal fine è autorizzata la spesa di euro 73.487.000,00 per l'anno 2003 e di euro 100.000.000,00 per ciascuno degli anni 2004 e 2005 (art. 32bis della legge n. 326 del 24.11.2003).

Per quanto attiene alle **scuole** (o edifici pubblici e privati adibiti a scuole), è stato varato un **Piano straordinario** di messa in sicurezza di tali edifici : MIUR-MIT + DPC (Legge n. 289/2002, art. 80, comma 21) con un programma iniziale finanziato per circa 500 M € (annualità 2004 e 2005) e che prevede circa 1600 interventi di miglioramento strutturale delle scuole a più elevato rischio sismico (anche abbattimento).

Tali somme, anche se di un certo interesse, sono notevolmente insufficienti; per avere una dimensione economica del rilevante problema esistente per tale tipologia edilizia si può fare riferimento ad una indagine eseguita dagli LSU (2002), che ha evidenziato che sul territorio italiano ci sono circa 42.000 scuole pubbliche (oltre a 15.000 private), di cui una buona parte ad alto rischio; il costo stimato, per un adeguamento sismico complessivo, è dell'ordine delle **decine di miliardi di euro**.

Per quanto attiene all'**edilizia privata**, con la Legge n. 77 del 24/6/09, articolo 11, sono stati individuati e finanziati: **Interventi per la prevenzione del rischio sismico**; per cui, nello stato di previsione del Ministero

dell'Economia e delle Finanze, è stato istituito un Fondo per la prevenzione del rischio sismico che prevede una spesa di :

- euro 44 (poi ridotti a 42,504) milioni per l'anno 2010;
- euro 145,1 milioni per l'anno 2011;
- euro 195,6 milioni per ciascuno degli anni 2012, 2013 e 2014;
- euro 145,1 milioni per l'anno 2015;
- euro 44 milioni per l'anno 2016;

per un totale complessivo di 965 M di euro.

L'erogazione di tali somme è stata disciplinata con la recente OPCM 3907/10 che ha disposto il riparto del primo stanziamento relativo allo stesso anno (DPCM n. 42 del 21.2.2011).

Appare evidente che, quindi, la sicurezza del territorio e la salvaguardia della vita umana è uno degli obiettivi che il Governo ha messo tra i primi problemi della sua agenda, in quanto non vi può essere sviluppo sostenibile se non viene garantita la sicurezza dei cittadini.

L'analisi tecnica sconcertante è che, a fronte di tale scenario, la normativa tecnica sopraggiunta **sottostima l'indagine geologica e di "pericolosità sismica locale"**, riversando l'attenzione, come vedremo, solo sulla parte strutturale, con una logica pseudo emergenziale lasciando, come già sottolineato, alla volontà del singolo cittadino di adeguare l'edificio esistente (la propria abitazione) alla normativa vigente, salvo nei casi previsti dal sopra citato Cap. 8 del DM.14.1.2008 e/o nel caso del verificarsi di una nuova emergenza.

Inoltre, il complesso di norme attualmente esistenti prevede che per gli edifici **costruiti dopo il 1984 è possibile escludere** forme di adeguamento sismico; infatti, in funzione del nuovo approccio "prestazionale", le strutture di detti edifici sono state dimensionate con norme post '80 e, quindi, sono capaci di opporre una buona resistenza agli input sismici; tale impostazione deriva dalla circostanza di ritenere che il complesso di norme maturato a partire dal 1981 (norme post-sisma dell'80) contiene in sé una serie di garanzie tecniche adeguate alle norme attuali per cui, allo stato attuale, salvo danni e/o ammaloramenti (degrado) evidenti delle strutture, si ammette che l'edificio sia sismicamente resistente.

Come evidenziato precedentemente, la normativa sopravvenuta, pur effettuando un salto culturale notevole, **sottostima gli aspetti geologici e geotecnici nei confronti degli edifici esistenti**; si ricorda, a tal proposito, che il Cap.8 prevede specifiche azioni sui fabbricati esistenti, ma poco o nulla contiene in merito alle attività geologiche e/o geotecniche propedeutiche alla valutazione delle forze sismiche in gioco, ad eccezione di un generico richiamo al Cap. 3.2.

Anche la Circolare 617/09, pur cogliendo in maniera più opportuna gli aspetti legati a tale problematica, si sofferma esclusivamente sulla parte strutturale, prevedendo una specifica appendice che segue *step by step* le analisi da effettuare sulle strutture del patrimonio edilizio esistente, ma nulla di innovativo si ritrova rispetto agli aspetti geologici di specifico interesse.

Pertanto, da una lettura del complesso di norme attualmente vigenti, sembra che agli estensori delle stesse sia difficile comprendere che per effettuare valutazioni sul livello di **pericolosità sismica**, senza eseguire specifici accertamenti in sito, vi è una specifica assunzione di responsabilità consistente nella possibile e/o eventuale sottostima di quelle analisi che, in gergo tecnico, sono note come valutazioni della **risposta sismica locale** (RSL).

Le valutazioni sulla pericolosità sismica di un sito edificato possono essere condizionate da una serie di circostanze non ottimali (inaccessibilità dei siti) e/o presenza di una serie di fabbricati contigui (aggregati edilizi), come sono molti degli edifici dei nostri centri urbani, o altre condizioni al contorno.

Tale condizionamento comporta delle approssimazioni che dipendono anche dal livello delle conoscenze disponibili e/o pregresse, la mancanza di detti dati comporta necessariamente la definizione di un protocollo condiviso, a livello normativo o regolamentare, che possa anche responsabilizzare in modo adeguato il

tecnico che esegue le indagini geologiche o meglio **valutazioni sulla pericolosità sismica del sito** di intervento.

A tal proposito si ricorda l'ampia discussione sorta al Forum di Firenze (dicembre 2010) su tale complessa problematica e la necessità di trovare il bandolo di una contorta matassa in un sistema così articolato come è il patrimonio edilizio italiano, che è entrato di diritto nel codice europeo del paesaggio proprio per la sua particolarità e la incommensurabile bellezza.

La complessità della struttura urbanistica italiana emerge in modo inequivocabile esaminando i dati di analisi statistiche effettuate dall'ISTAT sul patrimonio edilizio; dall'analisi di alcuni dati emerge una stima quantitativa degli edifici che presentano un certo grado di contiguità o di "aggregazione".

Tavola: Edifici ad uso abitativo per epoca di costruzione e contiguità con altri edifici - Italia - Censimento 2001.				
EPOCA DI COSTRUZIONE	Contiguità con altri edifici			
	Su nessun lato	Su un lato	Su due o più lati	Totale
Prima del 1919	571645	602013	976601	2150259
Dal 1919 al 1945	485305	366529	531981	1383815
Dal 1946 al 1961	847692	363672	448465	1659829
Dal 1962 al 1971	1226007	350512	391438	1967957
Dal 1972 al 1981	1364366	325055	293785	1983206
Dal 1982 al 1991	893762	226281	170459	1290502
Dopo il 1991	566309	135390	89328	791027
Totale	5.955.086	2.369.452	2.902.057	11.226.595

Fig.7 . Tabella censimento ISTAT 2001 riportante il numero di edifici e il livello di contiguità distinto per epoca di costruzione

In funzione di tali analisi circa il 47% degli edifici esistenti presenta una certa contiguità (almeno un lato) fisica con altri edifici per cui occorre procedere a valutazioni più complesse; per tali edifici le NTC 08 prevedono analisi particolari connesse proprio alla loro complessità strutturale.

