

La Pericolosità Sismica nel Lazio

Pericolosità sismica di base, analisi di risposta sismica locale e studi per la microzonazione sismica

Volume realizzato con la collaborazione di:

ENEA

Politecnico di Milano

Regione Lazio

Sapienza Università di Roma

Italian Journal of Engineering Geology and Environment - Book Series

published with the contribution of the Sapienza University of Rome

www.ijege.uniroma1.it

Scientific Editor-in-Chief: Alberto Prestininzi

Editorial Coordination of this Volume: Tania Ruspandini, Luigi Stedile

Editorial Staff: Domenico Carapellotti

Graphic Design: Angelo Berchetti

Cover Photos: da in alto a destra in senso orario: Sora (1915); pianta della città di Rieti tratta dal Catasto Gregoriano (1820); classificazione sismica della Regione Lazio; stralcio della carta geologica di Lubriano

Copyright © 2011 Casa Editrice Università La Sapienza, Rome, Italy

All Rights Reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording or any other information storage and retrieval system, without prior permission in writing from the publisher

Published by: Casa Editrice Università La Sapienza
www.editricesapienza.it

ISBN 978-88-95814-61-2
ISSN 1825-6635

Printed in Italy by Centro Stampa d'Ateneo, Sapienza Università di Roma

INDICE

PREFAZIONE (<i>Marco Mattei</i>)	7
POST-PREFAZIONE (<i>Giuseppe Tanzi</i>)	9
PRESENTAZIONE (<i>Alberto Prestininzi</i>)	11
INTRODUZIONE (<i>Eugenio Di Loreto e Gabriele Scarascia Mugnozza</i>)	13
PARTE 1 - PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE DEL TERRITORIO DELLA REGIONE LAZIO	19
CAP. 1 - ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	21
<i>(Dario Rinaldis, Antonio Pugliese, Guido Martini, Antonella Paciello, Alessandro Zini & Salvatore Paolini)</i>	
1 INTRODUZIONE	21
2 METODO STORICO	22
2.1 <i>Selezione ed analisi dei terremoti significativi</i>	23
2.1.1 Definizione dei centri sismici	23
2.1.2 Modellazione dei campi macrosismici	25
2.1.3 Individuazione degli eventi più gravosi per il territorio del Lazio	26
2.2 <i>Valutazione delle massime intensità storiche locali</i>	27
2.3 <i>Classificazione dei livelli di sismicità storica nei Comuni del Lazio</i>	30
3 METODO STATISTICO	32
3.1 <i>Premessa</i>	32
3.2 <i>Cluster-analysis non parametrica</i>	33
4 ACCELEROGRAMMI DI RIFERIMENTO PER LE ANALISI DI MICROZONAZIONE SISMICA	40
4.1 <i>Elaborazione degli accelerogrammi di riferimento per le analisi di Microzonazione Sismica</i>	40
4.2 <i>Selezione delle time-history da banche dati accelerometriche</i>	42
4.3 <i>Generazione degli accelerogrammi di riferimento</i>	43
5 CONCLUSIONI	48
OPERE CITATE	51
CAP. 2 - PERICOLOSITÀ SISMICA COMBINATA CON ELEMENTI GEOLOGICI E TOPOGRAFICI E CARTA DELLE AREE CON PROBABILITÀ DI ACCADIMENTO DI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE	55
<i>(Giacomo Catalano, Eugenio Di Loreto, Antonio Gerardi & Adelaide Sericola)</i>	
1 INTRODUZIONE	55
2 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA COMBINATA CON ELEMENTI GEOLOGICI E TOPOGRAFICI	55
2.1 <i>Elementi topografici e morfologici</i>	56
2.2 <i>Elementi geolitologici</i>	59
2.3 <i>Elaborazione</i>	61
3 <i>Carta delle aree con probabilità di accadimento di fenomeni di liquefazione</i>	63



