

Parametri geologici e territoriali per la pianificazione urbanistica in area sismica. Caso di studio di Ripacandida (PZ) nell'Appennino meridionale

Rosanna Caputo, Antonio Fiore, Raffaele Sessa

Studio Tecnico di Geologia Applicata Idrogeologia e Ambiente
Via Filippo Turati, 5 85028 Rionero in Vulture (PZ) infogaia@libero.it

Geological and territorial parameters finalized to urban planification in seismic zone. Ripacandida (pz) case study (southern apennines)

ABSTRACT: This paper reports the results of the valuation of the local seismic response (RSL) for Ripacandida (PZ) urban territory, a hill country of the Basilicata region classified into seismic zone 1, starting from geological and seismic dates acquired by the Building Code geological study. The study make up a RSL Map finalized to the seismic microzoning, that recognize 6 areas, omogeneous for local seismic response. Laying local seismic response Map on strategic structures Map, having importance for civil protection, it was recognize that buildings placed on sites that can amplify the seismic motion. For this sites is necessary the definition of geological and geofisical point of views, to own a subsoil model finalized to quantitative valuation of the local seismic response by numerical analisys, which costs were valued by Basilicata Region Tarif. The study conducted in this paper point out as is possible a careful planification, with contained funds, finalized to the seismic check of strategic structures.

Key terms: urban planification, local seismic amplification, southern Apenninis, Basilicata

Termini chiave: pianificazione urbanistica, amplificazione sismica locale, Appennino meridionale, Basilicata

Riassunto

Questo lavoro illustra i risultati della valutazione della Risposta Sismica Locale (RSL) eseguita nel territorio urbano di Ripacandida (PZ), centro collinare della Basilicata classificato nella zona sismica 1, partendo dai dati geologici e sismici acquisiti in occasione dello studio geologico a corredo del regolamento urbanistico.

Lo studio ha prodotto una Carta della RSL ai fini della microzonazione sismica che individua 6 aree al cui interno la risposta sismica è omogenea. Sovrapponendola alla mappa delle strutture di interesse strategico ai fini protezione civile si sono individuati quegli edifici in siti che possono amplificare il moto sismico. Per tali siti è necessaria, in via prioritaria, la definizione degli aspetti geologici e geofisici per avere una modellazione della situazione reale del sottosuolo utile ai fini di una valutazione quantitativa della RSL mediante analisi numerica puntuale, i cui costi sono stati stimati sulla base del Tariffario della Regione Basilicata.

Lo studio condotto in questo lavoro mette in evidenza come sia possibile pianificare in maniera mirata e con investimenti finanziari contenuti la verifica sismica degli edifici ed opere infrastrutturali di interesse strategico.

1. Premessa

Gli studi geologici redatti secondo le prescrizioni contenute

nel Regolamento di attuazione della Legge Urbanistica Regionale della Basilicata n. 23 del 1999 "Tutela, governo ed uso del territorio" possono essere un valido supporto alla programmazione delle verifiche sismiche degli edifici di interesse strategico ai fini protezione civile perchè permette di distinguere quelle strutture costruite in aree ad alta e media sensibilità alla Risposta Sismica Locale (RSL). Per tali edifici (la Regione Basilicata, seppur in via preliminare, nell'Allegato 2 della D.G.R. n.2000/2003, individua le tipologie di edifici ed opere strategiche di cui al comma 3 dell'art. 2 dell'O.P.C.M. 3274/2003) sarebbe opportuno concentrare gli investimenti finanziari finalizzati ad adeguate indagini geologiche e geofisiche che consentono di valutare l'amplificazione sismica locale mediante l'Analisi Numerica Puntuale (Caputo, Fiore, Sessa, 2005).

2. Inquadramento territoriale

Ripacandida è un comune situato nell'area settentrionale della Basilicata. Come molti centri abitati del settore orientale dell'Appennino Meridionale, il paesaggio è dominato da rilievi collinari dai declivi morbidi strettamente connessi alla natura dei terreni affioranti, incisi da valli quasi sempre molto approfondite (Fig. 1). Questo settore dell'Appennino Meridionale è infatti composto da unità strutturali costituite essenzialmente da unità argillose di mare profondo e da successioni torbiditiche terrigene, quali le arenarie arkosiche della Formazione di Serra Palazzo che

costituiscono il substrato dell'area in esame.