In questi casi il DM 14.1.2008, prevede che, in presenza di edifici in "aggregato", caso tipico nei centri storici e per edifici a struttura mista, frutto di sistemi costruttivi relativamente moderni o a causa di trasformazioni successive e/o recenti, gli usuali metodi di verifica **non sempre sono adeguati**, per cui è opportuno seguire appropriati criteri di modellazione e di verifica.

Per le tipologie in "aggregato", particolarmente frequenti nei centri storici, nelle NTC 08, sono definiti i criteri di massima per l'individuazione delle **unità strutturali** (US) analizzabili separatamente e le modalità da seguire per la loro analisi strutturale, tenuto conto della complessità del comportamento e delle inevitabili interazioni con unità strutturali adiacenti, prevedendo possibili semplificazioni apportabili al calcolo strutturale.

Ulteriori indicazioni per l'individuazione e la modellazione degli "edifici in aggregato" sono riportate nell'Appendice C8C AGGREGATI EDILIZI; in tale Appendice si legge che: un **aggregato edilizio** è costituito da un insieme di parti che sono il risultato di una genesi articolata e non unitaria, dovuta a molteplici fattori (sequenza costruttiva, cambio di materiali, mutate esigenze, avvicinarsi dei proprietari, etc.) per cui, nell'analisi di un edificio facente parte di un aggregato edilizio, occorre tenere conto delle possibili interazioni derivanti dalla contiguità strutturale con gli edifici adiacenti, connessi o in aderenza ad esso.



Fig. 8. Stralcio foto aerea città di Salerno in cui il problema degli aggregati edilizi è più che evidente

Ulteriori utili indicazioni si ritrovano nel documento realizzato recentemente dal sistema RELUIS: LINEE GUIDA PER IL RILIEVO, L'ANALISI ED IL PROGETTO DI INTERVENTI DI RIPARAZIONE E CONSOLIDAMENTO SISMICO DI EDIFICI IN MURATURA IN AGGREGATO BOZZA – Ottobre 2010 Versione 3, in cui sono riportate le modalità operative per selezionare una **unità minima di intervento (UMI)**.

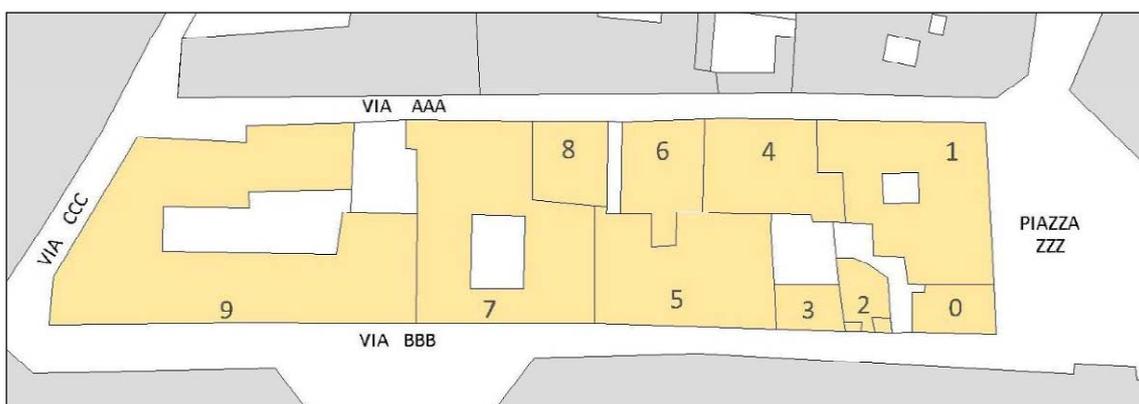


Fig. 9. Stralcio planimetrico di un esempio di aggregato edilizio (tratto da Reluis)

A tal fine dovrà essere individuata, in via preliminare, l'**unità strutturale (US) oggetto di studio**, evidenziando le azioni che su di essa possono derivare dalle unità strutturali contigue.

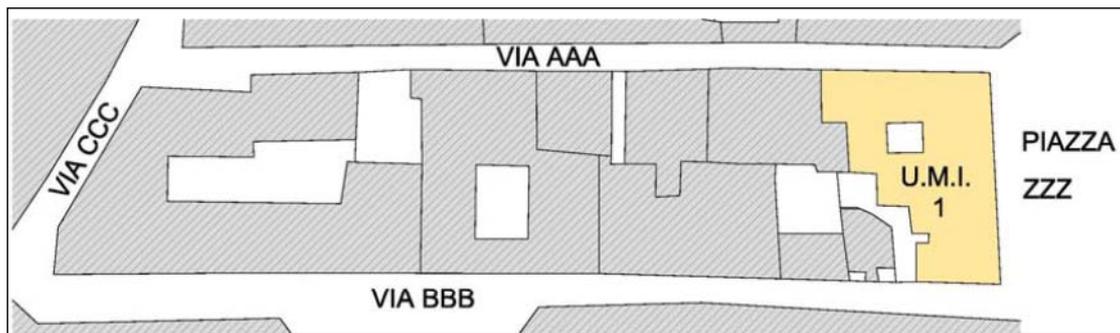


Fig. 10. Stralcio planimetrico di un esempio di individuazione di UMI (tratto da Reluis)

Tale concetto, anche se in forma diversa, è espresso anche dall'OPCM 3907/10, in cui si prevede (allegato 6): "Gli edifici sono intesi come **unità strutturali minime di intervento**. Gli edifici possono essere isolati, ossia separati da altri edifici da spazi (strade, piazze) o da giunti sismici, come normalmente accade per le costruzioni in cemento armato o in acciaio edificate in accordo con le norme sismiche, oppure possono costituire **parti di aggregati strutturali** più ampi. In questo secondo caso più edifici, anche realizzati con tecnologie diverse, in qualche modo interagiscono fra di loro in caso di sisma ed essi vengono identificati dal progettista sulla base di considerazioni riguardanti il livello di interazione fra di essi: se l'interazione è bassa è possibile studiare l'intervento considerando l'edificio indipendente dal resto dell'aggregato. Se così non è il progettista definisce l'**unità minima di intervento (UMI)** che ragionevolmente può rappresentare il comportamento strutturale, oppure considera l'aggregato nel suo complesso".

Ciò significa che il geologo **non dovrà studiare solo l'area relativa al singolo edificio** ma dovrà estendere le indagini alla zona interessata dal complesso edilizio individuato come **unità strutturale (US) o unità minima d'intervento (UMI)** dal progettista strutturale che potrà essere molto maggiore di quella relativa al singolo edificio di interesse.

Pertanto, come emerso nelle conclusioni del dibattito del Forum tenutosi a Firenze, prima citato, le LINEE GUIDA realizzate e questo specifico QUADERNO (Allegato 5), vogliono essere una linea di indirizzo, un binario da seguire da parte dei colleghi che si vedono costretti a lavorare in trincea, senza norme univoche di supporto, assumendosi, talvolta, responsabilità notevoli (consapevoli e/o inconsapevoli), interfacciandosi, talvolta, anche con altre professionalità che non hanno ben chiaro quanto sopra delineato.

Una ulteriore attività di sensibilizzazione, si ritiene, debba essere svolta anche dal CN presso i Sindaci attraverso seminari e note informative, al fine di fornire una corretta ed adeguata azione divulgativa volta alla diffusione di detti concetti, anche con l'obiettivo di attivare forme coordinate di intervento tra i singoli operatori locali (accordi di programma, intese, definizione di P di R, P di Zona, ecc.).

