

# POTRES PRI L'AQUILI (SREDNJA ITALIJA)

6. aprila 2009

## Earthquake in L'Aquila (central Italy)

on 6 April 2009

Ina Cević\*, Matjaž Godec\*\* UDK 550.34(450L'Aquila)"2009"

### Povzetek Abstract

V ponedeljek, 6. aprila 2009, ob 3.32 zjutraj po lokalnem času je nastal potres z navorno magnitudo 6,2 na globini 9 km v bližini mesta L'Aquila v srednji Italiji. Mesto L'Aquila, v katerem je živel okoli 73.000 prebivalcev, je prestolnica pokrajine Abruzzo. V potresu je umrlo 308 ljudi, ranjenih je bilo okoli 1500, porušenih ali poškodovanih je bilo 10–15 tisoč zgradb. Začasno so oblasti evakuirale skoraj 80.000 prebivalcev, od tega jih je 24.000 ostalo brez doma. Takoj po potresu so na teren odšli seizmologi in geologi ter začeli zbirati podatke o učinkih na zgradbe in naravo. Seizmološki ekipi sva se priključila tudi avtorja in sodelovala pri zbiranju makroseizmičnih podatkov v L'Aquili in okoliških krajih.

On Monday, 6 April 2009, at 3.32 a.m. local time, an earthquake with a magnitude of 6.2 hit L'Aquila in central Italy, a town with 73000 inhabitants and the capital of the Italian province of Abruzzo. According to official data, 308 people died in the earthquake, 1500 were injured and 10-15 thousand buildings were damaged. The authorities temporarily moved 80000 inhabitants, 24000 of them being homeless. Immediately after the earthquake, seismologists and geologists started field surveys in order to collect data on the earthquake's effect on the buildings and the environment. Two Slovenian experts joined the efforts and helped collecting the macro seismic data in L'Aquila and the surrounding area.

## Zgodovinska seizmičnost in potresna ogroženost L'Aquile

Potresna zgodovina mesta L'Aquila nam razkriva, da so ga v preteklosti že večkrat porušili močni potresi (slika 1) (Guidoboni in dr., 2007). Najmočnejši med njimi se je zgodil 2. februarja 1703, ko so učinki potresa v mestu dosegli deveto stopnjo lestvice MCS (v Italiji je še vedno v uradni rabi lestvica MCS, EMS uporabljajo le občasno). Pred tem so mesto prizadeli vsaj trije močni potresi (leta 1315, 1349 in 1461). Za potres 27. novembra 1461 obstajajo zgodovinski zapisi o poškodbah v L'Aquili, posebej na monumentalnih stavbah. Poškodovana so bila tudi naselja v okolici (Onna, Poggio Pienze, Castelnuovo, S. Eusanio, Barisciano in Castelvecchio C.), ki so jugovzhodno od mesta. Na ta dan sta se zgodila dva močna potresa, sledila jima je dva meseca trajajoča potresna aktivnost. Več močnih

popotresov je povzročilo dodatno povečanje poškodb na stavbah. Zgodovinske raziskave tega potresnega niza kažejo na možnost, da je njegova ocenjena moč podcenjena in da so bile razmere verjetno zelo podobne tem leta 2009.

