

# Valutazione delle strutture nella fase post terremoto. Il modulo sviluppato da Eucentre e l'attività sul campo

## The onsite activities of the Eucentre module for the post-earthquake seismic assessment

Chiara Casarotti<sup>1</sup>, Alberto Pavese<sup>2</sup>, Simone Peloso<sup>3</sup> ■

### Sommario

L'impegno istituzionale della Fondazione Eucentre come Centro di Competenza della Protezione Civile è di svolgere alcune funzioni di supporto tecnico-scientifico nel campo del rischio sismico su tre fondamentali aspetti: prevenzione, stand-by e reazione alle emergenze. Il supporto alla prevenzione si attua attraverso l'attività di ricerca su metodi e tecniche per la riduzione del rischio, stand-by e reazione si riferiscono invece all'implementazione di procedure e strumenti per l'intervento in condizioni di crisi ed in special modo per la valutazione di danno e agibilità delle strutture nelle aree coinvolte. Nel caso degli eventi sismici dell'Emilia dello scorso maggio Eucentre ha cooperato alle fasi di valutazione di agibilità e danno in prima istanza sugli edifici e sulle strutture a carattere strategico, in seguito sulle costruzioni civili ed industriali che com'è noto hanno costituito uno dei principali elementi di criticità.

Il sistema attraverso il quale si attuano le politiche di stand-by e reazione deriva da un processo di sviluppo iniziato dalla nascita della Fondazione Eucentre ed è stato sostenuto dal Dipartimento di Protezione Civile per gran parte e dai contributi di ricerca della Protezione Civile Europea, tale sistema è definito come modulo per valutazioni avanzate post-terremoto di strutture.

Nella prima parte dell'articolo si presenta il modulo, sono descritte le sue funzionalità, le procedure, gli strumenti sviluppati ed il loro funzionamento. Nella seconda parte si descrive invece l'attività del modulo nell'ambito dei recenti eventi sismici in Emilia che ha visto il coinvolgimento di circa 120 tra tecnici ed esperti in valutazioni ed oltre 600 tra edifici ed infrastrutture visitate.

### Abstract

*The institutional mission of the Eucentre Foundation, as a Centre of Knowledge of the National Civil Protection, is that of technical and scientific support in the field of seismic risk reduction by means of three crucial actions: prevention, standby and rapid response to emergency situations. Prevention and preparedness activities are conducted by implementing research activities on methods and techniques of seismic risk reduction, while stand-by and rapid response to crisis situations consist in the implementation of procedures and tools for the post-earthquake structural assessment. After the Emilia (Italy) seismic event of May 2012, the Eucentre Foundation cooperated to the post-earthquake structural assessment first on strategic facilities, then on the ordinary buildings and industrial plants, which resulted to be one of the most critical issues.*

*The stand-by and response activities of Eucentre have been developed within the past years thanks to the primary support of the National Civil Protection and to the contribution of the European Civil Protection, within the framework of a number of project of the Financial Instrument 2007-2013 for the preparation and implementation of civil protection measures. The system is defined as a module for the advanced post-earthquake structural assessment.*

*In the first part of the paper the module is described, with procedures, functionalities and developed tools. Following, field activities are presented carried out during the Emilia earthquake emergency by Eucentre, which involved about 120 engineers and experts for inspecting more than 600 structures.*

### 1. Introduzione

Il coinvolgimento della Fondazione Eucentre nelle attività emergenziali dopo gli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012 si è caratterizzato per

la stretta collaborazione con la Protezione Civile Nazionale e la Regione Emilia Romagna che hanno svolto il ruolo di coordinatori delle squadre di valutatori nelle diverse fasi delle ispezioni

<sup>1</sup> Centro Europeo di Formazione e Ricerca in Ingegneria Sismica, Pavia - ✉ chiara.casarotti@eucentre.it

<sup>2</sup> Centro Europeo di Formazione e Ricerca in Ingegneria Sismica, Pavia - ✉ alberto.pavese@eucentre.it

<sup>3</sup> Centro Europeo di Formazione e Ricerca in Ingegneria Sismica, Pavia - ✉ simone.peloso@eucentre.it

e per le diverse tipologie edilizie considerate. Lo schema di intervento adottato è quello implementato nel modulo sopracitato, ed ha interessato circa 120 tra tecnici ed ingegneri suddivisi in squadre di ispettori su un arco temporale di circa 7 settimane. Gli scopi dell'attività ispettiva si possono suddividere secondo il seguente elenco:

- Valutazione di alcune strutture critiche allo scopo di consentirne una rapida riattivazione compatibilmente con le condizioni strutturali attraverso l'applicazione di metodi semplificati di calcolo e prove sperimentali in sito, la compilazione di schede di rilevamento AeDES ed avanzate, e la compilazione di un rapporto dettagliato di ispezione;
- Valutazione di un certo numero di strutture ordinarie utilizzando le schede AeDES;
- Valutazione delle condizioni del suolo in alcuni siti tramite prove geotecniche e relativa compilazione dei rapporti di prova;
- Valutazione di alcuni edifici prefabbricati attraverso una scheda di rilevamento specifica;
- Valutazione danni agli edifici in muratura.