Senza entrare nello specifico delle attività del professionista geologo, il quale è **l'unico** professionista a dover decidere le tecniche e le modalità di indagine, individuando, caso per caso, in funzione delle proprie esperienze e della propria professionalità, quelle che meglio si prestano per una caratterizzazione del sito d'interesse, di seguito si sono definiti alcuni indirizzi generali da seguire ove non si ritrovino indicazioni a livello locale.

Quindi, partendo da un serie di aspetti consolidati (di seguito elencati), è stato definito uno schema metodologico applicativo per individuare cosa si può fare per esprimere una corretta valutazione della "**pericolosità sismica locale**" a partire dalla definizione di **ag**, (accelerazione di base), tenendo presente che tale valutazione deriva da una serie di analisi, talvolta complesse, che devono tenere in debita considerazione gli aspetti schematizzati nella sottostante figura e che sono in parte richiamati nello stesse NTC 08.

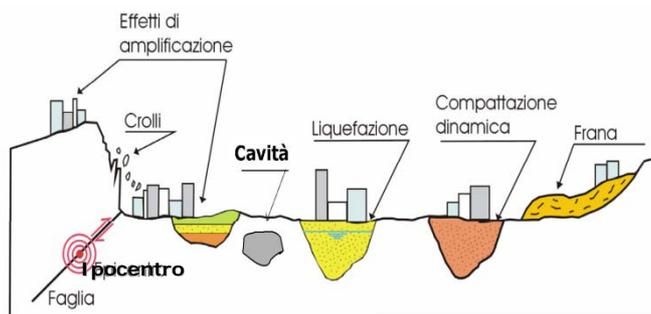


Fig. 11 . Fattori di pericolosità sismica locale da Crespellani modificato

Appare evidente da quanto sopra evidenziato che la pericolosità geologica dell'area d'intervento, in linea con quanto previsto dalle NTC 08, si compone di due aspetti fondamentali in quanto gli studi geologici e la caratterizzazione geotecnica devono essere estesi a tutta la zona di possibile influenza degli interventi previsti:

- 1) analisi e valutazioni di sito (essenzialmente quantitative);
- 2) analisi e valutazioni areali (di tipo quali- quantitative).

Di seguito verranno meglio dettagliati tali aspetti, anche se al cap. 6.2.2. delle NTC08 e della relativa Circolare esplicativa tali aspetti sono opportunamente esposti.

2. TIPOLOGIA, CLASSIFICAZIONE E NORME DI RIFERIMENTO

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

Tali aspetti, mentre sono emersi a livello emergenziale sin dall'atto della emanazione dell'OPCM 3274/03, non hanno trovato altrettanta sensibilità nella normativa emanata successivamente, provocando "un vuoto di indirizzi" che, come vedremo, ancora oggi comporta l'utilizzo di tali norme emergenziali.

A ciò si aggiunge la notevole varietà di tipologie e sub-tipologie strutturali, quali, ad esempio gli interventi di recupero delle strutture murarie avvenuta, nel passato, nei centri abitati; mediante l'uso delle numerose tecniche di ripristino, adeguate all'epoca in cui si è realizzato l'intervento di recupero.

Tali azioni, nel tempo, hanno determinato una particolare complessità nella composizione strutturale ed una difficile standardizzazione dei metodi di verifica e di progetto oltre che di intervento, che allo stato possono avvenire sia con tecniche tradizionali (catene, cordoli, ecc), che con le moderne tecnologie oggi disponibili.

Inoltre, va sottolineato che i nuovi approcci urbanistici, indipendentemente dal problema sismico, collegati anche alla rinnovata cultura di limitare il "consumo di suolo" a fini antropici, prediligono proporre anche con una certa forza la necessità di una **riqualificazione urbanistica ed edilizia** in contesti urbanizzati (non storici) in cui la riaggregazione del costruito e la riqualificazione dell'edificato esistente assumono una particolare rilevanza (ricomposizione della frammentazione urbanistica).

Tale aspetto si coniuga con la esigenza di mettere in sicurezza un patrimonio immobiliare soprattutto di tipo privato (le abitazioni di proprietà sono pari a circa il 60% del costruito esistente) che è oramai alla soglia dei 50 anni di efficienza, previsti dalla nuova norma (durabilità) ed indipendentemente dagli aspetti sismici (crollo del mito : una casa per sempre ed il calcestruzzo è eterno).

Le norme ad oggi emanate, a livello generale, non forniscono indicazioni specifiche sulla determinazione delle caratteristiche del terreno di fondazione che può modificare il moto superficiale del suolo ed in funzione del quale si possono avere effetti di amplificazione locale e variazioni delle forme spettrali, previste già nell'OPCM 3274/03.

Tale forma di risposta sismica locale apporta modifiche sostanziali nella determinazione dell'azione sismica orizzontale (K_h), da valutare per il dimensionamento della struttura, per cui si ha necessità di definire un percorso condiviso finalizzato a determinare una RSL dei piani di sedime (comprensiva degli ambiti morfologici o d'influenza) soprattutto per quei casi in cui non vi è possibilità di accesso diretto (aggregati edilizi, centri urbani, ecc).

A livello strutturale, stante le indeterminatezze prima descritte per tali problematiche, è stato seguito un **approccio prestazionale**, con l'adozione di poche regole di carattere generale ed alcune indicazioni per lo svolgimento delle diverse fasi di analisi, progettazione ed esecuzione, in funzione delle quali basta perseguire un miglioramento della resistenza, rispetto allo stato attuale, anche solo del 20% (vedi anche OPCM 3907/10) per ottenere un "miglioramento" delle condizioni sismiche.

Per tali finalità, nelle NTC 08, vengono introdotti, fra gli altri, i concetti di : **livello di conoscenza** (relativo a geometria, dettagli costruttivi e materiali) ed i cosiddetti **fattori di confidenza** (che modificano i parametri di capacità in ragione del livello di conoscenza), lasciando ampia libertà al progettista, il quale, in un'apposita relazione, dovrà esplicitare i livelli di sicurezza già presenti e quelli raggiunti con l'intervento, nonché le eventuali conseguenti limitazioni da imporre **nell'uso della costruzione**, ove questa non abbia raggiunto, a seguito degli interventi eseguiti i livelli di sicurezza richiesti.

Mentre per gli edifici pubblici, ed in particolare per quelli strategici e per le scuole, il Dipartimento della Protezione Civile ha varato un piano di adeguamento pluriennale, per gli **edifici privati** tali aspetti sono rimessi esclusivamente alla **volontà dei proprietari**, salvo i casi in cui si verifichi un nuovo sisma e/o si

attivino procedure emergenziali, con specifiche OPCM, che si concretizzano a valle di eventi sismici di particolare intensità.

Gli interventi in assenza di sisma, di cui al Cap. 8, si realizzano ove si intenda intervenire autonomamente, per **cambi di destinazione d'uso** o per interventi di **rafforzamento locale**, come vedremo in seguito, mentre una incentivazione al rafforzamento, esclusivamente sotto il profilo del rischio sismico (vulnerabilità), è oggi sostenuta dal complesso di norme nazionali e regionali collegate al cosiddetto PIANO CASA ed ad i benefici economici di cui all'OPCM 3907/10 prima citata.

Prima di entrare nello specifico delle norme tecniche a cui far riferimento per gli studi geologici a supporto delle attività di "adeguamento", si ritiene opportuno analizzare le **tipologie edilizie** interessate da tali attività ed i relativi profili normativi di riferimento.