Lo sviluppo della catena appenninica è avvenuto tra l'Oligocene superiore e Miocene inferiore ed ha subito una contrazione tettonica fino al Pleistocene medio (Patacca & Scandone, 2001), portando all'accavallamento delle unità di catena secondo sequenze deformative di tipo ventaglio imbriciato e duplex ed alla loro traslazione sulle successioni Plio-Pleistoceniche di avanfossa deposte al di sopra della Piattaforma Apula (avampaese autoctono dell'Appennino Meridionale). Il cuneo d'accrescimento in questa porzione di

Appennino coinvolge prevalentemente terreni di età Miocenica (Formazione di Serra Palazzo) e di età Pliocene superiore-Pleistocene (depositi conglomeratico-sabbiosi del ciclo di Ariano Irpino) che coprono con contatto stratigrafico discordante la successione torbiditica terrigena.

L'attuale configurazione del territorio di Ripacandida è legata anche alla tettonica post-orogena del Pleistocene medio che ha dato origine all'apparato vulcanico del Monte Vulture e ai depositi piroclastici ad esso associati.



Fig. 1 - Veduta aerea dell'abitato di Ripacandida (PZ). Foto FIORE / FALCONE
Aerial view of the Ripacandida village (PZ)

3. Inquadramento Geologico

Buona parte del centro storico del paese è stata edificata su un piastrone conglomeratico che poggia sul substrato deformato della Formazione di Serra Palazzo con contatto stratigrafico discordante non planare (Fig. 2). I conglomerati sono dei depositi di una conoide sottomarina prossimale, riferibili alle Unità di Ariano, che ha colmato una depressione marina raggiungendo lo spessore di 50 metri. Si tratta di banchi, spesso amalgamati e con vistosi fenomeni erosivi alla base, costituiti da massi, ghiaie e ciottoli ben arrotondati di natura prevalentemente calcarea, clasto-sostenuti, con matrice sabbiosa ben cementata. Ai banchi conglomeratici sono intercalati lenti sabbiose giallastre a granulometria omogenea, che verso il basso diventano più frequenti e spesse. I conglomerati affiorano nel centro storico dell'abitato di Ripacandida e sul fianco occidentale del colle fino alla base della valle. Nel centro

abitato si contano numerose cavità scavate nella roccia, tuttora utilizzate come cantine.

La successione sottostante (Formazione di Serra Palazzo) è caratterizzata da un'alternanza di strati di arenarie di colore dal giallo al grigio, di calcareniti e di calcari marnosi di colore grigio chiaro, dello spessore decimetrico, e di strati di argille grigio-verdi finemente laminate e di marne grigie. Gli strati arenacei di natura quarzoso-feldspatica raramente si rinvencono in banchi. In superficie (per spessori fino a 5 – 10 metri) gli strati appaiono da scarsamente cementati a debolmente addensati, con il tipico colore giallastro dovuto all'alterazione. In profondità gli strati arenacei assumono una consistenza tenace ed una colorazione grigio plumbea, mentre le argille diventano molto consistenti. La successione torbiditica è intensamente deformata per piegamento, ma non si riconoscono superfici di accavallamento tettonico. La principale struttura è rappresentata a una sinclinale chiusa

con fianchi paralleli, di cui quello orientale rovesciato, con orientazione della traccia del piano assiale e vergenza compatibili con la direzione media di raccorciamento che regionalmente si osserva al fronte dell'Appennino Lucano.

La Formazione di Serra Palazzo affiora sul versante sud-orientale della collina di Ripacandida e, dopo la sella dove sorge il Santuario di San Donato.

