



Comune di Ovindoli



Comune di Rocca di Mezzo



Comune di Rocca di Cambio



Comune di Lucoli

Area Omogenea n.9

Piani di Ricostruzione

ex art. 14, com. 5 bis, legge 77/2009

3 RELAZIONE TECNICO-SCIENTIFICA

RTS ASPETTI DI GEOLOGIA PROPEDEUTICI ALLA MICROZONAZIONE DI I LIVELLO ED ALLA VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' AMBIENTALE COMUNE DI LUCOLI

DIPARTIMENTO
DI ARCHITETTURA E PROGETTO



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Attività di supporto ai Responsabili Unici del
Procedimento per la Redazione dei Piani di
Ricostruzione

RESPONSABILE SCIENTIFICO

Lucina Caravaggi DIAP Sapienza Università di Roma

COORDINATORE SCIENTIFICO

Susanna Menichini DIAP Sapienza Università di Roma

URBANISTICA E ARCHITETTURA

Cristina Imbroglini *Progetto urbanistico e valutazioni ambientali ,*
DATA Sapienza Università di Roma

con

Elena Cupisti
Grazia di Giovanni
Valentina Marino
Massimiliano Paolini
Leonardo Pompili
Marco Vigliotti *Rilievi , interpretazioni ed elaborazioni informatizzate relative a contesti urbani, spazi aperti ret, e sottoservizi, strumentazione urbanistica e stato di attuazione, effetti del sisma sui centri urbani, costruzione del Sistema Informativo Territoriale dei piani di Ricostruzione,*
assegn. DIAP Sapienza Università di Roma

Ludovica Buzzelli *Indagini ed elaborazioni grafiche per la verifica di assoggettabilità dei Piani a valutazione ambientale strategica,*
assegn. DIAP Sapienza Università di Roma

Emanuela Carratoni,
Fabio Cipriano *Rilievi e profili altimetrici da foto interpretazione,*
collab. DIAP Sapienza Università di Roma

Orazio Carpenzano *Progetti di riqualificazione degli spazi pubblici nei centri storici,*
DIAP Sapienza Università di Roma

con

Fabio Balducci
Armando Iacovantuono
Alessandro Pirisi
Valentina Sales
Vincenzo Sammito *Indagini , interpretazioni ed elaborazioni relative a spazi pubblici significativi, temi dominanti, interventi di progetto e sintesi grafiche,*
collab. DIAP Sapienza Università di Roma

Valentina Azzone *Organizzazione, quadro tecnico economico,*
collab. DIAP Sapienza Università di Roma

Maurizio Alecci *Responsabile Centro Progetti,*
DIAP Sapienza Università di Roma

NORMATIVA

Alfredo Fioritto *Architettura normativa e impostazione delle NTA,*
Facoltà di Giurisprudenza, Università di Pisa

con

Rossana Corrado *Sviluppo delle NTA e iter attuativo,*
collab. DIAP Sapienza Università di Roma

STRUTTURE, GEOLOGIA, GEOTECNICA SISMICA

Luigi Sorrentino	<i>Coordinamento, DISG Sapienza Università di Roma</i>
Luis D. Decanini Fabrizio Mollaioli Monica Pasca	<i>Catalogo sismico locale, pericolosità sismica, indagini di sismicità storica; Percorsi e spazi sicuri; Norme Tecniche di Attuazione, DISG Sapienza Università di Roma</i>
Augusto Desideri Giuseppe Lanzo Enzo Fontanella	<i>Dissesti; Pericolosità connessa ad eventi franosi e fenomeni erosivi; Pendenze; Microzone omogenee in prospettiva sismica e indagini, DISG Sapienza Università di Roma</i>
Domenico Liberatore Patrizia Trovalusci	<i>Aggregati edilizi di intervento; Consorzi e proposte di intervento; Accessi e cavalcavia; Elementi costruttivi; Categorie di Intervento; Criteri per le priorità di intervento, DISG Sapienza Università di Roma</i>
Renato Masiani Laura Liberatore	<i>Agibilità, danno e vulnerabilità; Demolizioni e messa in sicurezza; Categorie di intervento, DISG Sapienza Università di Roma</i>
Giorgio Monti Marc'Antonio Liotta	<i>Unità edilizie; Categorie di Intervento; Percorsi e spazi sicuri; Norme Tecniche di Attuazione; Danneggiamenti in occasione dei terremoti storici; Edifici vincolati e potenzialmente di pregio, DISG Sapienza Università di Roma</i>
con Giuseppe Scalora	<i>Unità edilizie (definizione); Tipi edilizi (definizione); Categorie d Intervento (definizione); Percorsi e spazi sicuri (definizione); Norme Tecniche di Attuazione (definizione), collab. DISG Sapienza Università di Roma</i>
Fabio Fumagalli	<i>Aggregati edilizi di intervento (definizione); Criteri e priorità di intervento (definizione); Norme Tecniche di Attuazione (aspetti strutturali), assegn. DISG Sapienza Università di Roma</i>
Beatrice Vivio	<i>Evoluzione dei centri storici; Danneggiamenti in occasione dei terremoti; Edifici vincolati e potenzialmente di pregio (comuni di Rocca di Mezzo, Rocca di Cambio, Lucoli), assegn. DISG Sapienza Università di Roma</i>
Maria Vitiello	<i>Evoluzione dei centri storici; Danneggiamenti in occasione dei terremoti; Edifici vincolati e potenzialmente di pregio (comune di Ovindoli), assegn. DSDRA Sapienza Università di Roma</i>
Mattia Marini	<i>Dissesti; Pericolosità connessa ad eventi franosi e fenomeni erosivi; Pendenze; Microzone omogenee in prospettiva sismica e indagini, assegn. DISG Sapienza Università di Roma</i>
Chiara Andreotti Annachiara Bertino Pietro Paviglianiti Elisabetta Raglione Laura Ronchetti Italia Vinciguerra	<i>Perimetrazioni e ambiti del Piano di Ricostruzione; Aggregati edilizi di intervento; Consorzi e proposte di intervento; Unità edilizie; Tipi edilizi; Accessi e cavalcavia; Elementi costruttivi; Agibilità, danno e vulnerabilità; Demolizioni e messa in sicurezza; Categorie di Intervento, Edifici potenzialmente di pregio; Percorsi e spazi sicuri; Criteri per le priorità di intervento, assegn. e collab. DISG Sapienza Università di Roma</i>
Alessandra Marotta	<i>Catalogo sismico locale, pericolosità sismica, indagini di sismicità storica; Percorsi e spazi sicuri (definizione); Norme Tecniche di Attuazione; Elementi per il Quadro Tecnico Economico collab. DISG Sapienza Università di Roma</i>

RIQUALIFICAZIONE URBANA E RIPIANIFICAZIONE TERRITORIALE

Raffaele Panella	DIAP Sapienza Università di Roma
Piero Ostilio Rossi	DIAP Sapienza Università di Roma
Roberto Secchi	DIAP Sapienza Università di Roma
Benedetto Todaro	DIAP Sapienza Università di Roma
Alessandra Capuano	DIAP Sapienza Università di Roma
Stefano Catucci	DIAP Sapienza Università di Roma
Rosalba Belibani	DIAP Sapienza Università di Roma
Laura Berardi	DIAP Sapienza Università di Roma
Andrea Bruschi	DIAP Sapienza Università di Roma
Alessandra Criconia	DIAP Sapienza Università di Roma
Mara Memo	DIAP Sapienza Università di Roma
Manuela Raitano	DIAP Sapienza Università di Roma
Luca Reale	DIAP Sapienza Università di Roma
Guendalina Salimei	DIAP Sapienza Università di Roma
Fabrizio Toppetti	DIAP Sapienza Università di Roma



Relazione Tecnico-Scientifica 3

Aspetti di geologia propedeutici alla microzonazione di I° livello e alla valutazione della pericolosità ambientale di Lucoli

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	3
2	RICOGNIZIONE DEL SISTEMA GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	3
2.1	Unità litostratigrafiche affioranti.....	3
2.1.1	Calcarei ciclotemici a gasteropodi e ooliti (CCG).....	4
2.1.2	Calcarei a requienie, caprotine e ostreidi (RCO)	4
2.1.3	Calcarei e marne a carophyta e Salpingoporella dinarica (CMS)	4
2.1.4	Calcarei ciclotemici a requienie (CIR).....	6
2.1.5	Orizzonti bauxitici (ba, bb) e Calcarei intrabauxitici (IBX)	6
2.1.6	Calcarei a Radiolitidi (RDT)	7
2.1.7	Calcarei a Radiolitidi (RDT)	7
2.1.8	Calcarei a rudiste e orbitoline (RDO)	8
2.1.9	Scaglia detritica (SCZ).....	8
2.1.10	Calcareniti a macroforaminiferi (CFR)	8
2.1.11	Calcarei a briozoi e litotamni (CBZ)	9
2.1.12	Unità argilloso-marnosa (UAM)	9
2.1.13	Complesso torbiditico alto miocenico Laziale-Abruzzese (UAP)	10
2.1.14	Depositi continentali – Sintema di Colle Cantaro-Cave (CNV) ..	10
2.1.15	Depositi continentali – Sintema di Catignano (ACT)	10
2.1.16	Depositi continentali quaternari (AVM, olo)	10
2.2	Geologia strutturale.....	11
2.2.1	Strutture compressive.....	11
2.2.2	Strutture trascorrenti.....	12
2.2.3	Strutture distensive	12
2.2.4	Faglie sismogenetiche	13
2.3	Aspetti geomorfologici di rilievo.....	14
2.4	Aspetti idrogeologici di rilievo.....	15
3	CONDIZIONI GEOLOGICHE LOCALI	19
3.1	Geologia degli ambiti di piano di ricostruzione e dei settori circostanti. 19	
3.2	Conclusioni	36
4	ASPETTI GEOLOGICI DI RILIEVO PER LA RICOSTRUZIONE	36
4.1	Mappa della pericolosità connessa ad eventi franosi e fenomeni erosivi	36
4.2	Pericolosità sismica di base	42
4.3	Mappa di microzonazione sismica di I° Livello	45
4.3.1	Zone stabili	46
4.3.1.1	Zona 1	46
4.3.1.2	Zona 2	46



4.3.1.3	Zona 3	47
4.3.2	Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali	47
4.3.2.1	Zona 4	47
4.3.2.2	Zona 5	47
4.3.2.3	Zona 6	47
4.3.2.4	Zona 7	47
4.3.2.5	Zona 8	48
4.3.2.6	Zona 9	48
4.3.2.7	Zona 10	48
4.3.2.8	Zona 11	48
4.3.3	Zone instabili	49
4.3.4	Altri elementi cartografici	49
4.4	Considerazioni circa la microzonazione proposta	49
4.5	Schede di pericolosità per gli ambiti di Piano di Ricostruzione ed Emergenza e Protezione Civile.....	59
4.6	Indagini proposte	63
5	INDICAZIONI PER LA PREVENZIONE E LA RIDUZIONE DEI RISCHI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI, IDROGEOLOGICI E GEOTECNICI	63
	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	65

1 INTRODUZIONE.

Secondo quanto previsto dagli indirizzi e criteri di microzonazione sismica di I° livello (Gruppo di lavoro MS, 2008), questo elaborato fornisce una sintesi di dati pregressi provenienti da diverse fonti (Tabella 1 ed § 2) e li integra con dati di terreno acquisiti attraverso un rilevamento speditivo volto soprattutto a verificare le condizioni per amplificazioni locali del moto sismico all'interno dei perimetri di piano di ricostruzione.

Tabella 1. Fonti da cui sono stati compilati i dati di base per la stesura del presente studio.

Tema	Scala	Fonte	Web GIS o banca dati
geologia/strutturale	1 : 50 000	ISPRA progetto CARG	www.apat.gov.it/Media/carg/
idrogeologia	-	Piano di Tutela delle Acque della Regione Abruzzo	www.regione.abruzzo.it/pianoTutelaacqua/ -
geomorfologia		Piano del Parco Velino Sirente 2000	-
sismicità e faglie sismogenetiche	-	INGV; ISPRA progetto ITHACA	www.ingv.it/ ; http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Progetti/ITHACA - catalogo delle faglie capaci
fenomeni gravitativi e processi erosivi	-	PAI; Progetto IFFI	www.regione.abruzzo.it/pianofrane/index.asp ; www.mais.sinanet.apat.it/cartanetiffi/

In § 2 e 3 verranno esposti, con riferimento specifico ai perimetri di piano di ricostruzione, gli elementi geologici, idrogeologici, geomorfologici e geotecnici di rilievo ai fini della microzonazione sismica del territorio in esame. Verranno inoltre evidenziati quegli aspetti che richiedono un ulteriore approfondimento a mezzo di indagini geognostiche dirette o indirette.

La sintesi cartografica dei risultati di questo studio è rappresentata dalle mappe di rischio geologico, idrogeologico e geomorfologico, dalla carta delle microzone omogenee in prospettiva storica e dalle schede di pericolosità presentate in § 4.

Infine, in § 5 si forniranno alcune indicazioni per la prevenzione e la riduzione dei rischi geologici individuati.

2 RICOGNIZIONE DEL SISTEMA GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Nel caso del comune di Lucoli sono stati impiegati i Fogli geologici n° 358 Pescorocchiano e n° 359 L'Aquila e note illustrative (Figura 1) della carta geologica d'Italia alla scala 1 : 50 000.

2.1 Unità litostratigrafiche affioranti

Qui di seguito sono descritte le unità del substrato roccioso affioranti all'interno del territorio comunale di Lucoli.

2.1.1 *Calcari ciclotemici a gasteropodi e ooliti (CCG)*

E' l'unità che caratterizza gran parte del Cretacico inferiore dell'area in studio. Essa è costituita da prevalenti calcari fango-sostenuti, sviluppati a scala metrica, caratterizzati da sedimenti subtidali attribuibili ad ambienti di laguna da aperta a ristretta, a cui si sovrappongono facies alto-intertidali e sopratidali a fenestrate di varia tipologia e/o stromatoliti. Indizi di esposizione subaerea sono riconoscibili in molti dei cicli presenti (nodularizzazione, cavità riempite da micriti ad ostracodi e charofite, cavità paleocarsiche, sviluppo di cementi vadosi ecc.).

Nell'area di Lucoli le porzioni subtidali dei cicli diventano prevalentemente granulo-sostenute e, nella parte sommitale, compaiono i primi orizzonti ad orbitolinidi e caprotine. In quest'area la base dell'unità è marcata dalla presenza di una superficie di discontinuità, evidenziata dalla presenza di un corpo brecciato potente qualche metro. Il limite superiore dell'unità è stato posto in corrispondenza della comparsa degli spessi strati a rudiste dell'unità RCO.

Lo spessore dell'unità è di circa 200 m nelle aree retromarginali (Lucoli), mentre non risulta valutabile nelle aree di piattaforma interna, dove non si raggiungono mai i termini altogiurassici delle unità sottostanti; in queste aree lo spessore massimo affiorante è di circa 600m.

ETÀ: Valanginiano - Barremiano inferiore.

2.1.2 *Calcari a requienie, caprotine e ostreidi (RCO)*

Unità costituita da prevalenti floatstones a molluschi, in strati da spessi a molto spessi, a cui si intercalano orizzonti, di spessore variabile, di mudstones-wackestones con foraminiferi bentonici, alghe e/o ostracodi. Le macrocomunità bentoniche mostrano una zonazione con popolamenti a caprotine e caprine prevalenti nei settori più prossimi ai paleomargini e prevalenti requienidi nei settori più interni. Nel primo caso le comunità a caprotine e caprine passano superiormente, in genere, a comunità a requienie e ostreidi. Tale passaggio è spesso caratterizzato da una superficie di discontinuità marcata, generalmente, da paleosuoli argillosi con litoclasti e/o conglomerati a clasti anneriti. Anche dove non osservabile, la fase di esposizione subaerea è testimoniata da una intensa dissoluzione dei gusci. Le originarie cavità principali delle rudiste (general cavity) sono generalmente riempite da packstones-grainstone, oppure, in prossimità della discontinuità suddetta, da silt vadosi policromi.

Sulla base delle caratteristiche sedimentologiche, dell'abbondante contenuto faunistico e di quanto noto sulla paleoecologia dei taxa presenti, tali facies dovrebbero essere attribuibili ad ambienti retromarginali-lagunari dominati da condizioni di buona circolazione idrodinamica.

Procedendo verso N e NE compaiono intercalazioni biolitoclastiche, sovente ricche in orbitolinidi, progressivamente più frequenti, fino a diventare esclusive. L'unità perde, conseguentemente, la propria identità e risulta eteropica con la porzione basale dei calcari a rudiste ed orbitoline (RDO).

ETÀ: Barremiano superiore - Aptiano inferiore p.p.

2.1.3 *Calcari e marne a carophyta e Salpingoporella dinarica (CMS)*

All'interno dell'unità è possibile riconoscere tre principali associazioni di litofacies, di seguito brevemente descritte.

Alla base dell'unità sono quasi ovunque presenti brecce eterometriche ed eterogenee con clasti di dimensioni da centimetriche a decimetriche, appartenenti ai litotipi delle successioni sottostanti (brecce policrome). Alle brecce si sovrappone un orizzonte, ad andamento lenticolare a grande scala, di mudstones scuri, fetidi, sottilmente stratificati con rari resti di ittioliti (calcari ad ittioliti). A questi ultimi seguono alternanze di mudstones e livelli argilloso-marnosi verdi, talora con orizzonti ricchi in oogoni di Carophyta.

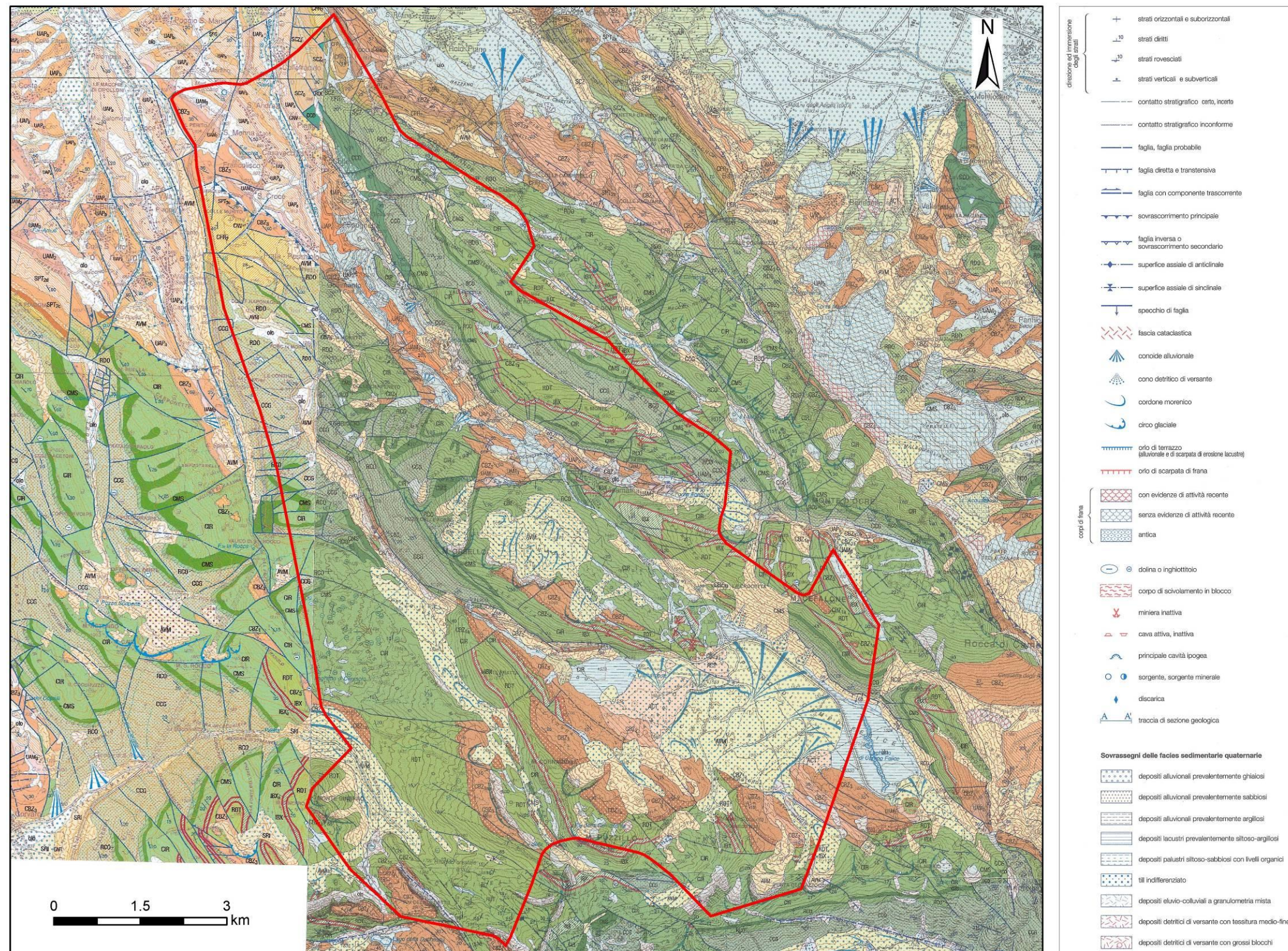


Figura 1. Stralcio del foglio geologico alla scala 1:50000 n°358 "Pescorocchiano" e n° 359 "Aquila". La linea rossa indica il perimetro del territorio comunale di Lucoli.

Tale tripartizione sembra scomparire sia verso nord-ovest sia procedendo verso est, dove l'intera unità è costituita da facies lagunari ristrette, ciclicamente organizzate.

ETÀ: Aptiano inferiore p.p.

2.1.4 *Calcarei ciclotemici a requienie (CIR)*

L'unità mostra una variabilità delle litofacies che ricalca quella delle unità sottostanti con prevalenti calcari fango-sostenuti e intercalazioni di calcari litobioclastici progressivamente più frequenti procedendo verso nord e nord-ovest.

Le litofacies sono organizzate in cicli peritidali, subtidali e diagenetici. In questi ultimi le fasi di esposizione subaerea, direttamente sovrapposte a facies subtidali di laguna più o meno ristretta (da mud-wackestones a mudstones scuri), sono evidenziate dallo sviluppo di paleocarsismo epigeo con forme tipo karren profonde fino a 30 cm e ampie fino a 40-50 cm. Le forme paleocarsiche sono generalmente coperte da marne argillose e argille verdi, spesso inglobanti litoclasti frequentemente

anneriti. Raro risulta invece lo sviluppo del carsismo ipogeo limitato a piccole cavità di dissoluzione di dimensioni millimetriche che, solo localmente (tetto dell'unità), danno luogo ad un reticolo pervasivo di microcavità.