OPERE CITATE	65
CAP. 3 - RICLASSIFICAZIONE SISMICA DELLA REGIONE LAZIO	67
<i>(Antonio Colombi)</i>	
1 PREMESSA	67
2 BREVE STORIA DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA DELLA REGIONE LAZIO	68
3 NUOVA CLASSIFICAZIONE SISMICA	72
PARTE 2 - MICROZONAZIONE SISMICA: EVOLUZIONE, CRITERI E PRIMI STUDI NELLA REGIONE LAZIO	77
CAP. 4 - EVOLUZIONE DELLA MICROZONAZIONE	79
<i>(Antonio Colombi)</i>	
OPERE CITATE	84
CAP. 5 - CRITERI DI MICROZONAZIONE SISMICA: LIVELLI DI INDAGINE	85
<i>(Antonio Colombi)</i>	
CAP. 6 - PRIMA TAPPA: MICROZONAZIONE SISMICA ATTRAVERSO L'ELABORAZIONE DELLE CARTE DI Fa DEI CENTRI ABITATI PILOTA DI FIAMIGNANO, TORRITA TIBERINA, LABRO, CASTEL GANDOLFO, LEONESSA, SORA	89
<i>(Floriana Pergalani, Massimo Compagnoni, Vincenzo Petrini, Antonio Colombi, Alberto Orazi, Fabio Meloni & Fulvio Colasanto)</i>	
1 PREMESSA	89
2 MODELLAZIONE DEL MOTO DI INPUT	90
3 MODELLAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE	92
3.1 <i>Codici di calcolo</i>	92
3.2 <i>Dati di base</i>	93
4 CARTE DI MICROZONAZIONE SISMICA	94
5 CONCLUSIONI	94
OPERE CITATE	95
PARTE 3 - CASI DI STUDIO: MONTE SAN GIOVANNI CAMPANO, LUBRIANO E RIETI	111
CAP. 7 - STUDI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE IN AREE DI DORSALE CARBONATICA: IL CASO DI MONTE SAN GIOVANNI CAMPANO (FR)	115
<i>(Ettore Cardarelli, Gerarda Di Filippo, Antonio Gerardi, Salomon Hailemikeal, Salvatore Martino, Antonella Paciello & Gabriele Scarascia Mugnozza)</i>	
1 PREMESSA	115
2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	115
3 FORME E PROCESSI GEOMORFOLOGICI	118
4 SISMICITÀ DELL'AREA COMUNALE DI MONTE SAN GIOVANNI CAMPANO	120
5 MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DEL TERRITORIO DI MONTE SAN GIOVANNI CAMPANO	122
5.1 <i>Modello geologico-tecnico della dorsale di Monte San Giovanni Campano (centro storico)</i>	122
5.1.1 <i>Caratterizzazione geomeccanica</i>	122
5.1.2 <i>Indagini di sito presso il centro storico di Monte San Giovanni Campano</i>	124
5.1.2.1 <i>Indagini geognostiche</i>	124
5.1.2.2 <i>Indagini sismometriche</i>	124
5.1.3 <i>Modello di risposta sismica locale per la dorsale di Monte San Giovanni Campano (centro storico)</i>	131
5.2 <i>Modello geologico-tecnico della frazione di Porrino</i>	133
5.2.1 <i>Premessa</i>	133
5.2.2 <i>Indagini geoelettriche</i>	133



5.2.3	Indagini geognostiche	137
5.2.4	Indagini sismometriche	137
5.2.5	Modello di risposta sismica locale per la frazione di Porrino	144
5.2.6	Simulazione numerica della risposta sismica locale nella frazione di Porrino	146
6	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	151
	OPERE CITATE	152
CAP. 8 - STUDI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE NELLE AREE DI RUPI VULCANICHE:		
	IL CASO DI LUBRIANO	155
	<i>(Alberto Bretschneider, Eugenio Di Loreto, Salvatore Martino, Antonella Paciello & Gabriele Scarascia Mugnozza)</i>	
1	INTRODUZIONE	155
2	ASSETTO GEOLOGICO-STRUTTURALE ED EVOLUZIONE DELLA MEDIA VALLE DEL TEVERE E DEL DISTRETTO VULCANICO VULSINO	155
3	GEOLOGIA DEL SOTTOSUOLO DI LUBRIANO	157
3.1	<i>Litostratigrafia</i>	159
4	CARATTERI GEOMORFOLOGICI E ASPETTI IDROGEOLOGICI DELL'AREA	161
4.1	<i>La frana medioevale</i>	161
4.2	<i>Aspetti idrogeologici</i>	162
5	SISMICITÀ	162
6	MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DI LUBRIANO	163
6.1	<i>Indagini di sito</i>	163
6.2	<i>Caratterizzazione di laboratorio</i>	165
6.3	<i>Sintesi del modello geologico-tecnico</i>	165
7	MISURE DI RUMORE AMBIENTALE	166
8	MODELLO DI RISPOSTA SISMICA	168
	OPERE CITATE	169
CAP. 9 - STUDI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE NELLE AREE URBANE DI PIANA ALLUVIONALE:		
	IL CASO DI RIETI	171
	<i>(Antonio Colombi, Salomon Hailemikael, Guido Martini, Salvatore Martino, Antonella Paciello, Salvatore Paolini & Gabriele Scarascia Mugnozza)</i>	
1	PREMESSA	171
2	MODELLO GEOLOGICO DELLA CITTÀ DI RIETI	172
2.1	<i>Campagna 2008</i>	172
2.2	<i>Campagna 2010</i>	173
2.3	<i>Ricerche storico-documentarie</i>	175
3	CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA	177
	OPERE CITATE	179
CAP. 10 - PROBLEMATICHE EMERSE DAI CASI DI STUDIO E RELATIVI CRITERI DI TRASPONIBILITA' AL TERRITORIO		
	<i>(Salvatore Martino & Gabriele Scarascia Mugnozza)</i>	181
	RINGRAZIAMENTI	187
APPENDICI	D.G.R. LAZIO N. 545 DEL 26 NOVEMBRE 2010	193
	D.G.R. LAZIO N. 490 DEL 21 OTTOBRE 2011	217