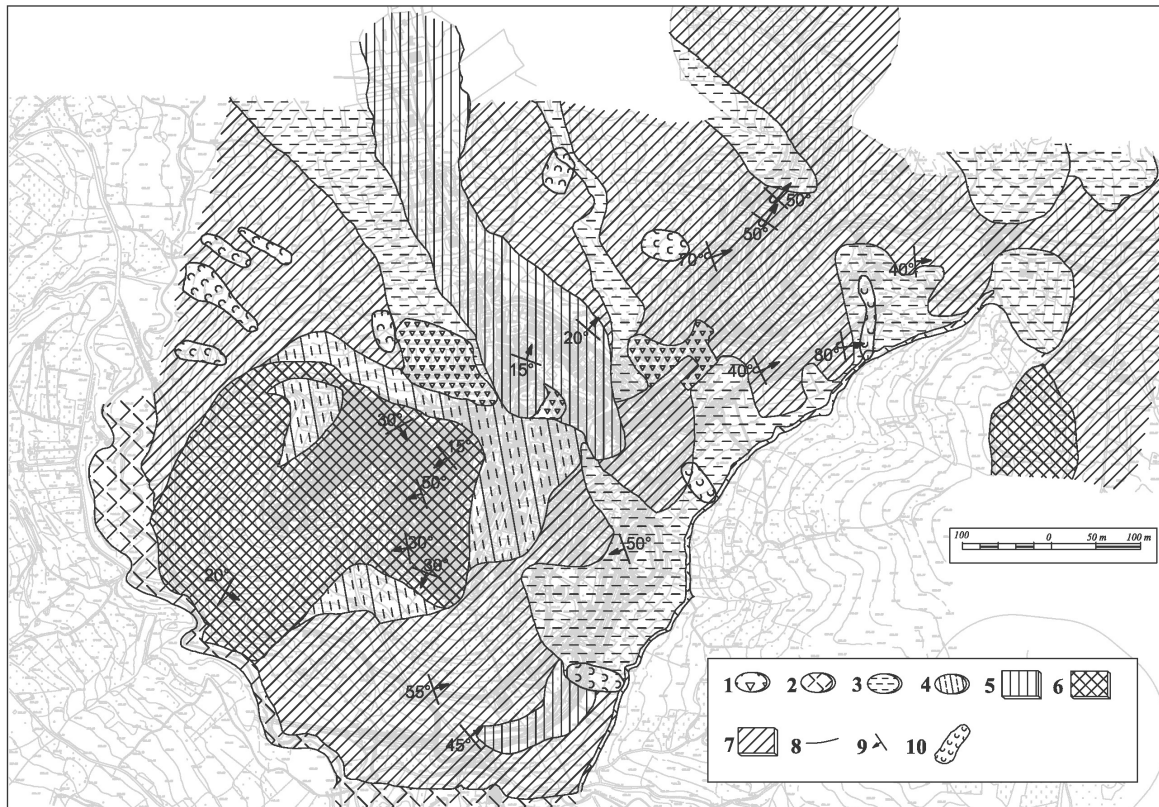


Fig. 2 Carta Geologica - 1) Riporto antropico; 2) Depositi alluvionali; 3) Coltre colluviale ed eluviale; 4) Detriti di versante; 5) Piroclastiti del M. Vulture; 6) Unità di Ariano; 7) Formazione Serra Palazzo; 8) limite litologico; 9) giacitura di strato; 10) corpo di frana
Geologic Map - 1) anthropic heap; 2) alluvial deposits; 3) eluvial-colluvial deposit; 4) talus; 5) M. Vulture pyroclastic deposits; 6) Ariano formation; 7) Serra Palazzo formation; 8) lithological boundary; 9) stratal strike & dip; 10) landslide

Lungo una dorsale orientata circa N-S ad est del centro storico (località San Pietro) sono preservati le piroclastiti originate dalle eruzioni del Monte Vulture che poggiano, anch'esse, esclusivamente sulla Formazione di Serra Palazzo. Le piroclastiti, o tufi vulcanici, sono terreni costituiti da scorie, lapilli e ceneri che si succedono in strati dello spessore variabile dal decimetro al metro. Nel complesso affiorano come una successione di depositi di caduta, generalmente massivi, di colore che varia dal grigio scuro al marrone chiaro, che raggiunge lo spessore di 20 metri. Gli strati sono compatti e ben saldati, se non affetti da alterazione meteorica, sono invece disgregati o argillificati laddove alterati. Le coperture vulcaniche messe in posto durante il periodo di massima attività del Monte Vulture (660-560.000 anni b.p.) non sono state coinvolte dalle ultime fasi compressive del fronte Appenninico.