Il tetto dell'unità, immediatamente sottostante al primo orizzonte bauxitico, è caratterizzato, oltre che dalla presenza delle requienie, da calcari bianchi, in strati spessi (120-150 cm) d'aspetto reticolato, per abbondante presenza di superfici anastomizzate legate a fenomeni di pressione-soluzione.

L'unità mantiene caratteristiche tessiturali pressoché uniformi per aree relativamente e riferibili ad ambienti lagunari prevalentemente ristretti. Nei settori occidentali dell'area dei Monti d'Ocre l'unità è caratterizzata dalla comparsa di facies più aperte, caratterizzate dalla presenza di comunità a caprotine che, localmente, originano piccole biocostruzioni ancora ben conservate. Ancora più a nord-ovest compaiono intercalazioni di grainstones-rudstones bioclastici ad orbitoline. Essi rappresentano l'intergiditizzazione tra CIR e le eteropiche facies marginali dei calcari a rudiste e orbitoline (RDO).

ETÀ: Aptiano superiore – Albiano inferiore p.p.

2.1.5 *Orizzonti bauxitici (ba, bb) e Calcarei intrabauxitici (IBX)*

1° orizzonte bauxitico (ba). Al tetto di CIR è presente un orizzonte bauxitico costituito da lenti pian-concave di variabile spessore, oggetto, durante gli anni '60, di coltivazione mineraria. Le miniere sono oggi adibite, spesso, a discarica di RSU.

Nei rari casi in cui è possibile osservare il letto dell'orizzonte esso appare come una superficie carsificata costituita da cavità più o meno ampie (paleodoline), sede dei corpi bauxitici, collegate tra loro da una superficie irregolare caratterizzata da tipiche forme carsiche epigee. I corpi bauxitici di riempimento delle doline sono generalmente litoidi, di colore rosso per l'abbondante contenuto in ferro e con più o meno abbondanti screziature giallognole legate a processi di deferrificazione. La forma pressoché planare del tetto dell'orizzonte bauxitico, con la mancanza di evidenti forme paleocarsiche positive è probabilmente imputabile sia ad uno stadio maturo del paleocarsismo, sia all'azione distruttiva della trasgressione marina che avrebbe determinato la rimozione delle forme rilevate, con la creazione di un'estesa superficie d'abrasione. In alcuni casi il passaggio tra le facies continentali e quelle francamente marine è marcato dalla presenza di orizzonti argillo-marnosi riferibili ad ambienti con acque dolci e/o salmastre.

Calcarei intrabauxitici (IBX). Nei settori di piattaforma interna al di sopra del 1° orizzonte bauxitico è presente un pacco di strati, con potenza oscillante tra i 40 ed i 60 metri, che presenta una notevole variabilità delle litofacies e appare caratterizzato dalla presenza di numerose superfici di esposizione subaerea evidenziate

da un diffuso paleocarsismo, a volte marcato da orizzonti fortemente arrossati, orizzonti argillosi e orizzonti dolomitizzati, cui corrispondono, con tutta probabilità, una serie di lacune stratigrafiche. Il limite inferiore dell'unità è rappresentato dal tetto del 1° orizzonte bauxitico mentre quello superiore è stato posto in corrispondenza di una superficie di discontinuità, localmente marcata da un esile orizzonte bauxitico (3° orizzonte bauxitico) a cui corrisponde una lacuna di estensione regionale.

Gli orizzonti dolomitizzati, di colore bianco-latteo e a frattura scagliosa, sono sviluppati soprattutto a sud dell'allineamento Lucoli-Casamaina-Fossa Palomba. Il loro spessore varia da 10 cm ad 1 m e localmente presentano, al loro interno, intervalli brecciati. Le loro caratteristiche sedimentologiche risultano del tutto simili a quelle descritte in letteratura per orizzonti interpretati come dolocrete.

Oltre a tali, peculiari, orizzonti le principali litofacies dell'unità sono rappresentate da: mudstones ad ostracodi e frammenti di Carophyta attribuibili ad ambienti marino-marginali; mudstones-wackestones a miliolidi e ostracodi tipici di ambienti marini ristretti; wackestones con microfaune a foraminiferi bentonici ben sviluppate, gasteropodi e requenie caratteristici di ambienti subtidali più aperti. A più altezze sono inoltre presenti livelli argillosi con litoclasti spesso anneriti, impostati su superfici carsificate (paleosuoli), riferibili a fasi di esposizione subaerea per periodi di tempo relativamente lunghi.

2° e 3° orizzonte bauxitico (bb). Nella porzione superiore dell'unità è presente un orizzonte di calcari arrossati e/o brecce in matrice rossa localmente con piccole sacche bauxitiche (2° orizzonte bauxitico), al di sopra del quale compaiono facies bioclastiche, per uno spessore massimo di circa una decina di metri. Tra tale livello bioclastico e i calcari sovrastanti (Turoniano superiore) è presente una più o meno pronunciata

superficie di esposizione subaerea con sviluppo di cavità carsiche e talora con esili livelli bauxitici (3° orizzonte bauxitico). A causa dell'esiguo spessore interposto i due orizzonti non sono cartografabili separatamente.

ETÀ: Cenomaniano p.p.

2.1.6 *Calcari a Radiolitidi (RDT)*

La fase trasgressiva che riporta l'area in condizioni marine dopo l'emersione del Turoniano basale è ben evidenziata dalle caratteristiche sedimentologiche dell'unità. La è suddivisibile in due sottunità (non cartografabili separatamente). La porzione basale è costituita da mudstones-wackestones in strati medi caratterizzati da cavità da dissoluzione carsica spesso con riempimenti di silt policromi e con i margini ricoperti da un orlo di cemento fibroso. Nel loro insieme tali caratteristiche rispecchiano ambienti di piana tidale periodicamente esposta all'erosione subaerea. Lo spessore delle facies tidali è di circa 15 metri.

Procedendo verso l'alto le tidaliti passano a facies tipicamente lagunari rappresentate da mudstones-wackestones di colore avana-nocciola, stratificati in strati medi (50-70 cm) e con rari foraminiferi bentonici. Le variazioni laterali delle litofacies sono difficilmente apprezzabili a causa sia degli affioramenti sporadici sia delle loro pessime condizioni giaciture.

ETÀ: Turoniano p.p. – Campaniano p.p.

2.1.7 *Calcari a Radiolitidi (RDT)*

La fase trasgressiva che riporta l'area in condizioni marine dopo l'emersione del Turoniano basale è ben evidenziata dalle caratteristiche sedimentologiche dell'unità. La è suddivisibile in due sottunità (non cartografabili separatamente). La porzione basale è costituita da mudstones-wackestones in strati medi caratterizzati da cavità da dissoluzione carsica spesso con riempimenti di silt policromi e con i margini ricoperti da un orlo di cemento fibroso. Nel loro insieme tali caratteristiche rispecchiano ambienti di piana tidale periodicamente esposta all'erosione subaerea. Lo spessore delle facies tidali è di circa 15 metri.

Procedendo verso l'alto le tidaliti passano a facies tipicamente lagunari rappresentate da mudstones- wackestones di colore avana-nocciola, stratificati in strati medi (50-70 cm) e con rari foraminiferi bentonici. Le variazioni laterali delle litofacies sono difficilmente apprezzabili a causa sia degli affioramenti sporadici sia delle loro pessime condizioni giaciture.

ETÀ: Turoniano p.p. – Campaniano p.p.

2.1.8 *Calcari a rudiste e orbitoline (RDO)*

Per la loro notevole similitudine sedimentologica, per la discontinuità degli affioramenti, e soprattutto per le loro condizioni d'affioramento, tutte le litofacies barremiano-cenomaniane riferibili ad ambienti maginali sono incluse in quest'unica unità. Essa comprende, quindi, i litotipi eteropici alle unità RCO, CMS, CIR, e IBX della successione di piattaforma interna.

Nel suo complesso l'unità è caratterizzata da prevalenti grainstones biointraclastici in strati medi, localmente ad elementi ben arrotondati, spesso di colore rosso-aranciato, alternati a rudstones biointraclastici bianchi o rosati a frammenti di caprine e caprotine (alla base) e caprine e radiolitidi (parte medio-alta). A più orizzonti, in corrispondenza delle maggiori fasi di esposizione subaerea della piattaforma, sono diffusamente presenti cavità paleocarsiche, di dimensioni centimetriche/decimetriche, con riempimenti di silt vadosi policromi. Il contenuto bioclastico è dato principalmente da rudiste (integre e/o in frammenti) e subordinatamente da echinidi, gasteropodi e coralli.

Lo spessore è stimabile in circa 200 metri e tende a diminuire, fino ad azzerarsi, procedendo verso le aree di piattaforma interna.

ETÀ: Barremiano p.p. – Cenomaniano p.p.

2.1.9 *Scaglia detritica (SCZ)*

Nell'unità sono stati inseriti i termini coevi alle tipiche formazioni della scaglia bianca e della scaglia rossa della successione umbro-marchigiana, dalle quali differiscono soprattutto per la presenza di notevoli apporti biodetritici. Il contenuto bioclastico è composto, in netta prevalenza, da frammenti di rudiste (Radiolitidae e Hippuritidae) ai quali si associano frammenti di coralli, echinodermi, brachiopodi.

Nell'ambito della scaglia detritica affiorante nell'area in studio sono state distinte diverse associazioni di facies variamente alternate tra di loro, indicate nella cartografia ufficiale con gli acronimi SCZ, SCZa, SCZb, SCZc (Fogli geologici n° 358 e 359, Progetto CARG, scala 1:50000). Lo spessore massimo dell'unità è pari a 80 metri.

Data la non congruità delle classificazioni per i fogli geologici adiacenti (n° 358 e n°359) all'interno dei quali ricade il territorio comunale di Lucoli, si rimanda alle note illustrative degli stessi fogli per una descrizione più dettagliata delle sub-unità.

ETÀ: Cenomaniano p.p. – Luteziano p.p.

2.1.10 *Calcareniti a macroforaminiferi (CFR)*

L'unità comprende i depositi paleogenici affioranti nell'area in studio e i suoi limiti inferiore e superiore corrispondono, generalmente, a discontinuità stratigrafiche di importanza regionale. Sulla base del contenuto paleontologico, ben riconoscibile in campagna, l'unità è stata suddivisa in due membri caratterizzati, rispettivamente, da faune a nummuliti e discocycline (membro inferiore, CFR1) o a miogypsine e lepidocycline (membro superiore, CFR2).

ETÀ: CFR1, Thanetiano p.p. – Priaboniano / CFR2, Rupeliano p.p. – Burdigaliano p.p.

2.1.11 *Calcari a briozoi e litotamni (CBZ)*

L'unità comprende tutti i depositi carbonatici miocenici attribuibili ad ambienti di piattaforma aperta-rampa carbonatica. Essa è caratterizzata da una notevole variabilità delle litofacies che ha permesso la suddivisione in tre membri.

calcareniti arancioni, litofacies glauconitica (CBZ1a). Tale membro è caratteristico delle zone più interne dell'area dei Monti d'Ocre. È costituito da calcareniti fini, a luoghi ricche in briozoi e pectinidi, in strati da medi a spessi, frattura concoide e tonalità grigio-verdognole per la diffusa presenza di glauconite abbondante soprattutto verso la base. Dove osservabile in dettaglio il contatto con il substrato cretacico (Chiesole di Lucoli, Colle di Casamaina), i calcari cretacici appaiono debolmente carsificati, erosi e rivestiti da una patina mineralizzata a glauconite di qualche millimetro di spessore sulla quale poggia un lag deposit costituito da piccoli ciottoli, frammenti di ostreidi e denti di pesce. Generalmente il membro appare, alla scala dell'affioramento, paraconcordante con il substrato cretacico; a scala più grande invece è evidente una discordanza, sia pur di pochi gradi, tra le calcareniti e le unità cretatiche di età diversa. Lo spessore del membro è dell'ordine di poche decine di metri e diminuisce verso est sino a raggiungere valori non cartografabili (M. Cagno-Altopiano delle Rocche).

ETÀ: Miocene p.p.

calcareniti a punti rossi (CBZ2). Il membro è composto da calcareniti fini grigio nocciola, stratificate in strati da medi a sottili e tipicamente losangate. Caratteristica è la presenza di frequenti ossidi di ferro (punti rossi) e localmente, di glauconite. L'unità è attribuibile ad ambienti di rampa più distale rispetto alle calcareniti a briozoi (CBZ3) delle quali ne sostituisce la parte basale nei settori occidentali e nord-occidentali dei Monti d'Ocre, in continuità con le sottostanti calcareniti spongolitiche.

ETÀ: Langhiano p.p. - Serravalliano p.p.

calcareniti a briozoi (CBZ3). Tale membro appoggia su CBZ1 (o direttamente sui calcari cretacici dove quest'ultimo è stata inclusa, a causa dell'esiguo spessore, in CBZ3) nei settori caratterizzati dalla presenza di litofacies mesozoiche di piattaforma interna, oppure su CBZ2 nei settori in cui sono presenti litofacies mesozoiche di margine-scarpata s.l e cenozoiche di rampa da prossimale a distale.

Le litofacies sono rappresentate da calcareniti-calciruditi bianche, in strati metrici, con abbondanti briozoi, amphistegine e frammenti di alghe melobesie (litotamni). Localmente sono presenti calcareniti più fini, ben classate e selezionate, a frattura concoide, in strati metrici e senza apparenti strutture sedimentarie.

L'unità è in parziale eteropia con CBZ2 e verso l'alto passa a calcareniti marnose e subordinate marne ricche in glauconite e tracce fossili (marne a *Cylindrites*).

ETÀ: Langhiano p.p. - Serravalliano (Tortoniano p.p.?)

2.1.12 *Unità argilloso-marnosa (UAM)*

L'unità è comprensiva delle litofacies mioceniche pre-silicoclastiche a significativo, e progressivamente maggiore verso l'alto, contenuto argilloso. In essa sono stati distinti tre membri, dei quali solo uno (UAM3) affiora nell'area in studio.

argille ad Orbulina (UAM3). La base dell'unità è caratterizzata dalla presenza di un hard-ground mineralizzato a glauconite e fosfati di spessore centimetrico, al di sopra del quale possono essere presenti pochi metri di calcari marnosi e marne calcaree ricchi in glauconite e tracce fossili, passanti superiormente a marne, marne argillose ed argille grigio-brune, sottilmente stratificate ricche di foraminiferi planctonici.

La elevata erodibilità del membro origina spianate più o meno ampie, facilmente riconoscibili morfologicamente, che però non permettono una osservazione di dettaglio delle caratteristiche sedimentologiche e dell'organizzazione delle facies.

Affiorano ovunque alla base dei depositi silicoclastici dell'unità UAP, e al tetto di successioni appartenenti a diversi ambienti sedimentari. Lo spessore, quasi mai determinabile con certezza, dovrebbe essere compreso tra 10 e 30 metri.

ETÀ: Tortoniano p.p. – Messiniano p.p.

2.1.13 *Complesso torbiditico alto miocenico Laziale-Abruzzese (UAP)*

Di questa unità (spessore complessivo di 250-300 metri), che comprende associazioni di facies torbiditiche silicoclastiche distinte cartograficamente nei fogli geologici n° 358 Pescorocchiano e n° 359 L'Aquila, sono presenti nel territorio comunale di Lucoli tre associazioni.

associazione pelitico-arenacea (UAPa). Litofacies prevalentemente pelitiche con intercalazioni di arenarie in strati sottili.

associazione arenaceo-pelitica (UAPb). E' costituita da una alternanza irregolare di arenarie in strati medi (50-70 cm) e di peliti in strati sottili (10-30 cm). Sporadicamente sono presenti orizzonti pelitici spessi fino a 70-80 cm (Colle di Lucoli).

associazione arenacea (UAPc). E' costituita da arenarie quarzoso-feldspatiche, a cemento calcareo-argilloso e granulometria medio-grossolana, in strati molto spessi (1,5-3 m), facies A1, a cui si alternano esili orizzonti di peliti in strati sottili.

ETÀ: Messiniano inferiore p.p.

2.1.14 *Depositi continentali – Sintema di Colle Cantaro-Cave (CNV)*

I depositi di questo sintema affiorano nella porzione settentrionale del territorio comunale di Lucoli e sono correlabili con il Complesso di Colle Cantaro Auct., con gli strati di Concerviano, con il Complesso argilloso- sabbioso-ghiaioso e con il Complesso ghiaioso-argilloso-sabbioso e con le Brecce di Poggio Macchione Auct. Essi sono equivalenti ai depositi basali del supersintema di Aielli-Pescina (CARG Abruzzo) e a quelli del sintema di Fosso Canalicchio del supersintema del bacino Tiberino.

Il limite superiore del sintema è contrassegnato da un paleosuolo dello spessore di 1-3 m.

ETÀ: Villafranchiano inferiore.

2.1.15 *Depositi continentali – Sintema di Catignano (ACT)*

I depositi riferibili a questo sintema, che occupano il settore sud-orientale del territorio comunale di Lucoli nella piana di Campo Felice, sono interpretati come depositi morenici, riferiti alla penultima grande fase glaciale.

2.1.16 *Depositi continentali quaternari (AVM, olo)*

I depositi quaternari affioranti nell'area in studio sono riferibili al Sintema di Valle Majelama (AVM) e, secondariamente, ai depositi olocenici (olo) di fondovalle. Gli elementi (spessore, granulometria, tessitura, cementazione, presenza di falda, ecc.) necessari per valutare la rilevanza di possibili effetti di sito nei perimetri di ricostruzione, richiedono dati di sondaggio che al momento della stesura della presente relazione non sono disponibili.

2.2 Geologia strutturale

Il settore della catena appenninica che comprende il comune di Lucoli è stato coinvolta nella strutturazione tettonica a partire dal Messiniano inferiore, età dei depositi silicoclastici affioranti nel foglio, ed è proseguita probabilmente fino al Pliocene inferiore, età dei depositi tardorogeni rinvenuti in giacitura discordante sul substrato carbonatico deformato (conglomerati di M. Coppe).

L'area in studio è dominata dalla tettonica distensiva e comprende sistemi di faglie normali, principalmente a direzione appenninica ($N 140^\circ - 150^\circ$), che conferiscono al settore un assetto organizzato in dorsali e depressioni. Nell'area, in particolare, sono presenti anche strutture ad andamento N-S, cui sono associati movimenti a prevalente componente orizzontale, che riutilizzano probabilmente strutture compressive preesistenti (Bigi et alii, 1997).

Nell'area è riconoscibile un fronte di sovrascorrimento principale (Figura 2) che presenta una certa continuità laterale e che permette di individuare due principali unità strutturali: l'Unità M. Cefalone e l'Unità M. Cagno. L'Unità M. Cefalone è sovrascorsa sull'Unità M. Cagno mediante un piano di sovrascorrimento ad andamento appenninico (sovrascorrimento M. Orsello - M. Rotondo).



Figura 2. Unità strutturali. Il rettangolo rosso indica la posizione approssimativa del territorio del Comune di Lucoli. Dal Foglio geologico alla scala 1 : 50 000 n°359 Aquila.

2.2.1 Strutture compressive

La principale struttura a carattere compressivo presente nell'area è il sovrascorrimento di M. Orsello - M. Rotondo.

Tale struttura borda il fianco orientale della dorsale M. Cefalone - M. Serralunga e prosegue verso SE fino ad Ovindoli e alla Serra di Celano (Foglio geologico n° 368 "Avezzano", in scala 1:50 000).

Nell'area di M. Orsello questo piano di sovrascorrimento sovrappone i calcari cretaci ai termini più alti della successione miocenica pre-messiniana (calcareniti a briozoi e argille ad Orbulina). Il piano principale è dislocato da faglie di trascinamento a direzione SW-NE, probabilmente riattivate durante le successive fasi di tettonica distensiva.

L'unità di tetto del suddetto sovrascorrimento è costituita da una anticlinale, con asse a direzione circa NW-SE, che si sviluppa nei termini del Giurassico superiore - cretaceo della successione di piattaforma carbonatica.

Spostandosi verso nord, lungo la direzione del contatto principale, la struttura sembra progressivamente radicarsi; nei pressi di Collemare la successione carbonatica presenta un assetto a monoclinale, immergente a NE che passa stratigraficamente ai depositi messiniani silicoclastici, mentre ad ovest la monoclinale è troncata dalla faglia del T. Raio, un elemento a carattere transtensivo sinistro.

2.2.2 Strutture trascorrenti

La principale struttura a carattere trascorrente - transtensivo presente nell'area di studio è la faglia Lucoli - Casamaina. Questa struttura borda il versante sud-occidentale della dorsale carbonatica di M. Cefalone - Serra Lunga e pone a contatto la successione cretacea con i depositi torbiditici del Messiniano inferiore. La faglia ha un andamento arcuato con direzioni variabili da WNW-ESE a sud fino a NNW-SSE nel tratto settentrionale per poi assumere, verso nord, direzione N-S.

Il suo carattere trascorrente - transtensivo è evidenziato, oltre che dagli indicatori cinematici (pitch compresi tra i 10° ed i 50°), anche dalla presenza, lungo la sua traccia di strutture minori interpretabili come strutture a fiore negative (limitati bacini di estensione) e positive, come la struttura di Faiccio, ad est di Casamaina.

Sulla faglia di Lucoli si interrompe un sistema di faglie normali che caratterizza il versante occidentale dei M. d'Ocre, ribassando la dorsale verso SW. Lungo la stessa faglia affiorano, infine, brecce quaternarie dislocate con rigetti ridotti.

Caratteri analoghi alla faglia di Lucoli sono stati rintracciati lungo la faglia che borda il versante sud-occidentale di M. Orsello, che ha direzione NW-SE e ribassa verso SW l'intera dorsale. Sul piano di faglia sono stati misurati pitch sia a carattere trascorrente (10°-20°) che strie di dip slip, particolarmente ben evidenti nei pressi di Campo Felice. Questa struttura potrebbe essere vicariante della suddetta faglia del T. Raio, a carattere trascorrente sinistro e direzione N-S che affiora poco più ad W. L'area di raccordo tra questi due elementi strutturali è caratterizzata da un'ampia fascia cataclastica con mesofaglie a cinematica inversa a direzione N-S ed NE-SW, e faglie trascorrenti destre e sinistre a direzione WNW - ESE e WSW - ENE.

2.2.3 Strutture distensive

Gli elementi distensivi caratterizzano in modo predominante l'assetto strutturale dell'area in studio. Essi hanno in generale una notevole evidenza morfologica.

Le faglie normali principali sono orientate prevalentemente in direzione appenninica e sono responsabili dei caratteri odierni del paesaggio tipicamente costituito da "horst" e "graben". Infatti delimitano quasi tutte le dorsali e le depressioni tettoniche dell'area e ad esse sono associate numerose faglie di trasferimento e motivi en-échelon.