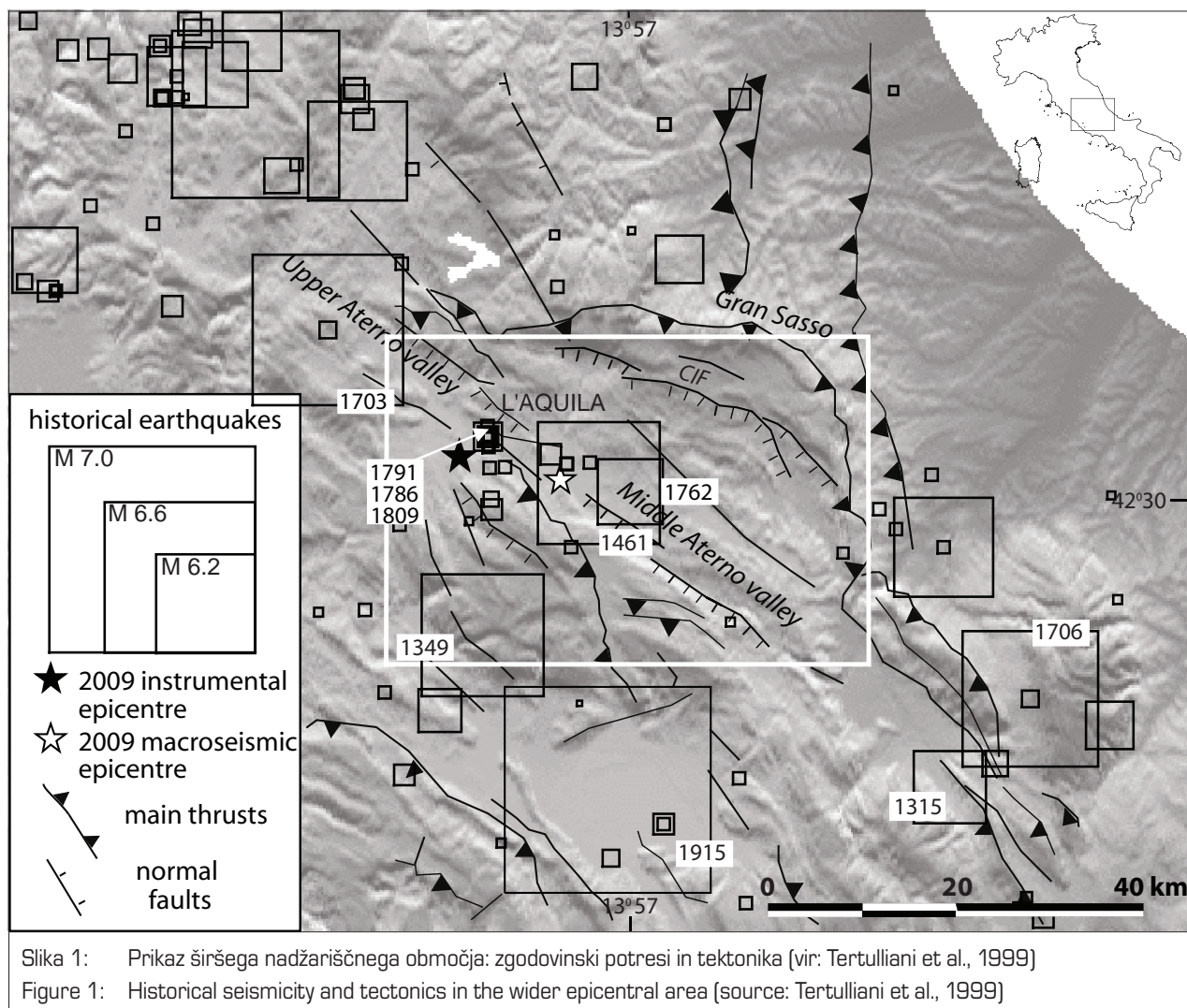
Pogosti potresi, ki povzročijo močne poškodbe, vplivajo tudi na videz nekega kraja, tako je bilo tudi v L'Aquili pred zadnjim potresom sorazmerno malo srednjeveških stavb. Zgodovinsko mestno jedro je bilo večinoma zgrajeno na začetku 18. stoletja.

Naslednji močan potres je prizadel mesto 6. oktobra 1762 in povzročil znatno gmotno škodo predvsem v krajih jugovzhodno od L'Aquile. Poškodovane so bile nekatere izmed lokacij, ki so bile močno prizadete tudi leta 2009: v kraju Castelnuovo je bila intenziteta potresa leta 1762 IX-X MCS, v Poggio Pienze IX MCS, v Bariscianu VIII MCS in v L'Aquili VII MCS. Ta potres so čutili tudi v Rimu, približno 100 km od nadžarišča.

Po letu 1703 ni bilo potresov, ki bi v L'Aquili dosegli tako visoko intenziteto, čeprav se območje ni izognilo poškodbam stavb zaradi potresov. Zgodili so se številni nekoliko šibkejši potresi blizu mesta, pa tudi nekateri bolj oddaljeni (najmočnejši od njih je bil potres leta 1915 pri

\* Ministrstvo za okolje in prostor RS, ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, Ljubljana, ina.cevic@gov.si

\*\* Ministrstvo za okolje in prostor RS, ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, Ljubljana, matjaz.godec@gov.si



kraju Fucino), ki so povzročili nekaj poškodb tudi v L'Aquili in bližnji okolici.