## **2. Il modulo di Eucentre per la valutazione strutturale post-terremoto**

Il modulo di valutazione comprende diversi elementi: un gruppo di valutatori organizzati in squadre operative su campo, un bacino di esperti (aree di ricerca Eucentre e professionisti esterni) in valutazione delle strutture dal quale vengono estratti i componenti delle squadre operative, un laboratorio mobile che fornisce il supporto tecnologico per l'esecuzione di indagini sperimentali su strutture, suolo e materiali e per la gestione dei dati acquisiti (database e trasmissione) e un centro di coordinamento locale che svolge anche la funzione di collegamento con il coordinamento delle operazioni della Protezione Civile.

Lo sviluppo del modulo è stato realizzato in parte all'interno dei programmi di collaborazione con il Dipartimento di Protezione Civile Nazionale, in altra parte nell'ambito di progetti internazionali, esercitazioni e cooperazione di varia natura legate all'emergenza (terremoto dell'Aquila, 2009, crollo del ponte sul fiume Po, 2009, etc.).

Oltre al sostegno della Protezione Civile Nazionale, due sono i progetti, condotti sotto il patrocinio della Protezione Civile Europea, che hanno permesso di concretizzare l'idea di un modulo dedicato alla valutazione strutturale speditiva post-terremoto. Il primo di questi è stato STEP (DG Environment, Strategies and Tools for Early Post Earthquake Assessment, 2007 - 2009), coordinato da Eucentre, un progetto pilota di natura fortemente tecnologica nell'ambito del

quale è stato sviluppato il prototipo dell'Unità Mobile per la valutazione strutturale, sono state definite le procedure tecniche ed è stato implementato il sistema integrato di stretta interoperabilità con l'Unità Centrale in sede, finalizzato ad un ulteriore supporto esperto alle valutazioni su campo.

L'Unità Mobile è un sistema ad elevata funzionalità operativa per l'esecuzione di valutazioni strutturali su campo che consente una rapida e completa raccolta, archiviazione, analisi e trasmissione dati. È costituita da un veicolo in grado di operare autonomamente trasportando la strumentazione ed il sistema di acquisizione digitale necessari all'esecuzione di indagini in sito. L'apparecchiatura sperimentale dell'Unità Mobile include termocamera, sonda televisiva, georadar, laser scanner, pacometri, sclerometri, dispositivo per la caratterizzazione sonica e ultrasonica dei materiali, accelerometri, geofoni, inclinometri, apparecchiature di prova per l'esecuzione di test con martinetti piatti, unitamente ad un sistema dedicato di acquisizione dati. Tra le caratteristiche più avanzate dell'Unità Mobile vi è il sistema di gestione e trasmissione dati: la struttura del database Eucentre è stata sviluppata per memorizzare e gestire i dati acquisiti da rilievi e prove sperimentali, insieme alle relative elaborazioni. Per eseguire la raccolta dati su campo, indipendentemente dalle mutevoli condizioni di connettività, l'Unità Mobile è stata dotata di un database interno, mirror locale parziale della banca dati principale collocata presso la sede della Fondazione Eucentre a Pavia. La funzione di centro di comunicazione è stata pensata a supporto delle attività di interscambio e condivisione dati: la connettività verso terzi è garantita dalle diverse soluzioni implementate nell'architettura dell'Unità Mobile: Wi-Fi, 3G e connessione satellitare. In particolare, la connessione wireless è progettata per consentire il trasferimento dei dati tra i gruppi di ispettori e sperimentatori che operano sul campo e il database dell'Unità Mobile, mentre connessioni 3G e satellite consentono il collegamento tra l'Unità Mobile e l'Unità Centrale, e con chiunque in grado di collegarsi tramite un sistema di videoconferenza.

La Figura 1 mostra l'Unità Mobile durante una delle simulazioni e lo schema di intervento e di interazione tra le unità attive su campo e l'Unità centrale.

L'impiego del sistema Unità Mobile in scenari simulati (esercitazioni) e reali (terremoto Aquilano) ha permesso di individuarne le possibili linee di miglioramento e sviluppo, i potenziali limiti e le criticità del sistema di risposta emergenziale, e di valutare nel complesso l'efficienza del modulo.



Sala Operativa e Unità Centrale

Satellite

Unità Mobile

WI-FI, 3G

Squadre di valutazione



L'esperienza su campo maturata con lo sviluppo dell'Unità Mobile ha fatto emergere la necessità di un ulteriore passo avanti, in relazione al coordinamento della valutazione strutturale a diversi livelli, con l'inclusione degli interventi di messa di sicurezza, ed allo sviluppo di un vero e proprio "modulo" secondo la definizione europea. Quest'ultimo è infatti definito come tipologia di servizio indipendente per la risposta rapida a situazioni di emergenza, codificato in termini di compiti, capacità, componenti principali, autonomia e approntamento (Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, 2008). Queste riflessioni hanno portato alla decisione di sviluppare il secondo progetto, DRHOUSE (DG-ECHO, Development of Rapid Highly-specialized Operative Units for Structural Evaluation, 2010 - 2013), coordinato dal Dipartimento di Protezione Civile Italiana in collaborazione con Eucentre e con il Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile (Dolce et al., 2012). Questo progetto si inserisce nel contesto del Meccanismo Europeo di Protezione Civile, il cui obiettivo principale è quello di favorire la cooperazione negli interventi assistenziali della protezione civile nel caso di grandi emergenze che possano richiedere una risposta immediata nell'ambito comunitario

ed extra-comunitario (Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, 2007). In questo contesto, il progetto DRHOUSE si propone di integrare le carenze del Meccanismo relative alla valutazione strutturale durante l'emergenza sismica, attraverso l'implementazione di un vero e proprio modulo per la valutazione strutturale durante l'emergenza sismica. Nel macromodulo DRHOUSE, Eucentre è responsabile per il sottomodulo ASA (Advanced Structural Assessment, Casarotti e Pavese 2012) finalizzato principalmente alla valutazione numerico-sperimentale di strutture complesse e/o strategiche, ma pensato anche per il supporto alle attività di valutazione ordinaria. Il sottomodulo si avvale della tecnologia sviluppata per l'Unità Mobile, e viene completato da una serie di componenti studiati per soddisfare le necessità relative all'autonomia (campo base, mezzi, etc.), alla gestione degli aspetti logistici e sanitari per il dispiego a largo raggio (vaccini/documenti di espatrio per il personale coinvolto), al coinvolgimento dei professionisti volontari, all'upgrade della strumentazione tecnica e tecnologica (relativa alle prove sperimentali ed alle dotazioni ITC), alle procedure operative di approntamento, standby, attivazione e gestione delle fasi emergenziali.

Figura 1  
L'Unità Mobile e lo schema di intervento del progetto STEP.

### 3. L'attivazione ed il campo base

Le procedure di attivazione ufficiale del Modulo passano dai soggetti preposti attraverso i canali istituiti nell'ambito del sistema del Meccanismo Comunitario di Protezione Civile. Nel contesto dell'evento emiliano la Protezione Civile Italiana, impegnata a fronteggiare l'emergenza su diversi fronti, ha attivato direttamente il modulo della Fondazione Eucentre in qualità di proprio Centro di Competenza, richiedendone il supporto per la valutazione dei danni a strutture e infrastrutture. L'occasione è stata cruciale per attivare e testare le procedure definite per il sottomodulo ASA, e la Fondazione ha organizzato e gestito tutte le attività condotte su campo come un dispiego autonomo del sottomodulo per la valutazione strutturale avanzata.

Poco ore dopo l'evento del 20 maggio è stato attivato dal responsabile del modulo lo stato di allerta all'interno della Fondazione Eucentre. Il nucleo di attivazione dell'emergenza è costituito da i. Responsabile generale di attivazione dell'emergenza per Eucentre (REA, con la funzione di attivare le procedure di emergenza, di coordinarne e supervisionarne tutte le attività connesse), ii. Vice-responsabile (di supporto alle attività del REA) ed iii. Coadiutore logistico/amministrativo (di supporto alle attività del REA dal punto di vista gestionale/logistico/amministrativo).

La mattina del 21 maggio ha avuto luogo una prima riunione operativa a seguito della quale sono state attivate le funzioni connesse al dispiego: il responsabile della logistica ha gestito la convocazione del personale, la verifica della documentazione, la distribuzione del materiale, dell'approntamento dei mezzi; il responsabile dell'attrezzatura sperimentale ha disposto la verifica e l'approntamento della strumentazione

per le indagini in situ ed il responsabile del campo base ha organizzato la preparazione del materiale da utilizzarsi per l'installazione della base operativa. Le squadre pronte al dispiego sono arrivate in loco nel pomeriggio.

In parallelo ha avuto luogo la riunione di coordinamento con le diverse unità di Eucentre, per pianificare le attività da svolgersi in sede, sia di natura scientifica (a supporto delle attività in loco e/o delle richieste avanzate dalla Protezione Civile), sia di natura organizzativa (relazioni con l'esterno, logistica, etc.). In Figura 2 è illustrato l'assetto della struttura emergenziale di Eucentre in fase di allerta (in sede).

In concomitanza all'inizio delle attività tecniche, è stata allestita la base operativa a Cento (FE), centro di coordinamento locale per seguire da vicino le attività su campo e accogliere con maggiore celerità le richieste veicolate dalla Protezione Civile e dalla Regione Emilia Romagna. Date le condizioni di missione, si è optato per una soluzione mista: le funzioni di sussistenza (vitto e alloggio) sono state organizzate in una struttura alberghiera locale, presso la quale è stata installata la tenda polifunzionale del campo base (Figura 3), con le funzioni di supporto alle attività tecniche del laboratorio mobile, di ufficio per la raccolta/trasmisione dati e per le elaborazioni numeriche, sala riunioni, etc.

### 4. Il coinvolgimento dei professionisti

Subito dopo la scossa del 20 maggio sono state avviate le prime verifiche speditive svolte dal Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco e le verifiche di agibilità degli edifici pubblici e privati condotte da squadre di rilevatori del Sistema di Protezione Civile Nazionale, con scheda AeDES

Figura 2  
organigramma della  
struttura emergenziale di  
Eucentre in fase di allerta  
(in sede).

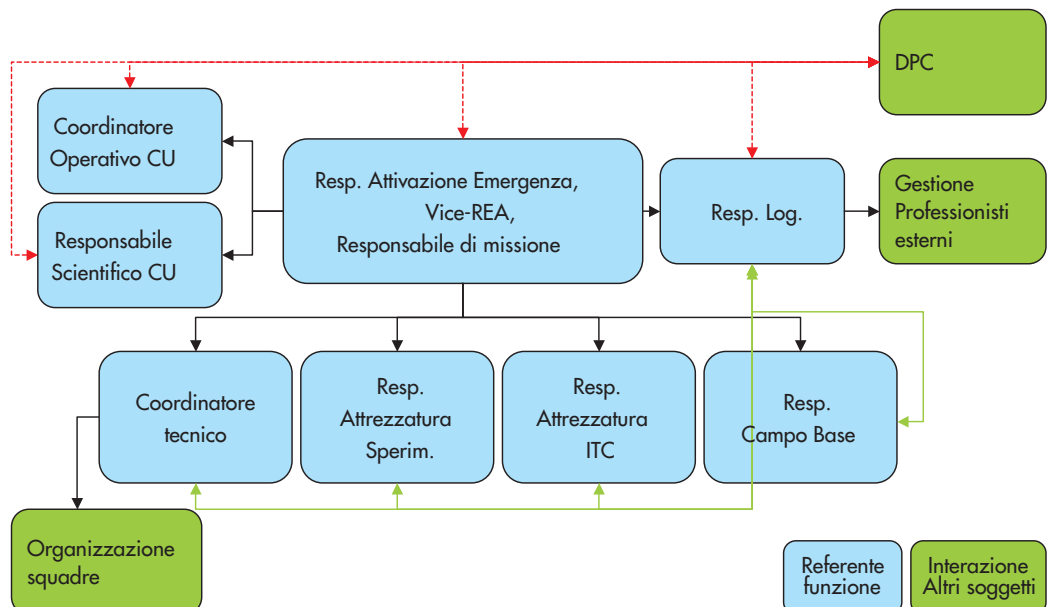




Figura 3  
Base operativa installata presso una struttura alberghiera locale (Cento, FE).

(Presidenza del Consiglio dei Ministri, 2009). Il 2 giugno, con l'istituzione della Di.coma.C, viene formalizzata la funzione di supporto "Rilievo di agibilità". Data la conseguente necessità di un ingente numero di ispezioni, la Fondazione ha da allora garantito la presenza costante di 5 squadre di rilevatori, costituite da un referente Eucentre e da 2 professionisti esterni, per la maggior parte precedentemente selezionati nell'ambito del progetto DRHOUSE. Compatibilmente con i tempi dell'emergenza, con le mutevoli esigenze di una situazione in rapida evoluzione e con le diverse disponibilità date da un elevato numero di professionisti, le squadre di rilevamento sono state organizzate in 2 turni settimanali al fine di garantire lo svolgimento dell'attività volontaria con flessibilità rispetto ai rispettivi impegni lavorativi. La partecipazione degli oltre 80 professionisti ha dato modo di portare a compimento un elevato numero di ispezioni e nel complesso si è

rivelata un'occasione preziosa per condividere esperienze, linguaggi e procedure di lavoro.

### 5. Le attività condotte

Nei due mesi successivi al sisma sono state condotte attività in ambiti diversi, dalle valutazioni avanzate di alcuni edifici strategici (strutture ospedaliere di Mirandola, Finale Emilia e Bondeno) attraverso l'applicazione di procedure di valutazione semplificate, alle prove sperimentali di caratterizzazione (identificazione dinamica e caratterizzazione dei materiali) su strutture di varia destinazione d'uso, alle indagini geofisiche nell'area di San Carlo (Ferrara) dove sono stati osservati con maggior evidenza i fenomeni di liquefazione. Contemporaneamente è iniziata un'intensa attività per le verifiche sulle strutture prefabbricate, problematica che questo terremoto ha posto in particolare evidenza. Le diverse operazioni che hanno impegnato le squadre di Eucentre sono state condotte in una

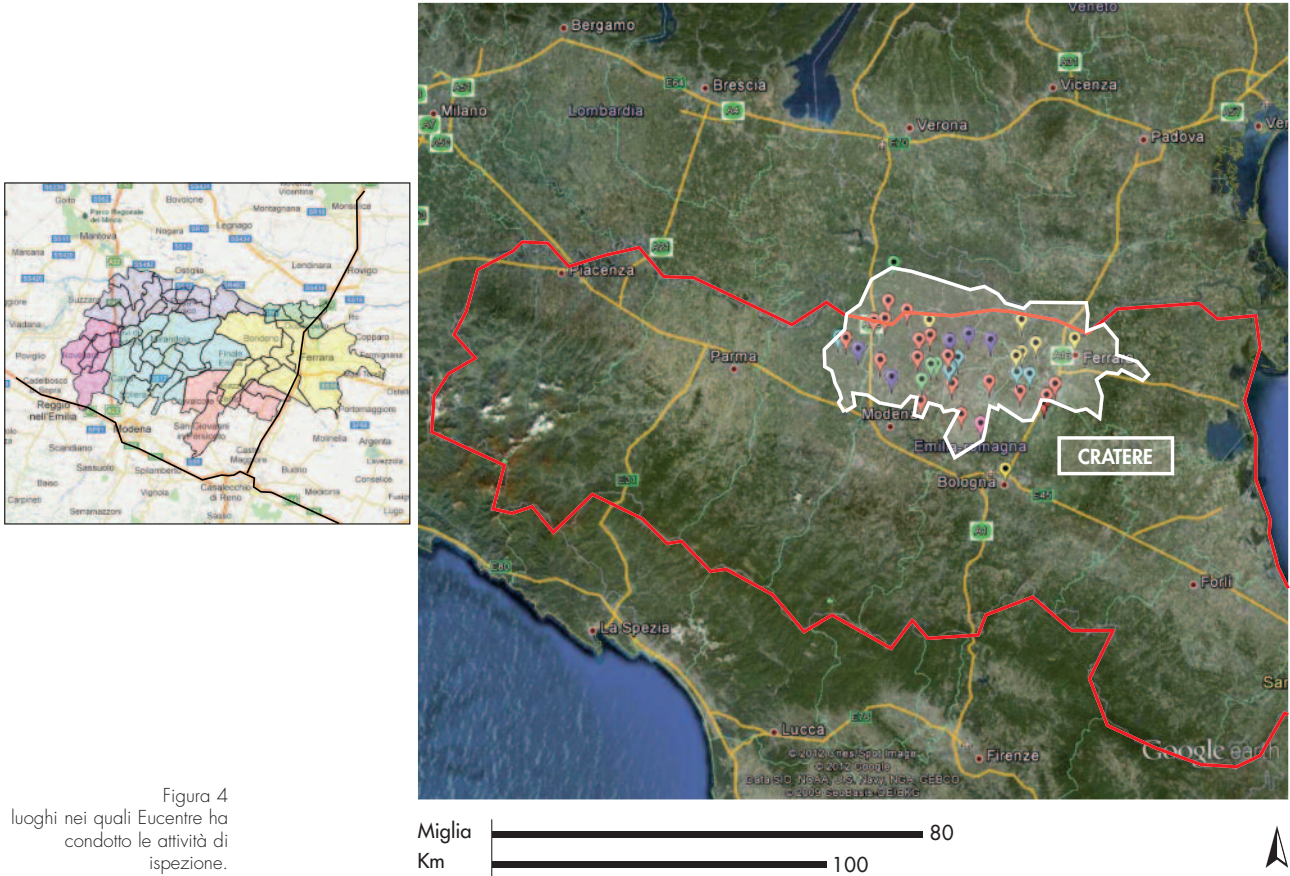


Figura 4  
luoghi nei quali Eucentre ha  
condotto le attività di  
ispezione.

vasta area del cratere (Figura 4). Il lavoro complessivo è stato supportato dalle attività svolte presso la Fondazione a Pavia, di natura tecnologica (ITC), logistica e tecnica, finalizzate al supporto delle necessità delle squadre su campo. Le ispezioni agli edifici ospedalieri hanno fornito esiti eterogenei. Le strutture dell'Ospedale Santa Maria Bianca di Mirandola, già parzialmente evacuate dalle autorità competenti a scopo cautelativo, hanno fornito esiti di agibilità diversi. La risposta del complesso dell'Ospedale di Finale Emilia (MO), anch'esso già completamente evacuato, era stata fortemente pregiudicata dall'evidente inagibilità del corpo più antico a causa degli importanti fenomeni di distacco della facciata e del diffuso danneggiamento delle fasce murarie. Particolarmente critica si è invece rivelata l'ispezione dell'Ospedale di Bondeno poiché ancora in uso al momento dell'ispezione: a causa dell'importante danneggiamento dei maschi murari al piano terra dell'edificio più antico e dello stato di danno diffuso, è stata consigliata l'evacuazione del complesso pochi giorni prima della scossa del 29 maggio. A partire da giugno un importante quantitativo di energie è stato veicolato al supporto delle ispezioni per l'agibilità degli edifici civili (Figura 5), per la maggior parte privati ma includendo all'occorrenza anche alcune strutture pubbliche,

a diretto supporto delle attività condotte nei COC (Centri Operativi Comunali) sotto il coordinamento della Protezione Civile e della Regione. Per questa attività sono stati coinvolti, come già specificato, numerosi professionisti esterni, organizzati in un totale di circa 40 squadre da tre persone, che si sono avvicendate nel periodo tra giugno e luglio. Come mostrato in Figura 6, circa il 78% delle strutture ispezionate erano adibite ad uso abitativo, il 4% ad uso produttivo/artigianale, lo 0,2% erano strutture strategiche ed il 18% circa avevano altre destinazione d'uso (monumentale, deposito, agricolo, sanitario, commerciale, uffici, etc.). Gli esiti delle 531 schede prodotte sono stati piuttosto eterogenei (Figura 7): la maggior parte (52%) delle strutture ha risposto bene all'evento sismico in quanto sono risultate agibili (31,5%), o temporaneamente inagibili ma agibili con provvedimenti di pronto intervento (20,5%), mentre la parte rimanente è stata classificata in prevalenza inagibile (36,5%) o parzialmente inagibile (9,2%). Minoritarie le percentuali di strutture da riesaminare (0,8%) o inagibili per rischio esterno (1,5%). Alcune strutture strategiche in cemento armato sono state oggetto di una più approfondita valutazione numerico sperimentale. In particolare, a seguito dell'ispezione di tipo ordinario, è stato



Figura 5  
Rilevi di agibilità.

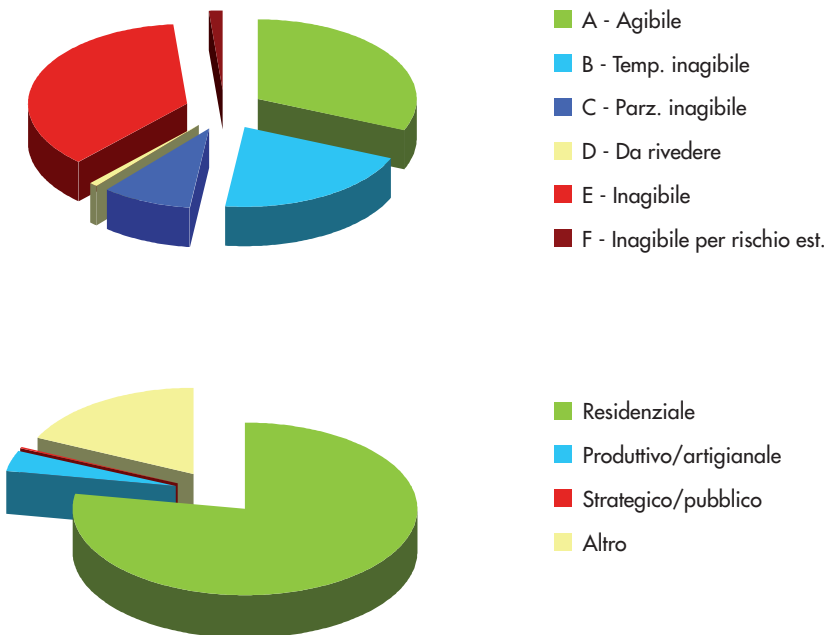


Figura 6  
Esiti di agibilità delle 531  
schede prodotte.

Figura 7  
destinazioni d'uso delle  
strutture ispezionate.

sviluppato un modello semplificato basato sul rilievo geometrico e sui dati ottenuti dalle prove non distruttive (identificazioni dinamiche e prove di caratterizzazione dei materiali, Figura 8), ed è stata applicata una procedura di valutazione semplificata basata sul metodo VC (Dolce e Moroni, 2005), ri-elaborata ed integrata da Peloso et al. (2012), per la stima dell'accelerazione di collasso.

La sezione Strutture in Muratura della Fondazione Eucentre ha eseguito in parallelo all'attività del modulo un'intensa attività di ricognizione nell'area del cratere sismico sulle diverse tipologie di edifici in muratura (Figura 9), da quelle monumentali e/o storiche, al costruito di epoca meno recente, a quelle di moderna costruzione, nonché agli edifici in cemento armato tamponato; la sezione Analisi Strutturale, già impe-



Figura 8  
prove sperimentali.

gnata prima dell'evento sismico nell'elaborazione di una scheda di rilievo ad hoc nell'ambito di un Gruppo di Lavoro Interistituzionale dedicato coordinato dal Dipartimento di Protezione Civile (Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, 2012a), ha iniziato un'intensa attività per la ricognizione dei danni alle strutture prefabbricate (Figura 10), partecipando alla compilazione delle linee guida per gli interventi locali e globali sugli edifici industriali (Gruppo di Lavoro Agibilità Sismica dei Capannoni Industriali, 2012); la sezione TREES Lab, insieme alla sezione Vulnerabilità e

Gestione Territoriale, ha condotto una ricognizione ad ampio raggio su ponti e viadotti di varia tipologia distribuite nell'area colpita (da Figura 11 a Figura 13); infine la squadra della sezione Geotecnica Sismica, supportata dalla squadra sperimentale del TREES Lab, e anch'essa già coinvolta in di un Gruppo di Lavoro Interistituzionale coordinato dal Dipartimento di Protezione Civile sull'elaborazione di schede "Geo" post evento (Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, 2012b), ha condotto una serie di indagini geofisiche nell'area di San Carlo (Figura 14),

Figura 9  
Rilievo danni strutture in muratura (Municipio di Sant'Agostino).







Figura 9  
Rilevio danni strutture in muratura: 9a e 9b, Chiesa di San Giacomo Roncole dopo la prima e dopo la seconda scossa; 9c corpo antico dell'Ospedale di Finale Emilia; 9d struttura storica a Crevalcore.



Figura 10  
Rilevi strutture prefabbricate (Mirabello, Massa Finalese, Mirandola).



Figura 11  
Rilevio danni sulle strutture da ponte - Crevalcore.



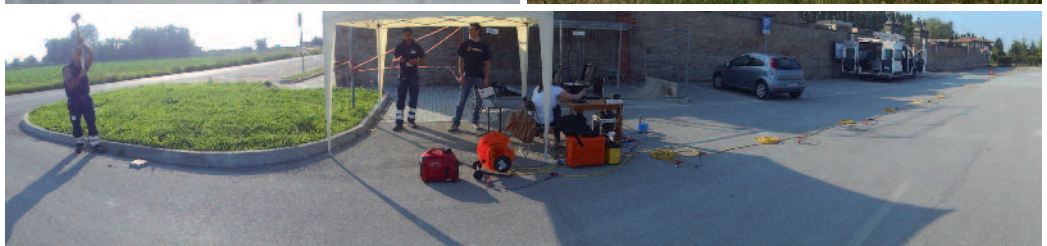


Figura 12  
Rilievo danni sulle strutture  
da ponte – Finale Emilia.

Figura 13  
Rilievo danni sulle strutture  
da ponte – (Palata Pepoli,  
Concordia sulla Secchia).

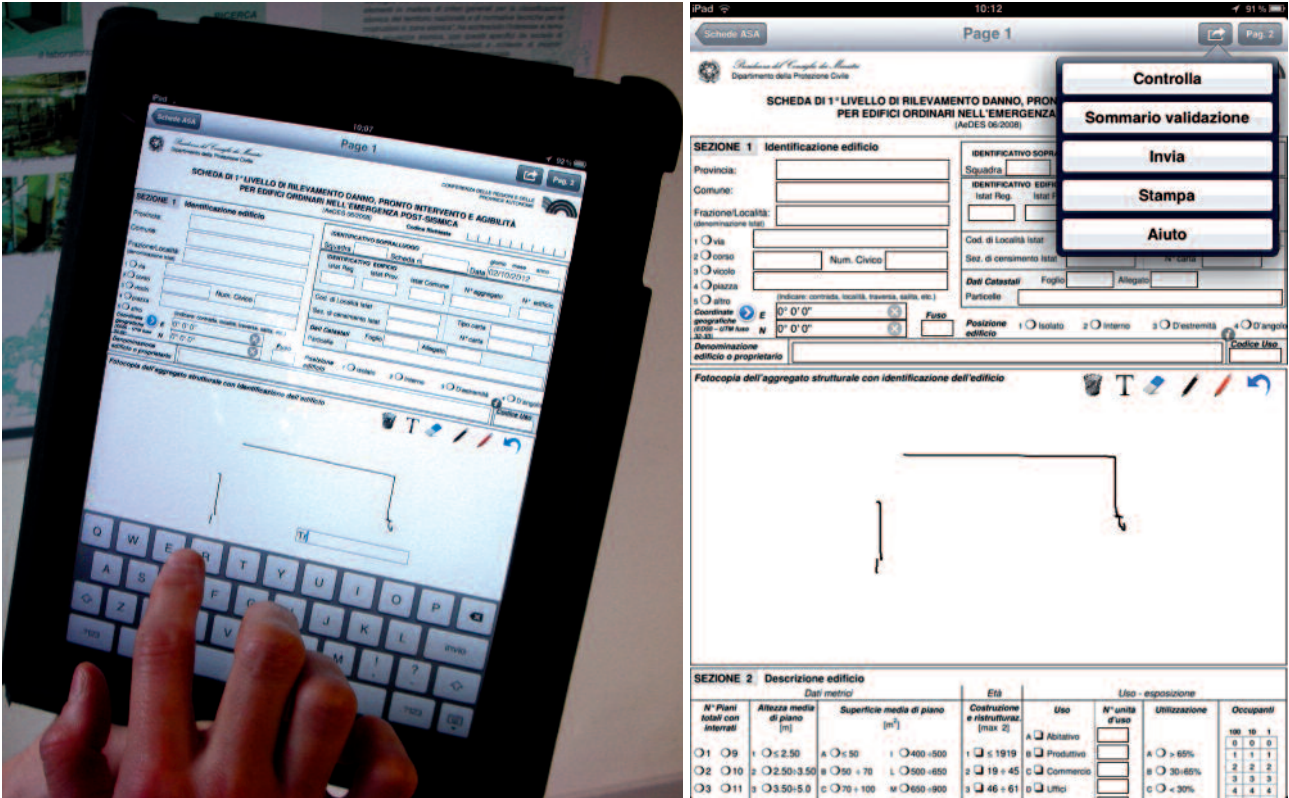


Figura 14  
Rilievo dissesti al terreno  
Prove Geofisiche – zona  
San Carlo.



allo scopo di individuare gli effetti di sito indotti dallo scuotimento sismico, i cui risultati sono stati pubblicati in un rapporto scaricabile dal sito dedicato al terremoto ([www.terremotoemilia.it](http://www.terremotoemilia.it)). Durante alcuni rilievi è stata per la prima volta utilizzata la versione beta della scheda ASA sviluppata in formato di applicazione nativa per dispositivi di tipo tablet. Le schede compilate vengono inserite all'interno del sistema avanzato di gestione e trasmissione dati dell'Unità

Mobile su campo e del database presso l'Unità Centrale. La scheda (Figura 15), che è basata ed include la scheda di rilievo AeDES, presenta una serie di vantaggi che consistono essenzialmente nella facilità e velocità di compilazione, nella standardizzazione della raccolta dati, nel controllo della completezza e congruenza delle informazioni inserite e nel trasferimento automatizzato dei dati al database centrale. Oltre ai dati standard previsti dalla scheda, l'applica-



zione permette di inserire una serie di informazioni e dati multimediali aggiuntivi (immagini, foto, video, annotazioni, disegni, etc.) che vengono conseguentemente inviati ed associati alla scheda stessa all'interno del database. Il complesso delle attività su campo è stato riportato sul sito dedicato al terremoto ([www.terremoto-emilia.it](http://www.terremoto-emilia.it) oppure [www.eqclearinghouse.org/2012-05-20-italy-it/](http://www.eqclearinghouse.org/2012-05-20-italy-it/), Progettazione Sismica, 2012), sviluppato dalla Fondazione nella forma di "clearinghouse" in accordo e collaborazione con l'EERI (Earthquake Engineering Research Institute di Oakland, California), che nei primi due mesi ha ricevuto circa 22000 visite da 96 Paesi differenti.

## 6. Conclusioni

Nei due mesi successivi all'evento emiliano, sono numerose le attività in cui è stata coinvolta la Fondazione Eucentre, operativa sul fronte dell'emergenza post-terremoto sia come Centro di Competenza della Protezione Civile Italiana, sia nell'ambito di alcuni progetti patrocinati dalla Protezione Civile Europea.

Le attività condotte, parte in sede e parte su campo, sono state molteplici ed hanno incluso attività di ricognizione danni, attività di natura numerico-sperimentale, diagnostica e valutazioni speditive e approfondite su strutture e infrastrutture, in funzione delle necessità e delle richieste del Dipartimento di Protezione Civile o della Regione Emilia Romagna.

L'esperienza nel complesso è stata fondamentale: da un lato ha infatti dato modo alla Fondazione di offrire il proprio contributo attivo nel supporto alle fasi emergenziali per quanto di propria competenza, dall'altro lato ha consentito di attivare e testare le procedure definite per il modulo ASA di valutazione strutturale avanzata, in relazione al quale sono state organizzate e gestite tutte le attività condotte su campo. L'impiego del sistema ha permesso di individuare sia gli aspetti positivi sia le criticità del sistema di risposta emergenziale, e di valutare nel complesso l'efficienza del modulo.

## Ringraziamenti

Si ringraziano il Dipartimento di Protezione Civile Nazionale e la Protezione Civile Europea (DG-ECHO) per il supporto nell'ambito dello sviluppo del modulo di valutazione avanzata. Si ringrazia inoltre la Regione Emilia Romagna per la collaborazione durante la fase dell'emergenza.

Un ringraziamento particolare va a tutto il personale ITC, tecnico e amministrativo della Fondazione, nonché alle sezioni di Eucentre che hanno contribuito in maniera significativa alle attività condotte nell'ambito dell'esperienza emiliana.

Si ringrazia infine per la collaborazione il Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile.

Figura 15 Scheda ASA, applicazione per iOS.

## Bibliografia

- Casarotti C., Pavese A. (2012) - DRHOUSE project: the ASA module for the post earthquake structural assessment, 4<sup>th</sup> International Disaster and Risk Conference IDRC Davos 2012, Davos, Switzerland, Aug 2012.
- Dolce M., Goretti A., Pavese A., Ponticelli L. (2012) - The Build-Safe Macromodule of the DrHouse Project, 15<sup>th</sup> World Conference On Earthquake Engineering (15 WCEE 2012), paper n. 5376, Lisbon, Portugal, Sept 2012.
- DG-ECHO, DRHOUSE (2010) - Development of Rapid Highly-specialized Operative Units for Structural Evaluation (EC, GA 070405/2010/565717/SUB/C3), <http://www.step.eu.com/buildsafe>
- DG Environment, STEP (2007) - Strategies and Tools for Early Post-Earthquake Assessment ([www.step.eu.com](http://www.step.eu.com)) (EC, C.N.:070402/2007/460822), [www.step.eu.com](http://www.step.eu.com)
- Dolce M., Moroni C. (2005) - La valutazione della vulnerabilità e del rischio sismico degli edifici pubblici mediante le procedure VC (vulnerabilità C.A.) e VM (vulnerabilità muratura), Atti del Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata all'ingegneria, Università della Basilicata, 4/2005.
- Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea (2007) - Decisione del consiglio dell'8 novembre 2007 che istituisce un meccanismo comunitario di protezione civile (rifusione) (Testo rilevante ai fini del SEE), (2007/779/CE, Euratom), 1/12/2007.
- Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea (2008) - Decisione della commissione del 20 dicembre 2007 recante modifica della decisione 2004/277/CE, Euratom per quanto concerne le modalità di applicazione della decisione 2007/779/CE, Euratom del Consiglio che istituisce un meccanismo comunitario di protezione civile (Testo rilevante ai fini del SEE), (2008/73/CE, Euratom), 24/1/2008.
- Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea (2010) - Decisione della commissione del 29 luglio 2010 recante modifica della decisione 2004/277/CE, Euratom della Commissione per quanto concerne le modalità di applicazione della decisione 2007/779/CE, Euratom del Consiglio che istituisce un meccanismo comunitario di protezione civile (Testo rilevante ai fini del SEE), (2010/481/UE, Euratom), 7/9/2010.
- Gruppo di Lavoro Agibilità Sismica dei Capannoni Industriali (2012) - "Linee di indirizzo per interventi locali e globali su edifici industriali monopiano non progettati con criteri antisismici".
- Lai C.G., Bozzoni F., Mangriotis M.D., Martinelli M. (2012) - Geotechnical Aspects Of May 20, 2012 M5.9 Emilia Earthquake, Italy, Version 1.0, July 13, 2012, (<http://www.terremotoemilia.it>).
- Peloso S., Zanardi A., Pavese A. (2012) - Improvement of a simplified method for the assessment of 3D R.C. frames. In: 15<sup>th</sup> World Conference On Earthquake Engineering (15 WCEE 2012). Lisbona, sept 2012, 4055.
- Presidenza del Consiglio dei Ministri (2009) - SCHEDA AeDES di livello I, OPCM 06/04/2009 - GU 81 07/04/2009.
- Presidenza del Consiglio dei Ministri, (2009) - Manuale per la compilazione della scheda di 1° livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica (AeDES).
- Progettazione Sismica (2012) - Dossier preliminare sui terremoti Mw=6.0 del 20 maggio e Mw=5.8 del 29 maggio 2012 in Emilia (Dalla Redazione)", Progettazione Sismica n. 2-2012.
- Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile (2012a) - Decreto di Nomina del gruppo di lavoro interistituzionale incaricato della predisposizione di schede di valutazione post-evento sismico per gli aspetti geologici e geotecnici e delle relative istruzioni per la compilazione, rep. 828 del 5/3/2012.
- Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile (2012b) - Decreto di Nomina del gruppo di lavoro interistituzionale incaricato della predisposizione di una scheda di valutazione danno e agibilità post-sismica per le strutture prefabbricate del relativo manuale di compilazione, rep. 827 del 5/3/2012.
- [www.eqclearinghouse.org/2012-05-20-italy-it](http://www.eqclearinghouse.org/2012-05-20-italy-it) (2012) - Clearinghouse per il Terremoto in Emilia, alias [www.terremotoemilia.it](http://www.terremotoemilia.it).