Intorno al centro abitato, con spessori che vanno dai 2,5 agli 8 metri, si rinvencono gli accumuli detritici di versante,

composti da ciottoli, ghiaie e pezzame litoide a spigoli vivi di dimensioni che vanno dalla sabbia ai blocchi, immersi in matrice limoso-argillosa di colore dal marrone al bruno scuro. Si tratta di materiale proveniente dal dilavamento dei conglomerati che costituiscono la collina occupata dal centro storico, rimaneggiato da processi geomorfologici quali movimenti di versante ed erosione idrometeorica.

La coltre proveniente dall'alterazione chimico-fisica delle unità che costituiscono il substrato è costituita da limi argillosi di colore marrone scuro e da sabbie limose con inclusi detritici di natura lapidea, caoticamente accumulati in prossimità delle incisioni e delle aree concave. La coltre colluviale ed eluviale si individua con spessori che raggiungono i 4-5 metri.

4. Caratteri geomorfologici

Il centro abitato di Ripacandida è situato su un colle (quota

610 m s.l.m.) a forma di U con asse rivolto verso SW. Gran parte del centro storico si sviluppa sul lato sud-occidentale a ridosso del piastrone conglomeratico. Successivamente lo sviluppo dell'abitato si è spostato verso NE (quota max 570 m s.l.m.) sul banco tufaceo che segue un crinale ad andamento NS. L'area di recente urbanizzazione si colloca sul versante orientale del colle e sul rilievo posto a NE del centro storico, sui terreni marnoso-argillosi della Formazione di Serra Palazzo.

Le inclinazioni dei versanti che delimitano il colle del centro storico sono comprese tra 25° e 40°, più frequente 30°, con un dislivello che supera sempre i 30 metri e che raggiunge i 200 metri lungo i versanti sud occidentali. Il crinale tufaceo in località San Pietro è contraddistinto da versanti con inclinazioni che superano i 15°, oscillando mediamente intorno ai 20°; dalla sommità del crinale il pendio ha dislivelli che oscillano tra i 30 e i 60 metri. La morfologia dei versanti marnoso-argillosi è piuttosto variabile, con numerose contropendenze per la presenza di fenomeni di instabilità; le inclinazioni medie oscillano tra i 10° e i 17° con dislivelli superiori ai 30 metri.

Si sono individuate diverse aree interessate da fenomeni di instabilità, localizzate in prevalenza nei tratti più acclivi del versante nord-occidentale del colle, sui terreni marnoso-argillosi della formazione di Serra Palazzo. La maggior parte dei dissesti sono riconducibili a deformazioni superficiali, tipo colamenti, che interessano frequentemente gli spessori superficiali di terreno, destrutturati e alterati. Tra tutte le aree interessate da fenomeni franosi, sono state riportate solo quelle attive, ossia in evoluzione al momento del rilevamento o ricorrenti, anche se non in atto a quell'epoca.

5. Risposta sismica dei terreni

Per ottenere la Carta della RSL dell'abitato di Ripacandida sono state eseguite specifiche indagini che hanno riguardato la definizione di:

- Stratigrafia delle formazioni superficiali con dettagliata definizione dell'andamento dei contatti tra di esse ottenuta attraverso una attività di ricerca bibliografica, lo studio fotointerpretativo del territorio, i rilievi geologici e idrogeologici.
- Profili di velocità delle onde sismiche di tutte le formazioni superficiali, mediante prospezioni sismiche a rifrazione ad onde di taglio (onde s);
- Parametri geotecnici dei terreni ottenuti da indagini già disponibili e appositamente eseguite;
- Topografia della superficie.

La definizione dei primi tre aspetti ha prodotto una Carta litotecnica che individua tre classi litotecniche aventi parametri fisici e meccanici omogenei. Sulla base della valutazione della funzione di amplificazione (Maugeri, Carrubba, Frenna, 1988), che dipende esclusivamente dal rapporto di impedenza e dal fattore di smorzamento, sono

state ricavate tre zone classificate ad Alta, Media e Bassa sensibilità alla RSL (Caputo, Fiore, Piedilato, Sessa, 2004).

Visto che il fattore della topografia della superficie modifica la RSL, dal DTM è stata prodotta la Carta delle pendenze, distinguendo le due classi di pendenze (inclinazione minore di 15° e maggiore di 15°) che l'OPCM n.3274/2003 prende in considerazione per l'incremento dell'azione sismica di progetto S*ag. Infatti, nel caso di strutture importanti erette sopra o in vicinanza di pendii con inclinazioni superiori a 15° si raccomanda l'uso del coefficiente di amplificazione topografica St, pari a 1,2 (Tab. 1).