Glede na potresno zgodovino, kot tudi na geološko zgradbo, je bilo na kartah potresne nevarnosti območje L'Aquile uvrščeno v cono z največjo verjetnostjo za močan potres. Že raziskave iz leta 1999 so to področje uvrstile med štiri najbolj ogrožena v Italiji, kar so potrdile tudi vse poznejše študije (Stucchi in dr., 2009).

## Kratek pregled geološke zgradbe nadžariščnega območja

Tektonski režim dela Apeninov, v katerem je pokrajina Abruzzo, opredeljujejo kvartarni normalni prelomi, ki potekajo v smeri S–J ali SZ–JV (slika 1). Ti prelomi so odgovorni za pojav večine močnih potresov v tem delu Italije. V bližini mesta L'Aquila je sistem prelomov v smeri SZ–JV povezan z enako usmerjenimi depresijami, z vidno aktivnostjo v kvartarju (Tertulliani in dr., 2009). Najmočnejši potres na tem območju (leta 1703) povezujejo s prelomnim sistemom v zgornjem delu doline reke Aterno.

Kot mesto nastanka potresov leta 2009 so geologi najprej sumili prelom Paganica, ki je bil aktiven tudi v zgodovini in je odgovoren za nekaj pomembnih potresov na tem območju, predvsem za tistega iz leta 1703. Raziskave pa so pokazale (Tertulliani in dr., 2009), da je 300-letno obdobje prekratko, da bi se ob njem lahko ponovno zgodil potres s tako veliko magnitudo. Po zadnjih domnevah naj bi bilo žarišče potresa leta 2009 sicer na istem seizmogenem območju, toda na enem izmed bližnjih prelomov.

## Potresna aktivnost leta 2009

Potres 6. aprila 2009 je bil najmočnejši v nizu potresov, ki so se na tem ozemlju dogajali že štiri mesece (INGV, 2009, 2009a). Mnoge izmed njih so prebivalci čutili in vznemirjenost se je povečevala, posebej po potresu 31. marca (magnituda 4,1). Glavnemu potresu so sledili trije popotresi z magnitudo večjo od 5,0, nato pa še 13 potresov z magnitudo večjo od 4,0. Do novembra 2009 so seizmografi zabeležili več kot 30.000 popotresov.

Žarišče najmočnejšega potresa (6. april 2009, 1.32 UTC oziroma 3.32 po lokalnem, srednjeevropskem poletnem času) je bilo v globini devetih kilometrov. Njegova navorna

magnituda ( $M_w$ ) je bila 6,2, lokalna ( $M_L$ ) pa 5,8 (oboje po podatkih INGV). Največjo intenziteto (IX–X MCS) je potres dosegel v krajih Castelnovo, Onna in San Gregorio (Galli in Camassi, 2009).

Popotresi so se dogajali na 30 km dolgem območju, raztegnjenem v smeri SZ–JV, vzporedno s prevladujočimi geološkimi strukturami. Globine žarišč so bile med 10 in 12 km, le eden najmočnejših popotresov je bil na globini 15 km.

## Stavbni fond na nadžariščnem območju

V pokrajini Abruzzo je, tako kot drugod v Italiji, stari del mesta središče življenja. Na širšem območju L'Aquile se je pozidava začela že v 13. stoletju in se nadaljevala do modernih časov. Ti objekti (s prezidavami in dozidavami) so del vsakodnevnega življenja v središčih mest.

Zgradbe v stari L'Aquili so predvsem zidane. Največ poškodb je bilo na zgradbah iz 18. in 19. stoletja, ker so mestno središče po potresu leta 1703 zgradili na novo. Prav tako pa v zadnjih desetletjih niso namenjali dovolj pozornosti načrtnemu zmanjševanju ranljivosti starih zgradb.

Poleg starih objektov so se porušili tudi posamezni novejši, predvsem zato, ker pri gradnji niso bili upoštevani pravila in standardi potresno odporne gradnje (tu so bili med hudo poškodovanimi predvsem neduktilni betonski okvirji). Ob tem je Enzo Boschi, predsednik italijanskega državnega inštituta za geofiziko in vulkanologijo (INGV), izjavil: »Porušene zgradbe v Abruzzu niso bile grajene tako, da bi lahko prestale potres, ki sploh ni bil tako močan.« Dodal je, da so se Italijani še po vsakem potresu pobrali, vendar pa, da ni v njihovi kulturi, da bi pri gradnji uporabili pravi način – to je potresno odporno gradnjo novih in potresno utrditev starih zgradb. Italijanski vodilni strokovnjak na področju geologije in naravnih nesreč Franco Barbieri je v enem izmed intervjujev tudi izjavil, da ga jezi, ker pri podobnem potresu v Kaliforniji ali na Japonskem sploh ne bi bilo smrtnih žrtev.

### Stari zidani objekti

Popolne porušitve zidanih zgradb v starem delu L'Aquile so bile redke, so pa bile številne stavbe iz delno obdelanega ali neobdelanega kamna tako hudo poškodovane, da jih je bilo treba pozneje podreti. V nekaterih primerih so se porušile stropne konstrukcije. Leseni stropi so, kot posledica ločevanja nepovezanega zidovja, izgubili oporo na nosilnih zidovih. Sorazmerno dobro »obnašanje« starih stavb v L'Aquili (v primerjavi s podeželjem) je predvsem posledica kakovostnejših materialov in boljše obrtniške prakse. Bogatejše družine so si to namreč lahko privoščile. Pravilo, da katastrofe ubijajo

ljudi ne glede na družbeni ali ekonomski položaj, nikoli ni veljalo, tudi danes ne.

Za L'Aquilo je veljalo, da je imela 99 trgov in prav toliko cerkva. Žal pa so bile mnoge cerkve med potresom zelo poškodovane (slika 2). Kot objekti, v katerih se zbira veliko ljudi, zato zelo ogrožajo njihova življenja. Gre za stare objekte z velikimi razponi, ki so redko dobro vzdrževani in večinoma niso potresno utrjeni. Od njih je ostalo zelo malo. Številni verski objekti so utrpeli hude poškodbe, od odpadanja štukatur, pojava globokih razpok v cerkvenih stolpih in vogalih cerkva, pa do porušjenja kupol, streh in nosilnih zidov.

V L'Aquili so bili posamezni objekti potresno že utrjeni (slika 3). Po potresu leta 1703 so kot ojačitve v stene vgrajevali hlode premera 20 cm, ki so jih z železnimi vezmi povezovali z zidovjem. Pozneje so zidovje povezovali z jeklenimi vezmi, položenimi vzdolž nosilnih zidov. Tako ojačene stavbe so potres prestale le z manjšimi razpokami v stenah ali vogalih.

Bistveno slabše je bilo stanje na podeželju in v manjših mestecih, obseg poškodb pa je bil zelo odvisen od lokalnih geoloških razmer (slika 4). Značilne stanovanjske hiše so dvo- ali trietažne s samostojnim vhodom, postavljene v nizu, tesno druga ob drugi. Nosilni zidovi so debeli do 40 cm, iz delno obdelanega ali neobdelanega kamna v slabi apneni malti. Ponekod so za gradnjo zidov uporabljali tako imenovano tehniko sacco. V tej tehniki sta zunanji lici zidu zidani, v prostoru med licema pa je kamniti drobir v slabši apneni malti ali blatu. V tako polnjenem zidu so vgrajeni vezni kamni, ki povezujejo zunanje in notranje lince zidu. Marsikje so pri starejših hišah opazne sledi



Slika 2: L'Aquila. V cerkvi Santa Maria di Paganica sta se porušili streha in kupola. Cerkev je bila zgrajena že v XIV. stoletju, potres leta 1703 jo je porušil, zato je bila v XVIII. stoletju skoraj v celoti na novo zgrajena. (foto: M. Godec)

Figure 2: L'Aquila. Collapse of the roof and dome of the church, Santa Maria Paganic. The church was built in the XIV<sup>th</sup> century. It was almost completely destroyed in the earthquake of 1703 and rebuilt in the XVIII<sup>th</sup> century. (photo: M. Godec)



Slika 3: L'Aquila. Solidno grajene in utrjene starejše zgradbe so potres prestale le z manjšimi poškodbami. Zgradba ima vogale narejene iz obdelanega kamna, prav tako so vgrajene jeklene vezi prek nosilnih zidov v višini stropov, ki povezujejo zidove. (foto: M. Godec)

Figure 3: L'Aquila. Older buildings suffered only minor damage due to better material and seismic strengthening. The corners of the building were built of massive stone and strengthened with iron wall ties. (photo: M.Godec)

prezidave odprtin v velikosti od 1 do 3 m<sup>2</sup>, ki so pomenile dodatna šibka mesta.

Zgradbe v hribovskih vaseh, ki ležijo sicer v neposredni bližini nadžarišča (Colimonto, Colle di Lucoli), so utrpele le manjše poškodbe. Temeljna tla so tu trše kamnine.

V vaseh po dolinah (Paganica, Tempera, Onna), kjer je geološka podlaga mehkejša, pa je bilo število poškodovanih objektov bistveno večje in pod ruševinami so umrli številni prebivalci.

Najbolj poškodovano naselje je vsekakor vas Onna (slika 5). Vas je med potresom izgubila 40 od približno 200 prebivalcev, veliko je bilo tudi ranjenih. Večina tradicionalnih stavb je bila porušena, kot veliko nasprotje pa je ponekod ostala kakšna novejša kakovostno grajena ali montažna stavba, ki je potres prestala brez vidnih poškodb.



Slika 4: Vallecupa. Hude poškodbe so nastale kot posledica ločevanja nepovezanega zidovja. (foto: M. Godec)

Figure 4: Vallecupa. Severe damage due to the separation of the walls. (photo: M.Godec)



Slika 5: Onna. Popolna porušitev večine objektov v vasi, v kateri je umrlo 40 prebivalcev od dvestotih. Vzrok zanjo je slaba gradnja na mehki geološki podlagi, ki je povzročila okrepitev potresnih valov. Porušene hiše so bile zidane iz neobdelanega in le delno obdelanega kamna v slabi malti. Nekaj novejših montažnih objektov v vasi je potres prestalo le z majhnimi poškodbami. (foto: M. Godec)

Figure 5: Onna. Total collapse of the majority of buildings in the village, where 40 out of its 200 inhabitants were killed. The cause of the collapse is the soft geological base that caused the amplification of the ground shaking. The destroyed houses were built of uncut and partly cut stone in weak mortar. A few of the recently built houses in the village suffered only minor damage. (photo: M. Godec)

## Armiranobetonski objekti

Stanovanjski objekti, zgrajeni po drugi svetovni vojni, so navadno dvo- do štirietažne armiranobetonske konstrukcije. Redko so ti objekti tudi višji, vendar največ osemetažni. Pritličje takšnih stanovanjskih objektov je navadno namenjeno poslovni ali trgovski dejavnosti. Nosilni sistem je armiranobetonski okvir z zidanimi polnili. Večinoma ti objekti niso projektirani za prevzem obremenitev pri močnejših potresih. Pri močno poškodovanih objektih je bilo vidno, da so uporabljali gladko armaturo in tudi stremena so premera največ 6 mm na razdalji 25 cm. Tudi preklapljanje in sidranje armature nista zadostovali, beton je bil pri poškodovanih objektih nehomogeno porazdeljen (nekompaktna masa betona s porami zraka). Vse skupaj je pomenilo zmanjšano nosilnost in duktilnost teh zgradb (slika 6).

Posamezni armiranobetonski objekti so se med potresom porušili (slika 8), največ pa je bilo poškodb polnil v okvirih. Poškodbe polnil so bile v razponu od majhnih razpok do porušitev (slika 7). Ponekod je v pritličju prišlo do zelo velikega obsega poškodb polnil in predelnih sten, kar bo povzročilo zelo visoke stroške sanacije ali še boljše utrditve.

V posameznih primerih so močna polnila povzročila tudi poškodbe nosilnega sistema – pojavljale so se razpoke v vzdolžnih okvirih.



Slika 6: L'Aquila. Ponekod je pri armiranobetonskih okvirih, grajenih pred več kot 30 leti, prišlo do porušitve stebrov ali prečk. Vzrok temu sta močno polnilo in slaba kvaliteta armiranega betona. Uporabljena je bila gladka armatura, stremenske armature pa sploh ni. (foto: M. Godec)

Figure 6: L'Aquila. The breakdown of the structural elements of reinforced concrete buildings built more than 30 years ago included, in some cases, the failure of columns or beams. This happened because of the strong infill, the use of smooth reinforcing bars and the poor quality of transversal reinforcement (in some cases there were no stirrups). (photo: M.Godec)