Per le **scuole e per gli edifici strategici**, come riportato nella sottostante tabella, essendo gli interventi legati a specifiche OPCM che comportano anche un programma di finanziamento pluriennale, le norme di indirizzo e di riferimento, al momento sono quelle relative ai capitoli specifici di cui all'OPCM 3274/03.

Tale situazione "anomala" è rimarcata anche dalla recente OPCM 3907/10, ove si legge: allegato 1, comma 7, "Inoltre gli **interventi su edifici e opere pubbliche strategiche e rilevanti** saranno basati sugli esiti delle verifiche di sicurezza **effettuate ai sensi dell'OPCM 3274/03** o coerenti con i suoi criteri generali".

Analoghe considerazioni valgono per la recente OPCM 3927, del 2 marzo 2011, G U n. 60 del 14 marzo 2011, che ha operato un nuovo riparto delle risorse disponibili per gli **edifici scolastici** anche in termini di demolizione e ricostruzione, in cui si legge ancora una volta che la **norma tecnica di riferimento è l'OPCM 3274/03**.

Pertanto in funzione della classificazione tipologica precedentemente riportata, relativa agli edifici esistenti, si può definire la tabella di seguito allegata, accorpare alcune tipologie, tenendo conto della eventuale programmazione economica e finanziaria attivata.

Tipologia	Classificazione	Norme di riferimento
Edifici pubblici e/o di interesse pubblico	Strategici OPCM 3361 Norme regionali Piani protezione civile	OPCM 3274/03 e OPCM 21.10.2003
	NON strategici	NTC 08
Edifici storici e di interesse storico (centri storici e costruzioni di valenza storico-artistica, anche se non vincolate) *	DM 490/99 Dlgo 42/06	Direttiva PCM 12.10.2007 Circolare 617/09 punto 8.4 ultimo comma
Scuole e/o edifici d'interesse pubblico		OPCM 3274/03
Edifici privati e/o residenziali (essenzialmente abitazioni) o ad uso civile	Da Catasto e/o Piani urbanistici	NTC 08

* Si ritiene che per gli edifici non vincolati sia necessario una delibera comunale e/o regionale che sancisca tale tipicità, richiamando o richiedendo tale riconoscimento in funzione di specifiche identificazioni (FAI, UNESCO, BB.AA, WWF, ecc)

Fig. 12: Tipologia, classificazione e norme tecniche di riferimento

Nella tabella sopra riportata si è cercato di individuare, per ogni tipologia edilizia, la rispettiva norma a cui far riferimento per la redazione degli studi geologici a supporto di interventi su fabbricati esistenti.

In particolare nell'OPCM 3274/03 e nella DPCM 12.10.2007 (beni culturali) si ritrovano indicazioni di tipo geologico e geotecnico per la redazione degli specifici elaborati, mentre resta ancora indefinito l'approccio da utilizzare per gli **edifici pubblici non strategici e quelli privati**.

Per quanto attiene agli edifici ad uso privato, ulteriori utili indicazioni tipologiche possono trarsi dalle definizioni catastali ove si rilevano i seguenti codici di riferimento edilizio:

Edifici Privati	Catasto
<i>Abitazioni</i>	(cat. A)
<i>Pertinenze</i>	(cat. C2, C6 e C7)
<i>Negozi e botteghe</i>	(cat. C1)
<i>Uffici e studi privati</i>	(cat. A10)
<i>Uso produttivo</i>	(cat. D)
<i>Altro uso</i>	(cat. B ed E cat C3 C4 e C5)

Fig. 13: Tipologia catastale di riferimento per gli edifici privati

Per cui valutazioni in termini di pericolosità sismica possono assumere particolare rilevanza in alcuni casi ove si prevedono affollamenti o ulteriori rischi accessori come ad esempio usi produttivi, negozi, ecc.

3. GLI INTERVENTI AMMISSIBILI (DPR. 380/01 E NTC 08)

Come più volte sottolineato, non vi è alcuna norma, in Italia, che obblighi, anche a seguito di un sisma, il cittadino ad adeguare alla normativa sopraggiunta gli edifici esistenti non danneggiati o dichiarati tali a seguito di una calamità naturale.

Quindi, mentre per gli edifici danneggiati si fa riferimento alle specifiche OPCM emanate nel post evento, che definiscono i criteri tecnici per l'agibilità e/o il recupero degli stessi di immobili, indicazioni per quelli non danneggiati, allo stato, non ve ne sono.

Per gli edifici esistenti non danneggiati gli obblighi di adeguamento e/o rafforzamento scattano nel momento in cui si vuole agire sulla struttura edilizia per proprie necessità o per cambi di destinazione d'uso, salvo i casi di edifici ammalorati e/o degradati in cui possono scattare anche ordinanze comunali.

Pertanto, salvo che non si voglia autonomamente procedere ad un rafforzamento delle strutture per beneficiare di incentivi particolari, siano essi ordinari e/o straordinari (Piano casa, OPCM 3907/10, ecc.), ad oggi non vi è alcun obbligo di intervenire sui fabbricati esistenti che di fatto, quindi, restano vulnerabili a nuovi eventi sismici.

Nel caso si voglia intervenire, le tipologie di intervento realizzabili sugli edifici esistenti sono definite dal DPR 380/01 che, per chiarezza, vengono riportati di seguito.

3.1 INTERVENTI EDILIZI COME DEFINITI DAL DPR 380/01

a) **"Interventi di manutenzione ordinaria"** - Interventi edilizi che riguardano le opere di riparazione, rinnovamento e sostituzione delle finiture degli edifici e quelle necessarie ad integrare o mantenere in efficienza gli impianti tecnologici esistenti.

b) **"Interventi di manutenzione straordinaria"** - Le opere e le modifiche necessarie per rinnovare e sostituire parti anche strutturali degli edifici, nonché per realizzare ed integrare i servizi igienico-sanitari e tecnologici, sempre che non alterino i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari e non comportino modifiche delle destinazioni di uso.

c) **"Interventi di restauro e di risanamento conservativo"** - Interventi edilizi rivolti a conservare l'organismo edilizio e ad assicurarne la funzionalità mediante un insieme sistematico di opere che, nel rispetto degli elementi tipologici, formali e strutturali dell'organismo stesso, ne consentano destinazioni d'uso con essi compatibili. Tali interventi comprendono il consolidamento, il ripristino e il rinnovo degli elementi costitutivi dell'edificio, l'inserimento degli elementi accessori e degli impianti richiesti dalle esigenze dell'uso, l'eliminazione degli elementi estranei all'organismo edilizio.

d) **"Interventi di ristrutturazione edilizia"** - Interventi rivolti a trasformare gli organismi edilizi mediante un insieme sistematico di opere che possono portare ad un organismo edilizio in tutto o in parte diverso dal precedente. Tali interventi comprendono il ripristino o la sostituzione di alcuni elementi costitutivi dell'edificio, l'eliminazione, la modifica e l'inserimento di nuovi elementi ed impianti. Nell'ambito degli interventi di ristrutturazione edilizia sono ricompresi anche quelli consistenti nella demolizione e ricostruzione con la stessa volumetria e sagoma di quello preesistente, fatte salve le sole innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica (lettera così modificata dal d.lgs. n. 301 del 2002).