Tab. 1 - Classi litotecniche. a) aree con inclinazione del versante < 15°, b) con inclinazione del versante > 15°

Lithotechnical classes. a) slope of areas < 15°, b) slope of areas > 15

Zona	Parametri	ag max al suolo	Risposta sismica locale	Categoria suolo di fondazione
I a	Vs < 200 m/s G ₀ < 100 MPa R < 3500 m/s*kN/mc	0.44 g	Alta	Categoria B
I b	Ed < 200 MPa v 6 - 10 Hz	0.53 g		
II a	Vs 200 - 350 m/s G ₀ 100 - 250 MPa R 3500 - 5000 m/s*kN/mc	0.44 g	Media	Categoria B
II b	Ed 200 - 500 MPa v 5 - 11 Hz	0.53 g		
III a	Vs 350 - 550 m/s G ₀ 250 - 450 MPa R 5000 - 9000 m/s*kN/mc	0.44 g	Bassa	Categoria B
III b	Ed 500 - 1100 MPa v 12 - 15 Hz	0.53 g		

Dalla sovrapposizione della Carta litotecnica e della Carta delle pendenze, è stata ricavata la Carta della RSL ai fini della microzonazione sismica. Essa individua 6 aree, oltre alle aree interessate da fenomeni di dissesto, al cui interno la risposta sismica è omogenea (Fig. 3).

Nell'abitato di Ripacandida sono state individuate 14 strutture strategiche tra quelle elencate nell'Allegato 2 della D.G.R. n.2000/2003. Confrontando l'ubicazione di tali strutture con la Carta della RSL ai fini della microzonazione sismica risulta che 2 strutture ricadono in zona con alta sensibilità alla RSL, 8 strutture ricadono in zona a media sensibilità alla RSL e 4 strutture ricadono in zona a bassa sensibilità alla RSL (Fig. 4).

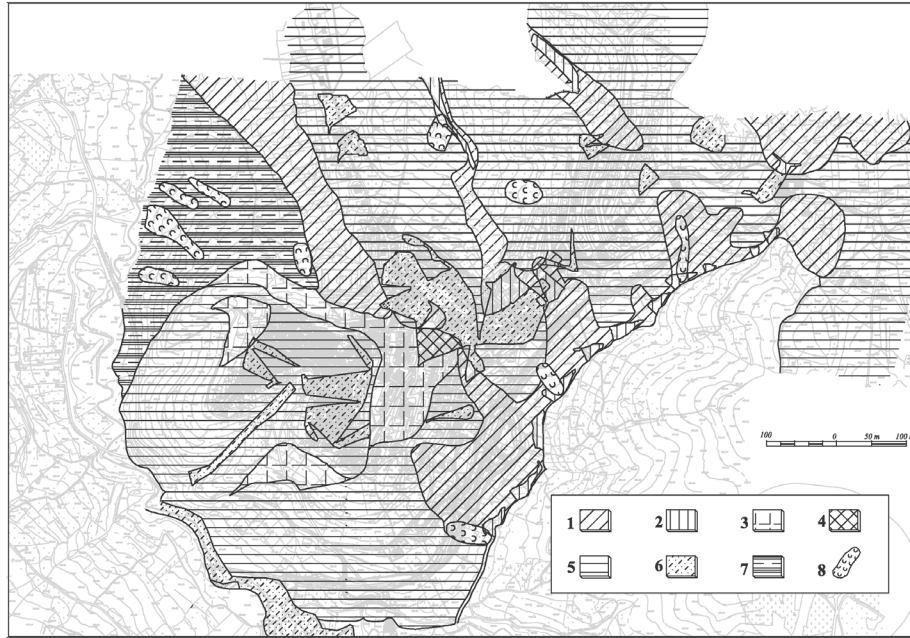


Fig. 3 Carta della Risposta Sismica Locale ai fini della microzonazione sismica - 1) Zona Ia; 2) Zona Ib; 3) Zona IIa; 4) Zona IIb; 5) Zona IIIa; 6) Zona IIIb; 7) Area interessata da diffusa instabilità di versante; 8) Corpi di frana
Local seismic response Map finalized to the seismic microzonation - 1) Zone Ia; 2) Zone Ib; 3) Zone IIa; 4) Zone IIb; 5) Zone Ia; 6) Zone Ia; 7) Area interested by slope instability; 8) landslide