## Javni objekti

Ob potresih so še posebne pozornosti deležni javni objekti, saj je eden izmed ciljev potresno odporne gradnje, da so ti uporabni takoj po potresu. Žal je bila osrednja bolnišnica v L'Aquili (gradili so jo od leta 1971 do leta 2000) po potresu zaprta. V enem izmed traktov je prišlo do porušitve posameznih stebrov, drugod pa so bile nekonstruktivne poškodbe (odpadanje ometa, poškodbe predelnih sten) omejene in zmerne. Od štirih opera-



Slika 7: Pettino. Pri novejših armiranobetonskih okvirih so se polnila pogosto porušila. Takšen tip gradnje stanovanjskih objektov je na prizadetem območju zelo pogost, mnogo je bilo še nevseljanih objektov z enakim tipom poškodb. (foto: M. Godec)

Figure 7: Pettino. The most common source of damage in the newly reinforced concrete buildings was the cracking or complete failure of the masonry infill walls. This type of apartment building is common for the region. There were also recently constructed buildings that were unoccupied. (photo: M.Godec)



Slika 8: Monticchio. Poškodbe na industrijski hali iz predfabriciranih elementov, s katere so odpadli deli fasade. (foto: M. Godec)

Figure 8: Monticchio. Damage on precast facade elements dropped from a prefabricated industrial building. (photo: M.Godec)

cijskih dvoran je bila delno uporabna le ena. Bolnišnice so ponovno odprli šele nekaj mesecev po potresu. Ob naravnih nesrečah se sicer postavljajo začasne poljske bolnišnice, vendar je njihova postavitve pogosto prepozna za pomoč poškodovancem in tudi za zagotavljanje splošne pomoči bolnikom, poleg tega je takšna postavitve tudi draga in logistično zahtevna.

Tudi vse šole na širšem nadžariščnem območju so bile zaprte več tednov po potresu. Objekte so pregledale posebne komisije in določale, katere šole se lahko uporabljajo brez dodatnih nujnih popravil in katere morajo ostati zaprte do temeljite sanacije. Pouk je bil organiziran v šotorih.

## Ukrepanje ob potresu

Med potresom se je podrla upravna stavba prefekture v L'Aquili, zato je bilo osrednje koordinacijsko središče civilne zaščite prestavljeno v izobraževalni center policije v Coppitu, v predmestju L'Aquile. Dva dni po potresu (8. aprila) je na prizadetem območju že delalo 2250 gasilcev, 1500 vojakov, 2000 policistov in več kot 1000 strokovnjakov različnih tehničnih strok. V teh dveh dneh je bilo postavljenih 31 šotorišč, v katere so namestili 17.700 brezdomcev. Poleg tega je bilo okoli 10.000 brezdomcev v dveh dneh nameščenih v 171 hotelov ob jadranski obali. Takoj po potresu so bile postavljene tudi poljske bolnišnice za dajanje prve pomoči. Za oskrbo in namestitve je bilo pozneje na voljo še 17.000 zasebnih stanovanjskih hiš.

14. aprila je bila odprta tudi prva šola v šotorišču pri kraju Poggio Picenze, 20. aprila pa je delo na novi lokaciji nadaljevala tudi Univerza v L'Aquili. Do 27. aprila je bilo že 66.000 ljudi nameščenih v začasna prebivališča (36.000 ljudi v 5700 šotorov, 30.000 ljudi pa v 4333 hotelov in 1700 zasebnih hiš).

29. aprila je župan L'Aquile naznanil, da se ljudje, katerih bivališča so bila ocenjena kot varna, lahko vrnejo na svoje domove.

Ocenjevanje poškodovanosti zasebnih hiš se je začelo dva dni po potresu, ko so končali ocenjevanje javnih stavb (bolnišnice, šole, poslovne in industrijske stavbe). Načrten pregled stanovanjskih objektov se je začel pri manj poškodovanih soseskah in se postopoma nadaljeval do bolj poškodovanih. Območja, ki so bila od nadžarišča bolj oddaljena, so bila ocenjena le na posebno zahtevo.

Okoli 1500 ocenjevalcev je vsak dan ocenilo približno 1000 zgradb. Vsaka ocenjevalna skupina je imela tri gradbene strokovnjake (najprej so bili to javni uslužbenci, pozneje so vključevali tudi strokovnjake iz zasebnega sektorja).

Do 2. maja je bilo pregledanih okoli 24.000 objektov zunaj najbolj prizadetega območja. 65 odstotkov objektov

je bilo označenih z zeleno barvo (kar je pomenilo, da se ljudje lahko ponovno naselijo), 27 odstotkov pa je bilo označenih z rdečo (kar je pomenilo, da se ljudje ne smejo vseliti). Zgodovinskega središča L'Aquile in še nekaj najbolj poškodovanih vasi pa zaradi nevarnosti tudi mesec dni po potresu še niso ocenili.

## Terensko delo seizmologov in geologov po potresu

Takoj po glavnem potresu so aktivirali dve glavni italijanski skupini za hitro posredovanje, in sicer QUEST (Quick Earthquake Survey Team), skupino seizmologov, ki skrbi predvsem za čim hitrejše zbiranje terenskih makroseizmičnih podatkov, in EMERGEIO, skupino geologov, ki na terenu razišče učinke, ki jih povzročijo potresi z magnitudo nad 5,5. Obe skupini delujeta pri Nacionalnem inštitutu za geologijo in vulkanologijo (INGV). Nekaj dni po potresu je koordinator QUEST-a povabil avtorja tega članka, da kot izkušena strokovnjaka prideva pomagat pri zbiranju in hitrem vrednotenju podatkov. V štirih dneh sva si tako imela priložnost ogledati številne prizadete lokacije, vključno s središčem L'Aquile, zaprtim za civiliste, in še bolj zastraženo vasico Onna.

Seizmologi, člani QUEST-a, so si zadali nalogo, da zberejo makroseizmične podatke tako, da jih je mogoče ovrednotiti tudi s pomočjo evropske potresne lestvice (EMS-98) (Galli in Camassi, 2009). Ker je tak način zbiranja podatkov zelo zahteven, je pri delu sodelovalo veliko strokovnjakov, zato je popisovanje učinkov zahtevalo tudi veliko časa (Camassi in dr., 2009). EMS je bila pri tem prvič, odkar obstaja, uporabljena za natančno določitev stopnje potresnih učinkov (intenzitet) v večjem mestu (L'Aquila). Terensko delo je trajalo več kot dva meseca, med tem pa so bili zbrani podatki za približno sto krajev. Glede na zahteve lestvice je bila posebna pozornost namenjena določanju tipologije stavb in stopnje njihove poškodovanosti ter statistični obdelavi števila poškodovanih stavb. Tako delo je zahtevno, ker je treba opraviti ogled vseh zgradb v kraju in za vsako določiti oba zahtevana podatka. Marsikje je bil dostop do stavb ali celih karejev zgradb otežen zaradi ruševin in izjemno nevaren, zato smo delo opravljali večinoma v spremstvu gasilcev.

Ker večina intenzitet EMS še ni objavljena, bomo navedli le tiste, omenjene v članku o uporabi EMS-lestvice pri tem potresu (Barbano in dr., 2009): v kraju Onna je bila določena intenziteta IX EMS-98, za Coppito VII EMS-98, L'Aquilo pa je bilo treba razdeliti na več delov, in sicer glede na geološko podlago in tipologijo zgradb. Intenziteta v severozahodnem delu mesta (predmestji Cansanessa in Pettino) je bila ocenjena na VII-VIII EMS-98, v jugovzhodnem delu (predmestji Torretta in Gignano) pa VII EMS-98. Intenziteta v zgodovinskem centru mesta je bila VIII-IX EMS-98, kar pomeni, da je večina poškodb spadala v osmo stopnjo, bilo pa je tudi kar nekaj diagnostikov, ki so kazali na deveto stopnjo.

Geologi iz ekipe EMERGEO so raziskovali površinske učinke potresa na naravno okolje (EMERGEO 2009). Čeprav sledi površinskih pretrgov ob prelomu niso našli, je bilo evidentirano kar nekaj razpok v tleh in cestiščih, manjših podorov, sprememb obnašanja vodnih virov in tudi premik večjega dela obale jezera Sinizzo, ki je zdrsnil v vodo (slika 9) (Galadini in dr., 2009).