Le definizioni sopra riportate, ai sensi della normativa vigente, prevalgono sulle disposizioni degli strumenti urbanistici generali e dei regolamenti edilizi. Resta ferma la definizione di **restauro** prevista dall'articolo 34 del decreto legislativo 29 ottobre 1999, n. 490.

Per l'analisi degli "interventi di nuova costruzione", si rimanda al citato DPR 380/01.

3.2 INTERVENTI EDILIZI COME DEFINITI DALLE NTC 08

Interventi ammissibili (cap. 8.4) sui fabbricati edilizi esistenti:

- **Demolizione e ricostruzione;**
- **Adeguamento:** azioni tese ad adeguare l'edificio alle NTC 08;
- **Miglioramento:** interventi sulle strutture esistenti senza raggiungere i livelli previsti dalle NTC 08;
- **Riparazioni o rafforzamento locale:** interventi anche su singoli elementi strutturali che comportano comunque un miglioramento delle condizioni preesistenti.

Nel primo caso (**demolizione**) non vi sono problemi particolari anche nella definizione dei parametri per la RSL, in quanto l'area di sedime ed un adeguato intorno risulteranno sicuramente accessibili a seguito delle attività di demolizione poste in essere.

- **Adeguamento:** diventa obbligatorio quando il proprietario intende realizzare sulla struttura esistente i seguenti interventi:

<i>a) sopraelevare la costruzione;</i>
<i>b) ampliare la costruzione mediante opere strutturalmente connesse alla costruzione;</i>
<i>c) apportare variazioni di classe e/o di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali in fondazione superiori al 10%; 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;</i>
<i>d) effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un organismo edilizio diverso dal precedente.</i>

Appare evidente che, attesa l'importanza strutturale degli interventi, anche in caso di aggregati edilizi, che impediscono l'accesso diretto ai piani di sedime, sarà necessario procedere, ai fini della RSL, ad effettuare indagini più sofisticate che consentano di definire i parametri di risposta sismica necessari per valutare l'azione sismica e le sue eventuali amplificazioni.

- **Miglioramento:** tutti gli interventi che, non rientrando nella categoria dell'adeguamento, fanno variare significativamente la rigidezza, la resistenza e/o la duttilità dei singoli elementi o parti strutturali e/o introducono nuovi elementi strutturali.

In questo caso è previsto che la costruzione possa anche **non raggiungere i livelli di resistenza previsti dalle NTC**, per cui, in casi di **aggregati edilizi** si può far riferimento ad analisi semplificate.

Nell'OPCM 3907/10 gli interventi di miglioramento sismico, per i quali le vigenti norme tecniche prevedono la valutazione della sicurezza prima e dopo l'intervento, devono consentire di raggiungere un valore minimo del rapporto capacità/domanda pari al 60% e, comunque, un aumento della capacità non inferiore al 20% di quella corrispondente all'adeguamento sismico.

- **Riparazioni o rafforzamento locale:** tutti gli interventi di riparazione, rafforzamento o sostituzione dei singoli elementi strutturali (travi, architravi, porzioni di solaio, pilastri, pannelli murari) o parti di essi, non adeguati alla funzione strutturale che debbono svolgere, a condizione che l'intervento **non cambi significativamente il comportamento globale della struttura**.

Questi interventi sono dettati o da necessità connesse all'ammaloramento delle strutture o , in caso di sisma, ai danni derivanti dell'evento; rientrano tra questi anche quelli ascrivibili a **danni derivanti da cedimenti differenziali** non direttamente connessi al sisma o situazioni di instabilità, ma questi chiaramente vanno analizzati caso per caso in quanto sfuggono a criteri generali.

Nel caso di **evento sismico** si dovrà far riferimento alle specifiche OPCM che vengono emanate a seguito dell'evento emergenziale; nelle stesse, in genere, sono contenute istruzioni tecniche tese a definire "come " caratterizzare e tipicizzare i parametri dei terreni di fondazione.

Nel primo caso la definizione dell'azione sismica di progetto per il dimensionamento delle strutture, anche nel caso di aggregati edilizi, dipende dall'entità dell'intervento di riparazione e/o di rafforzamento, per cui anche in questo caso, non è possibile dare indicazioni generali.

Le attività di **rafforzamento locale**, talvolta richiamata in alcuni testi, rientrano negli "**interventi di riparazione**" di cui alle NTC 08.

4. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO: UN PERCORSO AD OSTACOLI PROPOSTA OPERATIVA

Possiamo quindi concludere che gli interventi sui fabbricati esistenti, effettuando un parallelismo tra DPR 380/01 e DM 14.1.08 possono essere così sintetizzati

DPR 380/01	DM 14.1.2008 - CAP. 8
Interventi di manutenzione ordinaria	<i>In funzione di specifiche norme regionali le attività a desse ascritte potrebbero rientrare tra quelle per le quali non è richiesta la relazione geologica – interventi non strutturali.</i>
Interventi di manutenzione straordinaria	<i>Ammodernamento</i>
Interventi di restauro e di risanamento conservativo	<i>Miglioramento Riparazione e/o rafforzamento locale</i>
Interventi di ristrutturazione edilizia	<i>Miglioramento Riparazione e/o rafforzamento locale</i>

Fig.14. Raffronto tra gli interventi di cui al DPR 380/01 e il DM 14.1.08

Si ricorda, a tal proposito, che il Cap. 8 prevede specifiche azioni sui fabbricati esistenti, ma poco o nulla si legge in merito alle attività geologiche e/o geotecniche (modello) propedeutiche alle valutazioni strutturali soprattutto se occorre procedere a valutazioni sulla stabilità globale.

Risulta necessario, quindi, chiarire le diverse tipologie di intervento previste per gli edifici esistenti, in quanto esse richiedono un diverso livello di “sicurezza finale” del fabbricato stesso.

In primo luogo si ricorda che le costruzioni esistenti devono essere sottoposte a valutazione della sicurezza quando ricorra anche una delle situazioni riportate al § 8.3; tra esse si riportano quelle inerenti alla geologia e alla geotecnica: “... deformazioni significative imposte da cedimenti del terreno di fondazione; cambio destinazione d’uso con variazione significativa dei carichi variabili e/o della classe d’uso;...”.

In merito alla prima situazione, risulta evidente il contributo fornito da una preventiva analisi della situazione geologica e geotecnica per spiegare correttamente la presenza di lesioni su fabbricati esistenti (riferibili a variazioni dello stato tensionale del terreno, a movimenti gravitativi, ecc).

Per quanto riguarda la seconda situazione, sopra riportata, la valutazione di tipo strutturale riguarda il progettista delle strutture ed interessa indirettamente gli aspetti geotecnici. Infatti, come citato al § 8.4.1, le variazioni di classe d’uso (con aumento del coefficiente d’uso C_u) e/o di destinazione d’uso vengono messe in relazione all’incremento dei carichi globali in fondazione con il limite del 10% (limite che differenzia l’intervento di adeguamento > 10%, da quello di miglioramento < 10%). Si potrebbe eccepire, per edifici esistenti in muratura non provvisti di fondazioni rigide, dove l’aumento potrebbe significativamente essere riferito, non ad un aumento dei carichi globali in fondazione, ma ad un picco locale, capace di creare cedimenti differenziali. Comunque, sia che si tratti di intervento di adeguamento, che di intervento di miglioramento, l’edificio deve essere sottoposto a valutazione della sicurezza anche se non sono previste opere strutturali.

Per comprendere meglio la differenza tra i vari tipi d'intervento si riporta uno stralcio del § 8.4:

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;
- **riparazione o interventi locali** che interessino elementi isolati, e che comunque comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.

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

In virtù di quanto previsto al § 8.7.

Per tutte le tipologie costruttive, il progetto dell'intervento di **adeguamento o miglioramento** sismico deve comprendere:

- verifica della struttura prima dell'intervento con identificazione delle carenze e del livello di azione sismica per la quale viene raggiunto lo SLU (e SLE se richiesto);
- 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;
- verifica della struttura post-intervento con determinazione del livello di azione sismica per la quale viene raggiunto lo SLU (e SLE se richiesto).

Tra i criteri e tipi di interventi, oltre a quelli sulla struttura in elevazione atti a garantire un miglioramento delle capacità di resistenza della stessa anche rispetto all'azione sismica, rientrano chiaramente anche gli interventi di miglioramento del sistema di fondazione (§ 8.7.4).

A questo punto bisogna fare un po' di chiarezza sul concetto di valutazione della sicurezza.

La valutazione della sicurezza non deve sempre garantire la conformità della struttura ai livelli di sicurezza previsti dalle NTC 2008 per le nuove abitazioni. Anche per quanto riguarda i valori delle azioni da inserire nella verifica di miglioramento infatti, al § 8.5.5, si ammette l'uso di coefficienti parziali per i materiali del fabbricato esistente (in base a misure dirette e non con i valori standard di norma), modificati ed adeguatamente motivati dal progettista.

Mentre per l'azione sismica non vengono permessi "sconti", infatti al § C8.7.1.2, chiarisce che l'azione sismica deve essere quella "... definita al § 3.2 delle NTC, tenuto conto del periodo di riferimento definito al § 2.4 delle NTC.", così come la combinazione delle azioni. In buona sostanza viene richiesto di valutare la pericolosità sismica con la definizione di categoria di sottosuolo, categoria topografica o eventuale impiego di accelerogrammi, ambiti che risultano inquadrabili nella Relazione Geologica.

Alla fine della verifica, la valutazione della sicurezza deve permettere di stabilire se (Cfr. § 8.3 NTC):

- 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 procedere ad aumentare o ripristinare la capacità portante.

La valutazione della sicurezza dovrà effettuarsi ogni qual volta si eseguano gli interventi strutturali di cui al punto 8.4, e dovrà determinare il livello di sicurezza prima e dopo l'intervento.

Il Progettista dovrà esplicitare, in un'apposita relazione, i livelli di sicurezza attuali o raggiunti con l'intervento e le eventuali conseguenti limitazioni da imporre nell'uso della costruzione.

Per concludere, relativamente ad interventi sul patrimonio edilizio esistente si possono distinguere i seguenti due casi:

1. *INTERVENTI LOCALIZZATI* – richiedono solo verifiche locali degli elementi interessati dall'intervento. Sarà necessario effettuare studi di carattere geologico e soprattutto geotecnico solo nei casi in cui gli interventi riguardino opere fondali.
2. *INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO E ADEGUAMENTO* – richiedono sempre, anche se non sono previste opere strutturali, la verifica globale della struttura prima e dopo l'intervento, e la verifica della resistenza di tutti gli elementi comprese le fondazioni, assumendo l'azione sismica definita al § 3.2 delle NTC, e la combinazione delle azioni., con le azioni come prevista al § 3.2.4 delle NTC.

Nel caso in cui esistano, per il fabbricato, una relazione geologica e una relazione geotecnica precedenti, si dovrà valutare se esse contengono adeguati elementi conoscitivi (rilevamenti, indagini, prove, ecc.) sufficientemente approfonditi per formulare nuovi elaborati conformi alle NTC, potendosi avvalere, per la sola parte geotecnica, della possibilità di utilizzare indagini pregresse come previsto al § 6.2.2.

Per quanto riguarda la valutazione dell'azione sismica, appare difficile poter sopperire con elementi già esistenti a meno che non vi siano esplicite indagini condotte fino alla profondità di 30 m dall'intradosso delle fondazioni, con apposite variazioni del punto di partenza dei 30 m per pali e muri, con misura di N_{spt} o cu o valutazione delle V_s . Si ritiene opportuno, invece, eseguire la caratterizzazione come prescritto al § 3.2. delle NTC.

In funzione di quanto precedentemente evidenziato, le attività edilizie ordinarie, ai sensi del DM 14.1.2008, Cap. 8 rientrano, rispetto al DPR 380/01 nell'ambito degli interventi di Miglioramento e Riparazione e/o rafforzamento locale, mentre quelle che comportano un sostanziale mutamento della struttura o di forme d'uso, si configurano tra le azioni di adeguamento (Cfr. tabella precedente).

A tal fine sembra opportuno precisare alcuni aspetti che possono sembrare noti, ma che poi perdono di consistenza nella pratica quotidiana o professionale anche a causa di norme che in un'ottica di semplificazione amministrativa fanno sorgere dubbi e contenziosi (opere minori, ecc.).

La relazione geologica è obbligatoria in zona sismica, come previsto dal DM 21.1.81 (*"La relazione geologica è prescritta..... per le aree dichiarate sismiche o soggette a vincoli particolari"* - quali ad esempio le aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. n. 3267/1923 e le aree ammesse a consolidamento di cui alla L.445/1908); inoltre, mentre per le opere pubbliche il DPR 554/99 la include negli elaborati specialistici fondamentali, vi sono solo alcuni interventi o opere private, in genere da considerarsi non strutturali o minori, per i quali le norme regionali possono prevedere la mancata redazione della relazione geologica (Cfr. anche DPR 380/01).

La risposta sismica locale (RSL) con variazioni sostanziali del valore di ag **non dipendono esclusivamente dal sito di sedime**, ma necessitano di valutazioni più ampie per una serie di aspetti definiti nell'ambito del paragrafo 6.2.1 di cui al DM 14.1.2008 e relativa appendice, ove viene definita la "pericolosità geologica locale" - *"Lo studio geologico deve definire, con preciso riferimento al progetto, i lineamenti geomorfologici della zona nonché gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva, la successione litostratigrafica locale, con la descrizione della natura e della distribuzione spaziale dei litotipi, del loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità; inoltre, deve illustrare i caratteri geostrutturali generali, la geometria e le caratteristiche delle superfici di discontinuità e fornire lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea"*;

Inoltre, la presenza di aggregati edilizi ha necessità di definire, nei centri urbani qual è l'unità minima d'intervento (UMI) o strutturale (US), di entità sicuramente maggiore rispetto al singolo edificio, come è possibile rilevare dal prospetto sotto riportato.

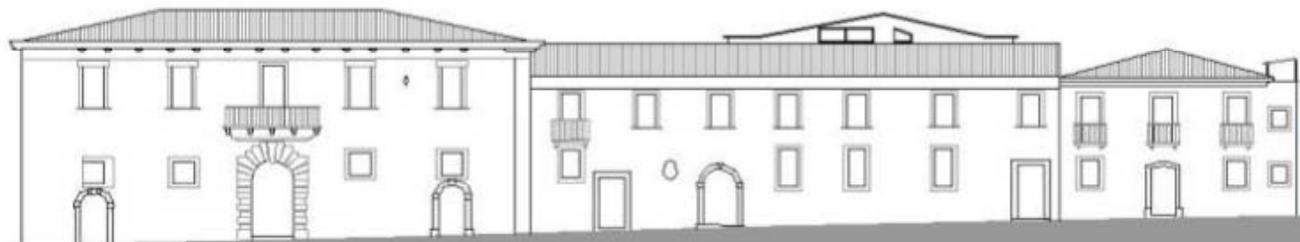


Fig. 15. Schema di prospetto esemplificante la difficoltà di definire qual'è l'unità minima di intervento (da Reluis modificato)

Il grafico di Fig. 16 evidenzia il rapporto di scala esistente tra le indagini puntuali (edificio) e quelle areali (zona), evidenziando, nel contempo, che alcuni fattori fondamentali per la risposta sismica locale hanno necessità di "spaziare" su di un contesto (ambito morfologico d'influenza) molto maggiore rispetto al sito d'intervento.

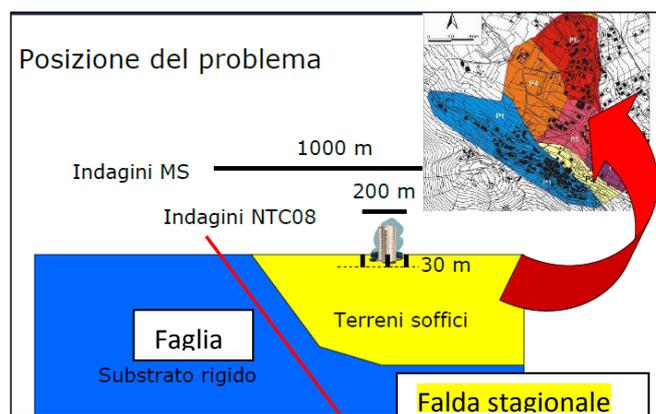


Fig.16 . Schema tratto da delle slide del dr. G. Naso (DPCN) modificato

La sequenza stratigrafica del sito va messa in correlazione con un ambito di riferimento (significativo), altrimenti anch'essa risulta riferita ad un dato puntuale fine a se stesso e privo di alcuna logica di valutazione complessiva (modello geologico di riferimento); pertanto, di seguito, si riportano alcuni elementi o fattori che, essendo previsti dalla norma, vanno opportunamente valutati facendo riferimento ad un areale ben più esteso di quello di sedime ai fini di una corretta valutazione della RSL:

- a. *presenza di faglie capaci o strutture geologiche che possono influenzare in modo significativo la RSL;*
- b. *presenza di falda stagionale e/o di base;*
- c. *aspetti morfologici e topografici (crinali e valli);*
- d. *presenza di frane e/o movimenti gravitavi;*
- e. *terreni liquefacibili o addensabili;*
- f. *presenza di discontinuità nel sottosuolo (cavità).*

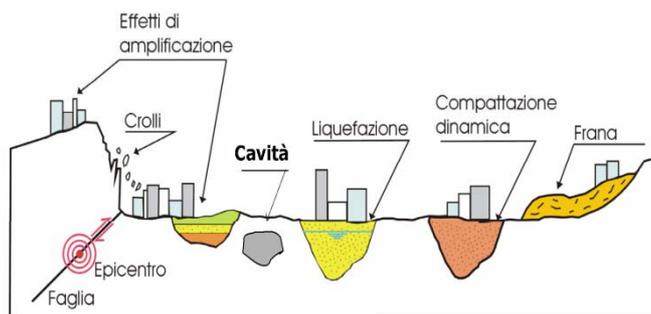


Fig. 17 . Fattori di pericolosità sismica locale (da Crespellani, modificato).

Infatti, la stessa norma prevede che gli studi geologici e la caratterizzazione geotecnica devono essere estesi a *“tutta la zona di possibile influenza degli interventi previsti”*, al fine di accertare destinazioni d'uso compatibile del territorio in esame.

Il comma continua prevedendo altresì che *“le indagini e gli studi devono caratterizzare la zona di interesse in termini di pericolosità geologica intrinseca, per processi geodinamici interni (sismicità, vulcanismo,...) ed esterni (stabilità dei pendii, erosione, subsidenza,...) e devono consentire di individuare gli eventuali limiti imposti al progetto di insiemi di manufatti e interventi (ad esempio: modifiche del regime delle acque superficiali e sotterranee, subsidenza per emungimento di fluido dal sottosuolo ...)”*.

5. CONCLUSIONI

Quanto sopra evidenziato mira a fornire un utile indirizzo a coloro i quali devono cimentarsi con **edificati complessi** all'interno di centri abitati con aggregati edilizi e/o con strutture che non consentano una facile accesso alle aree di sedime e/o in cui è difficile definire qual è l'intorno significativo e/o d'interesse ai fini costruttivi.



Fig. 18. Planimetria di uno dei tanti centri abitati italiani (Amalfi) evidenziante la complessità urbanistica

Come già evidenziato, si ribadisce, a tal proposito che le norme attualmente in vigore prevedono che gli interventi di adeguamento strutturale, ecc, debbono essere eseguiti su fabbricati costruiti **prima del 1984**, in quanto il complesso di norme maturato a partire dal 1981 (sisma dell'80) contiene in se una serie di garanzie tecniche in funzione delle quali è possibile procedere, salvo danni evidenti alle strutture, ad interventi di consolidamento, adeguamento e miglioramento strutturale

Riteniamo, come evidenziato nei paragrafi precedenti, che la risposta sismica locale RSL e la valutazione della pericolosità del sito risentono di una serie di fattori non connessi direttamente con l'area di sedime.

Nella stragrande maggioranza degli interventi proposti, infatti, basta raggiungere un miglioramento del comportamento in presenza di sisma dell'edificio esistente, per cui si evidenzia che la valutazione della sicurezza ed il progetto degli interventi sono normalmente affetti da un grado di incertezza ben diverso da quello degli edifici di nuova progettazione.

In linea con questa impostazione, anche se in parte superata dalle NTC08, sono le indicazioni contenute nell'OPCM 3274/03, ove il Testo integrato dell'Allegato 2 (Edifici) dell'Ordinanza 3274/03, modificato dall'OPCM 3431/05 (Norme Tecniche per Il Progetto, Valutazione e Adeguamento Sismico degli Edifici), nel paragrafo 2.4 (Prescrizioni Relative ai Terreni di Fondazione) indica che *“Per i siti di costruzione ed i terreni*

in esso presenti dovranno essere indagati e valutati l'occorrenza di possibili **fenomeni di instabilità di pendii** e di **cedimenti permanenti causati da fenomeni di liquefazione** o **eccessivo addensamento** in caso di terremoto, nonché di **rottura di faglia in superficie** secondo quanto stabilito nelle "Norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni" e dalle disposizioni vigenti, in particolare dal D. M. 11.3.1988 ed eventuali sue successive modifiche ed integrazioni. Scopo delle indagini sarà anche quello di classificare il terreno nelle **categorie** di cui al punto 3.1. Per costruzioni su pendii le indagini devono essere convenientemente estese al di fuori dell'area edificatoria per rilevare tutti i fattori occorrenti alla valutazione delle **condizioni di stabilità del complesso opera-pendio** in presenza delle azioni sismiche. I risultati di tali accertamenti devono essere illustrati nella relazione sulle fondazioni di cui al quarto comma dell'art. 93 del DPR n. 380/01. Per gli accertamenti potranno essere considerate anche le eventuali apposite indagini effettuate sul territorio dall'Ente Locale competente" (Leggi Microzonazione).

Tali considerazioni, ai sensi della normativa vigente, sono valide per: **scuole, edifici strategici e opere rilevanti** (Cfr. tabella prima riportata). Per quanto attiene agli **edifici monumentali** e/o catalogati dalle Sovrintendenze ai BB.AA., occorre applicare i contenuti della Direttiva PCM 2007: in essa si ritrovano, al paragrafo 4.1.8 "Terreno e fondazioni", utili indicazioni sulle indagini da effettuare, anche se queste sono riferite agli aspetti geotecnici, prevedendo dei fattori di confidenza anche per l'analisi geologica e geotecnica (Cfr. tabella di Fig. 19).

Tabella 4.1
Definizione dei livelli di approfondimento delle indagini sui diversi aspetti della conoscenza e relativi fattori parziali di confidenza.

Rilievo geometrico	Rilievo materico e dei dettagli costruttivi	Proprietà meccaniche dei materiali	Terreno e fondazioni
rilievo geometrico completo $F_{C1} = 0.05$	limitato rilievo materico e degli elementi costruttivi $F_{C2} = 0.12$	parametri meccanici desunti da dati già disponibili $F_{C3} = 0.12$	limitate indagini sul terreno e le fondazioni, in assenza di dati geologici e disponibilità d'informazioni sulle fondazioni $F_{C4} = 0.06$
rilievo geometrico completo, con restituzione grafica dei quadri fessurativi e deformativi $F_{C1} = 0$	esteso rilievo materico e degli elementi costruttivi $F_{C2} = 0.06$	limitate indagini sui parametri meccanici dei materiali $F_{C3} = 0.06$	disponibilità di dati geologici e sulle strutture fondazionali; limitate indagini sul terreno e le fondazioni $F_{C4} = 0.03$
	esaustivo rilievo materico e degli elementi costruttivi $F_{C2} = 0$	estese indagini sui parametri meccanici dei materiali $F_{C3} = 0$	estese o esaustive indagini sul terreno e le fondazioni $F_{C4} = 0$

Fig. 19. tabella esemplificativa dei fattori di confidenza tratta dal DPCM 2007 relativo ai Beni monumentali

Tali indicazioni possono essere estese, come evidenziato precedentemente, anche ai centri storici (vedi Circolare 617/09), anche se, formalmente, forse sarebbe opportuno acquisire un'ideale delibera dell'Ente locale competente per territorio.

Restano quindi privi di indicazioni precise gli interventi sui fabbricati "ordinari" la cui gran parte è costituita dagli edifici privati adibiti fondamentalmente ad abitazioni (in larga percentuale di proprietà).

Per tali tipologie appare necessario basarsi su indagini a più largo raggio e tese a definire, secondo lo schema sopra riportato, i rapporti tra area e sito d'intervento, traendo utili indicazioni, nel caso sia inibito il sito di interesse, dalle attività di MS eventualmente realizzate, e seguendo le ipotesi di lavoro contenute nello schema operativo di cui alle ICMS 2008 di seguito riportato.

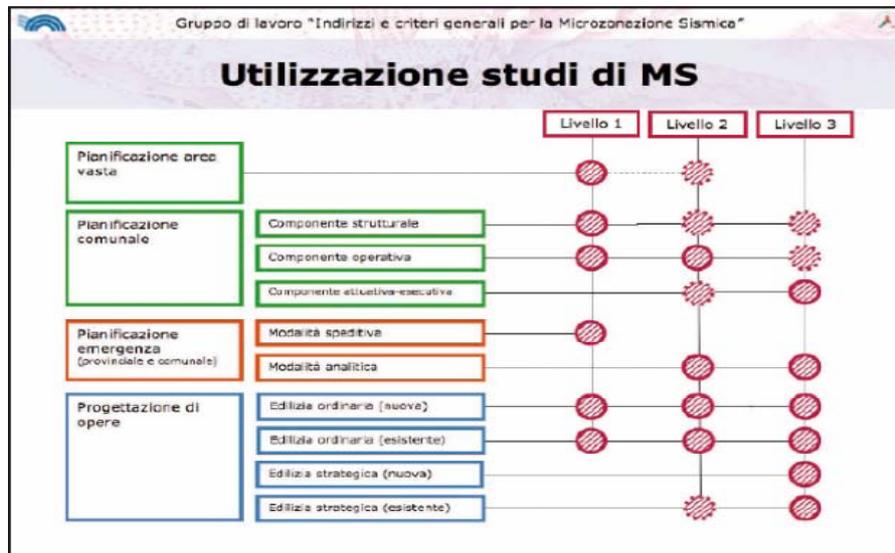


Fig. 20. Schema esemplificativo sull'utilizzo degli studi di MS (ICMS 2008)

La necessità di utilizzare ulteriori cartografie tematiche (carta morfologica, geologica, idrogeologica e così via), ove disponibili, riportando le relative informazioni che da esse possono essere desunte (informazioni geotecniche ed altre informazioni utili ad inquadrare la tipologia di rischi a cui l'aggregato è potenzialmente esposto, tra cui quello sismico) si ritrova anche nel documento redatto da Reluis: *Linee Guida Modalità di indagine sulle strutture e sui terreni per i progetti di riparazione/miglioramento/ricostruzione di edifici inagibili* - Bozza, Marzo 2010.

In tale documento, relativamente all'edificato esistente (§ 1.9), si ritiene che il "Livello 1" possa fornire alcuni elementi di immediato utilizzo, ad esempio l'individuazione di "Zone stabili" ai fini dell'attribuzione della categoria di riferimento del sottosuolo (A o B), previa verifica speditiva ed esecuzione di indagini di limitata estensione.

Inoltre, anche nel caso in cui vi sia necessità di acquisire studi di maggior dettaglio, possono trarsi indicazioni da studi che possono aver definito "Zone stabili, ma suscettibili di amplificazioni locali", in questo caso, seguendo le indicazioni di cui all'ICMS 08, può essere ammessa l'assenza di verifiche di stabilità del versante per lavori o interventi che vengono eseguiti:

- Senza incrementi di carico;
- Non peggiorativi della situazione di stabilità di pendii;
- Assenza dissesti riconducibili a cedimenti differenziali del terreno.

In questi casi si suggerisce la possibilità di utilizzare gli abachi (ove definiti), oppure effettuare valutazione tese a definire se il sito ha caratteristiche conformi alle ipotesi di base per l'elaborazione degli abachi, quali ad esempio successione di strati piano paralleli e/o modeste irregolarità morfologiche.

Nelle "Zone suscettibili di instabilità", invece, le ICMS 08 evidenziano la necessità di procedere ad opportuni approfondimenti attese le particolari condizioni di pericolosità dell'area (non sito); in questo caso per le attività di indagini sui terreni, si suggerisce, in funzione di quanto delineato, oltre che fare riferimento a

quanto realizzato dal gruppo Interregionale NTC, anche ai documenti redatti da **RELUIS**, relativamente alle **indagini sui terreni di fondazione**.

Tale documento, infatti, essendo attualmente il più aggiornato in materia, realizzato specificatamente per edifici esistenti, costituisce un utile riferimento per la caratterizzazione dei terreni di fondazione in funzione del rafforzamento degli edifici esistenti.

Uno schema operativo conclusivo è riportato nella sottostante tabella.

TIPOLOGIA	NORMA TECNICA		
<i>Scuole ed edifici pubblici strategici</i>	OPCM 3274/03	Paragrafo 2.4	ICMS 08 e/o studi di Microzonazione sismica
<i>Edifici storici e/o monumentali o centri urbani ad essi assimilati</i>	DPCM 2007	Paragrafo 4	
<i>Edifici privati</i>	DM 14.1.2008 e LINEE GUIDA RELUIS 2010		