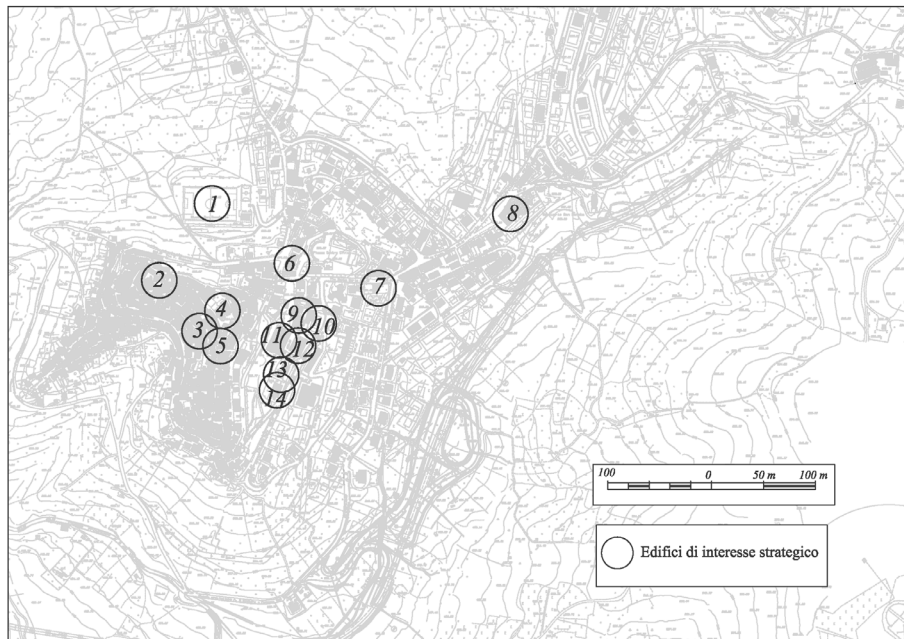


Fig. 4 Mappa delle strutture di interesse strategico - 1) Impianto sportivo “Stadio San Donatello”; 2) Chiesa S. Antonio; 3) Chiesa ed ex Convento delle Teresiane; 4) Chiesa S. Maria del Sepolcro; 5) Ufficio Vigili Urbani ed Ufficio Postale; 6) Banca Popolare di Oppido Lucano e Ripacandida; 7) Chiesa Santa Maria; 8) Chiesa e Convento S. Donato; 9) Palazzo Comunale, Scuola Media I grado ed Ambulatorio Comunale; 10) Palestra Scuola Media Inferiore; 11) Scuola Materna ed Elementare; 12) Palestra Scuola Materna ed Elementare; 13) Caserma del Corpo Forestale dello Stato; 14) Caserma dei Carabinieri
Strategic structures Map - 1) sport ground “Stadio San Donatello”; 2) S. Antonio Church; 3) Teresiane Church and ex-Convent; 4) S. Maria del Sepolcro Church; 5) Policeman Office and Post Office; 6) Oppido Lucano and Ripacandida Popular Bank; 7) Santa Maria Church; 8) S. Donato Church and Convent; 9) City hall, Secondary School and outpatients’ Department; 10) Secondary School gymnasium; 11) Primary School; 12) Primary School gymnasium; 13) Forest State Corps Office; 14) Carabinieri’s Office