PREFAZIONE

MARCO MATTEI

Assessore all'Ambiente e Sviluppo Sostenibile della Regione Lazio

A circa tre anni dal drammatico sisma che ha colpito l'Abruzzo e la città de l'Aquila viene pubblicato, per iniziativa dell'Ufficio Geologico e Sismico dell'Area Difesa del Suolo e Concessioni Demaniali della Direzione Regionale Ambiente, in collaborazione con il Centro di Ricerca CERI e il Dipartimento di Scienze della Terra della Sapienza Università di Roma e l'ENEA, questo volume in cui sono raccolti i risultati delle esperienze di indagini di Microzonazione Sismica svolte da più di 10 anni nei territori comunali della Regione Lazio.

La Giunta Regionale ha già da tempo avviato un programma organico sulla prevenzione del rischio sismico, attraverso la stipula di una apposita Convenzione con l'ENEA che ha provveduto alla definizione di aree del territorio regionale con livelli di pericolosità sismica statisticamente omogenei, utili per la classificazione sismica regionale. In tali ricerche sono stati anche selezionati alcuni accelerogrammi rappresentativi del moto del suolo, da utilizzare come input sismico nelle analisi di microzonazione sismica. Tali studi hanno portato, con le Delibere di Giunta 387 e 835 del 2009, a una moderna proposta di classificazione sismica del territorio regionale. Tutti i Comuni del Lazio sono stati definiti come Unità Amministrative Sismiche (UAS) e suddivisi in quattro differenti Zone Sismiche.

Tuttavia, tale suddivisione, non tenendo in considerazione i possibili effetti di amplificazione dovuti al passaggio del moto sismico attraverso la copertura dei terreni superficiali, può risultare inadatta a rappresentare le situazioni locali che, per caratteristiche peculiari, possono presentare differenti risposte al moto sismico.

E' importante che si acquisti la consapevolezza che è possibile difendersi dal terremoto e che la scienza e la tecnica sono oggi in grado di dettare le linee programmatiche per guidare correttamente i processi di sviluppo degli insediamenti umani, attraverso la definizione della distribuzione dei possibili effetti che possono essere arrecati in un'area urbana e di individuare criteri di gestione del territorio volti a mitigare, in futuro, i danni prodotti dagli eventi sismici.

Lo studio del territorio assume perciò enorme importanza per la valutazione dell'esposizione al rischio sismico, in particolare nelle aree critiche dal punto di vista della concentrazione urbana, del patrimonio artistico o delle attività industriali.

Pertanto, la Microzonazione Sismica rappresenta un utile strumento ai fini di una più dettagliata suddivisione del territorio in aree in cui i differenti valori di amplificazione del moto sismico rispecchiano più rigorosamente le condizioni locali, che permettono di inserire nuovi ed indispensabili elementi nella pianificazione comunale.

In particolare, l'Assessorato all'Ambiente e Sviluppo Sostenibile ha ritenuto come obiettivo prioritario e strategico per il 2010 la Microzonazione Sismica che ha portato alla approvazione delle due DGR 545/10 (*Linee Guida*) e 490/11 (*Abachi Regionali*). Si tratta di importanti attività volte a promuovere un'efficace politica locale e regionale di prevenzione dai rischi naturali, e in particolare dai terremoti che sono fenomeni naturali con i quali si deve imparare a convivere.

Al di là dei risultati conseguiti nel presente volume, resi possibili dalla convinta e forte sinergia espressa tra i tecnici della Regione Lazio e le strutture di ricerca dell'ENEA e della Sapienza Università di Roma, ritengo che debbano essere promosse ulteriori e proficue attività comuni, volte al raggiungimento dell'obiettivo di una programmata e diffusa mitigazione del rischio sismico nel territorio regionale, che rappresenta uno dei compiti principali nella prosecuzione del mio mandato.

POST-PREFAZIONE

GIUSEPPE TANZI

Regione Lazio - Direttore della Direzione Regionale Ambiente

Dirigere l'Area Difesa del Suolo prima, e la Direzione Regionale Ambiente poi, mi ha portato a conoscere, interagire e decidere su problematiche inerenti la pericolosità e la prevenzione sismica.

Da più di dieci anni la struttura geologica di questa Direzione svolgeva compiti di ricerca applicata, pianificazione e controllo in materia di prevenzione sismica, ma spesso l'Amministrazione non riconosceva lo sforzo di un drappello di Funzionari che giorno per giorno producevano un lavoro tanto oscuro quanto utile.

Poi un giorno, questi stessi Funzionari si presentarono nel mio ufficio con un progetto a lungo termine che aveva nel suo corpo centrale due termini che ho imparato quotidianamente quanto siano fondamentali nella gestione del territorio e della pianificazione urbanistica: *Prevenzione e Microzonazione Sismica*.

Si presentarono con un percorso strategico per “mitigare” il ritardo di conoscenza e applicazione rispetto a tante altre Regioni italiane, anche economicamente e strutturalmente meno potenti della nostra.

Io ho voluto seguirli e mi sono lasciato trasportare dando loro la mia più ampia fiducia e guidandoli con la mia presenza e il mio ruolo dirigenziale. Li ho spronati per continuare a credere in questo progetto cercando insieme i fondi necessari per farlo decollare e alla fine, tutti insieme, abbiamo raggiunto lo scopo. Le tre Delibere di Giunta Regionale emanate fra il 2009 e il 2011 (*Riclassificazione sismica, Linee Guida per la Microzonazione Sismica e Abachi Regionali*) dimostrano quanto fatto da questa Direzione.

Sapere dal mondo esterno quanto la nostra Regione, in questi ultimi anni, abbia raggiunto livelli di eccellenza a livello italiano e europeo nel campo della Microzonazione Sismica è motivo di orgoglio e soddisfazione.

Voglio condividere questo grande obiettivo raggiunto, di cui il libro “*La Pericolosità Sismica nel Lazio*” è il testimone più reale e serio, con i Geologi dell'Ufficio Geologico e Sismico dell'Area Difesa del Suolo e Concessioni Demaniali che continuano a sfornare idee e progetti in diversi campi dei Rischi Geologici e Naturali.

Voglio ringraziare i Partner esterni che hanno affiancato la Regione in questi anni di sforzi e progetti, a partire dalla Sapienza Università di Roma che ha editato e stampato questo eccezionale volume, al Centro di Ricerca CERI “Previsione, Prevenzione e Controllo dei Rischi Geologici” della stessa Università, all'ENEA e al Dipartimento di

Ingegneria Strutturale del Politecnico di Milano, per il loro supporto e aiuto.

Questo lavoro è uno stimolo per continuare e proseguire le attività iniziate anni fa e che ancora non si sono concluse. Questa Direzione continuerà a perseguire le attività di prevenzione sismica al fine di mantenere vigile l'attenzione nella nostra Regione in una fase di pace sismica, e per aumentare la sensibilità delle popolazioni coinvolte rispetto al rischio sismico.

PRESENTAZIONE

ALBERTO PRESTININZI

Sapienza Università di Roma

Direttore del Centro di Ricerca CERI "Previsione, Prevenzione e Controllo dei Rischi Geologici"

Editor-in-Chief della Rivista Italian Journal of Engineering Geology and Environment

Gli effetti degli ultimi terremoti sul tessuto sociale, in termini di perdita di risorse e vite umane, hanno sempre di più aumentato l'attenzione verso tutte le forme di prevenzione. In realtà nel nostro Paese tale attività di prevenzione, intesa come azione integrata tra il sistema pubblico-privato, e tesa a garantire una drastica riduzione del rischio sismico, è stata posta sempre in secondo piano privilegiando, di fatto, gli interventi post-evento spinti dallo stato di emergenza.

A partire dal terremoto Umbro-marchigiano del 1997 la Regione Lazio ha assunto un atteggiamento propositivo sul tema del rischio sismico. Ma è con il sisma aquilano del 2009 che le iniziative regionali, coinvolgendo sempre di più le istituzioni universitarie, hanno prodotto una serie di attività, sia sul piano normativo sia su quello applicativo, tese a favorire il trasferimento delle conoscenze acquisite dal mondo della ricerca attraverso l'utilizzo di standard operativi definiti dai gruppi misti di studio, Università-ENEA-Regione Lazio. E' in tale ambito che è stata aggiornata la Classificazione sismica del territorio regionale, definiti i criteri e gli standard operativi per gli studi di risposta sismica locale e avviate le sperimentazioni, a scala comunale, degli studi di microzonazione sismica di primo e di secondo livello. Queste attività, portate avanti da specifici gruppi di lavoro, hanno coinvolto tecnici regionali, specialisti provenienti dall'Università e da Centri di Ricerca della Sapienza di Roma, con il contributo di importanti Enti di Ricerca. In linea con la propria attività istituzionale, che prevede tra l'altro un diretto "contatto" con il territorio sia in termini di ricerca sia di messa a punto di standard operativi, il CERI attraverso la Rivista *Italian Journal of Engineering Geology and Environment* pubblica questo volume: *La Pericolosità Sismica nel Lazio*.

Il volume nasce con il duplice obiettivo:

- a) di fornire le necessarie indicazioni di carattere teorico;
- b) di mettere a disposizione del vasto mondo professionale un'utile linea-guida per le attività di microzonazione a scala comunale, ritenute ormai imprescindibili per una corretta valutazione della pericolosità sismica globale.

Per raggiungere tali obiettivi il volume è stato articolato in tre parti. La prima, divisa in 3 capitoli, affronta il delicato tema della Pericolosità Sismica di base. L'analisi di pericolosità è sviluppata attraverso una completa rassegna dei terremoti storici nonché con la modellazione dei dati macrosismici. Partendo dai criteri generali forniti

dallo Stato alle Regioni, l'analisi è sviluppata tenendo conto delle più recenti vedute che privilegiano, tra l'altro, l'utilizzo dello spettro di risposta ad hazard uniforme, piuttosto che l'accelerazione di picco (PGA). In questa parte è anche discussa l'influenza delle condizioni geomorfologiche sulla risposta sismica locale, nonché l'esame di possibili fenomeni di instabilità locale, come la liquefazione.

La seconda parte, composta da 3 capitoli, esamina l'evoluzione degli studi di microzonazione ed il livello delle indagini necessario per ottenere risultati ritenuti significativi. L'elaborazione dei dati per ottenere indicazioni spaziali del fattore di amplificazione è ottenuta attraverso la modellazione della risposta sismica locale e l'utilizzo di metodi di calcolo di maggiore diffusione con l'uso dei relativi codici di calcolo.

La terza parte, divisa in 4 capitoli, contiene una serie di studi e applicazioni che riguardano i più importanti ambienti geologici presenti nel territorio della Regione Lazio, nonché alcuni significativi esempi di microzonazione con *casi di studio* effettuati sia su aree urbane sia su alcuni luoghi ritenuti di particolare vulnerabilità, come le pianure alluvionali. In appendice, su CD-ROM allegato, sono riportati i riferimenti normativi emanati dalla Regione Lazio, due cartografie e alcune appendici relative alla pericolosità sismica di base.

INTRODUZIONE

EUGENIO DI LORETO^(*) & GABRIELE SCARASCIA MUGNOZZA^(**)

^(*)*Regione Lazio - Area Difesa del Suolo e Concessioni Demaniali, Ufficio Geologico e Sismico Regionale*

^(**)*Sapienza Università di Roma - Dipartimento di Scienze della Terra*

Nel settembre del 2006, durante l'83^a Riunione Estiva della Società Geologica Italiana, ci trovammo a confrontarci sulle rispettive esperienze svolte fino ad allora, rispettivamente in qualità di funzionario tecnico della Regione Lazio e di docente della Sapienza Università di Roma, in materia di Microzonazione Sismica. Nel corso di quello scambio di opinioni si evidenziò il ruolo fondamentale rivestito dal modello geologico del sottosuolo nell'individuare e delimitare correttamente microzone omogenee, nell'indirizzare ed integrare in modo efficace le indagini di sito e di laboratorio per la caratterizzazione dinamica dei litotipi di interesse, nonché le campagne sismometriche ed, infine, le conseguenti modellazioni di risposta sismica locale.

In altre parole, appariva evidente il comune interesse a promuovere studi per la messa a punto di metodologie condivise in questo settore strategico per la pianificazione territoriale e la mitigazione del rischio sismico; di conseguenza, si riteneva di fondamentale importanza delineare e stabilire procedure corrette e condivise per l'impostazione di indagini a carattere spiccatamente multidisciplinare quali quelle della Microzonazione Sismica.

L'obiettivo ultimo di tale attività sarebbe stato, da un lato, fornire linee guida di riferimento e standard metodologici a tecnici e professionisti operanti nel settore, dall'altro pervenire a strumenti conoscitivi di base, trasferibili alle amministrazioni locali e da loro utilizzabili per una corretta ed efficace pianificazione territoriale.

Nel contempo, l'emanazione dell'Ordinanza del P.C.M. n. 3519/2006, illustrando i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle aree sismiche, di competenza delle Regioni, consentiva a queste ultime di adeguare criticamente la classificazione sismica. Pertanto, l'esigenza di giungere ad una riclassificazione del territorio della Regione Lazio sollecitava la componente tecnica dell'amministrazione regionale e la comunità scientifica ad individuare e proporre nuovi metodi per la definizione del livello di Pericolosità Sismica di Base nel territorio regionale mediante l'introduzione di corretti ed aggiornati input sismici.

Da questa duplice esigenza scaturiva così l'opportunità di avviare e concretizzare forme di collaborazione tecnico-scientifica, svolte tra l'Area Difesa del Suolo della allora Direzione Regionale Ambiente e Cooperazioni tra



i Popoli della Regione Lazio, il CERI Centro di Ricerca sui Rischi Geologici e il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università Sapienza di Roma, nonché l'ENEA Ente Nazionale per le Energie Alternative e l'Ambiente. Tali collaborazioni venivano formalizzate mediante apposite convenzioni. La prima, approvata con Determinazione Dirigenziale n. B4080 del 27 ottobre 2006, riguardava la *“Analisi della sismicità regionale ai fini dell'individuazione di classi di Comuni con situazioni omogenee di scuotibilità in occasione di eventi sismici”*. L'obiettivo perseguito, attraverso lo studio della sismicità storica e l'applicazione di metodologie statistiche, era la definizione di accelerogrammi di riferimento nei territori dei 378 Comuni del Lazio. La seconda convenzione era approvata con Determinazione Dirigenziale n. B4079, sottoscritta il 27 ottobre 2006, e riguardava la *“Valutazione della risposta sismica locale e individuazione di sottozone sismiche in aree comunali di interesse nel territorio della Regione Lazio”*. Scopo di questa convenzione era lo sviluppo di metodologie per la Microzonazione Sismica in aree caratterizzate da peculiari assetti litostratigrafici e geomorfologici, tipici di contesti territoriali frequenti nel territorio laziale in cui erano già state avviate indagini (quali il Comune di Monte San Giovanni Campano in provincia di Frosinone). In particolare, quest'ultimo era ritenuto rappresentativo di configurazioni geomorfologiche riconducibili a dorsali impostate su ammassi rocciosi calcarei con differente grado di fratturazione e, al contempo, di situazioni riconducibili a piana alluvionale. Successivamente, venivano sottoscritte ulteriori forme di collaborazione riguardanti la città di Rieti, rappresentativa di un contesto urbano in zona di pianura alluvionale complicata da estesi affioramenti di travertino e dalla presenza di un esteso ed antico tessuto urbano, per poi negli anni successivi continuare ed approfondire gli studi nel Comune di Lubriano (VT), emblematico per la configurazione morfologica di rupe tufacea su sedimenti argillosi.

Nel frattempo, altre esperienze di Microzonazione Sismica, promosse e realizzate da diversi Enti, si andavano sviluppando in altri contesti territoriali nazionali, come ad esempio a Lauria (PZ), Brescia e nei Comuni della Garfagnana, andando così ad aggiungersi ai precedenti studi di Microzonazione Sismica. Tra questi ultimi, meritano particolare menzione quelli svolti sia in condizioni post-sisma, si pensi ai casi di Umbria-Marche (1997) e di San Giuliano di Puglia (2002), per citare solo i più recenti e significativi, sia in condizioni di “pre-emergenza”, come attestano gli esempi della Regione Marche (nel 2000 nei quattro centri abitati di Offida, Serra de' Conti, Cagli e Treia e nel 2006 a Senigallia); a questi si aggiungono le importanti esperienze maturate nel contempo in altre Regioni (Emilia Romagna e Lombardia).

Inoltre, alla fine del 2004 veniva prodotto, a cura del Dipartimento Nazionale della Protezione Civile, del Dipartimento di Scienze della Terra e del Centro di Ricerca CERI della Sapienza Università di Roma, un CD su *“La Microzonazione Sismica - metodi, esperienze e normativa”* con l'intento di fornire a professionisti e Amministrazioni locali lo stato dell'arte sull'argomento e le metodologie più aggiornate in relazione alle attività di Microzonazione



Sismica, oltre a riferimenti normativi a livello nazionale e regionale.

Nel 2006, prendevano anche avvio le attività del Gruppo di Lavoro “Indirizzi e Criteri generali per la Microzonazione Sismica”, allorché il Dipartimento della Protezione Civile propose alla Commissione Protezione Civile della Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome di istituire un gruppo di lavoro composto da tecnici ed esperti nominati dalle Regioni e dal Dipartimento stesso. La Commissione approvava tale proposta all’unanimità e stabiliva che il Gruppo di Lavoro operasse in sinergia con la Sottocommissione 8 “Attuazione della normativa sismica”, coordinata dalla Regione Umbria. Il Gruppo di Lavoro iniziava la sua attività il 19 febbraio 2007, predisponendo dopo un anno di attività un documento preliminare da sottoporre successivamente alle osservazioni di alcuni soggetti esterni, tra cui Ordini Professionali, Associazioni e Tavolo tecnico di governo del territorio della Conferenza delle Regioni. Recepite le osservazioni dei soggetti esterni, la Conferenza delle Regioni e delle Province autonome approvava il documento finale il 13 novembre 2008, avviando il percorso per la sua adozione in Conferenza Unificata. Nel mese di marzo del 2009 il volume veniva inviato ai responsabili dei settori Protezione Civile, Territorio e Ambiente delle Regioni, ai componenti delle Commissioni territorio e ambiente di Camera e Senato, agli ordini professionali ed agli istituti di ricerca, nonché alle università. Il volume riportava criteri di carattere generale in merito all’impostazione ed allo sviluppo di studi di MS ed alla formalizzazione dei prodotti attesi, corredato di saggi cartografici, abachi ed istruzioni tecniche sulle modalità di indagine.

A questo riguardo, gran parte dei componenti del gruppo che ha redatto la presente pubblicazione ha avuto modo di collaborare attivamente alla stesura del volume del Dipartimento della Protezione Civile su “Indirizzi e Criteri per gli studi di MS”, pubblicato nel 2008. La presenza tra gli elaborati cartografici allegati al suddetto volume della Carta di primo livello di Monte San Giovanni Campano, testimonia il contributo delle attività di collaborazione tra Regione Lazio, CERI-Sapienza ed ENEA.

Nell’aprile del 2009 si era giunti quasi al termine delle attività previste dalle già citate convenzioni, tra Regione, CERI ed ENEA, quando il terremoto de L’Aquila irrompeva nella vita di tanti cittadini, ma anche, seppure in modo diverso, in quella di tanti studiosi di enti di ricerca e di altrettanti funzionari tecnici delle amministrazioni a livello nazionale e locale. Di fatto, per molti di loro si interrompevano le normali attività in corso e si assisteva ad una concentrazione, sull’area abruzzese, di risorse ed energie per condurre in tempi rapidi studi di microzonazione sismica sia per la realizzazione delle cosiddette C.A.S.E. (Complessi Antisismici Sostenibili ed Ecocompatibili) sia per la ricostruzione dei centri abitati danneggiati dal terremoto.

In accordo con l’Ufficio Rischio Sismico del Dipartimento di Protezione Civile, il Gruppo di Lavoro costituito da funzionari della Regione Lazio, ricercatori dell’ENEA e ricercatori della Sapienza, veniva incaricato di portare



a termine la microzonazione sismica della “Macroarea 8 - Conca di Roio” nel Comune de L’Aquila, una delle 9 macroaree in cui era suddivisa l’area epicentrale. Il periodo Giugno 2009-Gennaio 2010 vedeva il Gruppo di Lavoro continuamente ed intensamente coinvolto in attività di rilievi, indagini, campagne di registrazioni e successive elaborazioni e modellazioni numeriche. Il risultato di tale sforzo comune, condotto anche insieme a un nutrito numero di colleghi di altre Istituzioni scientifiche ed Enti locali, è stata la perimetrazione di aree a diversa pericolosità sismica locale ed i prodotti delle indagini sono contenuti in un apposito volume (novembre 2010) prodotto dal Gruppo di Lavoro MS-AQ dal titolo “*Microzonazione sismica per la ricostruzione dell’area aquilana*”.

L’insieme delle esperienze acquisite e degli studi svolti in questi ultimi anni risente in modo significativo delle lunghe e complesse vicende, sopra delineate, influenzate da approcci metodologici e criteri di allestimento degli elaborati di sintesi via via evolutisi nel tempo, ed ha condotto alla redazione del presente volume.

Pertanto, riteniamo opportuno fornire al lettore alcune indicazioni sui suoi contenuti, sulle sue implicazioni e sulla sua struttura, da intendersi come una sorta di guida alla lettura o, se si preferisce, istruzioni per l’uso.

Innanzitutto, va sottolineato che i risultati ottenuti derivano da approcci precedenti alla pubblicazione di “*Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica*” (2008); tuttavia, questi sono stati poi adeguati, del tutto o in parte, ai tre differenti livelli di approfondimento indicati in *Indirizzi e Criteri* (2008). Studi riferibili al I Livello sono quelli della dorsale calcarea su cui sorge l’abitato capoluogo di Monte San Giovanni Campano (FR) e in parte anche l’abitato di Lubriano (VT). Studi riferibili al III Livello, basati anche su risultati di simulazioni numeriche, vengono descritti nel caso della frazione Porrino di Monte San Giovanni Campano, ubicata in area di piana alluvionale. Per la città di Rieti sono illustrati i risultati preliminari delle indagini finora condotte.

Inoltre, si evidenzia come i criteri di scelta dei siti siano stati adottati tenendo conto di configurazioni litostratigrafiche e geomorfologiche emblematiche e rappresentative di alcuni territori comunali del Lazio e quindi i risultati ottenuti sono da considerarsi significativi ed estrapolabili, pur con le necessarie cautele, ad altri contesti territoriali similari.

Il bagaglio di esperienze e conoscenze, sia scientifiche che tecnico-normative, fin qui acquisite e raccolte in questo volume ha consentito di pervenire ad un’apposita Delibera di Giunta n. 545 del 26 novembre 2010 “*Approvazione Linee Guida per l’utilizzo degli Indirizzi e Criteri generali per gli studi di Microzonazione Sismica nel territorio della Regione Lazio di cui alla D.G.R. 387/2009. Modifica della D.G.R. 2649/1999*”. Questa Delibera costituisce per la Regione Lazio motivo di orgoglio ed elemento propulsore per proseguire nella medesima direzione avviata fin dal 1999, per lo sviluppo di politiche di mitigazione del rischio sismico. Infine, come conclusione del percorso intrapreso, la Regione Lazio ha emanato il 21 ottobre 2011 la D.G.R. n. 490, approvando gli Abachi Regionali per



gli studi di Livello 2 di Microzonazione Sismica. Questo ulteriore strumento operativo fornito ai Professionisti consente alla Regione Lazio di ergersi fra le realtà regionali capofila nel campo della prevenzione sismica. Le due Delibere di Giunta citate sono inserite nell'Appendice che troverete alla fine della presente pubblicazione.

A questo riguardo, il pubblico cui è rivolto questo lavoro non è solamente quello del mondo accademico e scientifico, ma soprattutto quello dei professionisti e del personale tecnico-amministrativo degli Enti locali coinvolto nella gestione della prevenzione del rischio sismico, che potranno trarre tesoro dalle informazioni conoscitive riportate.

A conclusione di questo capitolo introduttivo, per meglio orientare il lettore, riteniamo utile dare un cenno sul contenuto dei diversi capitoli, riuniti in tre parti distinte.

Nel Capitolo 1, a cui hanno contribuito i ricercatori dell'ENEA, sono descritte le metodologie adottate di tipo misto storico-probabilistico per la determinazione della Pericolosità sismica di base.

Il Capitolo 2 tratta della Pericolosità sismica combinata con gli elementi geomorfologici, con particolare attenzione volta alla liquefazione ed all'influenza di peculiari condizioni morfologiche, entrambe analizzate in un contesto a scala regionale. Vengono illustrate due cartografie sperimentali, ottenute mediante elaborazioni con sistemi G.I.S., denominate rispettivamente *“Carta della pericolosità sismica combinata con elementi geologici e topografici”* e *“Carta delle aree con probabilità di accadimento di fenomeni di liquefazione”*. Tali Carte rappresentano un primo passo per la definizione del quadro conoscitivo del territorio a scala regionale, come elementi di conoscenza di base (Livello “0”), capaci di indirizzare la predisposizione di più dettagliate Indagini e Carte di microzonazione sismica.

Nel Capitolo 3 è illustrata la filosofia che ha portato alla stesura delle Delibere di Giunta Regionale n. 387 del 22 maggio 2009 e n. 835 del 3 novembre 2009, riguardanti la nuova classificazione sismica del territorio della Regione Lazio, in applicazione all'O.P.C.M. 3519/06 e della D.G.R. n. 766/2003, che come novità importante hanno visto la individuazione delle UAS (Unità Amministrative Sismiche).

Nei capitoli successivi si focalizzano le problematiche inerenti alla Pericolosità Sismica Locale, nonché ai criteri di indagine di MS. Questi capitoli costituiscono la Parte 2 e la Parte 3 del presente volume.

Nel Capitolo 4 viene tracciata l'evoluzione della MS, mentre nel Capitolo 5 sono indicati in modo sintetico i criteri di MS e i livelli di indagine. Nel Capitolo 6 sono riportate le prime esperienze di microzonazione sismica nei centri abitati di Leonessa, Torrita, Fiamignano, S. Lucia di Fiamignano, Sora, Castel Gandolfo, Labro, condotte nel periodo 2001-2002 da parte del Politecnico di Milano e della Regione Lazio.

Ai temi della Valutazione della Risposta Sismica Locale attraverso l'individuazione di alcuni casi di studio nella Regione Lazio (criteri, metodologia, tecniche strumentali per la campagna sismometrica, indagini geofisiche in



foro) sono dedicati i Capitoli 7, 8 e 9. Infine, nell'ultimo capitolo sono discussi i criteri di rappresentatività e dunque di trasponibilità dei casi al territorio e le problematiche emerse e gli sviluppi futuri degli studi in altre porzioni del territorio regionale.

Grafici e tabelle accompagnano il testo per facilitare la comprensione del lettore e, per agilità di stesura del testo finale, le citazioni bibliografiche di ogni capitolo sono riportate alla fine del capitolo stesso. Gli Autori sono riportati a margine di ciascun capitolo, indicando il loro Ente di appartenenza.

Infine, alla pubblicazione sono allegati il testo della D.G.R. n. 545 del 26 novembre 2010 sulla Microzonazione Sismica, quello della D.G.R. n. 490 del 21 ottobre 2011 sugli abachi regionali e un CD-ROM che contiene, oltre al testo delle medesime D.G.R. in formato pdf e due cartografie della Regione Lazio 1:750.000 in formato jpg, cinque appendici relative alla pericolosità sismica di base.