Alla tettonica distensiva che ha interessato l'area del foglio a partire dal Pliocene superiore, secondo alcuni autori, o dal Pleistocene inferiore secondo altri, si sovrappone l'effetto del sollevamento differenziato che a partire dal Pleistocene inferiore ha interessato tutto l'Appennino con valori maggiori in corrispondenza della parte centrale della catena. Questi processi di sollevamento sono probabilmente ancora in atto, anche se la mancanza di riferimenti cronologici precisi impedisce di valutare con una discreta approssimazione i tassi di sollevamento.

In generale le faglie normali sono ubicate sul versante occidentale dei principali rilievi, immergono verso SW e presentano rigetti nell'ordine di qualche centinaio di metri. Ad esse sono spesso associate aree depresse caratterizzate da notevoli spessori di depositi quaternari continentali.

Strutture minori a direzione NE - SW hanno, nella maggior parte dei casi, carattere di elementi di trasferimento, mentre le faglie normali a direzione E-W sono caratterizzate da strie di dip slip.

Da ovest verso est, le principali faglie normali o sistemi di faglie normali a direzione appenninica (NW - SE) riconosciute sono:

- sistema di faglie della Valle dell'Asino
- faglia del versante ovest di M.Cornacchia
- sistema di faglie di Campo Felice - M.Cefalone- M.d'Ocre

Questi sistemi di faglie sono stati oggetto di numerosi studi a carattere geologico- strutturale, sia per quanto riguarda la sismicità attuale che per la paleosismicità.

I sistemi di faglie di Valle dell'Asino e la Faglia di M. Cornacchia, in particolare, comprendono faglie normali a direzione NW-SE, immergenti a SW con rigetti nell'ordine delle centinaia di metri. Poco più ad est è presente il sistema distensivo che comprende la faglia del versante occidentale di M. Orsello, a direzione N 50°W a nord e N 30°W più a sud, e la faglia di Campo Felice, che borda il versante SW di M. Cefalone ed ha direzione NW - SE. Questo sistema è responsabile della genesi della depressione di Campo Felice, riempita da depositi quaternari. Nella piana sono inoltre riconoscibili indizi di tettonica quaternaria nei depositi morenici presso il Rifugio Alantino che risultano ribassati verso sud da una faglia parallela all'allineamento principale di M. Cefalone. La faglia di M. Cefalone prosegue verso SE ricongiungendosi al sovrascorrimento di M. Orsello - M. Rotondo, mentre verso NW prosegue almeno fino all'abitato di Casamaina.

2.2.4 Faglie sismogenetiche

Il territorio comunale di Lucoli è interessato, al suo limite nord-orientale, da un importante sistema di faglie ad andamento mediamente appenninico: il sistema Cerasitto - Campo Felice - Ovindoli - Pezza (Galli et alii, 2008), corrispondente in parte al sistema di faglie di Campo Felice - M.Cefalone- M.d'Ocre descritto nel paragrafo 2.2.3.

Questo sistema, lungo complessivamente 27 km, è costituito da quattro tratti principali, con orientazione da NNW-SSE (Ovindoli), a NW-SE (Campo Felice - Colle Cerasitto), a WNW-ESE (Piano di Pezza). La maggiore evidenza di attività recente di questo sistema di faglia è lo sbarramento del Piano di Pezza, che è attualmente un bacino endoreico.

La porzione meridionale del sistema è stata investigata da Cinti et alii (1992) e Pantosti et alii (1996) attraverso l'escavazione di trincee (tre presso il Piano di Pezza). Gli studi hanno messo in evidenza gli effetti di tre terremoti olocenici, l'ultimo dei quali avvenuto probabilmente nel Medio Evo (890-1040 AD). Il penultimo evento è collocabile circa 3900 BP, mentre il più antico si è verificato tra 7000 e 5300 BP.

Salvi et alii (2003), invece, hanno scavato cinque trincee nel tratto più settentrionale del sistema (Colle Cerasitto), trovando evidenza di quattro eventi di fagliazione negli ultimi 20 000 anni. Gli ultimi tre eventi sarebbero riferibili a 7200 BP, in buon accordo con quanto individuato a Piano di Pezza.

In ogni modo, è possibile che i due tratti Ovindoli - Pezza (a sud) e Campo Felice - Colle Cerasitto (a nord) possano arrivare a rottura separatamente, originando quindi terremoti di magnitudo più bassa ($M \leq 6.3$) rispetto a quella attesa per l'intero sistema di faglia ($M=6.7$). Il tempo di ritorno stimato per questo sistema di faglia ~3000 anni.



Figura 3. Le due faglie (tratto rosso) attive e sismogenetiche presenti all'interno del comune di Lucoli rappresentano tratti del sistema Cerasitto - Campo Felice - Ovindoli - Pezza (Galli et alii, 2008). La linea gialla delimita i territori comunali. Dall'applicazione cartografica del progetto ISPRA-ITHACA.

2.3 Aspetti geomorfologici di rilievo

La morfologia del rilievo nell'area in studio è condizionata dall'attività tettonica quaternaria, oltre che dal diverso succedersi di processi di erosione e sedimentazione legati all'alternarsi delle fasi climatiche e all'incisione valliva connessa con il rapido sollevamento regionale, a partire dalla fine del Pleistocene inferiore.

I depositi e le forme glaciali costituiscono le testimonianze più vistose dell'influenza del clima sul modellamento. Circhi glaciali caratterizzano, in particolare, la porzione meridionale del territorio comunale di Lucoli, in modo particolare i versanti nord-orientali di M. Cornacchia, M. Cefalone e M. d'Ocre. Ai piedi di questi circhi sono talora presenti valli glaciali con spessi depositi morenici (es., Piano di Campo Felice), generati a più riprese durante il Pleistocene medio e superiore. I depositi glaciali del Pleistocene superiore presentano ancora cordoni e archi morenici frontali ben preservati.

Le forme tettoniche sono ovunque molto diffuse, come riconosciuto da molti degli Autori che si sono occupati della neotettonica. Particolarmente evidenti sono i versanti di faglia che delimitano la depressione di Campo Felice, che interessa la sud-orientale del territorio comunale di Lucoli.

Ai piedi delle scarpate di faglia possono essere presenti estesi conoidi detritici e alluvionali, spesso interessati ripetutamente dall'attività tettonica, fenomeni franosi (anche di grandi dimensioni), e deformazioni gravitative profonde. La forte incidenza di questi ultimi fenomeni è da attribuire, oltre che al forte rilievo dell'area e all'acclività dei versanti, anche alla presenza di importanti dislocazioni tettoniche ad attività recente ed all'elevata sismicità ad esse associata (Blumetti et alii, 1993).

2.4 Aspetti idrogeologici di rilievo

Il comune di Lucoli ricade quasi completamente nel bacino idrografico del Fiume Aterno (Figura 4). Riguardo alla circolazione idrica sotterranea, al territorio comunale soggiace un corpo idrico sotterraneo significativo¹, secondo il Piano di Tutela delle Acque della Regione Abruzzo (di seguito PTA 2010): Monte Velino - Monte Giano - Monte Nuria (V-G-N). I complessi idrogeologici che caratterizzano il corpo idrico significativo individuato, di pertinenza dell'area in studio, sono riportati in Figura 5.

In particolare, l'area in studio è sottesa da un corpo idrico sotterraneo secondario: Monte Velino - Monte Nuria, V-G-N(b)3. Le caratteristiche principali di questo corpo idrico (Figura 6) sono brevemente descritte di seguito.

Monte Velino - Monte Nuria, V-G-N(b). Questo corpo idrico (Figura 6) corrisponde al settore centro-meridionale del massiccio. I suoi limiti sono rappresentati:

- a Sud-Est, da un'importante direttrice tettonica che si allunga nella valle del torrente Raio, che ricade in parte nel territorio della Regione Lazio (spartiacque sotterraneo "aperto");
- a Nord-Est, dalla direttrice "Alta Valle dell'Aterno - Rocca di Cambio Ovinoli" che lo separa dal Gran Sasso - Monte Sirente (GS-S) (limite di tamponamento);
- a Sud, dalla Piana del Fucino, la quale è impostata all'intersezione di direttrici tettoniche di importanza regionale (limite di tamponamento);
- a Sud-Ovest, dalla direttrice tettonica dell'alta valle dell'Imele (che ricade in parte nel territorio della Regione Lazio), dove i Monti Carseolani risultano tettonicamente sovrapposti al Monte Velino con l'interposizione dei depositi argilloso-arenaceo-marnosi miocenici poco permeabili (limite di tamponamento);
- ad Ovest, nel territorio della Regione Lazio, dai depositi argilloso-arenaceo-marnosi miocenici poco permeabili e dalla faglia regionale "Antrodoco-Olevano" (limite di tamponamento).

¹ *corpi idrici sotterranei significativi*: accumuli d'acqua (falde idriche o acque intrappolate da litotipi impermeabili) non trascurabili ai fini del loro utilizzo, contenuti nelle rocce permeabili della zona di saturazione del sottosuolo (con esclusione, quindi, dei corpi idrici discontinui e/o di modesta estensione e/o contenuti in rocce poco permeabili e/o di scarsa importanza idrogeologica e/o di irrilevante significato ecologico).

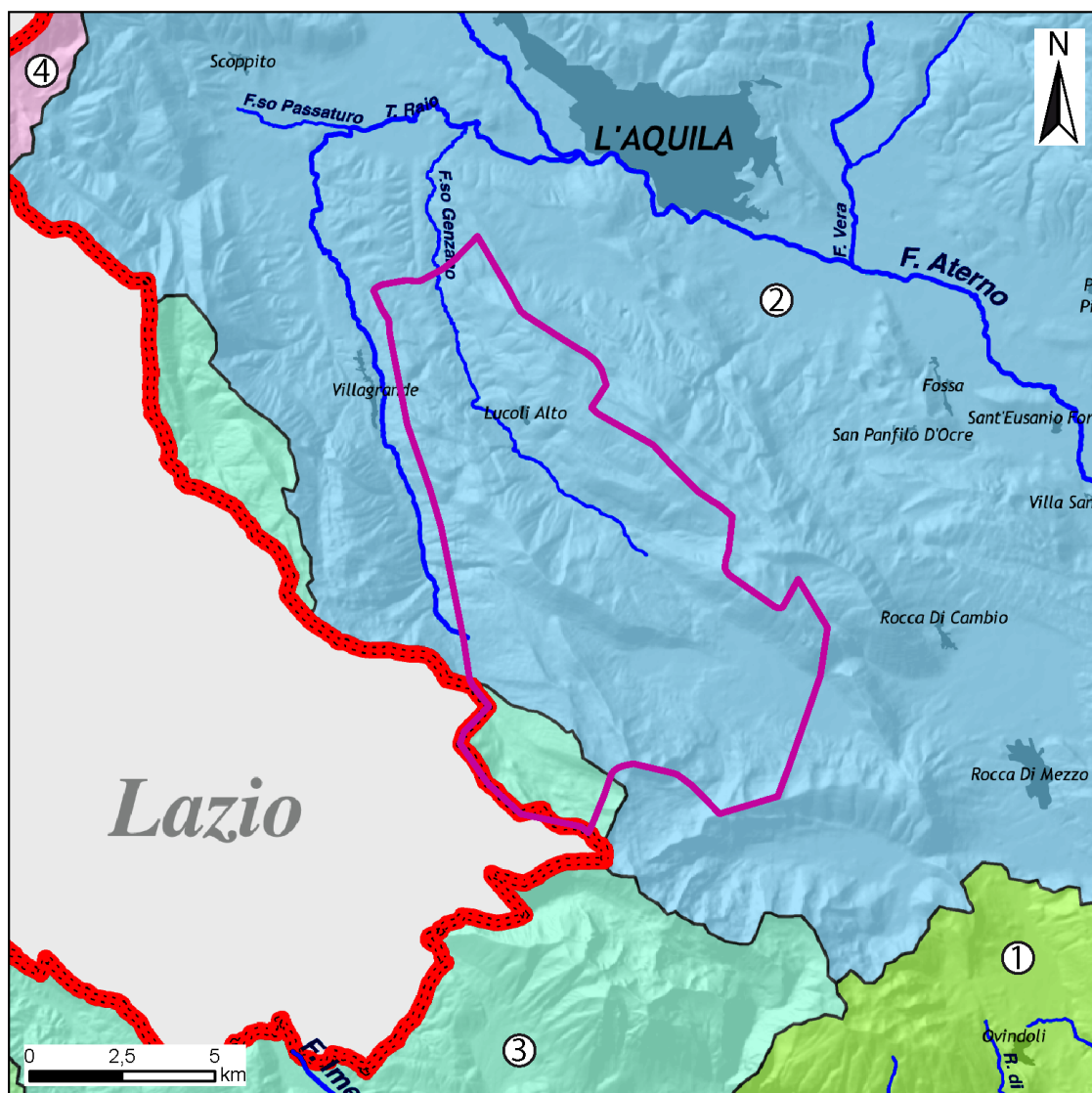


Figura 4. Il territorio del comune di Lucoli nel contesto idrologico dell'area in studio (modificato da PTA 2010). Il territorio comunale ricade quasi interamente all'interno del bacino idrografico dell'Aterno. 1) bacino del Fucino; 2) bacino dell'Aterno; 3) bacino dell'Imele; 4) bacino del Velino. In viola sono riportati i limiti comunali, in rosso quelli regionali.

Il territorio comunale di Lucoli, in particolare, interessa la porzione V-G-N(b)3 del corpo idrico secondario in esame (Figura 6).

La falda di base del Monte Velino – Monte Nuria ha come recapito preferenziale le sorgenti del gruppo Canetra (portata dell'ordine dei 7,0 m³/s) e del gruppo Peschiera (portata media dell'ordine dei 8,0 m³/s) ubicate lungo il margine occidentale del monte Nuria, all'interno del territorio laziale. Il deflusso idrico sotterraneo è orientato da Sud-Est verso Nord-Ovest. In parte tale corpo idrico è alimentato anche dalla falda del Monte Giano [V-G-N(a)] attraverso travasi idrici sotterranei che avvengono lungo lo spartiacque aperto della valle del torrente Raio.

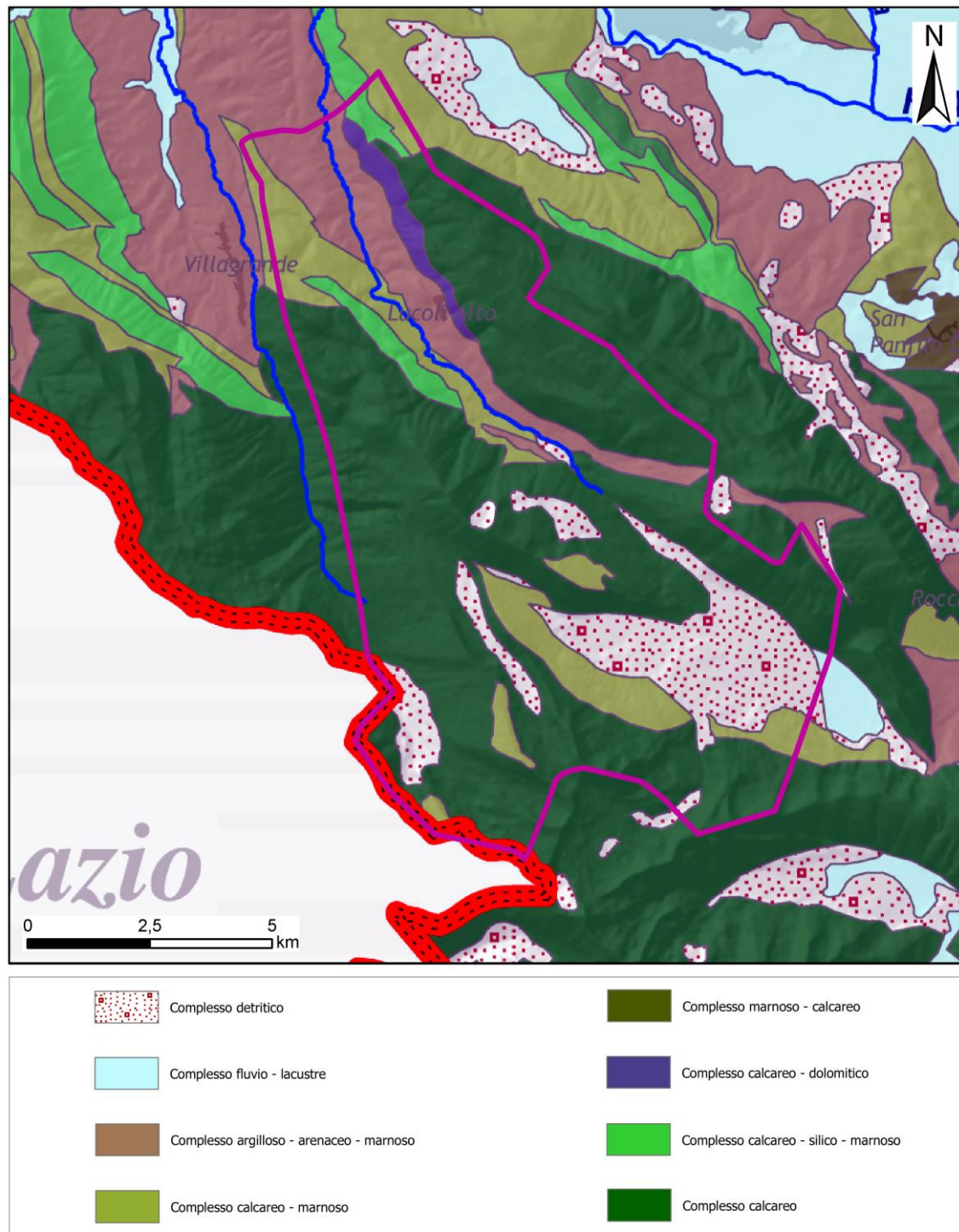


Figura 5. Carta dei complessi idrogeologici che caratterizzano i corpi idrici significativi nel territorio del comune di Lucoli (modificato da PTA 2010). In viola sono riportati i limiti comunali, in rosso quelli regionali.

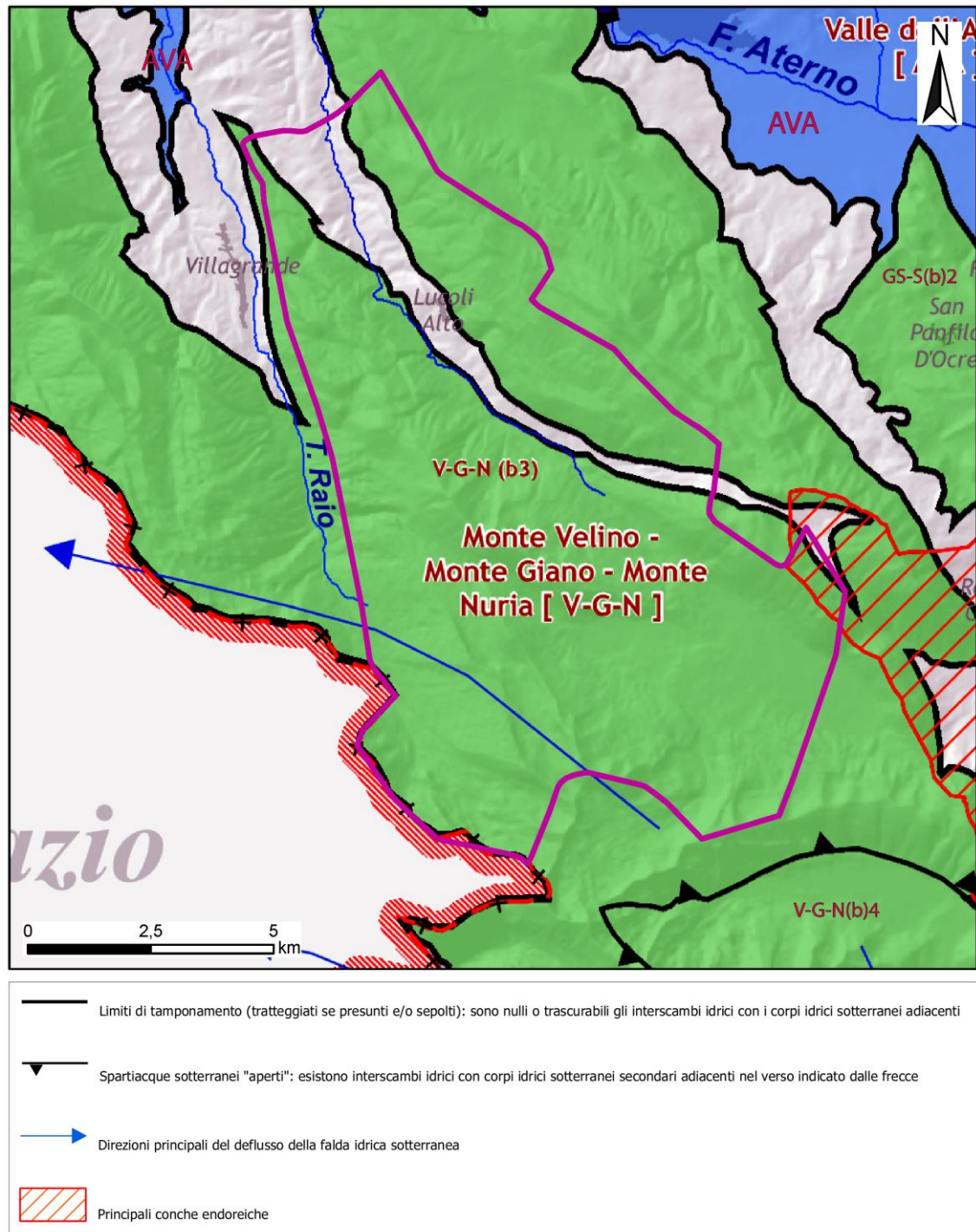


Figura 6. Carta idrogeologica del territorio comunale di Lucoli (modificato da PTA 2010). In viola sono riportati i limiti comunali, in rosso quelli regionali. GS-S(b)2: corpo idrico sotterraneo significativo del Monte Sirente - Monte Prezza; V-G-N(b)3-4: corpo idrico sotterraneo significativo del Monte Velino - Monte Nuria; AVA: corpo idrico sotterraneo significativo della piana dell'Alta Valle dell'Aterno.

Soltanto la falda della propaggine sud-orientale di Monte Velino presenta dei recapiti nel territorio abruzzese e più precisamente a Sud di Ovindoli, dove affiora la sorgente Rio Pago (portata media dell'ordine di 0,1 m³/s), captata attualmente mediante un campo-pozzi (che hanno evidenziato l'esistenza di una roccia calcarea molto trasmissiva).

In effetti questa porzione di acquifero è delimitata da una serie di faglie bordanti i Monti della Magnola che funge da spartiacque sotterraneo aperto e che, pertanto, alimenta attraverso travasi idrici sotterranei i gruppi sorgivi di Canestra e Peschiera (con portate dell'ordine di 2,0 m³/s).