Slika 9: Jezero Sinizzo. Globoke razpoke v tleh, del obale se je pogreznil v vodo. (foto: I. Cecić)

Figure 9: Lake Sinizzo. Deep fissures in the ground and partial collapse of the lake shore. (photo: I. Cecić)

## Zahvala

Zahvaljujemo se Romanu Camassiju, INGV Bologna, ki naju je po potresu povabil na pomoč in nama dal priložnost, da sva aktivno sodelovala pri zbiranju podatkov in imela možnost obiskati prizadete lokacije, ki so bile zaprte za civiliste. Zahvaljujemo se tudi Andrei Tertullianiju, INGV Roma, ki nama je dovolil objavo slike 1.

## Viri in literatura

1. Barbano, M. S., Azzaro, R., Camassi, R., Cecić, I., D'Amico, S., Mostaccio, A., Scarf, L., Tertulliani, A.,

Tuvè, T., 2009. The L'Aquila 2009 earthquake: an application of the European Macroseismic Scale to the damage survey, dostopno na: [www.earth-prints.org/bitstream/2122/5421/1/barbano4.1.doc](http://www.earth-prints.org/bitstream/2122/5421/1/barbano4.1.doc).

2. Camassi, R. et al, 2009. Macroseismic investigation: methodology, earthquake parameters, unresolved issues. *Progettazione sismica*, No 3, Special issue, IUSS Press, Pavia, 47–53.
3. EMERGEO Working Group: Alessio, G.; Alfonsi, L.; Brunori, C. A.; Cinti, F. R.; Civico, R.; Cucci, L.; D'Addezio, G.; De Ritis, R.; Falcucci, E.; Fracassi, U.; Gasparini, A.; Gori, S.; Lisi, A.; Mariano, S.; Mariucci, M. T.; Montone, P.; Nappi, R.; Pantosti, D.; Patera, A.; Pierdominici, S.; Pignone, M.; Pinzi, S.; Pucci, S.; Vannoli, P.; Venuti, A.; Villani, F., 2009. Evidence for surface rupture associated with the Mw 6.3 L'Aquila earthquake sequence of April 2009 (Central Italy), dostopno na <http://www.earth-prints.org/handle/2122/5036>.
4. Galadini, F., Pantosti, D., Boncio, P., Galli, P., Messina, P., Montone, P., Pizzi, A., Salvi, S., 2009. The earthquake April 6th 2009 and the present knowledge of the active faults in the Central Appenines. *Progettazione sismica*, No 3, Special issue, IUSS Press, Pavia, 35–46.
5. Galli, P., Camassi, R. (Eds): *Rapporto sugli effetti del terremoto aquilano del 6 aprile 2009*, dostopno na [http://portale.ingv.it/real-time-monitoring/quest/macrodef\\_sito.pdf](http://portale.ingv.it/real-time-monitoring/quest/macrodef_sito.pdf).
6. Guidoboni E., Ferrari, G., Mariotti, D., Comastri, A., Tarabusi, G., Valensise, G., 2007. CFTI4Med, Catalogue of Strong Earthquakes in Italy (461 B.C.-1997) and Mediterranean Area (760 B.C. – 1500). INGV-SGA, dostopno na <http://storing.ingv.it/cfti4med/>.
7. INGV, 2009. Location of April 6, 2009 earthquake updated with all the available data, dostopno na [http://portale.ingv.it/primo-piano-1/news-archive/2009-news/april-6-earthquake/location-of-april-the-6th-2009-earthquake-updated-with-all-the-available-data/view?set\\_language=en](http://portale.ingv.it/primo-piano-1/news-archive/2009-news/april-6-earthquake/location-of-april-the-6th-2009-earthquake-updated-with-all-the-available-data/view?set_language=en).
8. INGV, 2009a. La sequenza sismica de L'Aquilano - Aprile 2009, ultimo aggiornamento 24 settembre 2009, dostopno na <http://portale.ingv.it/primo-piano/archivio-primo-piano/notizie-2009/terremoto-6-aprile/>.
9. Stucchi, M., Meletti, C., Rovida, A., D'Amico, V., Gomez Capera, A.A., 2009. Historical earthquakes and seismic hazard of the L'Aquila area. *Progettazione sismica*, No 3, Special issue, IUSS Press, Pavia, 23–34.
10. Tertulliani, A., Rossi, A., Cucci, L., Vecchi, M., 2009. L'Aquila (Central Italy) earthquakes: the predecessors of the April 6, 2009 event. *Seismological Research Letters*, vol. 80(6): 1008–1013.