

## 2.2 Rilievi speditivi: sopralluoghi per l'agibilità sismica

M. Dolce<sup>1</sup>, G. Di Pasquale<sup>1</sup>, V. Albanese<sup>1</sup>, D. Benetti<sup>1</sup>, F. Brammerini<sup>1</sup>, S. Coppari<sup>1</sup>, A. Corina<sup>1</sup>, G. De Rosa<sup>1</sup>, A. De Sortis<sup>1</sup>, P. Emili<sup>1</sup>, R. Ferlito<sup>1</sup>, L. Filippi<sup>1</sup>, F. Giordano<sup>1</sup>, A. Goretti<sup>1</sup>, T. Lo Presti<sup>1</sup>, A. Lucantoni<sup>1</sup>, M. Mercuri<sup>1</sup>, C. Moroni<sup>1</sup>, N. Orlandi<sup>1</sup>, G. Paoli<sup>1</sup>, F. Papa<sup>1</sup>, A. Pizza<sup>1</sup>, F. Procida<sup>1</sup>, M. Rinaldelli<sup>1</sup>, S. Sergio<sup>1</sup>, M. Severino<sup>1</sup>, E. Speranza<sup>1</sup>, A. Veschi<sup>1</sup>, E. Zambonelli<sup>1</sup>, G. Manfredi<sup>2</sup>, M. Di Ludovico<sup>1</sup>, G. Palermo<sup>1</sup>, A. Prota<sup>2</sup>, G. Verderame<sup>2</sup>, L. Corazza<sup>1</sup>, G. Cifani<sup>1</sup>, A. Mannella<sup>3</sup>, A. Martinelli<sup>3</sup> ■

### 2.2.1 Introduzione

La scossa di Magnitudo 5,8 della scala Richter avvenuta alle ore 3:32 del 6 Aprile 2009 ha colpito la città de L'Aquila in cui vivevano circa 73.000 persone (ISTAT, 2001) ed interessato altri 80 Comuni, tra cui i più danneggiati nella zona a SE de L'Aquila.

Già dalla notte del 6 Aprile sono iniziate le attività tecniche di emergenza, la prima delle quali è stata la previsione del probabile scenario di danno, effettuata nei primi 30 minuti dall'evento. A partire dalle 6:00, con l'arrivo a L'Aquila della task force del Dipartimento della Protezione Civile (DPC), si sono sviluppate le attività tecniche di valutazione degli effetti sul territorio, tra le quali quelle relative ai sopralluoghi di agibilità sismica sulle costruzioni, ai dissesti idrogeologici, alle indagini macrosismiche. Tra queste, il censimento dei danni e la valutazione dell'agibilità sismica degli edifici pubblici e privati è senz'altro l'attività di maggior impegno per quantità delle forze in campo e di impatto sulla gestione dell'emergenza e sulla fase della ricostruzione. Inoltre i dati che scaturiscono da tale attività costituiranno uno prezioso strumento per la ricerche sulla vulnerabilità e il rischio sismico degli edifici esistenti, come già

### 2.2.2 Strumenti e modalità operative

Il rilievo di agibilità e danno è stato condotto con l'ausilio della scheda di rilievo AeDES (Baggio et al, 2000) composta da 9 sezioni e contenente dati identificativi, metrici, di uso, tipologici, di danno. Completano la scheda la classificazione di agibilità ed i pronti interventi ritenuti necessari per l'uso a breve termine dell'edificio. Una descrizione dettagliata della scheda è riportata in Appendice.

La scheda, ed il suo manuale, derivano dall'esperienza maturata in diversi terremoti, a partire dal terremoto dell'Umbria e Marche del 1997.

accaduto in passato (Braga et al. 1982).

La valutazione dell'agibilità sismica è, infatti, finalizzata a valutare le condizioni di agibilità degli edifici colpiti dal sisma, così da permettere il rientro della popolazione nelle proprie case e la ripresa delle attività sociali ed economiche.

Come già in altri eventi (Pollino 98, Molise 02), il rilievo di agibilità e danno è stato coordinato dal DPC, questa volta con un più consistente supporto di Regioni, Province, Comuni, VVF, ReLuis, Eucentre, CNI, CNA, CNG, CNR. Il rilievo ha seguito priorità diversificate per edifici pubblici, edifici privati, edifici destinati ad attività produttive. Al fine di accelerare i tempi della ripresa socio-economica e ridurre il disagio sociale conseguente alla mancanza di lavoro, si è data la priorità agli edifici pubblici, in particolare ad ospedali, scuole ed edifici che ospitano centri di comando, e agli edifici destinati ad attività produttive.

Dopo due soli mesi dal terremoto erano già stati effettuati sopralluoghi su circa 50000 edifici pubblici, privati ed edifici destinati ad attività produttive, divenuti poi più di 72.000 alla data del 28 settembre 2009.

Nel seguito vengono descritti gli strumenti e le procedure adottate ed alcuni risultati preliminari.

Aggiornamenti sono stati effettuati dopo il ritorno di esperienza del terremoto del Pollino '98 e del Molise '02. Alcuni mesi prima del terremoto, la scheda, nella sua versione attuale, era stata approvata in Conferenza Unificata Stato-Regioni, acquisendo validità nazionale come strumento per la gestione tecnica dell'emergenza sismica, ed è stata allegata all'OPCM 3753/2009, la prima ordinanza per la gestione dell'emergenza. Ciò ha, ovviamente, degli importanti risvolti positivi in termini di uniformità nella gestione dei dati e nella formazione dei tecnici, ma anche in termini di omogeneità di giudizio. È importante notare che

<sup>1</sup> DPC - Dipartimento della Protezione Civile, Roma. [www.protezionecivile.it](http://www.protezionecivile.it)

<sup>2</sup> ReLUIS - Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica, Napoli. [www.reluis.it](http://www.reluis.it)

<sup>3</sup> CNR - Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma. [www.cnr.it](http://www.cnr.it)

molti paesi europei che fino a poco tempo fa, per la moderata sismicità, non disponevano di schede di rilievo di agibilità e danno (Spagna, Francia, Portogallo) hanno fatto ampio riferimento alla scheda italiana o a schede redatte in ambito di progetti Europei (STEP, <http://www.step.eu.com/>) che derivano direttamente dall'esperienza italiana.

Secondo la scheda AeDES, gli edifici possono essere classificati, con riferimento all'agibilità, nelle seguenti categorie alternative:

- A. Edificio agibile. L'edificio, anche se lievemente danneggiato, può continuare ad ospitare le funzioni a cui era destinato, rimanendo ragionevolmente protetta la vita umana nel caso di scossa successiva almeno pari a quella che ha motivato le ispezioni.
- B. Edificio agibile solo a seguito di lavori di pronto intervento. È il caso tipico di un edificio con assenti o limitati danni strutturali, ma con elevati danni non strutturali, la cui messa in sicurezza consente l'uso dell'edificio come per edificio classificato A.
- C. Edificio parzialmente agibile. È il caso di un edificio con assenti o limitati danni strutturali, ma con elevati danni non strutturali, localizzati in una parte dell'edificio. L'eventuale collasso parziale o totale della parte inagibile non deve comportare rischio nella parte dichiarata agibile.
- D. Edificio da rivedere. Nel caso esistano una situazione di danneggiamento atipico o situazioni geologiche, geotecniche o di altro tipo, che richiedono un approfondimento specifico. Si tratta sempre e comunque di una ulteriore analisi visiva.
- E. Edificio inagibile, a seguito di almeno una delle seguenti condizioni: alto rischio strutturale, alto rischio non strutturale, alto rischio esterno o alto rischio geotecnico.
- F. Edificio inagibile per solo rischio esterno.

Nel caso in cui l'edificio sia classificato come B, il rilevatore deve indicare nella scheda quali sono i provvedimenti urgenti per la riduzione del rischio e poter, di conseguenza, utilizzare l'edificio. Si tratta quindi di interventi atti a garantire la privata incolumità, come ad esempio la rimozione di un controsoffitto o il puntellamento di un archi-

trave lesionato. Nel caso in cui il proprietario non realizzi gli interventi, l'edificio rimane inagibile. In ogni caso il rilevatore deve anche indicare gli interventi necessari a garantire la pubblica incolumità su spazi pubblici (vie di accesso, piazze, ecc.), come ad esempio la rimozione di cornicioni, tegole o comignoli pericolanti. In questi casi, se non viene effettuato l'intervento, gli spazi pubblici vanno interdetti all'accesso.

È evidente, e comunque opportuno da sottolineare, che l'attribuzione dell'agibilità è relativa all'edificio nella sua interezza, e non alle singole unità immobiliari o parti dell'edificio. Infatti l'edificio rappresenta, in linea di principio, l'unità strutturale minima il cui comportamento va visto nel suo complesso ed il cui danneggiamento, anche nelle singole parti (ad esempio il piano terra di un edificio in c.a.), ha ripercussioni importanti sulla sicurezza di tutte le altre parti. Peraltro, tra gli esiti di agibilità, è anche contemplato quello di agibilità parziale (esito "C"), da intendere nel senso che il danno di una parte dell'edificio può, ma solamente in casi specifici, non inficiare la sicurezza delle altre parti dell'edificio. È importante notare che le attività di rilievo di agibilità e danno fanno parte della fase di emergenza (rilievo di agibilità) o prima post-emergenza (rilievo del danno). Il concetto di agibilità è legato all'uso dell'edificio nel corso della crisi sismica in atto. Di conseguenza l'evento da cui ci si vuole proteggere con la valutazione di agibilità post-sismica è legato alle caratteristiche della crisi in atto (Magnitudo, localizzazione epicentrale, distanza dell'edificio oggetto dell'ispezione dall'epicentro, ecc) e può essere significativamente diverso dal terremoto di progetto per edifici nuovi o esistenti. Gli interventi proposti sono pertanto quelli necessari all'uso a breve termine dell'edificio e sono assimilabili, per tipologia ed estensione, a quelli del pronto intervento. Ai rilevatori non è richiesto, invece, di individuare gli interventi per l'uso a lungo termine dell'edificio.

È quindi evidente che l'ispezione innesca tutta una serie di interventi tecnici (messa in sicurezza) e procedure amministrative (ordinanze di sgombero o di rientro, ecc), complesse da gestire e che vengono organizzate, generalmente, a livello di Enti locali.

gli edifici, ha richiesto la messa a punto di una procedura diversa da quelle adottate nei precedenti terremoti, quando l'area epicentrale comprendeva prevalentemente piccoli comuni e frazioni.

Il rilievo degli edifici in Abruzzo è stato preceduto da una valutazione areale per poter escludere, dalla prima fase dei rilievi, le aree più dan-

### 2.2.3 Il rilievo in Abruzzo

La particolarità del terremoto abruzzese, la cui zona epicentrale ha interessato una città importante, capoluogo regionale e con un grande centro storico, ovviamente caratterizzato da un'elevata vulnerabilità sismica, insieme alla urgenza conseguente all'ordinanza sindacale di sgombero di tutti

neggiate, tipicamente i centri storici, che non avrebbero potuto essere raggiunte in sicurezza dai rilevatori, in una fase in cui ancora numerose erano le scosse di intensità non trascurabile. Già il giorno 8 Aprile sono state redatte le prime mappe delle zone interdette (cosiddette zone rosse), che sono state progressivamente cartografate per 27 località.

Il coordinamento dei sopralluoghi è stato effettuato dalla Funzione 1, Tecnica e Censimento del Danno della DiComaC (Direzione Comando e Controllo). L'elevato numero di tecnici richiesto per i sopralluoghi ha reso necessario il collocamento del centro di coordinamento dei sopralluoghi degli edifici pubblici, privati e produttivi in un luogo diverso dalla sede DiComaC, presso la Caserma della Guardia di Finanza in Coppito, e precisamente nella sede della Scuola di Formazione Superiore Guglielmo Reiss Romoli, sempre in Coppito. La Scuola Reiss Romoli presenta, infatti, caratteristiche ideali per ospitare il personale di coordinamento dei sopralluoghi, i numerosi tecnici rilevatori, ed è dotata di ampi spazi per il parcheggio dei veicoli. Essa, inoltre, è molto prossima all'autostrada, alla DiComaC ed è baricentrica rispetto alle zone colpite.

Nel Centro Operativo Comunale di Rocca di Mezzo e nel Centro Operativo Misto di Sulmona, le attività di rilievo sono state gestite direttamente a livello locale, attraverso i ricercatori ed il personale CNR-ITC a Rocca di Mezzo. Per massimizzare il numero di persone in grado di rientrare in tempi brevi nelle loro case e per limitare i rischi per l'incolumità dei tecnici rilevatori, le ispezioni sono state condotte inizialmente nelle aree epicentrali meno danneggiate, per poi estendersi a quelle più danneggiate, man mano che la probabilità di repliche significative andava riducendosi.

Per una migliore associazione delle schede agli edifici del territorio il numero di aggregato degli edifici, anziché essere stabilito dalle squadre dei rilevatori, è stato predefinito sulla base di una numerazione automatica effettuata tramite GIS, in cui era stata importata la carta tecnica regionale. Alle squadre di rilevatori veniva consegnata un'area di lavoro, individuata tramite una stampa della zona contenente gli edifici da rilevare e la loro numerazione (Fig. 1). I tecnici, qualora rilevavano sul territorio l'esistenza di edifici non presenti sulla carta (costruzioni successive alla realizzazione della carta) o la mancanza di edifici (edifici demoliti successivamente alla realizzazione della carta), riportavano tali informazioni per l'aggiornamento del GIS. In maniera simile la suddivisione di un aggregato

in edifici, tipica degli edifici in muratura nei centri storici, riportata sulle schede permetteva l'individuazione degli edifici nel GIS.

Le squadre di rilevatori erano composte da due o tre tecnici provenienti dalle Regioni e dagli enti locali, dalle Università, coordinate dal consorzio ReLUIIS (Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica), dai Vigili del Fuoco e dai Consigli Nazionali degli Ordini degli Ingegneri, Architetti e Geometri. Ai tecnici afferenti ai VVF, CNI, CNA e CNG è stata richiesta una permanenza minima di una settimana. La formazione delle squadre è stata effettuata tramite appositi corsi tenuti presso l'Auditorium della Caserma Guardia di Finanza una volta a settimana, nella mattina del primo giorno di attività. Così come efficacemente sperimentato nel terremoto del Molise 2002, alcune Regioni hanno effettuato "gemellaggi" con alcuni Comuni, garantendo una presenza continua di rilevatori, tramite turnazione, nello stesso Comune. In questo modo vengono più efficacemente gestiti i sopralluoghi a livello locale. È da sottolineare che tutti i circa 5000 tecnici rilevatori, dipendenti di enti pubblici o liberi professionisti, hanno operato in forma totalmente volontaristica.

L'informatizzazione dei dati, che nelle 5 settimane di massima produttività del rilevamento sul campo richiedeva l'immissione giornaliera di 1000-1800 schede, ha seguito due modalità differenti, parzialmente o singolarmente sperimentate già in precedenti terremoti, come in Umbria-Marche 97 (SSN-GNDT, 1998), Pollino 98 (Dolce et al, 2001), Molise 02 (Coppari et al., 2004), Etna 02 (Goretti e De Sortis, 2003). La prima, necessaria ad avere informazioni in tempo reale, ha riguardato i dati principali cioè la destinazione d'uso, le informazioni di localizzazione dell'edificio, l'identificativo dei proprietari, l'esito di agibilità ed altri dati importanti ai fini della gestione dell'emergenza, ed è stata effettuata mediante apposito database relazionale progettato allo scopo. Esso consentiva l'emissione automatica di rapporti di sintesi, pubblicati dal 18 aprile entro le ore 14:00 di ogni giorno, relativi alle attività di sopralluogo svolte fino al giorno precedente (Fig. 2). Tali dati sono stati funzionali non solo alle attività tecniche, ma anche alla programmazione delle soluzioni alloggiative temporanee ed alle attività di divulgazione ed informazione alla popolazione, con diffusione sul sito internet del DPC ([www.protezionecivile.it](http://www.protezionecivile.it)). A valle del controllo, gli esiti sono stati associati ai poligoni degli edifici presenti nel GIS. Un esempio di mappatura degli esiti è riportato in figura 3 relativamente al centro storico de L'Aquila.

Fig. 1  
Carta Tecnica Regionale  
per la frazione di S.Elia  
(AQ). Perimetrazione della  
zona rossa e numerazione  
degli aggregati.

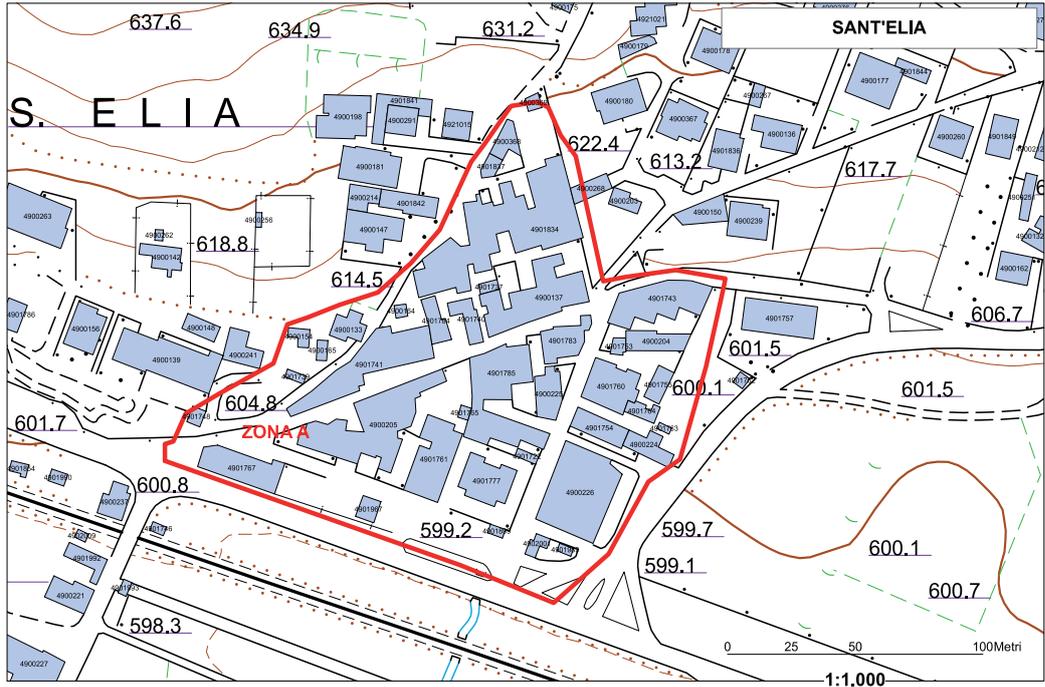


Fig. 2  
Rapporto giornaliero sui  
sopralluoghi effettuati.

Fig. 3  
Mappa degli esiti nel centro  
storico de L'Aquila.

  
*Presidenza  
del Consiglio dei Ministri*  
**DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE**  
 Ordinanza 3753/2009. Eventi sismici provincia dell'Aquila, 6 Aprile 2009  
**DICOMAC**  
 FUNZIONE I- Tecnica di Valutazione e censimento danni

**Rapporto attività di sopralluogo effettuate al:  
26/06/2009**

esiti 1/5

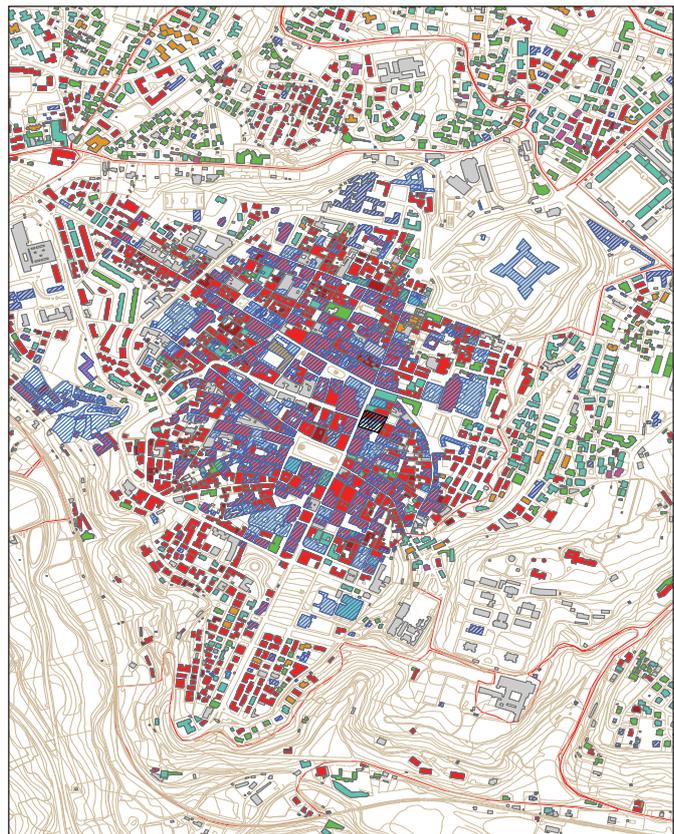
I risultati riportati sono stati ottenuti sulla base di un numero di schede valide consegnate ed informatizzate pari a : **61312**

**1. NUMERO EDIFICI RILEVATI CLASSIFICATI PER TIPOLOGIE D'USO**

PRIVATI	PUBBLICI	OSPEDALI	CASERME	SCUOLE	ATT_PROD
57385	1232	54	177	679	1717

Nota: Le cifre riportate possono ritenersi definitive solo dopo alcuni giorni dalla data in cui il rapporto è compilato, in quanto la consegna e informatizzazione delle schede possono avvenire successivamente al giorno del rilievo.

sabato 27 giugno 2009 rapporto attività di sopralluogo effettuate



- La seconda modalità di informatizzazione, necessaria a poter disporre di tutti i dati contenuti nella scheda, è stata effettuata tramite il software SET.
- La prima modalità è stata effettuata con personale di diverse organizzazioni di volontariato, di pubbliche amministrazioni e dell'esercito, la seconda da personale volontario, inizialmente, tramite società di servizi

esterna, successivamente.  
Da considerare che, a regime, per la gestione dei sopralluoghi sono stati presenti, presso il centro di coordinamento dei sopralluoghi nella Scuola Reiss Romoli, ogni giorno una media di circa: 11 funzionari e 4 volontari per il coordinamento e la gestione squadre e archivi cartacei, 65 persone per l'informatizzazione SET, 8 persone per l'aggiornamento del database per il

caricamento veloce delle schede, 15 persone per il controllo dati e aggiornamento GIS, 3 persone per il coordinamento delle attività informatiche. Nel seguito vengono fornite alcune informazioni aggiuntive relative al rilievo di edifici pubblici, privati, adibiti ad attività produttive.

#### *Edifici pubblici*

Gli edifici pubblici sono stati considerati ad alta priorità, in particolare gli ospedali, le scuole e gli edifici che ospitano centri di comando.

Gli edifici militari in migliori condizioni sono stati ispezionati ed utilizzati per surrogare edifici pubblici danneggiati: la Scuola della Guardia di Finanza a Coppito, un complesso che si estende su decine di ettari, è stato ispezionato a partire dal 6 Aprile e si è trasformato gradualmente in cittadella delle Istituzioni e, successivamente, anche in ricovero per i senzatetto.

Gli edifici scolastici hanno rappresentato un aspetto particolarmente delicato, in relazione alla necessità strategica di riapertura delle scuole a settembre al fine di favorire il ritorno alla normalità della popolazione delle aree terremotate. Occorreva perciò stabilire al più presto, e in maniera totalmente affidabile, l'agibilità o meno degli edifici scolastici. Ciò è avvenuto dando la massima priorità ai sopralluoghi nelle scuole e ripetendo, nei casi incerti, i sopralluoghi anche più volte. L'attività sulle scuole è stata svolta interamente da docenti e ricercatori universitari sotto il coordinamento di ReLUIS.

#### *Edifici privati*

Il rilievo degli edifici privati è stato condotto a tappeto nei Comuni con intensità macrosismica MCS superiore al VI grado, e su richiesta negli altri Comuni.

Il rilievo a tappeto nelle località più colpite ottimizza i tempi di esecuzione dei sopralluoghi, minimizzando tra l'altro i tempi di trasferimento da un edificio all'altro, e consente di avere un quadro affidabile del danneggiamento prodotto dal terremoto, anche attraverso proiezioni statistiche man mano che il rilievo procede. Quest'ultima possibilità si è rivelata di fondamentale importanza per calibrare le attività emergenziali, e consentire stime dei costi della ricostruzione dopo poche settimane dal sisma.

I sopralluoghi a richiesta nelle zone meno colpite consentono (v. Goretti 2001, Goretti e Di Pasquale, 2005) di ridurre la complessità della gestione dei sopralluoghi a livello locale, facilitando il mantenimento dei contatti tra squadre e tecnici locali e l'informazione ai proprietari per l'apertura delle case, e di non incrementare

eccessivamente il numero di sopralluoghi in area non epicentrale.

La popolazione è stata informata della pianificazione delle ispezioni in due modi:

- per la città de L'Aquila si è pubblicato il programma dei sopralluoghi per ciascuna zona su quotidiani e siti web con conveniente anticipo, in modo da raggiungere anche gli sfollati sulla costa,
- per le località ed i comuni dotati di campi si è operato con affissioni e con la collaborazione delle delegazioni, dei comuni e delle Regioni.

La gestione della pubblicazione degli esiti da parte delle autorità competenti ha avuto serie difficoltà. L'urgenza di tale restituzione è legata a numerosi aspetti della gestione dell'emergenza: dalla necessità di consentire il tempestivo rientro dei cittadini nelle case agibili, comunque sgomberate a seguito dell'ordinanza sindacale, alla definizione del tipo di intervento ammesso a finanziamento statale (riparazione, rafforzamento locale o miglioramento sismico) fino all'assegnazione degli alloggi temporanei. Un grande impegno è stato rivolto alla revisione tecnica delle schede pervenute, all'univoca attribuzione della scheda e del giudizio di agibilità al singolo edificio e, infine, all'aggiornamento conseguente delle informazioni della carta tecnica. Peculiare di questo terremoto è stata l'introduzione del concetto di "qualità" della scheda. Il controllo delle schede di agibilità ha evidenziato, infatti, che una percentuale significativa delle schede, così come originariamente compilate, presentava inesattezze o ambiguità dei dati di localizzazione degli edifici oggetto di rilievo, spesso anche per la mancanza di numero civico o per ambiguità nella denominazione di strade in frazioni diverse. La presenza di un indice di qualità ed il controllo giornaliero delle schede hanno consentito l'immediata eliminazione di buona parte di tali inconvenienti.

#### *Attività produttive*

Al fine di accelerare i tempi della ripresa delle attività produttive, e quindi ridurre anche il disagio sociale conseguente alla mancanza di lavoro, gli edifici destinati interamente ad attività produttive hanno avuto un canale preferenziale per le relative ispezioni. In questo caso, a seguito di richiesta formale, veniva inviata una squadra specifica per effettuare il sopralluogo. Di fatto diverse industrie situate nei poli industriali di Pile e di Bazzano hanno richiesto ed ottenuto sopralluoghi fin dai primi giorni e, nel caso di esiti B (temporaneamente inagibile ma agibile con pronti interventi), hanno immediata-

<b>Sezione 8.1</b> Sopralluogo effettuato dall'esterno e dall'interno				<b>Sezione 8.2</b> Sopralluogo effettuato solo dall'esterno			
Agibile	A1		<input type="checkbox"/>	Potenzialmente agibile	A2		<input type="checkbox"/>
Agibile solo a seguito di provvedimenti	B1		<input type="checkbox"/>	Potenzialmente agibile a seguito di provvedimenti	B2		<input type="checkbox"/>
Parzialmente agibile	C1		<input type="checkbox"/>	Potenzialmente parzialmente agibile	C2		<input type="checkbox"/>
Inagibile	E1		<input type="checkbox"/>	Inagibile	E2		<input type="checkbox"/>
<b>Sezione 8.3</b>				Descrizione degli elementi che inducono il rischio esterno			
Presenza di rischio esterno	F		<input type="checkbox"/>	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>			
Richiesta sopralluogo GTS	G		<input type="checkbox"/>				
Edificio crollato	CR		<input type="checkbox"/>				
Edificio parzialmente crollato	PCR		<input type="checkbox"/>				

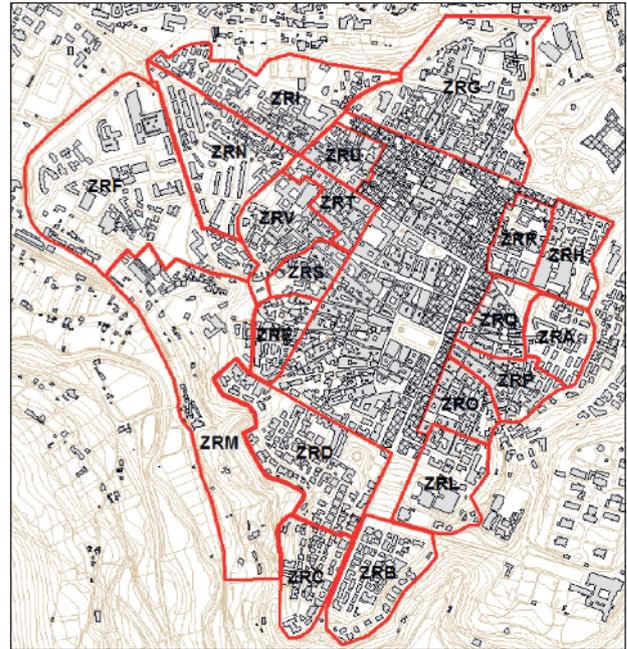


Fig. 4 Sezione 8 della scheda di agibilità, modificata per tener conto delle ispezioni in zone rosse.

Fig. 5 Zona rossa del centro storico de L'Aquila suddivisa nei diversi settori ispezionati secondo una programmazione centripeta (prima zona ispezionata ZRA, ultima ZRZ).

mente effettuato i lavori necessari per recuperare l'agibilità e riprendere le lavorazioni.

#### Zona rossa de L'Aquila

Un cenno particolare merita l'attività condotta nella zona rossa del Comune de L'Aquila, essendo rivelata molto delicata, sia per la conformazione del centro storico (immobili di grandi dimensioni danneggiati spesso in maniera rilevante, accessibili solo attraverso strade di ridotta ampiezza), sia per la necessaria presenza dei cittadini che dovevano consentire l'ingresso nei fabbricati da ispezionare.

A questa attività hanno contribuito diverse entità: corpi tecnici (DPC, VVF, CNI, CNA, CNG) per le ispezioni ed il loro coordinamento; strutture operative (GdF, CFS, PS, FF.AA.) e volontari (Associazione LARES) per il controllo delle condizioni di sicurezza della popolazione; Funzione sanità, Funzione Logistica, Funzione Assistenza alla popolazione, CRI, Coordinamento Enti Locali per assicurare l'assistenza alla popolazione; Ama (società di trasporto pubblico del comune) per lo spostamento dei cittadini dall'area di accoglienza a luoghi sicuri in prossimità dei loro fabbricati.

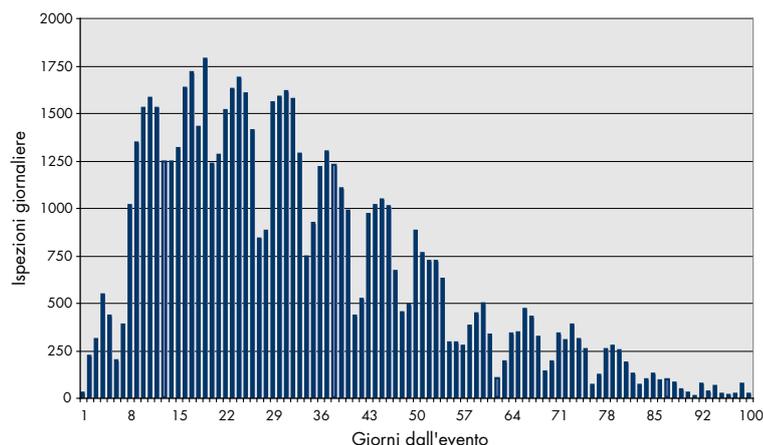
Il centro storico de L'Aquila è stato suddiviso in zone di censimento del danno (Fig. 5): ciascuna di esse è stata, a sua volta, suddivisa in sottozone, e affidata ad una squadra di tecnici accompagnata da due Vigili del Fuoco, che per primi valutavano la possibilità di eseguire in sicurezza i sopralluoghi all'interno degli edifici. L'informazione sui sopralluoghi e l'invito ai cittadini sono stati dati a mezzo stampa e internet, riportando i programmi e le mappe delle zone di rilevamento.

Nella zona rossa de L'Aquila erano presenti molti edifici vincolati, la cui ispezione è stata gestita dalla Funzione Beni Culturali della DiComaC, con apposite schede. Per non dover gestire più esiti sullo stesso edificio, le squadre inviate dalla Funzione Tecnico-Scientifica hanno effettuato un nuovo sopralluogo ai beni monumentali, compilando la scheda AeDES, ma riprendendo l'esito di agibilità dal censimento della funzione Beni Culturali.

Inoltre, per ottenere il massimo delle informazioni dai sopralluoghi in zona rossa, tenendo conto del fatto che, per limitare l'esposizione dei rilevatori, il sopralluogo avrebbe potuto essere condotto solo dall'esterno, la sezione 8 della scheda contenente il giudizio di agibilità è stata modificata come riportato in figura 4.

#### Alcune criticità

**Ubicazione del centro di coordinamento:** come già sperimentato in altri terremoti (Molise 02), i centri di coordinamento devono essere localizzati in edifici che non ospitano altre funzioni essenziali in tempo di pace, in maniera da non richiedere trasferimenti di sede al riprendere delle attività normali. Nel caso in questione l'Università de L'Aquila, i cui locali erano stati dichiarati inagibili, ha richiesto di liberare gli spazi occupati nella Scuola Reiss Romoli a fine Giugno 2009. A causa delle inagibilità diffuse e della notevole richiesta di immobili agibili per altre funzioni pubbliche, non è stato possibile trovare spazi adeguati alle attività ed è stato necessario separare la gestione delle squadre dall'informatizzazione delle schede, con ovvie complicazioni.



*Rapporti con i cittadini:* il centro di coordinamento dei sopralluoghi, e spesso anche la DiComaC, sono stati individuati da molti cittadini come punti di riferimento per ottenere informazioni, chiarimenti e documenti. Ciò ha richiesto la predisposizione di una attività di ufficio relazioni con

#### 2.2.4 Principali risultati del rilievo in Abruzzo

Dei più di 72.000 edifici rilevati a fine agosto, più di 50.000 sono risultati danneggiati, di cui circa 28.000 con danno ad un componente strutturale o alle tamponature maggiore o uguale a 2 (in una scala tra 0, edificio integro, e 5, edificio collassato) e circa 17.000 con danno maggiore o uguale a 3.

L'andamento nel tempo dei sopralluoghi è riportato in figura 6. Si nota un andamento crescente nelle prime settimane dopo l'evento, che poi raggiunge un massimo e presenta una lunga coda. A questo andamento si sovrappone un andamento periodico, in cui il numero di sopralluoghi si riduce nel fine settimana. L'andamento dei sopralluoghi in questo evento (fase crescente,

il pubblico, non prevista, e non effettuata dal Comune de L'Aquila a causa delle difficoltà logistiche connesse al danneggiamento degli uffici ed alla mancanza di personale sfollato verso la costa. Di fatto ciò ha comportato, per il coordinamento, un notevole sovraccarico di lavoro.

picco e coda più andamento settimanale) è lo stesso che si è avuto anche in altri terremoti italiani (Umbria-Marche 97, Pollino 98, Molise 02, Etna 02), anche se per ognuno di essi è diverso il numero di sopralluoghi effettuati (110.000 in Umbria-Marche 1997, con numerose ripetizioni di sopralluogo sullo stesso edificio, 20.000 nel Pollino 1998, 20.000 nel Molise 2002, 5.000 nell'Etna 2002) e sono diversi i tempi di completamento di tutta la campagna dei sopralluoghi. Il numero di ispezioni giornaliere segue abbastanza fedelmente il numero di squadre operanti nello stesso giorno. L'attività di sopralluoghi di agibilità ha visto in campo mediamente un numero di circa 150 squadre al giorno, capaci di effettuare tra i 1000 e i 1800 sopralluoghi giornalieri.

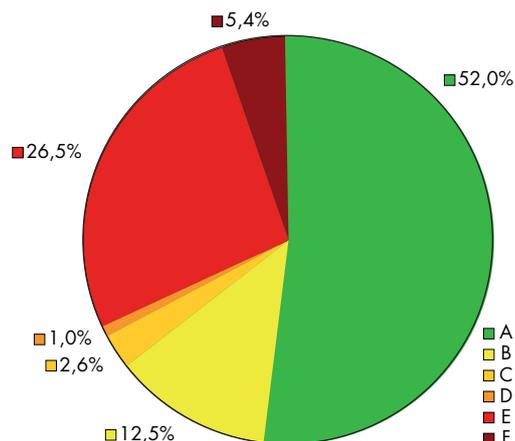


Fig. 6  
Istogramma del numero giornaliero di sopralluoghi effettuati dal 7 aprile al 22 giugno 2009.

Fig. 7  
Percentuali di agibilità a fine agosto.

Tabella 1 - Distribuzione della classificazione di agibilità in edifici pubblici e privati

	A	B	C	D	E	F
Pubblici	53.3%	19.9%	3.1%	1.9%	18.4%	3.4%
Privati	52.0%	12.3%	2.6%	0.9%	26.8%	5.5%
Totale	52.0%	12.5%	2.6%	1.0%	26.5%	5.4%

Tabella 2 - Distribuzione della classificazione di agibilità in edifici in muratura, misti e cemento armato

	A	B	C	D	E	F
Muratura	48.7%	10.7%	2.6%	1.2%	30.5%	6.3%
Misti	62.9%	11.3%	3.0%	0.6%	17.1%	5.1%
C.A.	61.6%	19.4%	2.3%	1.1%	13.5%	2.1%
Totale	52.0%	12.5%	2.6%	1.0%	26.5%	5.4%

La distribuzione degli esiti di agibilità a fine agosto è riportata in tabella 1, distinguendo edifici pubblici e privati. Si nota che le differenze non sono particolarmente marcate rispetto alla totalità degli edifici riportati anche in figura 7.

La stessa distribuzione, suddivisa per edifici in muratura o misti ed edifici in cemento armato, è riportata in tabella 2. Si nota, come era lecito attendersi, un numero percentualmente maggiore di inagibilità (esiti E) degli edifici in muratura rispetto a quelli in cemento armato. Stessa

considerazione vale per l'inagibilità per solo rischio esterno (esiti F). Il primo aspetto deriva dalla maggior vulnerabilità degli edifici in muratura rispetto a quelli in cemento armato, il secondo aspetto dalla maggior presenza di edifici in muratura nei centri storici. Le agibilità A risultano conseguentemente più frequenti negli edifici in cemento armato. Gli esiti di agibilità B risultano più frequenti negli edifici in cemento armato, per le implicazioni del danno alle tamponature ed agli elementi non strutturali nel giudizio di agibilità.

Fig. 8 La prima parte della scheda di rilievo del danno e dell'agibilità: identificazione e descrizione dell'edificio.

Fig. 9 La scheda di rilievo: le sezioni da 3 a 7 - Tipologia, danno pericolo esterno e terreni di fondazione.

Formulario 'SEZIONE 1 LIVELLO DI RILEVAMENTO DANNO, PRONTO INTERVENTO E AGIBILITÀ PER EDIFICI ORDINARI NELL'EMERGENZA POST-SISMICA'. Contiene campi per dati generali, identificativo catastale, dati catastali, e una tabella per la descrizione dell'edificio (piani, superficie, uso, occupanti).

Fig. 10 Le sezioni 8 e 9: valutazione del rischio, dell'esito e dei provvedimenti urgenti.

Formulario 'SEZIONE 3 Tipologia' e 'SEZIONE 4 Danni ad ELEMENTI STRUTTURALI e provvedimenti di pronto intervento (P.I.) eseguiti'. Contiene tabelle per la valutazione del rischio e la descrizione dei danni strutturali.

Formulario 'SEZIONE 5 Giudizio di agibilità' e 'SEZIONE 6 Altre osservazioni'. Contiene una tabella per l'esito di agibilità e un campo per le osservazioni sul danno e i provvedimenti.

Formulario 'NOTE ESPLICATIVE SULLA COMPLEZIONE DELLA SCHEDA Aedes 05/2000'. Contiene spiegazioni dettagliate per la compilazione delle varie sezioni del modulo.

### 2.2.5 Conclusioni

Il sisma del 6 aprile 2009 ha danneggiato numerosi edifici, principalmente nella Regione Abruzzo. I sopralluoghi di agibilità e danno di edifici ordinari, pubblici e privati, sono stati gestiti dalla Funzione Tecnico-Scientifica della DiComaC, con il supporto di ReLUIS, CNR, Regioni, Province, Comuni, VVF, CNI, CNA, CNG. Dei 72.000 edifici ispezionati fino a fine agosto 2009, più di 50.000 sono risultati danneggiati in almeno un componente strutturale o nelle tamponature.

Poco più del 50% degli edifici è risultato agibile (Esito A), mentre il 26.3% è risultato inagibile

(Esito E). L'insieme degli edifici con esito D, E ed F ha superato il 32%. Queste percentuali sono tendenzialmente simili a quelle riscontrate in altri terremoti italiani, ma con un incremento della percentuale di edifici inagibili.

Anche in questo evento, come nei passati eventi sismici, si è avuta la dimostrazione che, per una efficiente classificazione degli edifici rispetto alla loro agibilità post-sismica, l'organizzazione e la gestione dei sopralluoghi è importante almeno quanto l'attività tecnica di valutazione, in relazione all'elevato numero di edifici da ispezionare e di tecnici coinvolti e alla necessità di una rapida restituzione dei dati per gli usi emergenziali.

### Ringraziamenti

Il prezioso lavoro di rilievo descritto in questo articolo, che porta solamente i nomi di coloro che hanno direttamente operato nel coordinamento delle attività, è stato svolto in forma totalmente volontaristica da almeno sei-

mila tecnici, rilevatori e operatori nelle fasi di immissione dati e gestione sul campo del rilievo. A tutti loro, i cui nomi non rientrerebbero nello spazio riservato a questo articolo, va un sentito ringraziamento per la dedizione disinteressata e la notevole opera svolta.

### Bibliografia

Baggio C., Bernardini A., Colozza R., Corazza L., Coppari S., Della Bella M., Di Pasquale G., Dolce M., Goretti A., Martinelli A., Orsini G., Papa F., Zuccaro G. (2000) - "Manuale per la Compilazione della Scheda di I Livello di Rilevamento Danno, Pronto Intervento e Agibilità per Edifici Ordinari nell'Emergenza Post-sismica", Servizio Sismico Nazionale e Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti.

Braga F., Dolce M., Liberatore D., Southern Italy November 23, 1980 Earthquake: A Statistical Study on Damaged Buildings and an Ensuing Review of the M.S.K.-76 Scale. pubblicazione CNR-PFG n. 503, 1982, Roma.

Coppari S., Di Pasquale G., Goretti A., Orsini G., Papa F., Sabato S., Severino M. (2004) - "Il Terremoto del 2002 in Molise e Puglia: Sopralluoghi di Agibilità e Danno", *Ingegneria Sismica*, XXI, 1, 34-44.

Dolce M., Masi A., Di Pasquale G., Goretti A. (2001) - "Effetti del Sisma sulle Costruzioni", in *Dissesti*

*Prodotti o Aggravati dal Sisma del 9 Settembre 1998 nei Territori del Confine Calabro-lucano*, G. Gullà e F. Sdao (a cura di), CNR-GNDICI, UO 256, Pubbl. 2121.

GNDT-SSN (1999) - L'Attività Tecnica della Fase dell'Emergenza, *Ingegneria Sismica*, 1, Patron Editore, Bologna.

Goretti A. (2001) - "L'Agibilità degli Edifici Residenziali in Emergenza Post-sismica", *Servizio Sismico Nazionale, Rapporto Tecnico SSN/RT/01/03*.

Goretti A., De Sortis A. (2003) - "Il Danneggiamento dovuto al Sisma Etno del 29 Ottobre 2002", *Ingegneria Sismica*, XX, N. 1, pp. 5-20.

Goretti A., Di Pasquale G. (2005) - "Technical Emergency Managing", in Oliveira C.S., Roca A., Goula X. (editors), *Assessing and Managing Earthquake Risk*, Kluwer ed, The Netherlands.

ISTAT (200 m1) - 14° Censimento Generale della Popolazione e delle Abitazioni (<http://dawinci.istat.it/MD/>).