6. Conclusioni

La necessità di procedere alla verifica sismica degli edifici e opere infrastrutturali di interesse strategico nasce dalla esigenza che venga garantita la loro funzionalità, soprattutto nel caso di tutte quelle strutture che sono state realizzate prima dell'entrata in vigore delle normative tecniche antisismiche o che sono state realizzate con approcci metodologici ed informazioni geologiche e geofisiche del substrato che non soddisfano gli attuali criteri di progettazione antisismica. Lo stesso OPCM n.3274/2003 dà notevole importanza a tali verifiche, tanto da fissare un termine temporale pari a 5 anni dalla sua entrata in vigore e la priorità per le zone sismiche 1 e 2. Nell'ambito delle verifiche è opportuno dare la priorità agli edifici situati in aree che sulla base delle condizioni geologico-tecniche del terreno e geomorfologiche del territorio amplificano il moto sismico. Nell'abitato di Ripacandida sono 10 gli edifici strategici che sono stati realizzati in contesti di possibile

amplificazione sismica e quindi necessitano di una modellazione della situazione reale del sottosuolo e di una valutazione della RSL, non più qualitativa ma mediante codici di calcolo matematici (Idriss, Sun, 1992; Schnabel, Lysmer, Seed, 1972). Per effettuare Analisi Numerica Puntuale è necessaria la definizione di un modello geologico che deriva da specifiche indagini geognostiche e geofisiche (Naso, Petitta, Scarascia Mugnozza, 2005) che possono essere individuate in non meno di 3 sondaggi a rotazione e carotaggio continuo, profondi 30 metri ciascuno, in analisi di laboratorio geotecnico su 3 campioni indisturbati per sondaggio e nell'esecuzione nei fori di sondaggio di prove down-hole. Applicando i costi riportati nel tariffario della Regione Basilicata (Deliberazione della Giunta Regionale del 30/12/2003, n. 2622) risulta che, per singolo edificio di interesse strategico ai fini protezione civile, è necessaria una somma di circa 29.000 euro.

Bibliografia

- Caputo R., Fiore A., Piedilato S., Sessa R., 2004. Analisi dell'amplificazione sismica locale ai fini della pianificazione urbanistica. Caso di studio di Ginestra (PZ) nell'Appennino Meridionale. *Geologia Tecnica e Ambientale*, 1, 57-66.
- Caputo R., Fiore A., Sessa R., 2005. Prima applicazione dell'Ordinanza n.3274 al fine della valutazione dell'amplificazione sismica locale di strutture strategiche. *Analisi numerica puntuale per un edificio scolastico in Venosa (PZ)*. *Geologia Territorio e Ambiente*, 8, 3-13.
- Idriss J., Sun J.I., 1992. Shake91 – A computer program for conducting equivalent linear seismic response analysis of horizontally layered soil deposits. Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, Davis.
- Maugeri M. Carrubba P., Frenna S.M., 1988. Frequenze e modi di vibrazione dei terreni eterogenei. *Rivista Italiana di Geotecnica*, 3.
- Naso G., Petitta M., Scarascia Mugnozza G. (a cura di), 2005. *La Microzonazione Sismica. Metodi, esperienze e normativa*. Dipartimento della Protezione Civile - Servizio Sismico Nazionale. CD-ROM. Università di Roma "La Sapienza" - Dipartimento di Scienze della Terra. CD-ROM.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri, 2003. Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zone sismiche. Ordinanza n.3274 del 20 marzo 2003.
- Patacca E., Scandone P., 2001. Late thrust propagation and sedimentary response in the thrust-belt-foredeep system of the Southern Apennines (Pliocene-Pleistocene). In: G.B. Vai and I.P. Martini (eds.), *Anatomy of an Orogen: the Apennines and Adjacent Mediterranean Basins*, 401-440.
- Regione Basilicata, 1999. Legge Regionale della Basilicata n.23 del 1999 "Tutela, governo ed uso del territorio".
- Regione Basilicata, 2003. Regolamento di attuazione della Legge Urbanistica Regionale della Basilicata n.23 del 1999 "Tutela, governo ed uso del territorio". Deliberazione della Giunta Regionale n. 512 del 24 marzo 2003.
- Regione Basilicata, 2003. Prime disposizioni per l'attuazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zone sismiche". Delibera della Giunta Regionale n. 2000 del 4 novembre 2003.
- Regione Basilicata, 2003. Nuova classificazione sismica con modifiche del territorio regionale. Delibera del Consiglio Regionale n. 724 del 11 novembre 2003.
- Regione Basilicata, 2003. Tariffario della Regione Basilicata. Deliberazione della Giunta Regionale n. 2622 del 30 dicembre 2003.
- Schnabel P.B., Lysmer J., Seed H.B., 1972. Shake: a computer program for earthquake response analysis of horizontally layered sites. Report n. EERC 72-12, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley.