

2.12 La gestione dell'emergenza per i servizi essenziali e le lifelines a seguito dell'evento de L'Aquila

M. Dolce^{1,2}, S. Giovinazzi², I. Iervolino³, E. Nigro⁴, A. Tang⁵ ■

2.12.1 Sommario

Durante l'evento del 6 aprile le prestazioni delle reti e dei sistemi che forniscono servizi essenziali alle comunità (o *lifelines*) sono state in generale buone se comparate agli estesi danni alle strutture (Verderame et al., 2009), tuttavia essi hanno comunque subito danni e interruzioni dell'operatività che hanno richiesto attività di ripristino e gestione dell'emergenza. Nel seguito, per ciascuna delle principali lifelines relative a trasporto stradale, distribuzione e trattamento delle acque, distribuzione del gas, dell'energia elettrica, delle telecomunicazioni e assistenza post evento, si descrivono le scelte strategiche operate nelle prime fasi dell'emergenza per garantire ai soc-

corrittori di operare in sicurezza, assicurando al contempo la disponibilità dei sistemi in relazione ai danni occorsi e alle conseguenze in termini di limitata erogazione del servizio. Infine, vengono riportati i criteri e le modalità seguite nella definizione delle priorità e nell'allocazione delle risorse per operare, all'indomani del terremoto, le riparazioni necessarie e rispondere alla richiesta di erogazione del servizio nei campi di accoglienza e negli alloggi temporanei. Dallo studio riportato si evince che la gestione delle emergenze ha garantito una risposta rapida e resiliente che può costituire un modello di protezione civile non solo nazionale se opportunamente codificato.

2.12.2 Rete stradale

A seguito del terremoto, la sede Aquilana dell'ANAS dove era collocato il Compartimento della Viabilità per L'Abruzzo, è risultata inagibile. Una sede ANAS temporanea è stata immediatamente stabilita presso la Di.Coma.C. dove tecnici e amministrativi hanno operato per più di un mese con turni h24 per gestire, in sinergia con la Protezione Civile, con la Sala Operativa Nazionale, SON, e il Coordinamento Emergenza, CO.EM. dell'ANAS, l'emergenza relativa alla viabilità regionale.

La verifica della rete e il ripristino della viabilità sono stati i criteri seguiti per programmare l'attività di gestione della prima fase dell'emergenza, secondo i seguenti passi: 1) verifica speditiva della rete per garantire la transitabilità; 2) attivazione degli interventi di somma urgenza SU per il ripristino della viabilità; 3) censimento dei danni alle componenti della rete; 4) programmazione degli interventi di riparazione. Contestualmente è stata svolta attività di supporto al Dipartimento della Protezione Civile, impiegando mezzi e personale ANAS in lavori di primo parziale sgombero delle macerie, in scavi e movimento terra per l'allestimento dei campi di accoglienza per gli sfollati. Oltre al personale e ai mezzi in forze presso la sede

Aquilana dell'ANAS, le risorse con cui è stata gestita l'emergenza sono state inviate da altri Compartimenti Regionali dell'ANAS diversamente dislocati sul territorio nazionale, con un impegno mediamente pari a 80 uomini e 70 mezzi. Le situazioni più problematiche, che hanno creato limitazioni alla transitabilità della rete sono state individuate nella caduta di massi (Fig. 1a) da versanti rocciosi acclivi alle strade e nei movimenti franosi, innescati dal terremoto e aggravati dalle forti precipitazioni che si sono abbattute nell'area colpita nei giorni successivi all'evento. Va tuttavia notato che la rete principale è risultata non colpita e le cadute di massi sono avvenute principalmente nelle zone montane intorno a L'Aquila.

Nelle aree urbanizzate, limitazioni alla transitabilità sono state causate da fabbricati pericolanti adiacenti alle strade, sia edifici di civile abitazione che edifici monumentali. Si è operato immediatamente programmando interventi volti alla: 1) rimozione dei massi e delle frane dalla sede stradale; 2) messa in sicurezza dei versanti rocciosi; 3) consolidamento dei versanti in terra con interventi eseguiti sia con mezzi e personale proprio che attraverso imprese di fiducia, con procedimento di somma urgenza. L'opera di messa in sicurezza dei fabbricati pericolanti

¹ Ufficio Rischio Sismico, Dipartimento della Protezione Civile - ✉ MANCA

² Department of Civil and Natural Resources Engineering, University of Canterbury, Christchurch, NZ - ✉ MANCA

³ Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Università degli Studi di Napoli Federico II - ✉ MANCA

⁴ Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Università degli Studi di Napoli Federico II - ✉ MANCA

⁵ Technical Council on Lifeline Earthquake Engineering, American Society of Civil Engineers, US. - ✉ MANCA

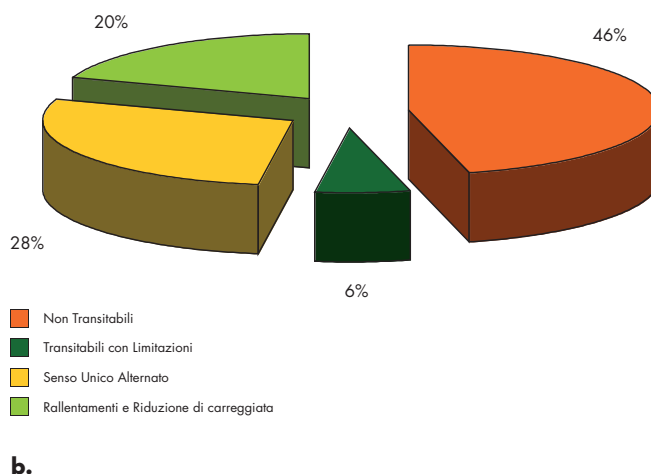


Fig. 1
(a) La SS80 "del Gran Sasso d'Italia" interessata da caduta massi, protetta da galleria paramassi fenestrate. (b) Distribuzione percentuale delle soluzioni adottate per la gestione del traffico temporaneo nelle 61 tratte stradale per le quali sono state registrate problematiche (dati aggiornati al 01/05/09).

adiacenti alle strade è stata svolta dai Vigili del Fuoco. Si è cercato di limitare al minimo possibile i tratti non transitabili optando, ove possibile, per soluzioni alternative, inclusi transitabilità con limitazioni, sensi unici alternati, limitazioni della carreggiata e rallentamenti (Fig. 1b).

Si è proceduto nel contempo al monitoraggio giornaliero delle strade e alle verifiche tecniche sulle componenti della rete, per le quali non sono stati rilevati danni ingenti, ad esclusione del cedimento strutturale del viadotto "Corfinio" sulla strada statale S.S. 5 di competenza dell'ANAS e al crollo di un ponte sulla strada provinciale S.P.36 "Forconese". Nessun danno è occorso alle numerose gallerie presenti nella regione.

A seguito delle verifiche tecniche è partita la programmazione degli interventi di riparazione delle componenti danneggiate. Durante le fasi di verifica della transitabilità e dei danni alle componenti stradali si è evidenziata la necessità, da parte dei tecnici preposti, di avere a disposizione una scheda standardizzata e strutturata per il rilievo e la descrizione dei danni osservati sul campo. Sono state quindi definite in corso d'opera, una scheda di rilievo e una procedura ad hoc. Una componente fondamentale della gestione dell'emergenza è stata la puntuale

informazione sulle mutate condizioni di transitabilità della rete. A tale proposito, è stato fornito giornalmente alla Protezione Civile un rapporto con la sintesi di tutte le chiusure, i cantieri e le opere di riparazione effettuati nei vari tratti di competenza ANAS. Sulla base di tali dati e utilizzando un sistema geografico informatizzato, GIS, la Funzione Tecnica della Di.Coma.C ha rappresentato ogni giorno le mutate condizioni della transitabilità della rete stradale su foto aeree, Carte Tecniche Regionali, tavolette IGM, etc. al fine di ottenere documentazione cartografica utile alla gestione del soccorso.

Per quanto riguarda l'informazione al pubblico, sono stati redatti "Bollettini Emergenza" per aggiornare l'utenza in tempo reale sulla situazione viabilità nell'intera Regione Abruzzo e sono state pubblicate sul sito aziendale puntuali comunicazioni e news.

Una volta gestita la fase di prima emergenza si è agito per adeguare la viabilità alla mutata condizione del traffico cittadino rispondendo alle esigenze create dai campi di accoglienza, dai cantieri per la realizzazione del progetto C.A.S.E. e dei moduli abitativi provvisori M.A.P., dalla chiusura, causa crolli edifici, della statale che attraversava la città.

2.12.3 Rete idrica

La Gran Sasso Acqua G.S.A. SpA serve nell'area del cratere la città dell'Aquila e 37 Comuni fornendo ad alcuni di essi, servizi idrici integrati comprensivi di erogazione di acqua potabile, fognatura e depurazione delle acque.

La G.S.A. dispone di n. 3 importanti sistemi di approvvigionamento (Chiarino, Gran Sasso, Acqua Oria) oltre ad alcuni secondari. L'acqua

approvvigionata viene trasportata da una rete di adduttrici costituita da circa 900 km. di tubazioni di grosso diametro e accumulata in un numero enorme di serbatoi (circa 200) che richiedono continuo controllo e manutenzione finalizzati alla funzionalità e all'igiene. L'acqua viene poi distribuita a circa 100.000 utenti attraverso una rete di distribuzione di circa 1100 km. Le pressioni all'interno delle adduttrici



Fig. 2
(a) Condotta di Paganica dove si è verificata lo sfilamento di un giunto.
(b) Riparazione di una condotta in ghisa a Paganica al momento del rientro nelle abitazioni di alcuni sfollati.

risultano piuttosto elevate pari a 30-50 atm. così come nelle reti di distribuzione dove si raggiungono pressioni di 6-8 atm.

Le reti sono piuttosto vecchie con tubazioni prevalentemente in ghisa e acciaio. La G.S.A. dispone di un servizio di telecontrollo e di valvole teleguidate collegato agli acquedotti e ai serbatoi principali. Mediante collegamenti via cavo o via etere dalla sede operativa della Gran Sasso Acqua S.p.A. è possibile effettuare letture di portata e operazioni di apertura/chiusura parziale/totale sulle elettrovalvole installate. In particolare, i serbatoi sono dotati in uscita di misuratori elettromagnetici (per basse pressioni) ed in entrata di misuratori a pressione differenziale o "Clamp on" ad ultrasuoni. Il telecontrollo permette inoltre di leggere il livello dell'acqua nei serbatoi.

Nella mattinata del 6 Aprile le apparecchiature collegate al telecontrollo hanno messo in evidenza uno sbalzo di portata molto significativo nella condotta di Paganica. Dalla sede della GSA, è stato possibile chiudere immediatamente le saracinesche relative a tale condotta prima ancora che la squadra di tecnici partisse per operare la riparazione. La causa della rottura nella condotta di Paganica è stata individuata nella faglia che ha attraversato l'acquedotto principale, sfilando la tubazione (diametro $\varnothing=600\text{cm}$, pressione dell'acqua 25-30atm) in corrispondenza di un giunto in acciaio e causando, pertanto, una fuoriuscita di acqua molto violenta (Fig. 2). Il bicchiere di connessione tra le tubazioni in corrispondenza del giunto, risultava comunque ancora innestato per un tratto di 6cm. Per rispondere in tempi rapidi all'emergenza, la riparazione è stata limitata alla saldatura delle tubazioni in corrispondenza del giunto.

Il tunnel principale di fornitura e il sistema di stoccaggio nel Gran Sasso non hanno subito danni così e non si sono rilevati ulteriori danni altre condotte principali dell'impianto. La riparazione effettuata alla condotta di Paganica ha consentito, quindi, di ristabilire, già nella serata del 6 Aprile,

l'erogazione dell'acqua corrente per tutti i Comuni gestiti dalla G.S.A., fatta eccezione per il centro storico dell'Aquila e i centri abitati maggiormente danneggiati, dove a causa dei crolli diffusi e delle rotture nelle reti, al fine di evitare allagamenti e peggioramenti negli edifici già danneggiati è stato deciso di chiudere completamente l'erogazione.

Per queste aree il ripristino dell'erogazione dell'acqua è stato effettuato gradualmente a partire dalle zone meno colpite e/o con forte necessità di riattivazione e dando priorità ai servizi strategici, alle attività produttive (inclusi gli alberghi riaperti in occasione del G8,) e, infine, ai privati cittadini residenti in edifici dichiarati agibili (classe A secondo la scheda AeDES).

La parzializzazione della distribuzione è stata permessa grazie alla presenza di reti secondarie e di un sistema di saracinesche che permettono di escludere le zone che non hanno necessità di erogazione.

È importante osservare che dopo pochi giorni dal sisma (19 Aprile) è stato però necessario intervenire nuovamente sulla condotta di Paganica, in quanto un ulteriore spostamento della faglia aveva indotto la rottura della saldatura effettuata in corrispondenza del giunto.

Nella fase successiva della gestione dell'emergenza si è operato da un lato, per servire i campi di accoglienza e dall'altro per ristabilire l'erogazione del servizio nel Comune di L'Aquila. Per la realizzazione delle opere di allacciamento per i campi di accoglienza, il lavoro del personale tecnico della società (operativo al completo già dal terzo giorno dopo l'evento sismico) è stato affiancato e supportato da quello del Genio Civile. I lavori di riparazione sono stati realizzati, per quanto possibile, dai tecnici della G.S.A. o affidandosi a ditte esterne, secondo la procedura di somma urgenza, per i lavori più impegnativi. I rapporti con le ditte esterne sono stati, al momento, interrotti a causa delle difficoltà finanziarie che la ditta sta incontrando visto il mancato introito derivato dalla

mancata riscossione delle bollette.

I danni più diffusamente riscontrati sono stati lo sfilamento/rottura dei giunti e la rottura dei tubi in ghisa (Fig. 2b). È importante sottolineare che in tutte le "zone rosse" le condotte idriche sono ancora chiuse, non consentendo ad oggi, la stima dell'entità e della diffusione dei danni subiti dalla rete in tali aree¹.

La potabilità dell'acqua è stata ufficialmente certificata giornalmente sin dai primi giorni successivi all'evento sismico. Il servizio è stato garantito da una società di gestione acqua che opera in area limitrofa, la C.A.M., che è intervenuta con i propri laboratori mobili in quanto il laboratorio

che normalmente eseguiva le analisi ufficiali per la G.S.A. è risultato gravemente danneggiato dal terremoto. La terza fase della gestione dell'emergenza ha previsto la realizzazione della rete idrica molto spesso inesistente nei siti identificati per il progetto C.A.S.E e per i moduli abitativi provvisori M.A.P e degli allacci per tutti gli alloggi temporanei. L'incarico per la realizzazione di tali opere è stato affidato a ditte esterne sia per la progettazione che per la realizzazione dei serbatoi e della rete di distribuzione. I costi di questa operazione sono stati coperti dalla Protezione Civile. La gestione del servizio verrà comunque affidata alla G.S.A spa.

2.12.4 Impianti di depurazione

I sopralluoghi tecnici effettuati (Nigro & Bilotta, 2009) presso gli impianti di depurazione per reflui civili del Comune de L'Aquila (AQ), nelle Località Ponte Rosarolo, Pile ed Arischia, e presso l'impianto situato nel Comune di Corfinio (AQ) hanno evidenziato che gli impianti esaminati presentavano caratteristiche tecniche simili fra loro dettate dalla medesima funzione operativa: ciascuno era dotato delle strutture necessarie per il trattamento dei reflui (vasca di arrivo, vasca di areazione, vasca di digestione, vasche di sedimentazione, ispessitore, nastropressa e cloratore) e di quelle con funzione gestionale (strutture adibite ad ufficio, locali per apparecchiature tecnologiche e laboratori di analisi).

L'impianto in località Ponte Rosarolo serve L'Aquila ed è situato in prossimità del centro storico dell'Aquila (42°20'18.10"N - 13°23'39.09"E). Le strutture sono state realizzate negli anni '60 - '70. La vasca di digestione in calcestruzzo armato presentava il crollo parziale di una parete longitudinale (Fig. 3a), numerose fessure verticali su una parete trasversale ed il distacco delle pareti ortogonali in corrispondenza degli spigoli (Fig. 3b). Il crollo parziale della parete ha coinvolto anche la tubazione di acciaio di adduzione dei reflui ad essa collegata. Nella costruzione adibita ad ufficio, locale apparecchiature tecnologiche e laboratorio (struttura intelaiata in c.a.) sono state inoltre riscontrate lesioni ai tramezzi interni e lesioni ad un tomagno esterno. Non erano, tuttavia, presenti danni ad elementi strutturali e le lesioni rilevate sugli elementi non strutturali non rappresentavano in ogni caso un danno rilevante, né costituivano impedimento all'agibilità dell'edificio. Le strutture ispezionate sono risultate, pertanto, agibili al momento del

sopralluogo, ad eccezione della vasca di digestione che è risultata invece inutilizzabile. A causa di tali danni il depuratore ha perso acque reflue ed è stato parzialmente chiuso riducendo la capacità di smaltimento di circa il 60%. La funzionalità residua è stata comunque sufficiente a rispondere alla domanda, che è risultata significativamente ridotta grazie al notevole numero di sfollati (circa 30.000) alloggiati al di fuori della città.

Le strutture dell'impianto di Pile (42°21'3.25"N - 13°22'13.41"E), che è situato fra il centro abitato e la zona industriale de L'Aquila ed è il secondo impianto a servizio della città, sono state realizzate in due periodi differenti (anni '80 e 2000) con setti in c.a. e solette piene in c.a. Non è stata riscontrata la presenza di danni strutturali, ma solo alcune lesioni ai tramezzi e tomagni dei locali uffici. Relativamente alle vasche di sedimentazione a sezione circolare, di più vecchia realizzazione, si è osservato un deterioramento del cordolo superiore di coronamento con significativa corrosione dell'armatura. Le strutture ispezionate sono risultate, pertanto, agibili e perfettamente funzionanti nonostante i danni di natura non sismica, legati al degrado dei materiali conseguente ad una insufficiente manutenzione delle vasche di sedimentazione. Tuttavia, un tubo connesso alla pompa (non ancorata) nella sala di controllo ha subito danni a causa di uno spostamento della stessa di 15 cm, figura 3c. Infine è da notare che a questo impianto l'energia è mancata per tre giorni dopo il terremoto; esso ha dunque funzionato grazie ad un proprio generatore di riserva.

L'impianto in località Arischia (42°24'49.02"N - 13°20'25.48"E) presenta strutture in c.a. ad eccezione delle vasche circolari di percolazione, costi-

¹ Il consumo d'acqua è stato ridotto del 30% dopo il terremoto come conseguenza della chiusura del sistema nella zone rosse, mentre serbatoi mobili sono stati usati per servire nei campi di soccorso.



tuite da pareti circolari in muratura di blocchi artificiali con cordolo sommitale in c.a., e di un muro di sostegno a gravità in pietra a monte dei percolatori. Le strutture risalgono agli anni '70 ad eccezione del cordolo di collegamento in testa alla vasche di percolazione, che è di più recente realizzazione. Sono state riscontrate lesioni ad una parete del pozzetto di distribuzione ed il danneggiamento al muro di sostegno in pietra, che hanno comportato la parziale ostruzione della canaletta di scolo posta alla base dei percolatori. Per quanto riguarda le vasche circolari di percolazione, uno dei due distributori rotanti è risultato inutilizzabile per il probabile danneggiamento del perno di sostegno, mentre le lesioni riscontrate su qualche blocco della struttura erano precedenti al sisma. Infine, si è riscontrato un lieve danneggiamento del pozzetto di uscita in corrispondenza dell'innesto dei tubi. Le strutture ispezionate sono risultate, pertanto, agibili, sebbene il ripristino della piena funzionalità idraulica dell'impianto necessitasse di alcuni piccoli interventi di ripristino e della riparazione del distributore rotante di una vasca di percolazione. La vetustà dell'impianto suggerisce in ogni caso un costante monitoraggio dello stesso anche dopo l'intervento di ripristino. L'impianto di depurazione di Corfinio (AQ) situato non molto distante dal centro del comune stesso ($42^{\circ} 7'25.74''N - 13^{\circ} 50'31.78''E$) è stato realizzato con strutture in c.a. negli anni '90. La parte centrale delle pareti longitudinali della vasca di aerazione, giuntata rispetto alle parti laterali mostrava una rotazione verso l'esterno della vasca stessa; tale rotazione è molto probabilmente avvenuta in gran parte prima dell'evento sismico, come testimoniato dal confronto della posizione pre-sisma e post-sisma di alcuni vetrini applicati in corrispondenza del giunto già due anni prima dell'evento: gli spostamenti dovuti al

sisma non hanno compromesso la tenuta idraulica del giunto, né la funzionalità della struttura. Un'analisi complessiva dei danni rilevati è stata effettuata in relazione alla posizione di ciascun impianto rispetto all'epicentro dell'evento sismico del 6 aprile 2009 (ore 01.32 UTC) ed in relazione alle caratteristiche del moto al suolo fornite dalle registrazioni della Rete Accelerometrica Nazionale (RAN) disponibili (Chioccarelli et al., 2009) si può osservare che:

- l'impianto di Ponte Rosarolo è situato in prossimità dell'epicentro e molto vicino alla stazione accelerometrica AQQ, in cui si sono registrate accelerazioni al suolo $a_g = 3.7 \text{ m/s}^2$ pari a circa la metà del valore massimo registrato per lo stesso evento sismico (stazione AQV - $a_g = 6.6 \text{ m/s}^2$); in seguito al sisma, l'impianto ha mostrato danni alle vasche di sedimentazione rettangolari maggiori di quelli riscontrati nelle vasche di sedimentazione circolari dell'impianto di Pile, nonostante la vicinanza geografica con quest'ultimo. La risposta strutturale delle vasche circolari è risultata, in sostanza, migliore di quella delle vasche rettangolari, soprattutto a causa della carenza in queste ultime di particolari costruttivi atti a garantire un efficace collegamento ai setti ortogonali;
- l'impianto di Arischia, sebbene sia più distante dall'epicentro (circa 10 km), si trova a circa 5 km dalle stazioni accelerometriche dell'Aquila AQV, AQG ed AQA, in cui sono stati registrati i massimi valori di accelerazione al suolo, e ha mostrato comunque alcuni danni strutturali e impiantistici;
- l'impianto di Corfinio non ha subito danni soprattutto in virtù della distanza dall'epicentro (circa 50 km): la massima accelerazione registrata dalla stazione accelerometrica di

Fig. 3
(a) Impianto Ponte Rosarolo. Vasca di digestione: crollo parziale di una parete longitudinale e della tubazione collegata. Foto 3 - Impianto Ponte Rosarolo.
(b) Vasca di digestione: dettaglio del distacco delle pareti ortogonali in corrispondenza degli spigoli.
(c) Spostamento della pompa nella sala di controllo.

Sulmona (Sul) situata nelle vicinanze dell'impianto, è infatti pari ad $a_g = 0.34 \text{ m/s}^2$, pari

a circa un ventesimo di quella massima registrata dalla stazione dell'Aquila AQV.

2.12.5 Rete di distribuzione del gas

L'erogazione del gas nel Comune dell'Aquila e in altri 5 Comuni del cratere (Lucoli, Tornimparte, Ocre, Rocca di Cambio, Rocca di Mezzo) è gestita da Enel Rete Gas S.P.A, con una rete di 621 Km di cui 234 Km in media pressione e 387 Km in bassa pressione. La rete di media pressione si innesta nel metanodotto nazionale, rete SNAM ad alta pressione, attraverso 3 cabine di 1° salto. Circa 300 gruppi di riduzione, consentono la trasformazione dalla pressione di trasporto (2.5-3 bar) alla pressione di distribuzione (0.025 bar-0.035 bar). Le tubazioni, prevalentemente in acciaio, hanno in media un diametro interno di $\mathcal{A}_{\text{interno}} = 125 \text{ cm}$ ($\mathcal{A}_{\text{esterno}} = 139.7 \text{ cm}$), i giunti sono saldati.

Il criterio seguito per la gestione della rete gas, nella prima fase immediatamente successiva alla emergenza, è stata la tempestiva messa in sicurezza dell'impianto al fine di evitare esplosioni, fughe di gas e incendi e consentire ai mezzi di soccorso e alle squadre USAR di agire in massima sicurezza. Per garantire tale priorità, tutta la rete Enel Rete Gas è stata interrotta operando la chiusura delle 3 cabine di primo salto. Grazie a questo intervento, e alla rottura di una condotta nei pressi di Onna (Fig. 4a), è stato possibile ridurre significativamente la pressione del gas in modo tempestivo evitando l'occorrenza di effetti secondari. La successiva chiusura dei gruppi di riduzione, ha garantito la completa messa in sicurezza della rete, in meno di due ore dall'evento sismico. Nei giorni successivi all'evento, si è provveduto alla chiusura, ove possibile, di tutti i rubinetti esterni ai fabbricati². La condotta danneggiata a Onna è stata sostituita con una nuova che però è stata connessa rigidamente a delle spalle di calcestruzzo specificamente costruite.

È importante sottolineare che, a seguito dell'evento sismico, la sede della società Enel Rete Gas di L'Aquila, è risultata inagibile. Il responsabile e il personale si sono trovati ad operare in assenza del materiale cartografico e di supporti informatici. L'esistenza di un sistema informatico integrato, geografico GIS e base-dati di cui la società Enel Rete Gas si avvale a livello nazionale, ha consentito di ristampare la carto-

grafia e il materiale necessario ad operare appoggiandosi alle sedi Enel Rete Gas geograficamente più vicine, Teramo e Pescara.

La seconda fase della risposta all'emergenza ha previsto l'attivazione di mezzi e risorse a supporto del soccorso. La priorità seguita è stata quella di fornire gas nel minor tempo possibile alle strutture strategiche utilizzando carri bombolai e cabine di riduzione mobili. Sono stati organizzati turni lavorativi h24 per le squadre, composte da tecnici ed operativi, provenienti dalla Zona L'Aquila, da altre Zone Gas del territorio nazionale e dalla sede centrale di Milano. L'impegno medio giornaliero di risorse e mezzi è stato, nel primo mese, pari a circa 70 uomini e 35 mezzi, inclusi autocarri attrezzati, carri bombolai e mezzi cercafughe.

Contestualmente, sono state intraprese le operazioni per la riattivazione del servizio, da operarsi in modo graduale ristabilendo l'erogazione del gas nella rete di media pressione, poi in quella di bassa pressione fino a ciascun rubinetto esterno precedentemente chiuso.

La riattivazione del servizio ha previsto quattro fasi: 1) verifica di tenuta; 2) verifica in azoto; 3) bonifica di tubazioni e/o rubinetti; 4) riapertura. Nella fase di verifica della tenuta, l'individuazione di rotture nelle tubazioni e/o eventuali dislocazioni dei giunti è stata operata agendo, in prima battuta, da nodo a nodo e procedendo quindi per segmentazioni successive.

Il materiale necessario alla riparazione è stato immediatamente disponibile grazie al sistema logistico integrato di cui Enel Rete Gas si avvale, dirottando su L'Aquila il materiale normalmente in stoccaggio nell'interporto di Battipaglia per l'esecuzione di opere di manutenzione e riparazione ordinaria.

La strategia seguita ha consentito di assicurare dopo tre mesi dal terremoto, la bonifica e il collaudo di più del 90% della rete. Il diagramma in figura 4b, mette in evidenza questo risultato mostrando la completa riattivabilità di tutte le utenze con casa agibile tre mesi dopo il terremoto, eccezione fatta per la città di L'Aquila.

Il riallaccio delle singole utenze, ultima fase della riattivazione, ha richiesto, da un lato, la definizione delle priorità da seguire e dall'altra la defi-

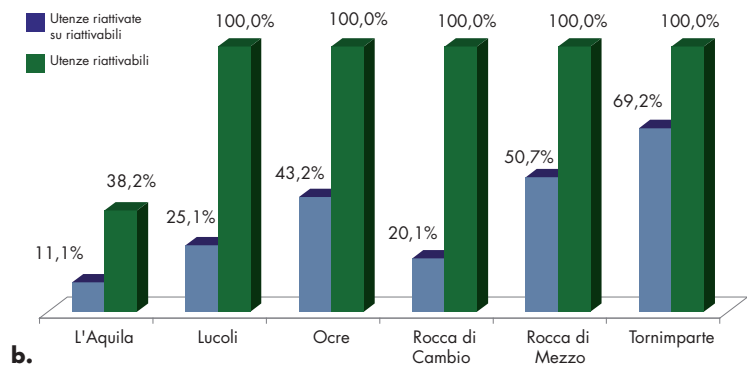
² Si è, altresì, notato nei collassi totali di alcuni edifici al centro di L'Aquila essi avevano la valvola che garantisce l'interruzione automatica del flusso di gas nel caso questo aumenti eccessivamente come nel caso di un tranciamento, si crede che questo abbia contribuito ad evitare incendi ed esplosioni a seguito dell'evento.



nizione delle verifiche da effettuare per certificare la sicurezza di impianti sottoposti all'azione del terremoto. Le priorità seguite sono state quelle dettate dalla Protezione Civile, quindi riallaccio degli edifici strategici, degli impianti produttivi, industriali e artigiani e in ultima battuta riallaccio degli edifici residenziali. Le procedura per le verifiche è stata definita ad hoc di concerto con Protezione Civile, Vigili del Fuoco e nel rispetto delle procedure seguite da Enel Rete Gas per le verifiche ordinarie. Si è deciso di riallacciare gli utenti una volta soddisfatte le seguenti quattro condi-

2.12.6 Distribuzione dell'energia elettrica e telecomunicazioni

Il sistema di distribuzione dell'energia ha subito danni alle connessioni dei bus con i trasformatori nelle sottostazioni e caduta di pali e di attacchi dei terminali. L'edificio di controllo della rete è stato severamente danneggiato e spostato in un edificio provvisorio vicino all'edificio (Tang e Cooper, 2009). La parte essenziale delle operazioni è stata eseguita in meno di 12 ore. In alcune aree l'energia elettrica è mancata per tre giorni. Un esempio di danni alle sottostazioni che servono la rete di L'Aquila è riportato in figura 5a, esso è dovuto allo spostamento del trasformatore non ancorato durante il terremoto. Va notato che l'oscillazione dell'olio di raffreddamento ha fatto scattare uno spegnimento di sicurezza per pressione il che ha evitato danni più costosi. Uno dei trasformatori si è spostato di circa 14 cm, 30 pali hanno subito danni alle connessioni che hanno causato interruzioni di servizio. Più di 180 scatole di connessione hanno avuto seri danni ai collegamenti dei cavi per ribaltamento che hanno causato interruzioni di erogazione localizzate (Figura 5b). La centrale di controllo di L'Aquila ha subito danni sia all'edificio che agli apparati ed è stata spostata in un edificio temporaneo nello spazio antistante l'edificio danneggiato.



zioni: 1) abitazione agibile (classificata come A a seguito del rilievo con scheda AeDES); 2) verifica di tenuta dell'impianto; 3) verifica del funzionamento degli apparecchi; 4) verifica dei fumi. La Protezione Civile si è fatta interamente carico del costo dell'operazione di verifica richiesta per riallacciare le singole utenze. È stata inoltre istituita una linea telefonica dedicata (Linea Amica Abruzzo) per facilitare e supportare gli utenti in questa operazione. Infine si riporta che non si hanno notizie di danni eventuali a impianti di immagazzinamento del gas.

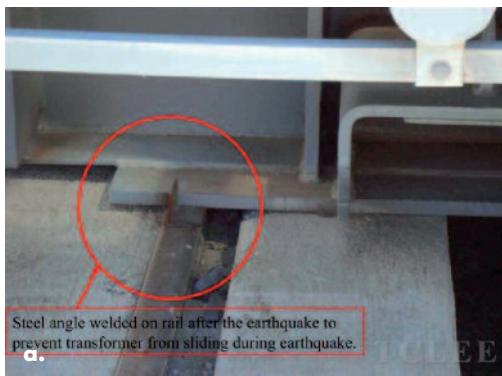
Fig. 4
(a) Onna (AQ), condotta danneggiata.
(b) Percentuali utenze riattivabili e utenze in gas all'8 di Giugno 2009.

Sebbene siano stati necessari 3 giorni per lo spostamento completo, la parte essenziale del sistema era operativa alle 9 AM del giorno dopo il terremoto. I trasformatori nelle sottostazioni non erano ancorati, dopo il terremoto alcuni angolari sono stati saldati per impedirne lo scivolamento, ma questo sistema è sembrato sottodimensionato (Fig. 6a). Nelle cabine di controllo delle sottostazioni le batterie non erano ancorate sebbene non si abbia notizie di danni alle stesse (Fig. 6b). Le telecomunicazioni si sono comportate sufficientemente bene, esse sono rimaste interrotte per un paio d'ore subito dopo il terremoto. Ciò è probabilmente dovuto alla installazione di antenne cellulari supplementari (sebbene la rete non abbia subito danni) il che ha ridotto l'impatto dell'incremento di traffico tipico seguente agli eventi. Vigili del fuoco e polizia hanno usato la radio come mezzo principale di comunicazione con i telefoni cellulari come sistema complementare, questo sistema non ha avuto interruzioni grazie all'entrata in funzione di un impianto di generazione di riserva. I tre ripetitori dei vigili del fuoco non hanno subito danni. Un certo numero di linee fisse danneggiate si trovavano nelle aree in cui gli abitanti sono stati sfollati per cui la domanda di servizio risultava molto ridotta.

Fig. 5
 (a) Danno alla connessione rigida in cima a un trasformatore.
 (b) Tipico danno ad una scatola di connessione.



Fig. 6
 (a) Angolari in acciaio installati dopo l'evento per impedire lo scivolamento dei trasformatori.
 (b) Gruppi di batterie non ancorati tipici nelle cabine di controllo delle sottostazioni.



2.12.7 Servizi di ospitalità temporanea

Va notato che anche il sistema di assistenza alle popolazioni colpite dal terremoto può essere considerato, con una accezione estensiva del termine, come una lifeline intendendo in questo modo che garantiscono la continuità dei servizi essenziali. Il governo italiano e le organizzazioni non governative (NGO) hanno svolto un lavoro eccellente in merito a ciò. Il Sistema Nazionale di Protezione Civile, con le sue varie componenti,

ha approntato campi che garantissero i servizi essenziali, alcuni dei quali includevano internet oltre che assistenza sanitaria, cibo e acqua. La percezione delle vittime è stata molto positiva in questo senso e molti abitanti non si sono mostrati contenti di dover tornare alle loro case perfettamente agibili o solo lievemente danneggiate (anche per il rischio di aftershock). Più di 30000 persone hanno usufruito dei servizi temporanei in oltre 160 siti allestiti, figura 7.

Fig. 7
 Uno dei campi temporanei allestiti nella zona de L'Aquila dalla protezione civile, dalla croce rossa, dai vigili del fuoco e dall'esercito.



2.12.8 Conclusioni

Le prestazioni delle lifelines durante il terremoto si possono ritenere ragionevolmente buone se messe in relazione alle perdite provocate dai danni agli

edifici. Questo sia perché l'impatto delle interruzioni nei servizi di rete è stato fortemente ridotto dal fatto che le aree più colpite dal terremoto, e designate come zone rosse, sono state sfollate e

l'accesso impedito, sia perché la gestione dell'emergenza è stata particolarmente efficace garantendo interruzioni limitate dei servizi.

I danni alle strutture di alcuni impianti di trattamento delle acque reflue hanno ridotto la funzionalità del servizio, ma anche in questo caso le operazioni di sfollamento ne hanno ridotto la domanda di circa il 40%.

Le opere d'arte del sistema stradale non hanno subito danni significativi e comunque fuori dalle arterie principali, le limitazioni principali al traffico stradale sono state dovute soprattutto alle macerie in strada e alle frane e ai massi che hanno invaso alcune sedi stradali montane.

Dal punto di vista della riduzione del rischio, dalla analisi di questi casi si è evinto che l'ancoraggio degli elementi costitutivi degli impianti dovrebbe essere la priorità nella messa in sicurezza dei componenti delle lifelines. In particolare le connessioni flessibili dovrebbero essere normate e diventare pratica comune.

Dal punto di vista della gestione delle emer-

genze, il Dipartimento della Protezione Civile ha efficacemente coordinato le diverse componenti del sistema per una risposta rapida post sisma. I responsabili e direttori tecnici delle varie reti hanno partecipato al tavolo da cui sono state prese le prime decisioni strategiche sin dalle prime ore successive all'evento. La collaborazione con il DPC è proseguita, durante tutte le fasi della gestione dell'emergenza e della risposta ed è tuttora in atto, operata a mezzo di rappresentanti delle reti che giornalmente collaborano con le Funzioni tecniche preposte presso la Di.Coma.C e che partecipano alla riunione di coordinamento organizzata ogni sera nella sede della Protezione Civile.

Infine, più di 160 campi di accoglienza alla popolazione sono stati magistralmente gestiti. Dallo studio riportato si evince che la gestione delle emergenze relativa ai servizi di rete ha garantito una risposta rapida e resiliente che può costituire un modello di protezione civile non solo nazionale se opportunamente codificato.

Ringraziamenti

Si ringraziano per la cortese collaborazione e le informazioni fornite il Dott. Roberto Pezzali, Responsabile della Zona Gas L'Aquila per Enel Rete Gas SpA, l'Ing. Valerio Mele, Capo compartimento della Viabilità per L'Abruzzo, ANAS SpA, l'Ing. Aurelio Melaragni diret-

tore tecnico della Gran Sasso Acque SpA, la dott.ssa Masciola (Dirigente dell'Assessorato all'Ambiente – Provincia de L'Aquila), l'Ing. Gabriella Proietti, Protezione Civile, Responsabile della Funzione Servizi Essenziali istituita presso la Di.Coma.C.

Bibliografia

Chioccarelli E., De Luca F., Iervolino I. (2009). Preliminary study on L'Aquila earthquake ground motion records V5.2 [Report disponibile a: http://www.reluis.it/doc/pdf/Aquila/Peak_Parameters_L_Aquila_Mainshock_V5.2.pdf].

Nigro E., Bilotta A. (2009) - Rapporto sui danni subiti dagli impianti di depurazione per reflui civili a seguito dell'evento sismico del 6 aprile 2009 – V1.00. [Report disponibile a: http://www.reluis.it/doc/pdf/Aquila/Depuratori_Provincia_Aquila_V1.00.pdf].

Tang A., Cooper T.R. (2009) - L'Aquila Earthquake, Abruzzo. Italy May. 06, 2009 M w =6.3 – Lifeline Performance. [Report disponibile a: http://www.reluis.it/doc/pdf/Aquila/Lifelines_TCLEE.pdf].

Verderame G.M., Iervolino I., Ricci P. (2009) - Report on the damages on buildings following the seismic event of 6th April 2009 time 1:32 (UTC) - L'Aquila M = 5.8. [Report disponibile a: http://www.reluis.it/doc/pdf/Aquila/Rapporto_fotografico_V1.2.pdf].