3 CONDIZIONI GEOLOGICHE LOCALI

Qui di seguito vengono presentati i risultati dei sopralluoghi di terreno propedeutici alla microzonazione di 1° livello. Si descriveranno in particolare le condizioni geologiche locali caratterizzanti i settori in cui ricadono gli ambiti di Piano di Ricostruzione ed Emergenza e Protezione Civile. Ove possibile, la geologia di superficie è stata integrata con dati di sondaggio esistenti o stratigrafie desunte da scavi superficiali di varia natura (tagli stradali, scavi edili, ecc.).

La fratturazione dell'ammasso roccioso è stata valutata sul terreno su un certo numero di affioramenti e quantificata in termini di indice Jv (Volumetric Joint Count), ovvero della sommatoria del numero di giunti per metro lineare per ogni set di giunti. Sulla base del valore di questo indice sono state identificate le seguenti classi:

- integro-poco fratturato $J_v < 5$
- moderatamente fratturato $5 < J_v < 15$
- fratturato $15 < J_v < 30$
- molto fratturato $J_v > 30$

alle quali si farà riferimento nel testo a scopo descrittivo.

3.1 *Geologia degli ambiti di piano di ricostruzione e dei settori circostanti.*

Il territorio di Lucoli comprende quindici ambiti di Piano di Ricostruzione per ciascuno dei quali in Tabella 2 sono indicati i litotipi del substrato roccioso, il loro stato di fratturazione e la natura degli eventuali depositi quaternari presenti nel sottosuolo.

Il substrato roccioso è rappresentato essenzialmente da calcari malstratificati compatti (*Calcarei Ciclotemici a Requinie*; Casamaina, Lucoli Alto, Vado di Lucoli) o stratificati (*Calcarei a Briozoi e Litotamni*; Collimento, Prata), di norma fratturati ed incassati in superficie, ed arenarie e peliti in strati di spessore variabile (*Unità Arenaceo-Pelitica*; Casavecchia, Colle, Collimento, Francolisco, Peschiolo, Prata, Sant'Andrea, San Menna, Spogna e Spognetta) intensamente fratturate limitatamente alle zone di danneggiamento dei lineamenti strutturali principali (Faglia di Lucoli e Sovrascorrimento del M. Orsello).

Alternanze di marne ed argille dell'*Unità Argilloso-Marnosa* (UAM₃, *Argille ad Orbulina*) affiorano unicamente al di sotto della frazione Santa Croce.

I calcari si presentano in genere da moderatamente ad intensamente fratturati in funzione della loro posizione rispetto ai lineamenti strutturali. All'esterno dei fasci di deformazione regionali, la fratturazione intensa è limitata alle salbande di piani di faglia secondari, che raramente eccedono qualche metro di spessore.

Tabella 2. Rocce del substrato, depositi quaternari e stato di fratturazione dell'ammasso roccioso nel sottosuolo degli ambiti di Piano di Ricostruzione del Comune di Lucoli.

Ambiti di piano di ricostruzione	Litotipi del substrato roccioso e depositi quaternari	Stato di fratturazione dell'ammasso roccioso
Casamaina	Calcari malstratificati compatti	Moderatamente fratturato-fratturato, $J_v \sim 15-25$
Casavecchia	Arenarie e subordinate peliti	Moderatamente fratturato, $J_v \sim 5-10$
Colle	Arenarie e subordinate peliti	Moderatamente fratturato, $J_v \sim 10-15$
Collimento	Arenarie, calcareniti losangate; depositi colluviali	Moderatamente fratturato, $J_v \sim 10-15$ (calcari)
Francolisco	Arenarie e subordinate peliti	Moderatamente fratturato, $J_v \sim 5-10$
Lucoli Alto	Calcari malstratificati compatti, arenarie epeliti; depositi colluviali	Moderatamente fratturato-fratturato, $J_v \sim 10$ (calcari), 15-20 (arenarie)
Peschiolo	Arenarie e peliti; depositi colluviali	Moderatamente fratturato-fratturato, $J_v \sim 15-20$
Piaggia	Arenarie e subordinate peliti	Fratturato, $J_v \sim 15-20$
Prata	Arenarie e calcareniti losangate; depositi colluviali	Moderatamente fratturato-fratturato $J_v \sim 15-20$
Sant'Andrea	Arenarie e subordinate peliti e	Poco fratturato, $J_v < 5$
Santa Croce	Arenarie e peliti, marne e marne calcaree	Poco fratturato, $J_v < 5$
San Menna	Arenarie e subordinate peliti	Poco fratturato, $J_v < 5$
Spogna	Arenarie e subordinate peliti	Poco fratturato, $J_v < 5$
Spognetta	Arenarie e subordinate peliti	Poco fratturato, $J_v < 5$
Vado di Lucoli	Calcari malstratificati compatti; depositi colluviali	Moderatamente fratturato-fratturato, $J_v > 15$



Figura 7. Casamaina, Via delle Aie. Calcarei Ciclotemici a Requenie moderatamente fratturati esposti in uno sbancamento.

In questi contesti, la roccia è da ritenersi moderatamente fratturata alla scala dell'ammasso (Figura 7). Sebbene in affioramento i giunti si presentino di norma aperti ed alterati per carsismo e con riempimenti argillosi millimetrici, si ritiene che queste condizioni caratterizzino solo i primi decimetri di sottosuolo (Figura 8). Dati di sondaggio e geosifici (velocità delle onde sismiche) per i litotipi calcarei affioranti nel settore comunale di Lucoli non sono disponibili al momento della stesura della presente relazione.



Figura 8. Casamaina, Strada Regionale (SR) 584. Calcarei Ciclotemici a Requenie fratturati coperti da depositi colluviali contenenti frammenti lapidei. Si noti la presenza di patine di

ossidazione dei giunti e riempimenti argillosi prodotti in sito per dissoluzione ed infiltrazione dai depositi colluviali sovrastanti.

I depositi silicoclastici dell'*Unità Arenaceo-Pelitica* (UAP) sono rappresentati da arenarie predominanti in strati spessi con intercalazioni pelitiche sottili in cui il rapporto arenaria/pelite è comunque >2 . Il contenuto in pelite cresce gradualmente verso l'alto stratigrafico ad individuare una litofacies relativamente più ricca in pelite e stratificata sul versante sinistro della Valle del Rio a quote altimetriche maggiori di quelle delle frazioni Spognetta, Spogna e Colle. In generale, l'affioramento di questi depositi è estremamente ridotto vista la loro alterabilità ed i pochi tagli stradali che espongono roccia non alterata mostrano una fratturazione da moderata ad intensa in funzione della distanza dalle direttrici tettoniche principali (si veda Tabella 2; si veda per esempio Figura 1). A Collimonto questi depositi sono stati carotati nel sondaggio S1 fino a 20 m (vedi Figura 30) per sua ubicazione) dal piano campagna e presentano un RQD pari a 30% che testimonierebbe un ammasso roccioso da moderatamente ad intensamente fratturato. In località Peschiolo, gli stessi depositi sono stati attraversati in sondaggio (S1 ed S2, vedi Figura 30 per loro ubicazione) fino a 30 m dal piano campagna e si presentano poco fratturati, con un Rock Quality Designation (RQD) del 75%. In questa stessa località uno stendimento sismico Multi-channel Analysis of Surface Waves (MASW) ha restituito una velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio ($V_{s,30}$) pari a 700 m/s.

Le alternanze di marne ed argille di UAM₃ affiorano unicamente al di sotto di Santa Croce dove sono state intercettate da tre sondaggi geognostici (in terreni privati lungo Via di San Menna; si veda Figura 28 per loro ubicazione) poco al di sotto del passaggio stratigrafico alla sovrastante UAP. Sebbene lo stato di fratturazione ed alterazione delle rocce carotate in questi sondaggi possa in parte essere dovuto alle operazioni di perforazione stesse (frattura meccanica, eccessivo uso di fluidi di perforazione), esso suggerirebbe un'intensa tettonizzazione dell'ammasso roccioso che è posto al *footwall* del sovrascorrimento del M. Orsello nel suo tratto Colle Murito-Prata Peschiolo.



Figura 9. Casavecchia. Arenarie in strati spessi con sottili interstrati pelitici esposte in corrispondenza di un taglio stradale (Via San Lorenzo) all'interno della zona di danneggiamento associata alla Faglia di Lucoli. Si noti la fratturazione moderata e lo spessore della fascia di alterazione superficiale.

Come desumibile dai pochi affioramenti esistenti e dai sondaggi disponibili, i depositi quaternari presenti nel Comune di Lucoli presentano di norma spessori ridotti e sono riconducibili ad un numero piuttosto limitato di tipologie.

Arealmente molto diffuse, anche se spesso lateralmente discontinue e perciò non cartografabili, sono le coltri colluviali prodotte per alterazione del substrato roccioso. Nei settori di affioramento di UAP e UAM queste coltri sono perlopiù rappresentate da colluvi a matrice sabbioso-limosa dominante, debolmente coesivi, contenenti rari frammenti lapidei eterometrici di arenaria, pelite e più raramente calcare (Figura 10).



Figura 10. Casamaina. Colluvio sabbioso-limoso risultante dall'alterazione di arenarie dell'Unità Arenaceo-Pelitica esposto in uno scavo lungo la SR 584.

Questi depositi sono presenti con spessori apprezzabili solo in settori pianeggianti dove il loro accumulo è promosso dalla morfologia. Essi sono presenti nel sottosuolo di Collimonto dove sono stati attraversati per uno spessore di circa 7 m in un sondaggio eseguito sulla strada statale di Lucoli nella piazza antistante il municipio (si veda Figura 31 per l'ubicazione). Del tutto simili a questi sono i depositi carotati in due sondaggi effettuati in località Peschiolo per la costruzione di moduli abitativi provvisori (MAP). Le prove prenetrometriche effettuate in foro a Peschiolo indicherebbero per questi depositi un discreto grado di addensamento ($N_{spt} 12$).

Al piede dei versanti che espongono le rocce calcaree meso-cenozoiche i depositi quaternari sono costituiti prevalentemente da falde detritiche a clasti calcarei angolosi e colluvi a matrice sabbioso-limosa contenenti abbondanti frammenti lapidei con granulometria dalla ghiaia alla sabbia grossolana (Figura 11). L'alterazione superficiale di questi materiali in zone a debole pendenza può dare origine a coltri arricchite in matrice di spessore di alcune decine di centimetri.



Figura 11. Lucoli alto, SP32a. Materiali detritici a prevalente matrice sabbiosa contenenti frammenti lapidei.

Nel settore compreso tra Spogna e Piaggia, al piede del versante sud-occidentale della Costa Grande, sono presenti depositi detritici, localmente cementati, a clasti calcarei eterometrici e blocchi prevalenti (Figura 12). Sebbene sia difficile valutare lo spessore di questi accumuli detritici di probabile genesi mista (frana di tipo *rock fall*, rimobilitazione di accumuli morenici?) esso potrebbe localmente superare i 10 m.

Depositi ghiaioso-sabbiosi recenti o attuali con clasti calcarei o di composizione mista sono presenti nella Piana di Campo Felice, dove sono connessi alla conoide alimentata dal versante nord-orientale del Monte Puzzillo, e nel greto del torrente Rio, dove tuttavia gli spessori non dovrebbero eccedere i pochi metri.

Da un punto di vista idrogeologico, data la posizione altimetrica e morfologica degli ambiti, e l'esiguo spessore dei depositi quaternari al di sotto di essi, circolazioni idriche superficiali sono pressoché assenti. Fanno eccezione i nuclei di Vado di Lucoli e Lucoli Alto, dove alcuni fontanili sono alimentati da acquiferi stagionali ospitati dalla falda detritica e dal flusso di subalveo dei torrenti che incidono il versante sud-occidentale della Costa grande.



Figura 12. Spogna, cimitero. Materiali detritici eterogenei a blocchi prevalenti.

I dissesti segnalati dal PAI-Abruzzo nel territorio del Comune di Lucoli, sono descritti sinteticamente nella Tabella 3. Per la loro ubicazione si veda la Figura 14. In generale, se si eccettuano gli scorrimenti traslativi e rotazionali presenti nel settore di Casamaina (ID 10-11, 54), Sant'Andrea (ID 52) e a W di San Menna (ID 53), essi sono essenzialmente rappresentati da dissesti superficiali che coinvolgono i prodotti d'alterazione del substrato e le coperture quaternarie nei settori più attivi dei versanti. Data la propensione di UAP all'alterazione ed all'erosione superficiale, la maggior parte dei fenomeni coinvolge le coltri di alterazione di questa unità.

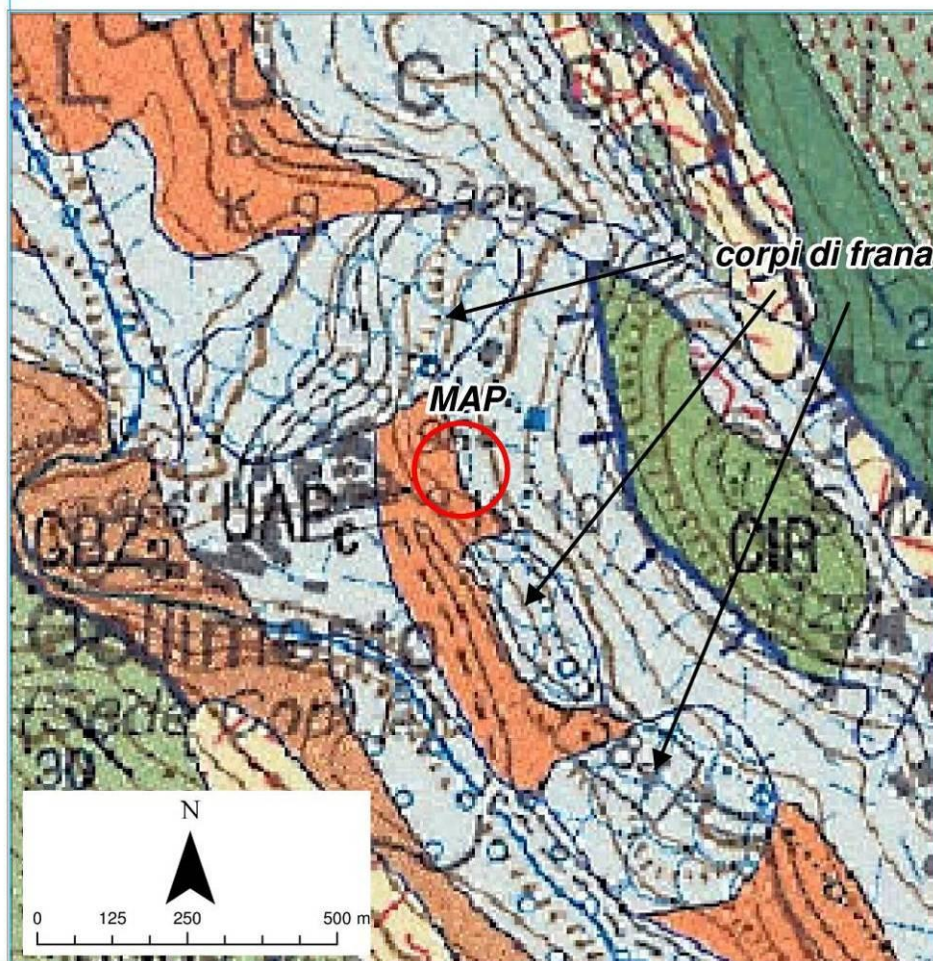
Seppur di natura superficiale e attività quiescente, i dissesti che interessano direttamente gli ambiti di Piano di Ricostruzione ed EPC sono sei. I fenomeni ID 3 e 4 (Tabella 3 e Figura 14) coinvolgono rispettivamente i perimetri di Collimonto e Lucoli Alto e consistono in fenomeni di erosione superficiale dei depositi di UAP e CBZ (Collimonto) e CIR (Lucoli Alto). L'ambito di Casamaina ed i MAP a sud della stessa frazione (Aia Vecchia) sono marginalmente interessati da dilavamento diffuso (ID 12-13, Tabella 3 e Figura 14) che coinvolge prevalentemente materiali detritici di alterazione di calcari e calcari bauxitici. Infine, il perimetro di Peschiolo è marginalmente interessato nella sua porzione meridionale ed in quella settentrionale, rispettivamente, da un movimento superficiale lento e da dilavamento superficiale (ID 28-29, Tabella 3 e Figura 14) che coinvolgono materiali detritici implaccati sul versante sud-orientale del colle Manetta.

Pur non interessando direttamente alcun ambito, di un certo rilievo è lo scorrimento traslativo che coinvolge le arenarie e le peliti di UAP ed i materiali detritici ad essi sovrapposti ed insiste sulla Strada Regionale 5bis (ID10).

Infine, sebbene non recepiti dal PAI-Abruzzo, nella Foglio n° 359 Aquila della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50000 (Centamore et al. 2006) sono segnalati tre corpi di frana (Figura 13), di ridotta dimensione e senza evidenze di attività recente (ovvero, non attivi o almeno quiescenti) ubicati poco a monte dei MAP di Collimonto. Il rilevamento di terreno ha permesso di confermare, per questi corpi di frana antichi, l'assenza di indicatori diretti (come ad esempio, alberi tiltati, scarpate di recente formazione, ecc.) di una deformazione gravitativa attiva, ma suggerisce che lo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso, dovuto in gran

parte alla presenza della faglia diretta di Lucoli, e la giacitura degli strati (frangipoggio, ovvero immergenti verso l'asse vallivo di 30°ca.), sono particolarmente sfavorevoli per la stabilità del versante.

362624,375



362624,375

Figura 13. Stralcio del Foglio Aquila della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000 mostrante i corpi di frana senza evidenze di attività recente (si veda la Relazione Tecnico-Scientifica, Aspetti di geologia propedeutici alla microzonazione di 1° livello ed alla valutazione della pericolosità ambientale per leggenda della carta) e la posizione dei MAP di Collimento.

Ulteriori dissesti sono quelli rappresentati dagli elementi erosivi lineari quali orli di scarpata di origine fluviali. Nell'area di studio questi corrono perlopiù paralleli allo sviluppo della valle del torrente Rio, sospesi rispetto al fondo valle a quote paragonabili a quelle del tracciato della Strada Regionale N°584 nel tratto tra Collimento e Colle Fracido e della strada di collegamento con la Strada Provinciale N°5. L'erosione al piede di queste scarpate può rappresentare una fonte di rischio per il collegamento viario e richiede ulteriori approfondimenti.

Tabella 3. Natura dei dissesti (si veda il § 4.1 per la descrizione delle tipologie di dissesto) segnalati dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Abruzzo all'interno del territorio comunale di Lucoli e pericolosità ad essi associata. I codici identificativi nella prima colonna a sinistra fanno riferimento ai codici riportati in Figura 14. Stato: a, attiva; q, quiescente; na, non attiva. Classi di pericolosità (si veda il § 4.1 per loro descrizione): P1, P2, P3.

ID Figura 14)	Settore, perimetri di piano di ricostruzione	Unità litostratigrafiche coinvolte	Tipologia, stato e pericolosità associata
0	Monte Puzzillo	Prodotti di alterazione di calcari (CIR) e depositi detritici di versante (olo)	Colamento (a), P3
1	Monte Orbello	Prodotti di alterazione di calcari (CIR, CMS, CBZ1a,CBZ3,CCG, IBX) e depositi detritici di versante (AVM)	Superficie con forme di dilavamento(q), P1
2-8	Collimento, Lucoli Alto, Vado Lucoli	Prodotti di alterazione di calcari (CIR, CMS, CCG, CBZ), Unità argilloso-marnose (UAM3), Complesso torbiditico arenaceo-pelitico (UAP) e depositi detritici di versante (AVM)	Superficie con forme di dilavamento (q), P1
9	Il Monte-Casamaina	Prodotti di alterazione di calcari (RDT, RCO, CMS, CBZ1a, IBX) e depositi detritici di versante (AVM)	Superficie con forme di dilavamento (q), P1
10	Il Monte-Casamaina	Complesso torbiditico arenaceo-pelitico (UAPb) e depositi detritici di versante (AVM)	Scorrimento traslativo (q), P2
11	Il Monte-Casamaina	Complesso torbiditico arenaceo-pelitico (UAPb) e depositi detritici di versante (AVM)	Scorrimento traslativo (na), P1
12-15	Casamaina	Prodotti di alterazione di calcari (IBX,CIR) e depositi detritici di versante (AVM)	Superficie con forme di dilavamento (q), P1
16	Casamaina	depositi detritici di versante (AVM)	Movimenti superficiali lenti (q), P2
17,19	Valico La Crocetta	Prodotti di alterazione di calcari (RDT, IBX,CIR) e depositi detritici di versante (AVM)	Superficie con forme di dilavamento (q), P1
18	Valico La Crocetta	Depositi detritici di versante (AVM)	Movimenti superficiali lenti (q), P2
20,22	NW piano di Campo Felice	Prodotti di alterazione di calcari (CIR) e depositi detritici di versante	Superficie con forme di dilavamento (q), P1
21	Monte Orbello	Prodotti di alterazione di calcari (CIR)	Superficie con forme di dilavamento (q), P1
23,24	Monte Papa	Prodotti di alterazione di calcari (CFR2, SCZc) e depositi detritici di versante	Superficie con forme di dilavamento (q), P1
26	Santa Croce	Complesso torbiditico arenaceo-pelitico (UAPa)	Superficie con forme di dilavamento (a), P2
27	Piaggia	Complesso torbiditico arenaceo-pelitico (UAPa) e depositi detritici di versante	Movimenti superficiali lenti (q), P2
28,30	Peschiolo	Prodotti di alterazione di calcari (CFR2, CBZ3) e depositi detritici di versante	Superficie con forme di dilavamento (q), P1



29	Peschiolo	Depositi detritici di versante	Movimenti superficiali lenti (q), P2
31-32	La Rocchetta	Complesso torbiditico arenaceo-pelitico (UAPb) e depositi detritici di versante (AVM)	Movimenti superficiali lenti (q), P2
33-39	Monte Orbello-colle Murri-Terriccio	Prodotti di alterazione di calcari (CIR, CMS, CBZ1a,CBZ3,CCG, IBX) e depositi detritici di versante (AVM)	Superficie con forme di dilavamento (q), P1
40	Monte Orbello	Prodotti di alterazione di calcari (CCG) e depositi detritici di versante (AVM,olo)	Superficie con forme di dilavamento (a), P2
41	Monte Orbello	Depositi detritici di versante (AVM)	Movimenti superficiali lenti (q), 2
42	Monte Orbello	Depositi detritici di versante (AVM)	Superficie con forme di dilavamento (q), P1
43,44	Il Perito	Prodotti di alterazione di calcari (CBZ3), Unità argilloso-marnosa (UAM3)	Superficie con forme di dilavamento (q), P1
45	Il Perito	Unità argilloso-marnosa (UAM2,UAM3)	Movimenti superficiali lenti (q), P2
46,49,50	San Menna, Casavecchia, Francolisco	Prodotti di alterazione di calcari (CBZ3), depositi detritici di versante (olo)	Superficie con forme di dilavamento (q), P1
47,48	San Menna, Casavecchia, Francolisco	Prodotti di alterazione di calcari (CBZ3), Complesso torbiditico arenaceo-pelitico (UAPa) e depositi detritici di versante (olo)	Movimenti superficiali lenti (q), P2
51	Colle Munito	Prodotti di alterazione di calcari (CFR2, CBZ3) e depositi detritici di versante (olo)	Superficie con forme di dilavamento (q), P1
52	Sant'Andrea	Complesso torbiditico arenaceo-pelitico (UAPa, UAPb) e depositi detritici di versante (olo)	Scorrimento rotazionale (q), P2
53	Francolisco	Prodotti di alterazione di calcari (CBZ3) e depositi detritici di versante (olo)	Scorrimento traslativo (na), P1
54	Casamaina	Unità argilloso-marnosa (UAM3) e depositi detritici di versante (olo,AVM)	Scorrimento rotazionale (q), P1
55	Pizzo delle Fosse	Prodotti di alterazione di calcari (CBZ3)	Superficie con forme di dilavamento (q), P1

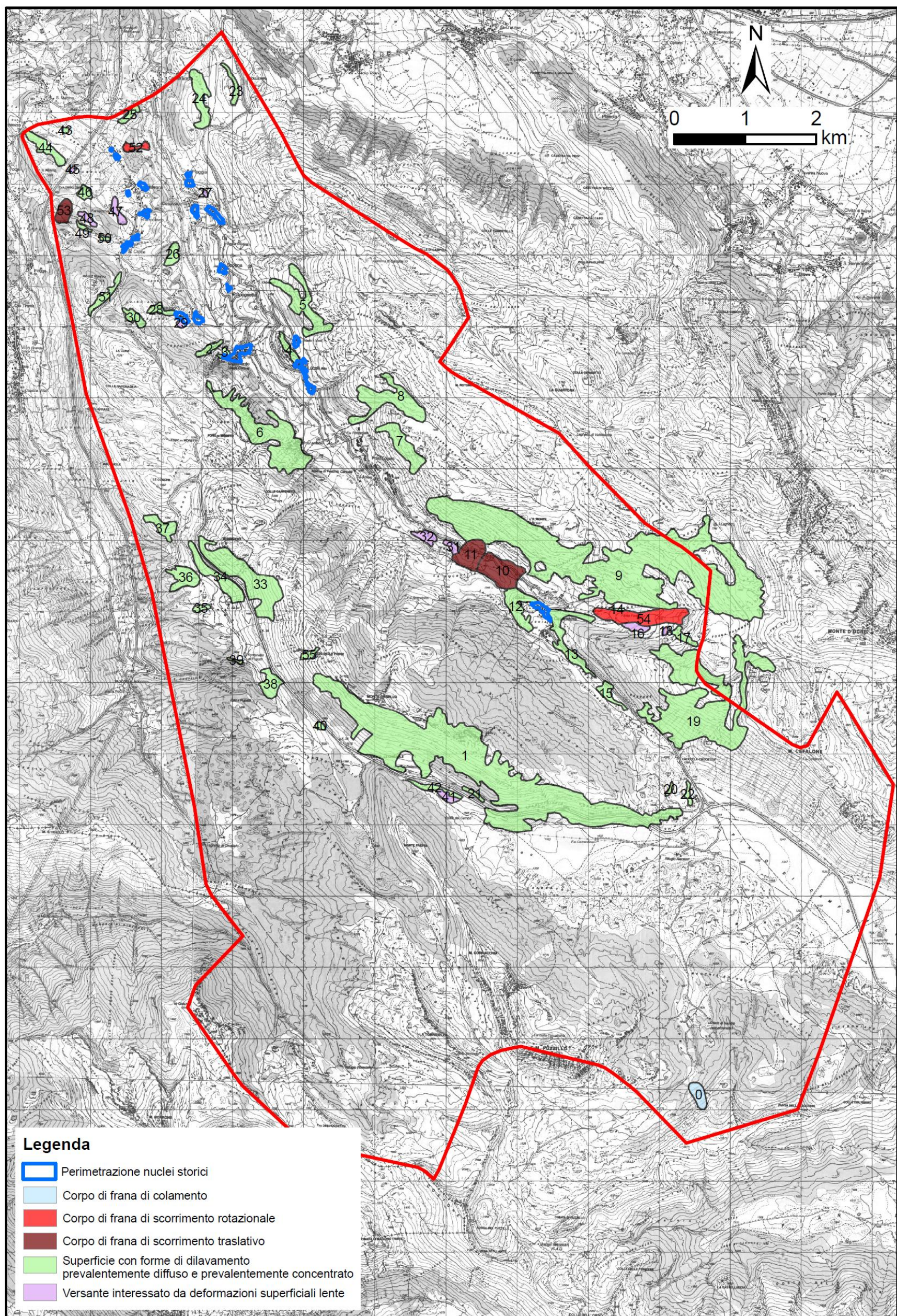


Figura 14. Stralcio cartografico del PAI-Abruzzo con principali dissesti nel territorio comunale di Lucoli. I numeri fanno riferimento ai codici identificativi di Tabella 3.

Il contesto morfologico in cui sorgono gli ambiti di Piano di Piano di Ricostruzione ed EPC è piuttosto vario dato il numero degli ambiti stessi e la conformazione del territorio. La posizione morfologica degli Ambiti di Piano di Ricostruzione è sintetizzata in Tabella 4 dove sono anche riportate le classi di pendenza calcolate a partire da un Digital Terrain Model (DTM) con passo 20 m. Per le pendenze medie presenti in corrispondenza degli ambiti di EPC si rimanda alle Figura 15-Figura 19 ed alla Tabella 7.

Tabella 4. Contesto morfologico dei perimetri di piano di ricostruzione del Comune di Lucoli secondo le definizioni fornite nell'appendice degli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (gruppo di lavoro MS, 2008) e classi di pendenza prevalenti ricavate da DTM con passo 20 m.

Ambiti di piano di ricostruzione	Contesto morfologico	Classi di pendenza
Casamaina	Dorsale blanda	0-30°
Casavecchia	Versante parallelo	15°-30°
Colle	Dorsale blanda	0-30°
Collimento	Mezzacosta	0°-15°
Francolisco	Dorsale blanda	0°-15°
Lucoli Alto	Versante parallelo	15°-30°
Peschiolo	Versante parallelo	0°-15°
Piaggia	Versante parallelo	15°-30°
Prata	Versante parallelo	0°-15°
Sant'Andrea	Dorsale blanda	0°-15°
Santa Croce	Dorsale blanda	0°-15°
San Menna	Dorsale blanda	0°-15°
Spogna	Versante parallelo	15°-30°
Spognetta	Versante parallelo	15°-30°
Vado Lucoli	Sella	0°-15°

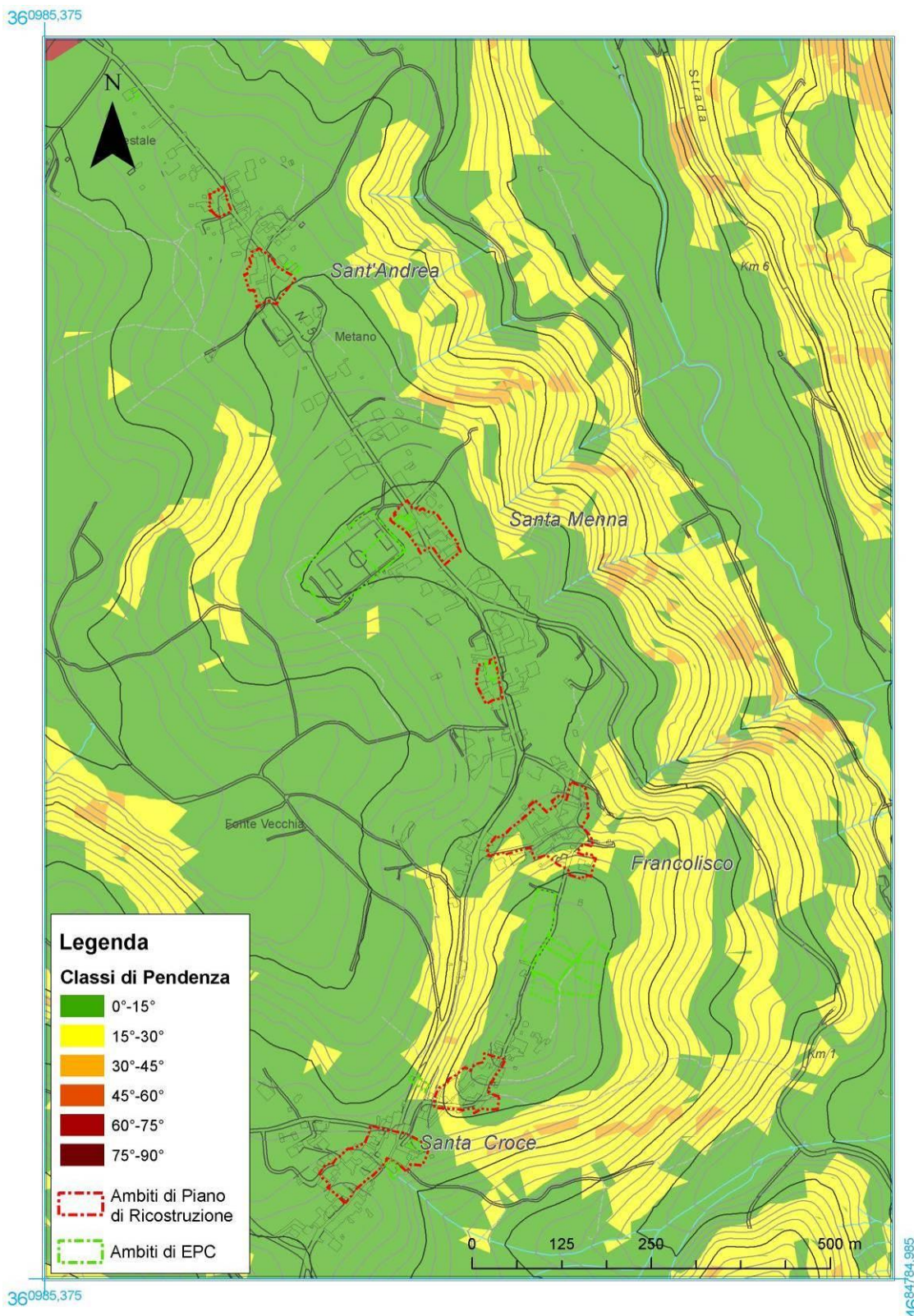


Figura 15. Comune di Lucoli. Carta delle pendenze negli ambiti di Piano di Ricostruzione di Francolisco, Sant'Andrea, Santa Croce e San Menna e nei settori circostanti.

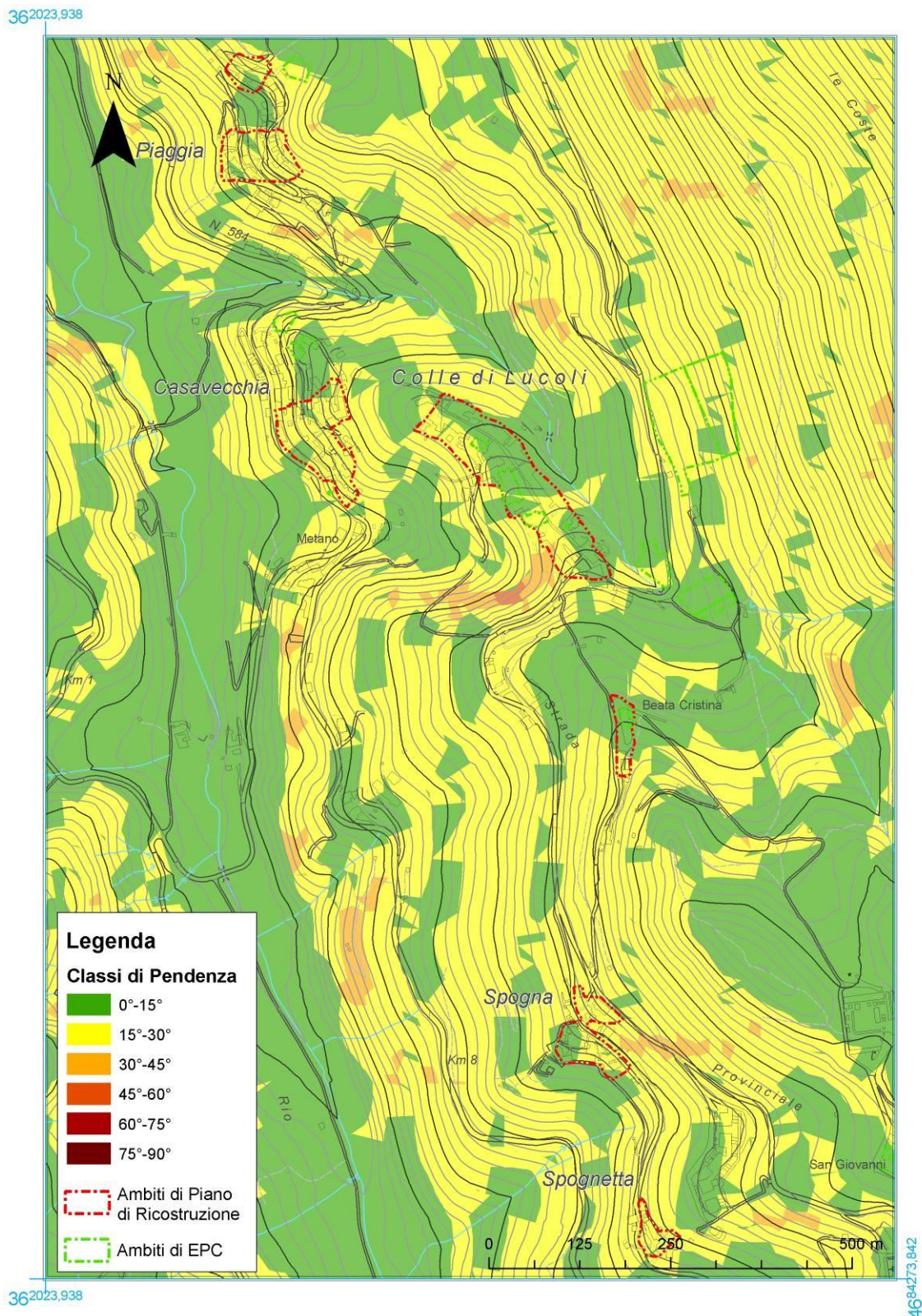


Figura 16. Comune di Lucoli. Carta delle pendenze negli ambiti di Piano di Ricostruzione ed EPC di Casavecchia, Colle, Piaggia, Spogna e Spognetta.

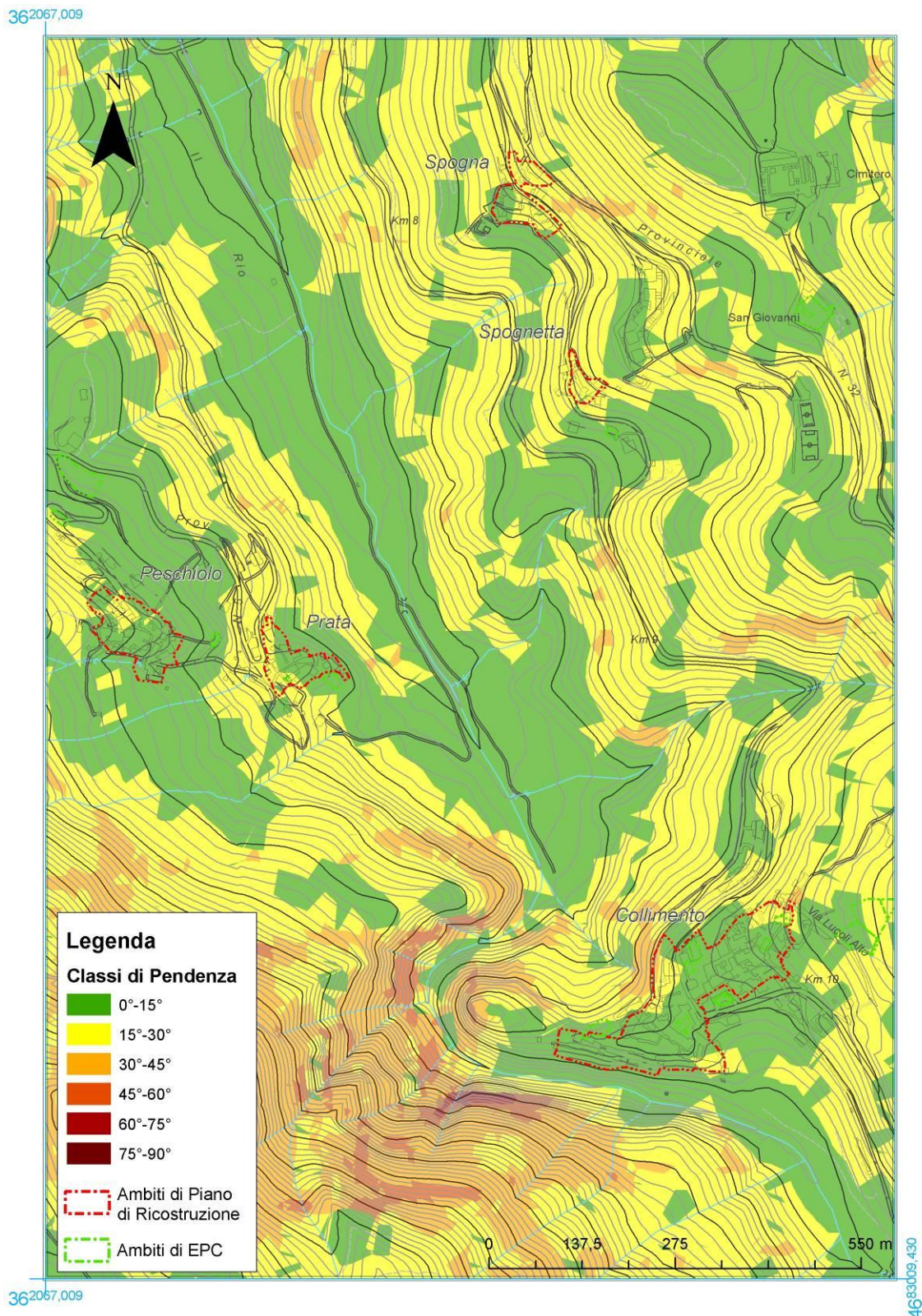


Figura 17. Comune di Lucoli. Carta delle pendenze negli ambiti di Piano di Ricostruzione ed EPC di Collimento, Peschiolo, Prata, Spogna e Spugnetta.

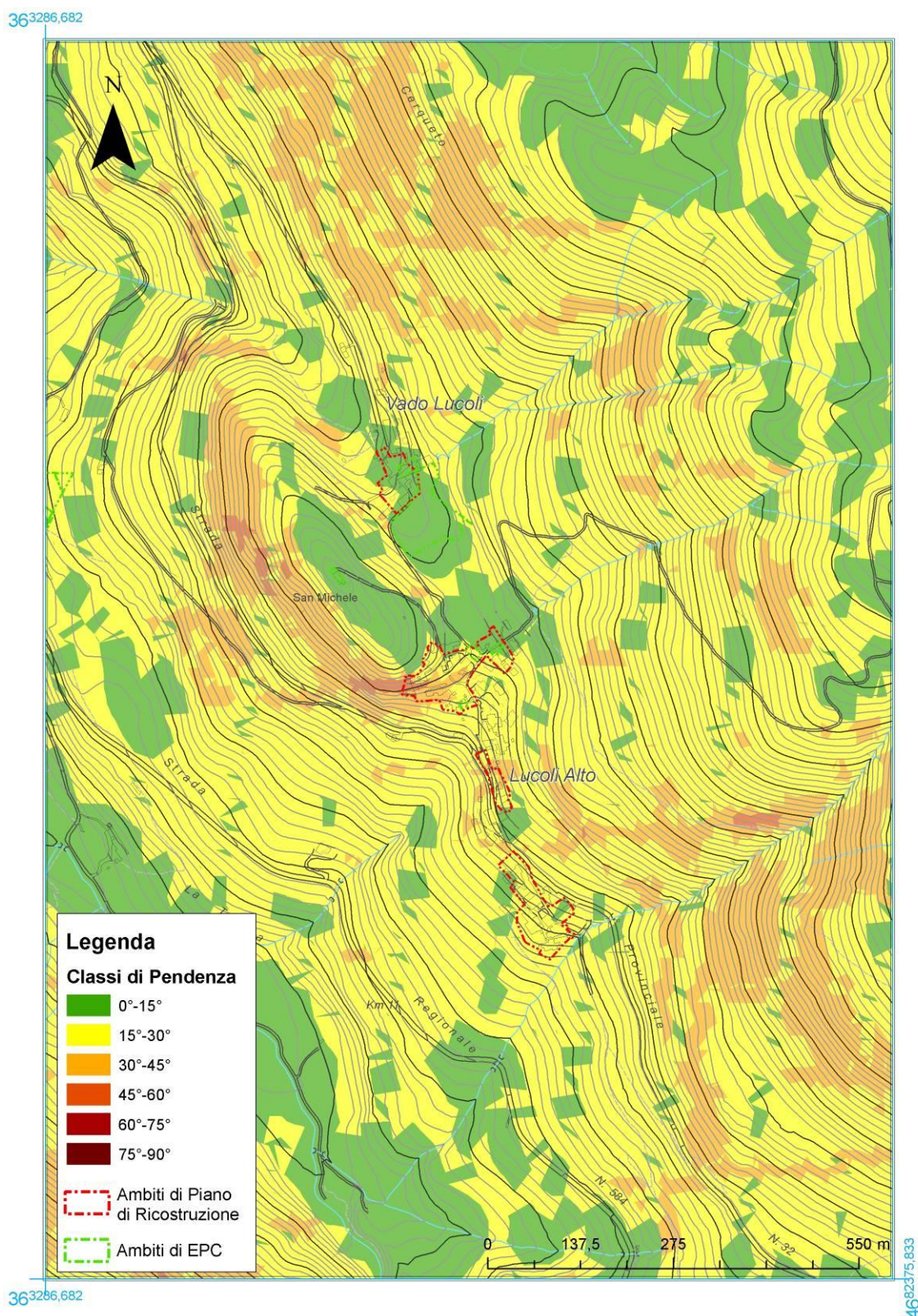


Figura 18. Comune di Lucoli. Carta delle pendenze negli ambiti di Piano di Ricostruzione ed EPC di Vado di Lucoli e Lucoli Alto.

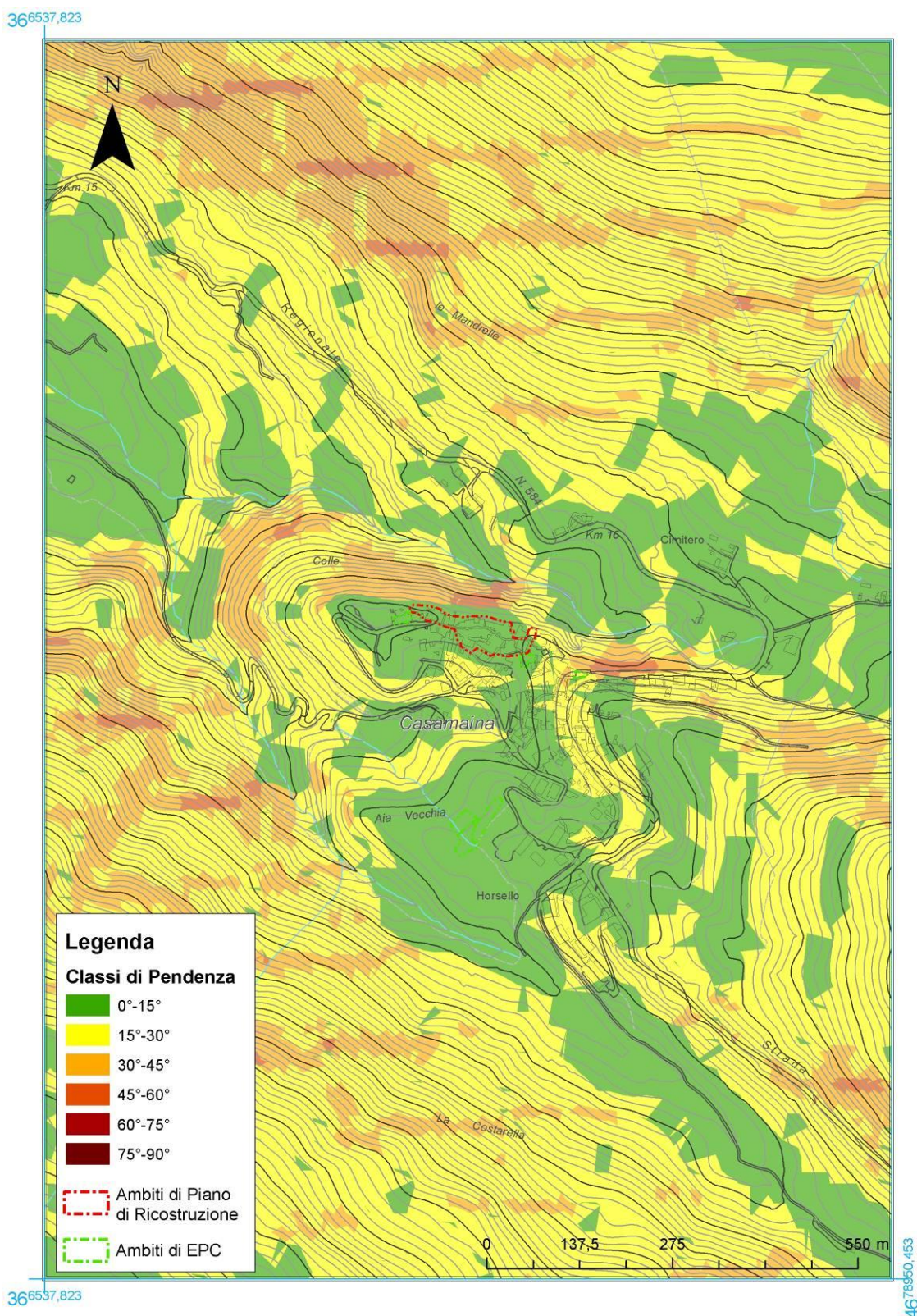


Figura 19. Comune di Lucoli. Carta delle pendenze nel perimetro del piano di ricostruzione ed EPC di Casamaina.

3.2 Conclusioni

L'integrazione dei dati geologici presenti in letteratura con i pochi dati di sottosuolo disponibili e nuovi dati di terreno acquisiti nel corso di questo studio, ha consentito di delineare con maggior precisione gli aspetti geologici propedeutici all'individuazione di zone a comportamento sismico omogeneo, ovvero delle microzone omogenee in prospettiva sismica discusse nel § 4.3.

Il primo rilevante risultato consiste nel aver verificato che, fatta eccezione per pochi ambiti di Piano di Ricostruzione, tra cui Collimento, Lucoli Alto e Vado di Lucoli, le coperture quaternarie sono del tutto assenti o presenti con spessori pellicolari generalmente inferiori ad 1 m. Queste sono in genere rappresentate da coltri di alterazione e disfacimento del substrato roccioso a grana fine. Nei contesti in cui i depositi quaternari sono presenti nel sottosuolo degli ambiti di interesse, i loro rapporti geometrici con il substrato roccioso, le stratigrafie di sondaggio disponibili ed altre evidenze di terreno hanno permesso, nel loro insieme, di ipotizzare spessori comunque ridotti (pochi metri) ed una stratigrafia piuttosto monotona.

Un altro aspetto particolarmente rilevante ai fini della microzonazione di 1° livello (*infra* § 4.3) consiste nella caratterizzazione qualitativa dello stato di fratturazione dell'ammasso la quale, con il conforto di pochi dati di sottosuolo (sondaggi ed indagini geofisiche) ha permesso di individuare quei settori dove esso potrebbe non essere assimilabile ad un *bedrock* sismico ($V_{s, 30} > 800$ m/s), bensì a rocce tenere. Il grado di fratturazione che determina questa condizione è naturalmente funzione della reologia e delle originali proprietà di rigidità della roccia. Nel settore di Lucoli rocce associabili a rocce tenere sono in prevalenza rappresentate da arenarie e peliti dell'*Unità Arenaceo-Pelitica* (UAP) comprese nelle zone di danneggiamento associate alla Faglia di Lucoli e al Sovrascorrimento del M. Orsello.

La morfologia su cui gli ambiti di Piano di Ricostruzione ed EPC sorgono è di norma blanda (si vedano Figura 15-Figura 19) con poche eccezioni quali quelle di Casavecchia, Lucoli Alto, Piaggia, Spogna e Spognetta dove si osservano pendenze comprese tra i 15° ed i 30° e, localmente, morfologie con creste e scarpate.

Gli eventi franosi presenti all'interno del Comune di Lucoli sono rappresentati nella maggior parte dei casi da fenomeni superficiali (dilavamento diffuso e movimenti superficiali lenti), di norma quiescenti, che interessano le coltri quaternarie o i prodotti di alterazione del substrato. Alcuni di questi dissesti, interessano marginalmente alcuni Ambiti di Piano di Ricostruzione (Peschiolo, Collimento, Lucoli Alto, Casamaina) ma non pongono, data la pericolosità ad essi associata (*infra* § 4.1), particolare rischio.

Nessun dissesto con pericolosità molto elevata, in altre parole, la cui natura non sia superficiale e lo stato attivo, interessa i perimetri di piano di ricostruzione del Comune di Lucoli.

4 ASPETTI GEOLOGICI DI RILIEVO PER LA RICOSTRUZIONE

4.1 Mappa della pericolosità connessa ad eventi franosi e fenomeni erosivi

Lo studio di Pericolosità prodotto nell'ambito del Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Abruzzo (PAI-Abruzzo, di seguito), da cui sono tratti i dati utilizzati per la stesura delle mappe riportate in questo paragrafo, adotta una definizione semplificata di pericolosità in cui essa è svincolata da previsioni probabilistiche temporali. Tale approccio è motivato dal limitato valore statistico dei dati disponibili circa distribuzione, cause di innesco dei fenomeni e ricorrenza temporale. La pericolosità, che nella definizione classica è intesa come "probabilità che un fenomeno di dissesto di determinata intensità si verifichi in una determinata area in un determinato intervallo di tempo", è perciò semplificata nella carta della pericolosità del PAI - Abruzzo e definita come "probabilità che un fenomeno di dissesto si verifichi in una determinata area". La clas-

sificazione in classi di pericolosità è basata sullo studio statistico dei dati relativi ai dissesti censiti e tiene in considerazione numero, tipologia, stato di attività, litologia affiorante e acclività del versante interessato dal dissesto. Altri fattori, come le precipitazioni meteoriche, pur rappresentando un importante fattore di innesco dei fenomeni di dissesto, non sono presi in considerazione nella valutazione della pericolosità per la mancanza di informazioni spazio-temporali di sufficiente dettaglio.

Con il termine dissesto ci si riferisce genericamente a qualsiasi fenomeno gravitativo o processo erosivo. Nello studio PAI-Abruzzo, i dissesti sono ricondotti alle tipologie di Tabella 5 ed alle macrocategorie dei Fenomeni Franosi (*sensu* GNGFG, 1987) e dei Processi Erosivi, i quali includono le superfici con forme di dilavamento prevalentemente diffuso o prevalentemente concentrato e superficie a calanchi e forme similari.

Ai dissesti, differenziati quando possibile per stato di Attività, è assegnato nel PAI-Abruzzo un determinato livello di pericolosità in base alla tipologia, alla pendenza dei versanti e alla litologia del territorio.

La categoria piccola frana o gruppo di piccole frane non classificate non è stata considerata perché per essa non è stato possibile condurre un'analisi significativa dei fattori di criticità: tali frane, infatti, sono per definizione non classificabili, ed inoltre non sono fedelmente cartografabili sul territorio.

I fenomeni gravitativi e i processi erosivi sono suddivisi in funzione dello Stato di Attività su base storico-geomorfologica e tramite studi puntuali in:

- Attivi: forme e depositi associati a processi in atto al momento del rilevamento o che ricorrono stagionalmente.
- Quiescenti: forme e depositi non attivi al momento del rilevamento, per i quali esistono indizi di un'oggettiva possibilità di riattivazione, in quanto non hanno esaurito la propria potenzialità di evoluzione, e per i quali permangono le cause predisponenti al movimento.
- Inattivi: forme e depositi che non possono essere riattivati in quanto sviluppati in condizioni geomorfologiche e/o climatiche considerevolmente diverse dalle attuali o rimossi naturalmente o stabilizzati artificialmente.

Tabella 5. Categorie del Dissesto e rispettive descrizioni operative del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale abruzzesi e del bacino interregionale del fiume Sangro.

DISSESTO	DESCRIZIONE
<i>Versante interessato da deformazione profonda</i>	Fenomeno comunemente localizzato su versanti acclivi di dorsali montuose in presenza di rocce lapidee omogenee. In genere si tratta di superfici vaste caratterizzate dalla presenza di scarpate in contropendenza e trincee.
<i>Versante interessato da deformazioni superficiali lente</i>	Movimenti gravitativi lenti e continui (Creep, Soliflusso e Geliflusso della letteratura) che coinvolgono le coltri di copertura e di alterazione superficiali e si sviluppano su aree generalmente non molto acclivi.
<i>Frana di crollo e ribaltamento</i>	Si parla di fenomeno di crollo quando una massa di dimensione qualsiasi si stacca da una parete e procede per caduta libera, rimbalzi, rotolamento e talora scivolamento. Il fenomeno di ribaltamento richiede invece una rotazione in avanti di uno o più elementi rocciosi attorno ad un asse per azione della forza di gravità o di fluidi.
<i>Frana di genesi complessa (inclusi i fenomeni di trasporto in massa)</i>	Accumuli dovuti a diversi meccanismi di movimento che agiscono in diverse parti della massa spostata e che, per la loro complessità, non possono essere riconosciuti in maniera separata e distinta.
<i>Frana di colamento</i>	Caratteristico di terre e di ammassi detritici con più superfici di scivolamento che si riattivano durante lo scorrimento stesso. Possono interessare aree molto estese, fino a interi versanti, su cui si possono individuare elementi collettori e di alimentazione.
<i>Frana di scorrimento traslativo</i>	I fenomeni di scorrimento traslativo sono caratterizzati da un movimento verso la base del versante di masse di roccia e/o detriti. In genere il movimento avviene lungo superfici di discontinuità preesistenti con inclinazione uguale o inferiore a quella del versante.
<i>Frana di scorrimento rotazionale</i>	I fenomeni di scorrimento rotazionale si verificano in terre, detriti o rocce tenere e sono caratterizzati da un movimento rotazionale lungo superfici di rottura di neoformazione per effetto del superamento della resistenza al taglio all'interno della massa coinvolta.
<i>Superficie con forme di dilavamento prevalentemente diffuso e prevalentemente concentrato</i>	Riguardano comunemente i terreni ricchi di limi e argille e sono dovuti agli effetti delle acque meteoriche che scorrono sulla superficie del versante in forma di velo diffuso o di reticolo. Questo tipo di erosione comporta l'asportazione di particelle della copertura e ne coinvolge in generale uno spessore limitato.
<i>Superficie a calanchi e forme similari</i>	Si sviluppano in terreni prevalentemente argillosi e si presentano come una fitta rete di vallecole separate fra loro da strette creste.

I quattro livelli di pericolosità, denominati P3, P2, P1 e Pscarpate sono definiti come segue:

- **P3 – Pericolosità Molto Elevata.** Aree caratterizzate dalla presenza delle seguenti categorie di Dissesto allo stato attivo: versanti vistosamente interessati da deformazione profonda, versanti interessati da deformazioni superficiali lente attive, corpi di frana per crollo e ribaltamento attivi, corpi di frana di genesi complessa attivi, corpi di frana di colamento attivi, corpi di frana di scorrimento traslativo attivi, corpi di frana di scorrimento rotazionale attivi e le superfici a calanchi e forme similari.
- **P2 – Pericolosità Elevata.** Aree caratterizzate dalla presenza delle seguenti categorie di Dissesto allo stato quiescente o inattivo con alta possibilità di riattivazione: versanti interessati da deformazioni superficiali lente quiescenti e inattive, corpi di frana per crollo e ribaltamento quiescenti e inattivi, superfici con forme di dilavamento prevalentemente diffuso o prevalentemente concentrato attive, corpi di frana di genesi complessa quiescenti e inattivi, corpi di frana di colamento quiescenti e inattivi, corpi di frana di scorrimento traslativo quiescenti, corpi di frana di scorrimento rotazionale quiescenti e inattivi.
- **P1 – Pericolosità Moderata.** Aree caratterizzate dalla presenza delle seguenti categorie di Dissesto allo stato quiescente o inattivo con bassa possibilità di riattivazione: versanti interessati da deformazioni superficiali lente quiescenti e inattive, corpi di frana per crollo e ribaltamento quiescenti e inattivi, superfici con forme di dilavamento prevalentemente diffuso e prevalentemente concentrato quiescenti e inattive, corpi di frana di genesi complessa quiescenti e inattivi.

vi, corpi di frana di colamento quiescenti e inattivi, corpi di frana di scorrimento traslativo inattivi, corpi di frana di scorrimento rotazionale quiescenti e inattivi.

- Pscarpate – Pericolosità da Scarpate. Aree caratterizzate dalla presenza di Scarpate in qualsiasi Stato di Attività. Per definizione si tratta di aree aventi forma molto allungata il cui lato corto assume un'espressione cartografica del tutto indicativa.

Nella Pericolosità P3 sono comprese, indipendentemente dalla pendenza dei versanti, tutte le Frane attive poiché, in quanto fenomeni attivi, esse sono potenzialmente le più pericolose. Alla classe P3 sono attribuite anche le superfici a calanchi in quanto esse, indipendentemente dal loro Stato di Attività attuale, possono essere riattivate in ogni momento.

Nelle Pericolosità P2 e P1 sono comprese quasi esclusivamente le Frane quiescenti e inattive. La possibilità di riattivazione delle Frane quiescenti e inattive, e quindi la loro appartenenza alle Pericolosità P2 o P1, è stata stabilita semi-quantitativamente sulla base delle distribuzioni dei dati di litologia ed acclività. Le superfici con forme di dilavamento prevalentemente diffuso o prevalentemente concentrato, fenomeni oggettivamente meno pericolosi, sono comprese nella Pericolosità P2 se attive mentre sono comprese nella Pericolosità P1 se quiescenti o inattive.

Nella Pericolosità Pscarpate sono comprese tutte le categorie di "Orli di scarpata" elencate al punto precedente a prescindere dal loro Stato di Attività.

Infine, il territorio in cui non sono stati rilevati dissesti costituisce un ipotetico quinto livello di Pericolosità.

La pericolosità associata ai dissesti presenti nelle immediate vicinanze degli ambiti di Piano di Ricostruzione ed EPC del Comune di Lucoli è presentata dalle mappe di Figura 20-Figura 22. Per la descrizione di tipologia ed attività dei singoli dissesti si può fare riferimento alla Tabella 3 ed alla Figura 14.

Dalla suddette mappe si evince come i pochi fenomeni che interessano gli ambiti di Piano di Ricostruzione (Peschiolo, Collimento, Lucoli Alto, Casamaina) sono rappresentati, ad eccezione del movimento superficiale quiescente che interessa il perimetro di Peschiolo, da fenomeni di erosione superficiale diffusa o localizzata in stato quiescente o inattivo. A questi dissesti, in virtù della loro natura e stato di attività, è associata una pericolosità moderata.

Al movimento superficiale che interessa la porzione meridionale dell'ambito di Peschiolo è invece associata pericolosità elevata.

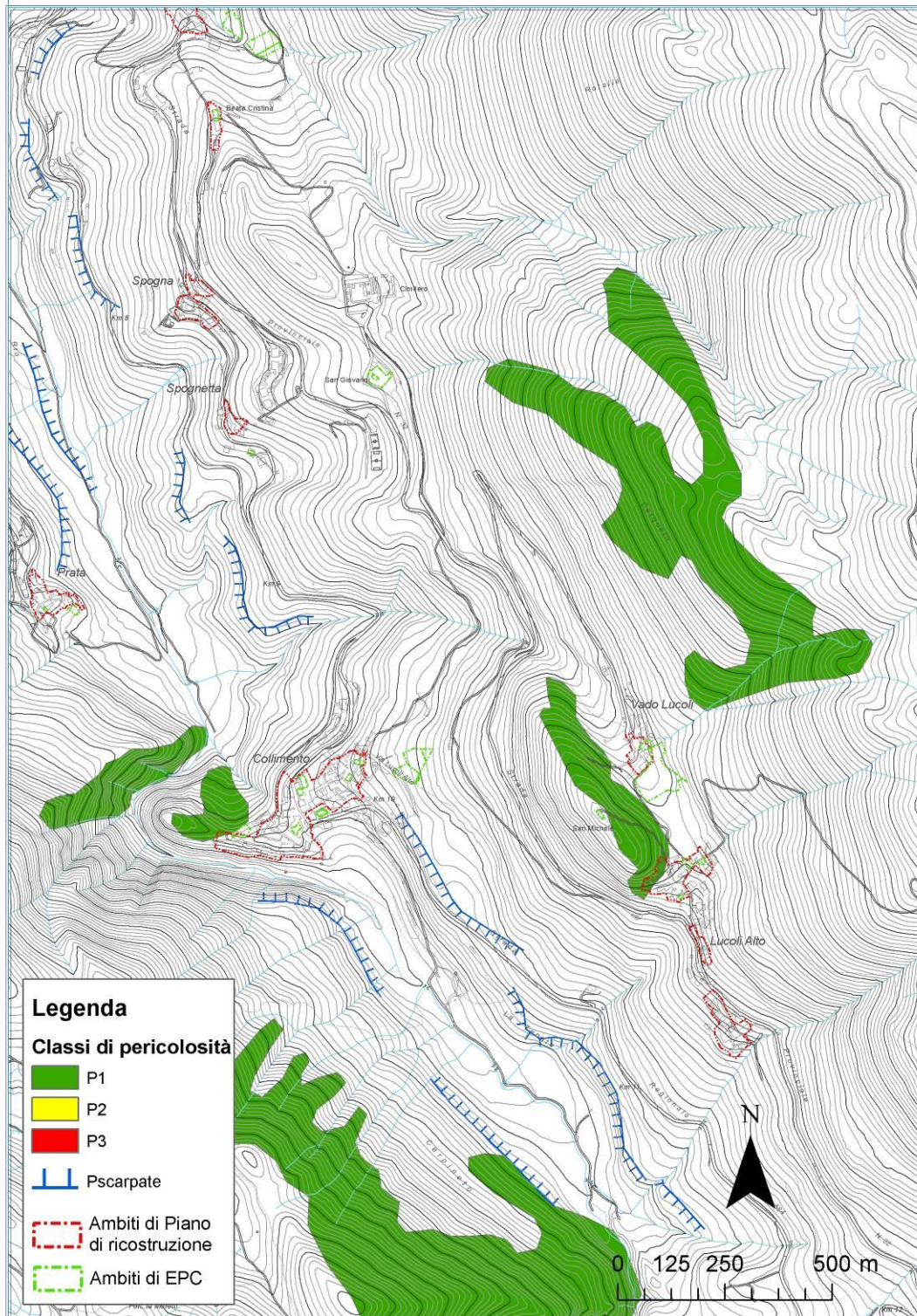
Altro dissesto al quale è stata attribuita pericolosità elevata è lo scorrimento traslazionale che insiste sulla Strada Regionale 5bis poco a nord di Casamaina.

Per quanto concerne Pscarp, gli orli di scarpata presenti lungo il tracciato della Strada Regionale N°584 nel tratto tra Collimento e Colle Fracido e della strada di collegamento con la Strada Provinciale N°5 costituiscono una fonte di rischio potenziale per il collegamento viario che richiede un ulteriore approfondimento.



Figura 20. Mappa di pericolosità ambientale per i perimetri di piano di ricostruzione ed EPC compresi nel settore settentrionale del territorio comunale di Lucoli.

362338,794

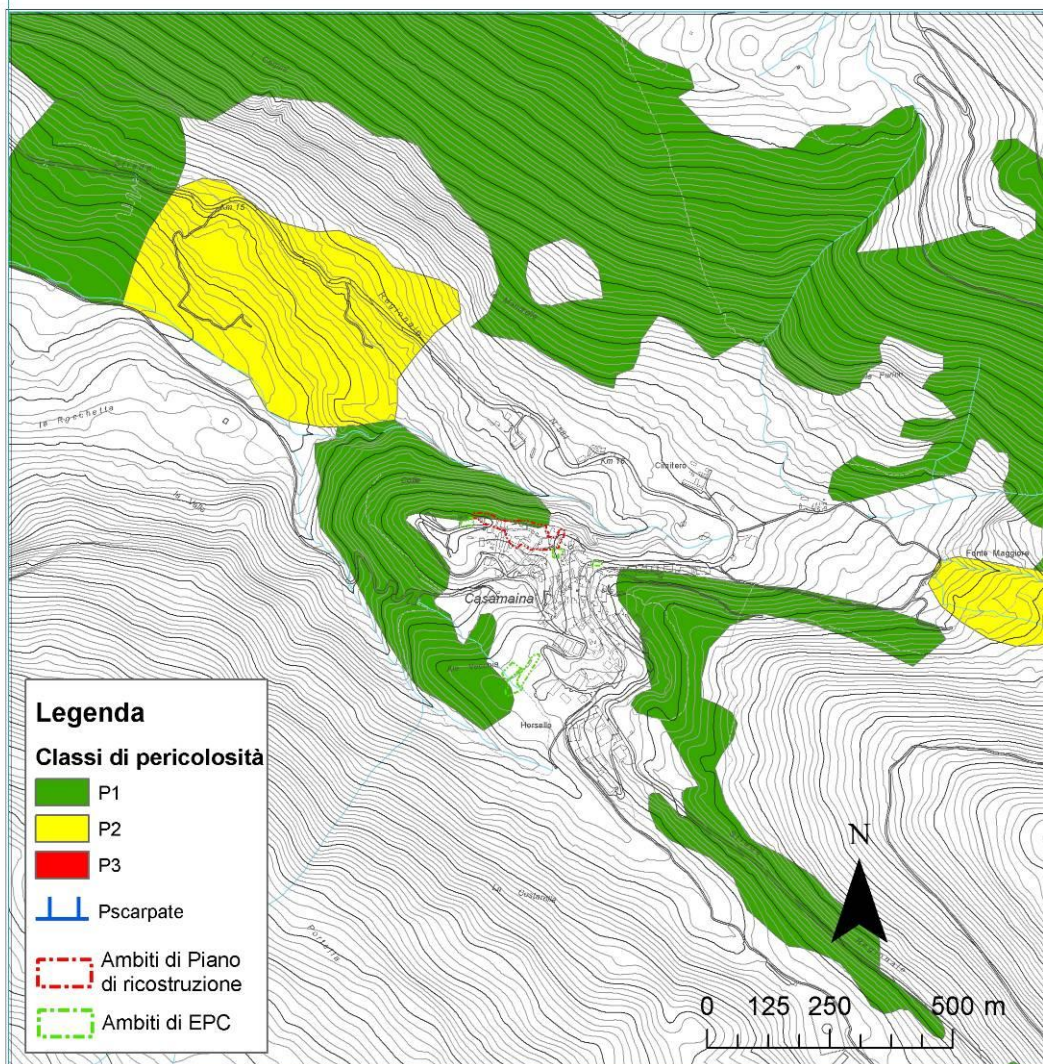


362338,794

4682240,667

Figura 21. Mappa di pericolosità ambientale per i perimetri di piano di ricostruzione ed EPC compresi nel settore centrale del territorio comunale di Lucoli.

36°13'36,587"



36°13'36,587"

46°78'17,749"

Figura 22. Mappa di pericolosità ambientale per i perimetri di piano di ricostruzione ed EPC di Casamaina.

4.2 Pericolosità sismica di base

Le normative nazionali (Norme Tecniche per le Costruzioni, NTC 2008 – emanate con DM 14/01/2008) ed internazionali (Eurocodice 8) vigenti prescrivono che l'azione sismica sia valutata a partire dalla pericolosità sismica di base espressa in termini di accelerazione massima e di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione attese in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale. L'azione sismica deve essere inoltre valutata con riferimento a diversi periodi di ritorno in funzione dello stato limite considerato (di esercizio o ultimo) e dell'importanza dell'opera. Per sito di riferimento rigido (anche detto *bedrock* o basamento sismico) si intende convenzionalmente quel materiale caratterizzato da un valore della velocità delle onde di taglio $V_{s, 30} \geq 800$ m/s, generalmente corrispondente a formazioni rocciose o a terreni molto consistenti/addensati.

La pericolosità sismica di base, ovvero il moto sismico associato al sito rigido, è anche l'elemento di partenza per la valutazione di effetti locali (o di sito; *infra* § 4.3), obiettivo di questo studio, per quanto concerne la geologia. La pratica di valutare gli effetti locali prende il nome di microzonazione e consiste operativamente nella classificazione del territorio e nella sua rappresentazione in mappe tematiche che evidenziano la distribuzione di settori a comportamento sismico omogeneo (cioè caratterizzate da effetti di sito comparabili). La valutazione degli effetti di sito può essere qualitativa, come negli studi di microzonazione di I° livello (quale questo studio) basati essenzialmente su considerazioni geologiche, o quantitativa, come negli studi di microzonazione di livello II° e III° che sono basati sulla caratterizzazione geotecnica di terreni e rocce e modellazioni numeriche. Gli effetti di sito sono intesi come l'insieme delle modificazioni che il moto sismico di riferimento subisce in termini di ampiezza, durata e contenuto in frequenza, in conseguenza della propagazione all'interno degli strati più superficiali del sottosuolo e per effetto delle morfologie (sepolte o superficiali) e delle caratteristiche geotecniche dei terreni.

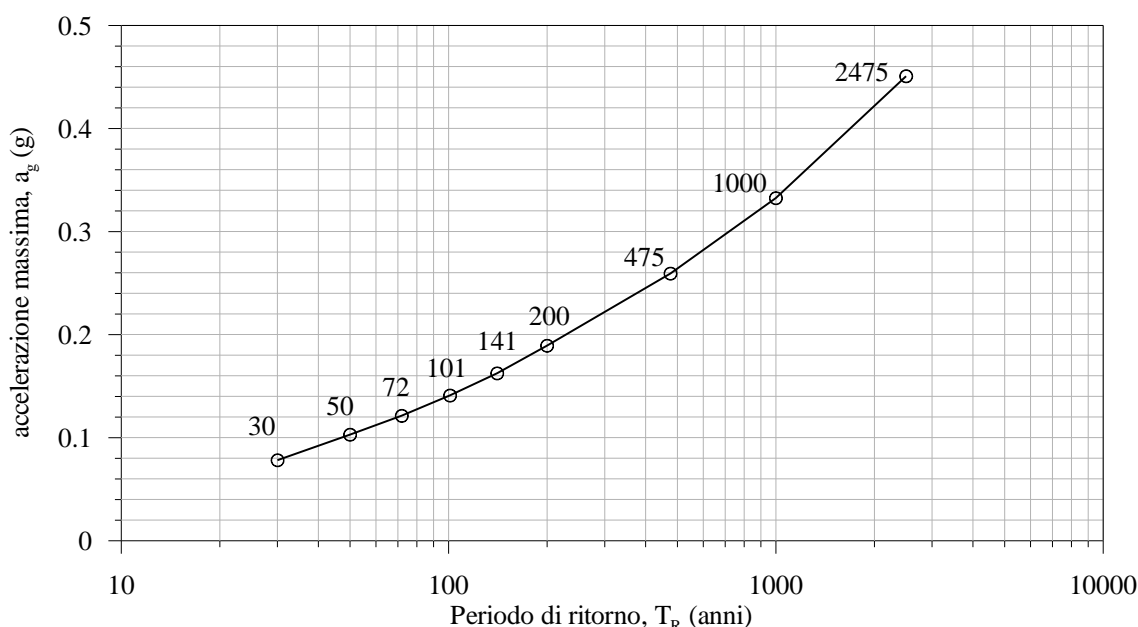


Figura 23. Variabilità dell'accelerazione massima su sito rigido a_g (50° percentile) con il periodo di ritorno per il comune di Lucoli (coordinate del punto lat: 42.292, long: 13.339).

In questo paragrafo sono riassunte le principali caratteristiche della pericolosità sismica di base del sito in esame, con riferimento essenzialmente all'accelerazione orizzontale di picco (a_g) e allo spettro di risposta della componente orizzontale su sito di riferimento rigido. Nelle NTC 2008 tali parametri del moto sismico sono variabili con continuità sul territorio nazionale e sono valutate dallo studio di pericolosità sismica di tipo probabilistico condotto dall'INGV nell'ambito del progetto S1 finanziato dal Dipartimento della Protezione Civile (DPC). Sul sito web del progetto (<http://esse1.mi.ingv.it/>) sono disponibili, tra l'altro, i valori dell'accelerazione massima e dell'accelerazione spettrale con riferimento a nove valori del periodo di ritorno, compresi tra 30 e 2475 anni.

L'andamento dell'accelerazione orizzontale massima (50° percentile) in funzione del periodo di ritorno per il territorio del Comune di Lucoli è mostrato in Figura 24. Si osserva che l'accelerazione cresce da 0.078 g a 0.45 g passando da un periodo di ritorno di 30 anni ad uno di 2475 anni. In corrispondenza di $T_R=475$ anni, valore del tempo di ritorno generalmente utilizzato per la verifica allo stato limite ultimo di strutture ordinarie e quindi per caratterizzare la sismicità di un'area, si ha invece $a_g=0.26$ g.

Gli spettri di risposta ad *hazard* uniforme, ovvero le cui ordinate spettrali sono caratterizzate da una stessa probabilità di superamento, sono invece riportati in Figura 25 per differenti valori del tempo di ritorno (30-2475 anni). Al variare di T_R il valore di picco dell'accelerazione spettrale cresce da 0.20 g (per $T_R = 30$ anni) a 1.21 g (per $T_R = 2475$ anni). Nella stessa figura sono altresì riportati per confronto gli spettri di normativa (NTC-08) con riferimento ai tempi di ritorno 50, 475 e 2500 anni che, come è possibile osservare, derivano da una regolarizzazione delle forme spettrali dello studio probabilistico INGV.

Secondo le già citate normative sismiche nazionali ed internazionali e le indicazioni provenienti dalla letteratura scientifica (si veda ad es. Pagliaroli e Lanzo, 2008), la scelta degli accelerogrammi naturali da utilizzare come *input* nelle analisi numeriche della risposta sismica locale e quindi per la verifica sismica sistemi geotecnici e strutturali (ovvero per studi di microzonazione di livello III), avviene imponendo il vincolo della loro spettro-compatibilità allo spettro probabilistico (o di normativa) corrispondente al tempo di ritorno prescelto.

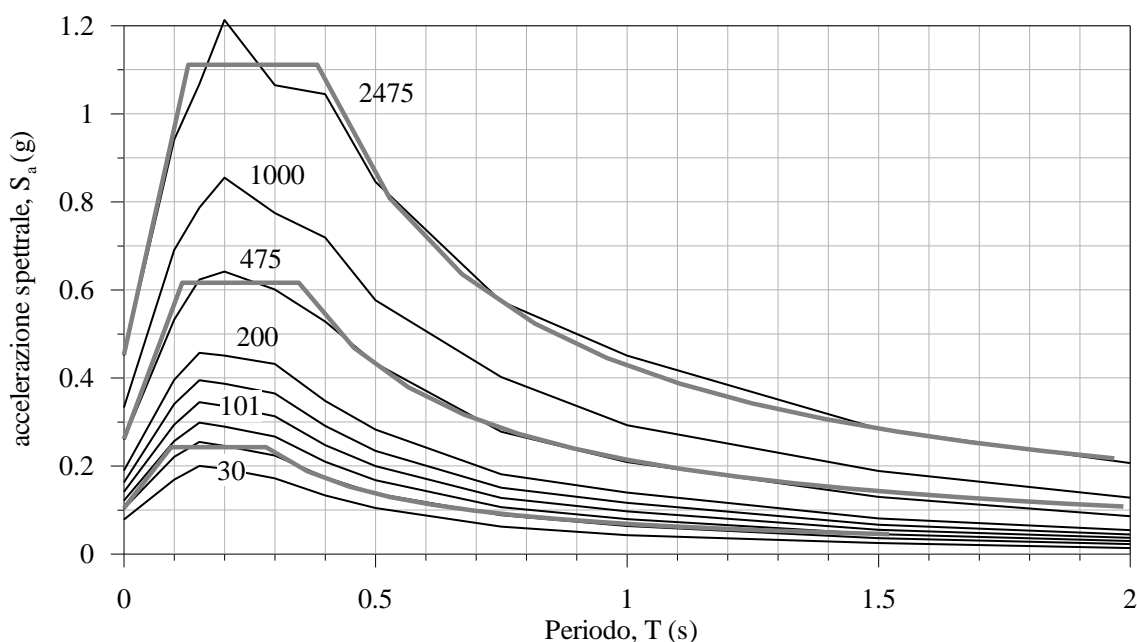


Figura 24. Spettri di risposta a pericolosità uniforme per differenti periodi di ritorno (30-2475 anni) per il comune di Lucoli (coordinate del punto lat: 42.292, long: 13.339).

Come è noto, gli spettri ad *hazard* uniforme derivano da studi probabilistici che integrano i contributi di differenti zone sismogenetiche, simultaneamente attive, nell'intorno dell'area considerata mentre gli accelerogrammi naturali sono registrazioni di eventi sismici deterministici caratterizzati da ben definiti valori di magnitudo e distanza sorgente-sito. Al fine di selezionare accelerogrammi è necessario quindi, oltre che imporre il vincolo di spettro-compatibilità, associare allo spettro di progetto uno o più scenari di terremoto deterministici. Al tal fine possono essere utili l'ubicazione delle sorgenti sismogenetiche attive (§ 2.2.4) e gli studi di disaggregazione che individuano i valori della coppia magnitudo-distanza che maggiormente contribuiscono, in senso probabilistico, al valore di a_g o di una prefissata accelerazione spettrale (Bazzurro e Cornell, 1999). In particolare, all'interno dello studio probabilistico condotto dall'INGV nell'ambito del progetto S1, sono disponibili gli studi di disaggregazione per l'accelerazione massima a_g . I contributi percentuali alla pericolosità delle diverse coppie magnitudo-distanza ($M-d$) ai valori di a_g sono riportati in Figura 25 per quattro valori del tempo di ritorno (200, 475, 1000 e 2500 anni).

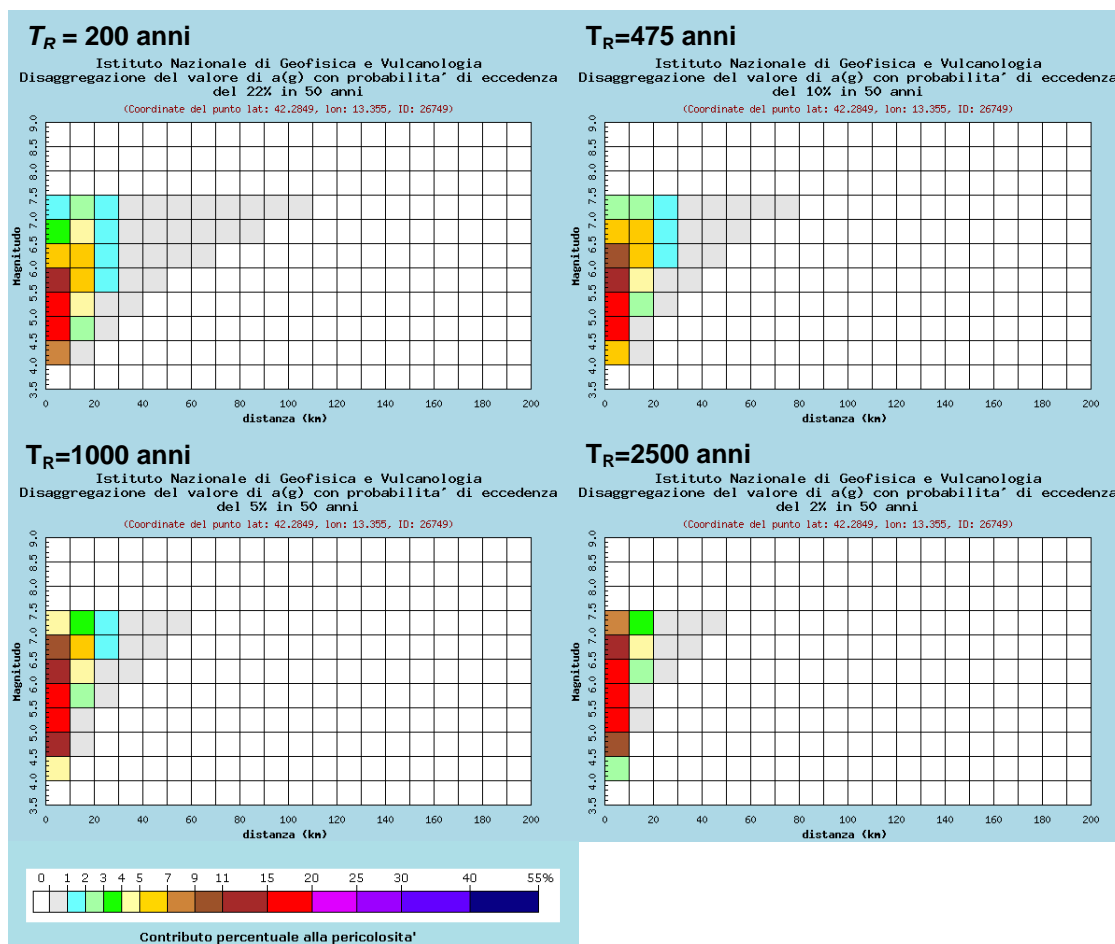


Figura 25. Disaggregazione del valore di a_g per differenti valori del tempo di ritorno (comune di Lucoli, coordinate del punto lat: 42.292, long: 13.339) (<http://esse1.mi.ingv.it/>).

Indipendentemente dal tempo di ritorno si osserva che il contributo maggiore alla pericolosità è fornito dalle distanze 0-10 km, mentre al crescere di T_R diventano via via più importanti i contributi delle magnitudo medio-alte. Ad esempio per $T_R = 475$ anni il 50% circa del contributo è associato alle coppie $M = 4.5-5.0$ $d = 0-10$ km, $5.0-5.5$ $0-10$ km, $5.5-6.0$ $0-10$ km con un massimo per la coppia $5.0-5.5$ $0-10$ km. Per il tempo di ritorno di 2475 anni, aumenta, come detto, a parità di distanza il contributo delle magnitudo più elevate: il 50% circa del contributo è associato alle coppie $M = 5.5-6.0$ $d = 0-10$ km, $6.0-6.5$ $0-10$ km, $6.5-7.0$ $0-10$ km con un massimo per la coppia $5.5-6.0$ $0-10$ km. Questo intervallo di valori ricavato su base probabilistica trova riscontro nella posizione geografica del Comune di Lucoli il quale ospita la faglia sismogenetica di Campo Felice- Cerasitto, ovvero il tratto settentrionale della sistema Cerasitto - Campo Felice - Ovindoli – Pezza responsabile di eventi sismici di magnitudo massima 6.3-6.7 (si veda § 2.2.4)

4.3 Mappa di microzonazione sismica di I° Livello

La mappa delle microzone omogenee in prospettiva sismica qui di seguito presentata è stata realizzata dettagliando la cartografia geologica esistente con nuovi dati di rilevamento geologico alla scala 1:5000 nei soli perimetri di piano ricostruzione ed integrandola con i dati relativi ai dissesti forniti dal PAI-Abruzzo ed i pochi dati di sottosuolo disponibili. I nuovi rilievi geologici sono stati principalmente indirizzati a verificare presenza e natura di depositi quaternari, nonché lo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso all'interno dei perimetri di piano di ricostruzione anche alla luce

dei pochi dati di sottosuolo resi disponibili dagli uffici tecnici comunali o da singoli professionisti. Questi dati constano di un limitato numero di sondaggi ed indagini geofisiche realizzate a partire dal sisma dell'Aquila del 6 Aprile 2009. La disponibilità di un così ridotto numero di indagini di sottosuolo su un territorio così ampio ed eterogeneo, non ha purtroppo reso possibile una caratterizzazione in termini di spessori e caratteristiche fisiche delle litologie costituenti le microzone secondo quanto prescritto dagli indirizzi e criteri per la microzonazione sismica (gruppo di Lavoro MS, 2008) già per il 1° livello di studio. Ciò nondimeno, la relativa semplicità delle condizioni geologiche riscontrate all'interno dei perimetri di piano di ricostruzione dell'intera area omogenea della Neve (comprendente i comuni di Lucoli, Rocca di Cambio, Rocca di Mezzo ed Ovindoli) ha comunque permesso di delineare settori per i quali è ragionevole attendere una risposta sismica omogenea, coincidenti con altrettante microzone omogenee in prospettiva sismica.

Qui di seguito sono descritte le suddette microzone, indicate le categorie di terreno definite dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (2008) alle quali esse sono assimilabili, e proposte le indagini geognostiche necessarie per validare ed implementare i risultati di questo lavoro.

4.3.1 *Zone stabili*

4.3.1.1 Zona 1

Questa zona è rappresentata dalle aree di affioramento di rocce calcaree stratificate poco fratturate, in presenza di coltri di alterazione e/o coperture detritiche di spessore pellicolare. Il numero di discontinuità J_v può raggiungere 15-20. Di norma queste rocce presentano stratificazione in strati da spessi a medi. Le rocce assimilabili a questa zona sono i calcari cretaceo-terziari delle formazioni *Calcari Ciclotemici a Requenie* (CIR) e *Calcari a Briozoi e Litotamni* (CBZ).

Sebbene non sia disponibile per questo studio una caratterizzazione geosifica e geotecnica delle litofacies qui ascritte alla Zona 1, i suoi terreni dovrebbero mostrare $V_{s,30}$ ben superiori a 800 m/s ed essere perciò classificabili come terreni rigidi ascrivibili alla categoria A (NTC, 2008). Questa zona può essere caratterizzata dalla presenza di coltri di alterazione di spessore pellicolare (< 1 m) di colluvi a matrice sabbioso-limoso-argillosa, contenenti percentuali variabili di frammenti lapidei con granulometria dal granulo al blocco.

Ricadono all'interno di questa zona parte dei perimetri di Peschiolo, Vado di Lucoli, Lucoli Alto.

4.3.1.2 Zona 2

Questa zona è rappresentata esclusivamente dalle aree di affioramento dei depositi torbiditici dell'*Unità Arenaceo-Argillosa*, ovvero di alternanze di arenarie perlopiù in strati da medi (alcuni dm) a molto spessi (alcuni m) alternati a sottili interstrati pelitici. Alle peliti possono intercalarsi pacchi di alcune decine di metri più ricchi nella componente pelitica che, ove cartografabili o localizzabili con indagini di sottosuolo, dovrebbero essere ascritti alla Zona 3 (*infra* § 4.3.1.3).

Le rocce che costituiscono la stratigrafia di questa zona sono assimilabili complessivamente a rocce stratificate, granulari cementate alle quali dovrebbe competere $V_{s,30} > 800$ m/s e sono quindi inquadrabili come terreni rigidi della categoria A (NTC, 2008). Data la minor rigidità delle arenarie rispetto ai calcari, questa zona dovrebbe comunque presentare valori di $V_{s,30}$ inferiori a quelli visti per la Zona 1.

Le uniche indagini di sottosuolo disponibili per le rocce dell'*Unità Arenaceo-Argillosa* (*infra* § 4.3.2.2; Peschiolo) interessano porzioni di ammasso roccioso fratturato e/o alterato e perciò ritenuto rappresentativo della Zona 5).

Ricadono all'interno di questa zona i perimetri di Sant'Andrea, San Menna e Franco-lisco.

4.3.1.3 Zona 3

Appartengono a questa categoria i settori di affioramento di argille, marne e marne calcaree dell'Unità *Argilloso-Marnosa* e gli intervalli pelitici dell'Unità *Areanceo-Pelitica* (presente ad E di Rovere).

Sebbene non siano disponibili informazioni circa la $V_{s,30}$ all'interno delle rocce che costituiscono la stratigrafia di questa zona, si ritiene che esse, per analogia con le rocce della Zona 2, debba essere > 800 m/s in un ammasso fino a moderatamente fratturato e non alterato. I terreni di questa zona sono perciò ascrivibili alla categoria A delle NTC 2008.

Ricade all'interno di questa zona parte del perimetro di Santa Croce.

4.3.2 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

4.3.2.1 Zona 4

Questa zona è rappresentata dalle aree di affioramento di rocce calcaree e calcareo-marnose di varia natura (*Calcarei Ciclotemici a Requenie*, CIR; *Calcarei a Briozoi e Lito-tamni*, CBZ), da mal stratificate a fittamente stratificate, molto fratturate ($J_v > 40$) nelle quali lo spessore verticale dell'ammasso fratturato eccede i 5 m. Essa è associata ai lineamenti tettonici principali dell'Area Omogenea della Neve di studio, quali il sovrascorrimento di Monti d'Ocre-Monte Cagno-Monte Rotondo-Serra di Celano (Rocca di Cambio, Ovindoli), la faglia diretta Celano-San Potito-Ovindoli-Pezza (San Potito), nonché le faglie della Magnola – Monte Velino e di Colle Pidocchio (Santa Iona).

Una misura di $V_{s,30}$ ritenuta rappresentativa dei calcari fratturati che costituiscono la stratigrafia di questa zona è stata ricavata attraverso una MASW nel centro storico di Rocca di Mezzo, dove è < 800 m/s, valore caratteristico di terreni di categoria B delle NTC, 2008 ($360\text{m/s} < V_{s,30} < 800\text{m/s}$).

Questa zona non è presente nella porzione del territorio comunale di Lucoli coperta da questo studio.

4.3.2.2 Zona 5

Questa zona è rappresentata dai settori nel cui sottosuolo sono presenti alternanze di arenarie e peliti torbiditiche, ovvero rocce stratificate, granulari e cementate, da moderatamente a molto fratturate ($J_v > 10$) per uno spessore verticale superiore a 5 m. Essa comprende le zone di danneggiamento associate a lineamenti tettonici regionali, quali ad esempio, la Faglia di Lucoli ed il Sovrascorrimento di M. Orsello.

Le rocce che costituiscono la stratigrafia di questa zona sono state attraversate in sondaggio a Peschiolo e Collimento e caratterizzate attraverso stendimento sismico MASW (Peschiolo; Via della Fonte, Ovindoli). Quest'ultimo ha restituito un valore di $V_{s,30} < 800$ m/s, caratteristico di terreno di categoria B (NTC, 2008).

Ricadono all'interno di questa zona parte dei perimetri di Piaggia, Colle, Prata, Peschiolo, Collimento e Lucoli Alto.

4.3.2.3 Zona 6

Questa zona è rappresentata da settori caratterizzati dalla presenza di depositi ghiaioso-sabbiosi di spessore variabile da 1 m (Torrente Rio, Comune di Lucoli) a 15-30 m (Santa Iona e S. Potito, Comune di Ovindoli) in appoggio su substrato roccioso stratificato lapideo o granulare cementato. Nel Comune di Lucoli essa occupa il greto del Torrente Rio e non soggiace a nessun perimetro di piano di ricostruzione.

In funzione delle caratteristiche granulometriche e di addensamento attesi, e degli spessori dei depositi ghiaiosi, tale zona potrebbe ricadere nelle categorie B-C delle NTC 2008.

4.3.2.4 Zona 7

Questa zona è rappresentata da settori caratterizzati dalla presenza di materiali detritici e di alterazione (colluvi) a prevalente composizione sabbioso-limosa di spessore va-

raibile da 1 m ad almeno 7 m (sondaggi S1 ed S2 di Peschiolo ed S1 di Collimento; Si vedano Figura 29, Figura 31 ed il profilo geologico di Figura 33), in appoggio su rocce di substrato granulari cementate integre o fratturate ($J_v > 10$) ed alterate. Ricadono all'interno di questa zona parte del perimetro di Collimento. La Zona 7 sarebbe classificabile come terreno di categoria B delle NTC 2008.

4.3.2.5 Zona 8

Questa zona è rappresentata da settori caratterizzati dalla presenza di materiali detritici e di alterazione (colluvi), a matrice sabbiosa-limoso-argillosa, contenente frammenti lapidei eterometrici in proporzione variabile di spessore di pochi metri in appoggio su rocce di substrato, perlopiù lapidee, da integre a molto fratturate ($J_v > 40$). Ricadono all'interno di questa zona parte dei perimetri di Vado di Lucoli, Lucoli Alto e San Potito.

La Zona 8 sarebbe classificabile come terreno di categoria B delle NTC 2008.

4.3.2.6 Zona 9

Questa zona è rappresentata da settori caratterizzati dalla presenza di materiali detritici clasto-sostenuti, localmente cementati, a granulometria variabile dal blocco alla sabbia e matrice sabbioso-limoso-argillosa, in appoggio su rocce di substrato, perlopiù lapidee, da integre a molto fratturate ($J_v > 40$). Lo spessore dei materiali detritici di copertura può variare dai pochi metri fino a più di 10 m (Piaggia, Spogna; Figura 12). Nessun perimetro ricade all'interno di questa zona.

Le caratteristiche tessiturali dei depositi di coperture e le condizioni del substrato roccioso, suggerirebbero l'attribuzione della Zona 9 alla categoria B delle NTC 2008.

4.3.2.7 Zona 10

Questa zona è rappresentata dai settori pianeggianti (ad esempio, Altopiano delle Rocche) che ospitano depositi lacustri-palustri limoso-argillosi contenenti intercalazioni sabbiose in appoggio su substrato stratificato lapideo o granulare cementato perlopiù intatto o poco fratturato. Lo spessore dei sedimenti fini è difficilmente stimabile, ma forse nell'ordine di qualche metro. Nessun perimetro ricade all'interno di questa zona che, oltretutto, non è resente nel territorio del Comune di Lucoli.

La Zona 10 sarebbe classificabile come terreno di categoria B (NTC, 2008). Dove prove geofisiche provassero $V_{s,30} < 360$ m/s all'interno dei depositi di copertura, essa potrebbe tuttavia essere attribuita alla categoria E delle NTC 2008.

4.3.2.8 Zona 11

Questa zona è presente unicamente in corrispondenza di parte del perimetro del piano di ricostruzione di Rocca di Cambio (Comune di Rocca di Cambio) ed è stata individuata sulla base di dati di sondaggio che mostrano la presenza di 1-3 m di materiali detritici di origine mista (frana, dinamiche di versante) sovrapposti a circa 5 m di sedimenti sabbioso-limosi, da sciolti a parzialmente cementati, in appoggio su calcari molto fratturati.

La Zona 11 sarebbe classificabile come terreno di categoria B.

Tabella 6. Quadro sinottico che pone in relazione le microzone omogenee in prospettiva sismica individuate in questo studio con le categorie di terreno delle NTC 2008.

Microzonee omogenee in prospettiva sismica (questo studio)		Possibile categoria di terreno (NTC 2008)
Stabili	Zone 1-3	A

Stabili, suscettibili di amplificazioni locali	Zone 4-5	B
	Zona 6	B-C
	Zone 7-9	B
	Zona 10	B (?)
	Zona 11	B

4.3.3 Zone instabili

In questa categoria ricadono i settori interessati da movimenti gravitativi segnalati dal PAI-Abruzzo. Questi dissesti sono distinti con colori diversi e soprassegni in base allo stato di attività e alla tipologia del movimento franoso.

Nessuno dei perimetri di piano di ricostruzione del Comune di Lucoli ricade all'interno di zone instabili.

4.3.4 Altri elementi cartografici

Tra gli altri elementi che completano la rappresentazione cartografica delle microzone omogenee in prospettiva sismica vi sono elementi lineari quali creste e scarpate. Esse rappresentano elementi geometrici della morfologia, superficiale e sepolta, all'origine di possibili amplificazioni locali del moto sismico in seguito a più complessi effetti 2D.

Le creste sono culminazioni allungate della morfologia superficiale i cui fianchi hanno genericamente pendenza $>20-30^\circ$, come ad esempio quella del costone roccioso di Collimento.

Le scarpate sono rappresentate invece da bruschi dislivelli, quali ad esempio quelli associati a tagli in roccia o massicciate (a sostegno di roccia o terreni di natura ignota), presenti alla periferia di alcuni perimetri di piano di ricostruzione come ad esempio quelli di Collimento, Lucoli Alto e Casamaina. La loro altezza non supera mai i 10 m e, tipicamente, è nell'ordine dei 3-5 m. L'influenza di questi elementi su amplificazione locali del moto sismico è, dati i dislivelli ad essi associati, da ritenersi piuttosto scarsa.

Le scarpate sepolte rappresentano invece elementi suturati dall'appoggio di depositi quaternari su scarpate modellate nel substrato roccioso. L'unico esempio nelle mappe e qui di seguito proposte, è rappresentato per le scarpate sepolte ipotizzate ai bordi della sella in cui è ospitato Vado di Lucoli (Figura 31 e Figura 34). In corrispondenza di esse, i depositi quaternari (AVM) che hanno riempito la sella appoggerebbero su pareti rocciose moderatamente acclivi ($30-40^\circ$) la cui pendenza è stata ipotizzata a partire dalla morfologia dei settori con roccia affiorante ai bordi della sella (Figura 18).

Tra gli elementi poligonali sono riportati le falde detritiche attive e i depositi antropici. Sebbene la presenza dei depositi antropici sia certamente più diffusa di quanto cartografabile attraverso un rilevamento speditivo, si è voluto comunque fornire un'indicazione circa la presenza di riporti recenti (uno esempio è presente a Casamaina) facilmente riconoscibili sul terreno.

4.4 Considerazioni circa la microzonazione proposta

La microzonazione di 1° livello proposta in questo studio, rappresenta uno strumento utile per individuare le eventuali criticità connesse a effetti di sito negli ambiti di interesse e, ove ritenuti necessario, predisporre ulteriori approfondimenti.

La possibilità di effetti di sito all'interno degli ambiti di Piano di Ricostruzione ed EPC è riassunta dalla colonna 5 di Tabella 7, nella quale sono indicate le zone stabili su-



scettibili di amplificazioni locali (*infra* § 4.3) proposte da questo studio. E' bene tuttavia ricordare che l'individuazione di queste zone è basata su dati tratti dalla letteratura o da banche dati integrati con dati di terreno acquisiti *ad hoc* nei soli settori di interesse e richiederebbe, specialmente in alcuni contesti, una validazione con indagini geognostiche e geofisiche (si veda il § 4.6) non disponibili al momento della stesura di questa relazione. Queste indagini avrebbero permesso una migliore caratterizzazione delle zone proposte accettando o rigettando la possibilità di amplificazioni ad esempio in settori con ammasso roccioso fratturato (zone 4 e 5) o dove fosse incerto lo spessore dei depositi quaternari.

Legenda delle mappe di microzonazione sismica di I° livello:

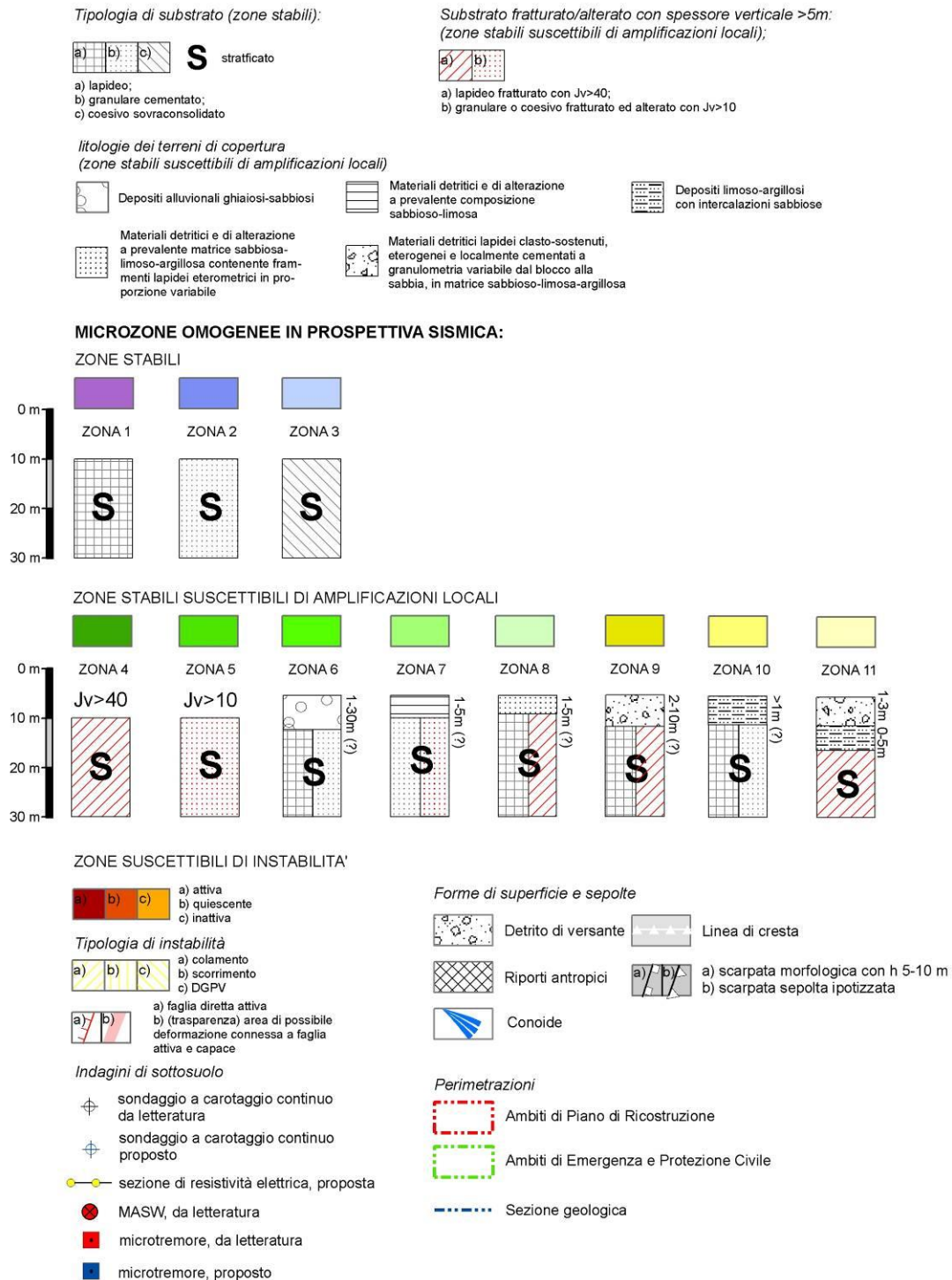


Figura 26. Legenda delle mappe di microzonazione di I° livello.

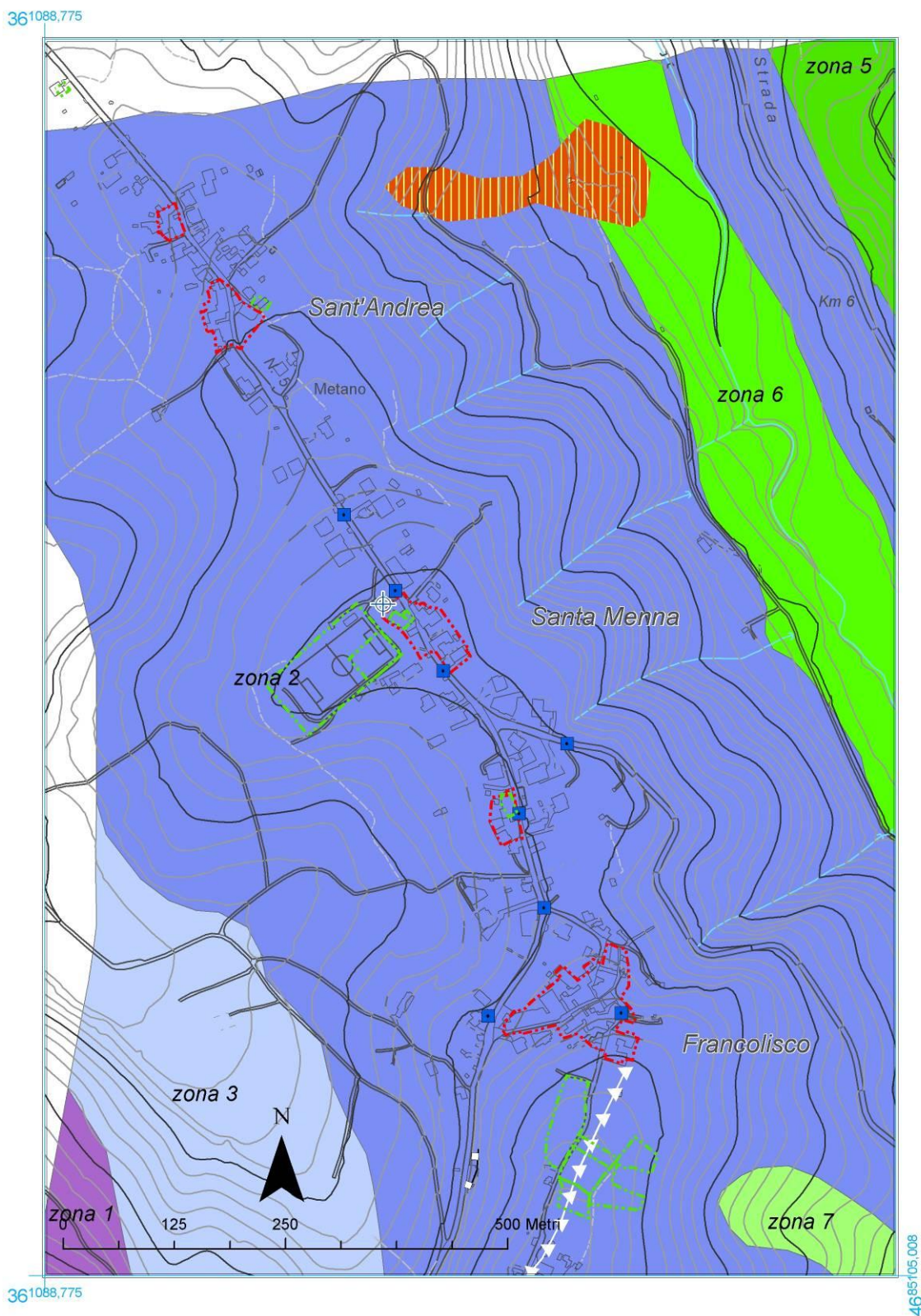
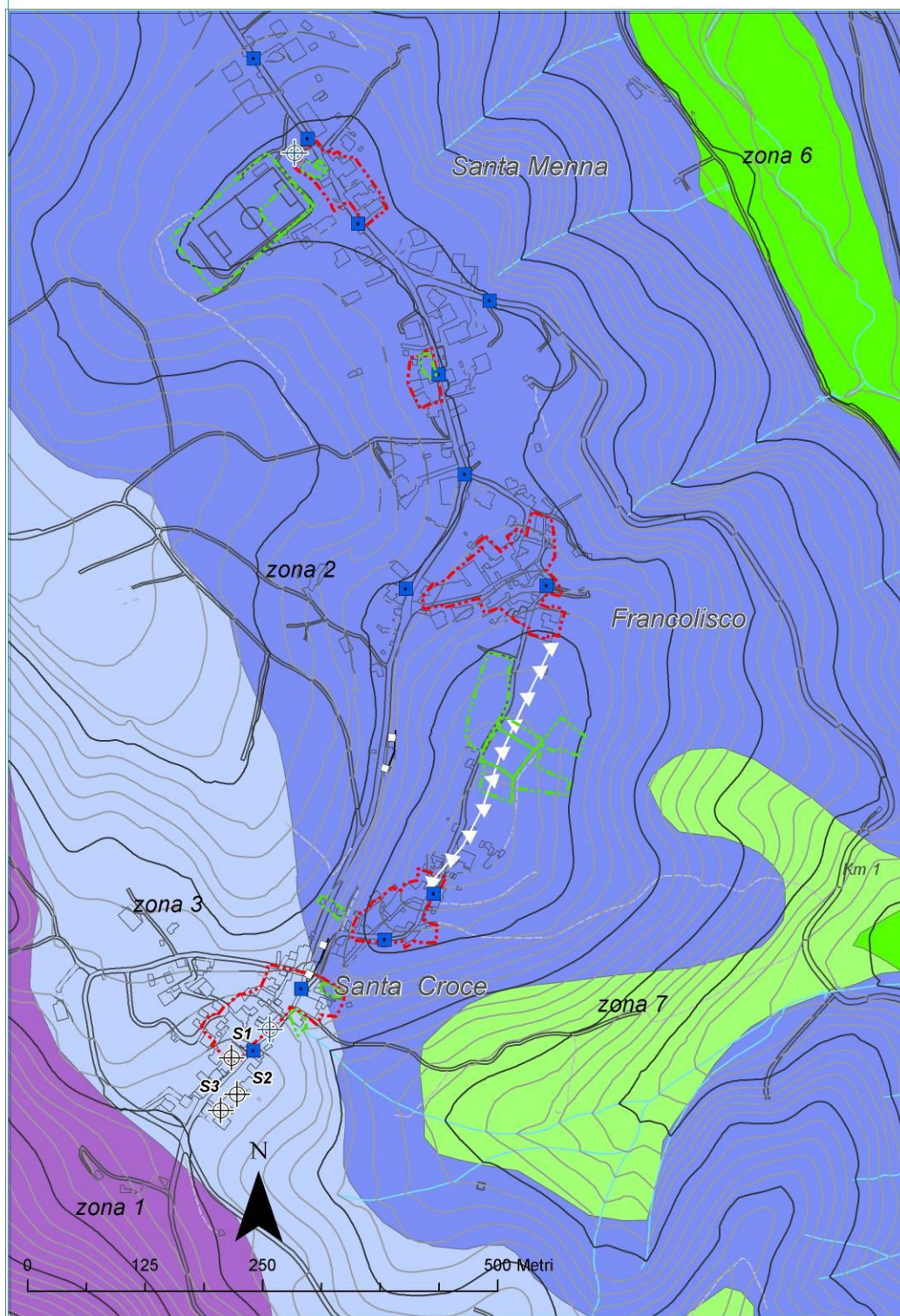


Figura 27. Mappa delle microzone omogenee in prospettiva sismica. Comune di Lucoli, frazioni Sant'Andrea, San Menna e Francolisco. Legenda in Figura 26.

361164,328

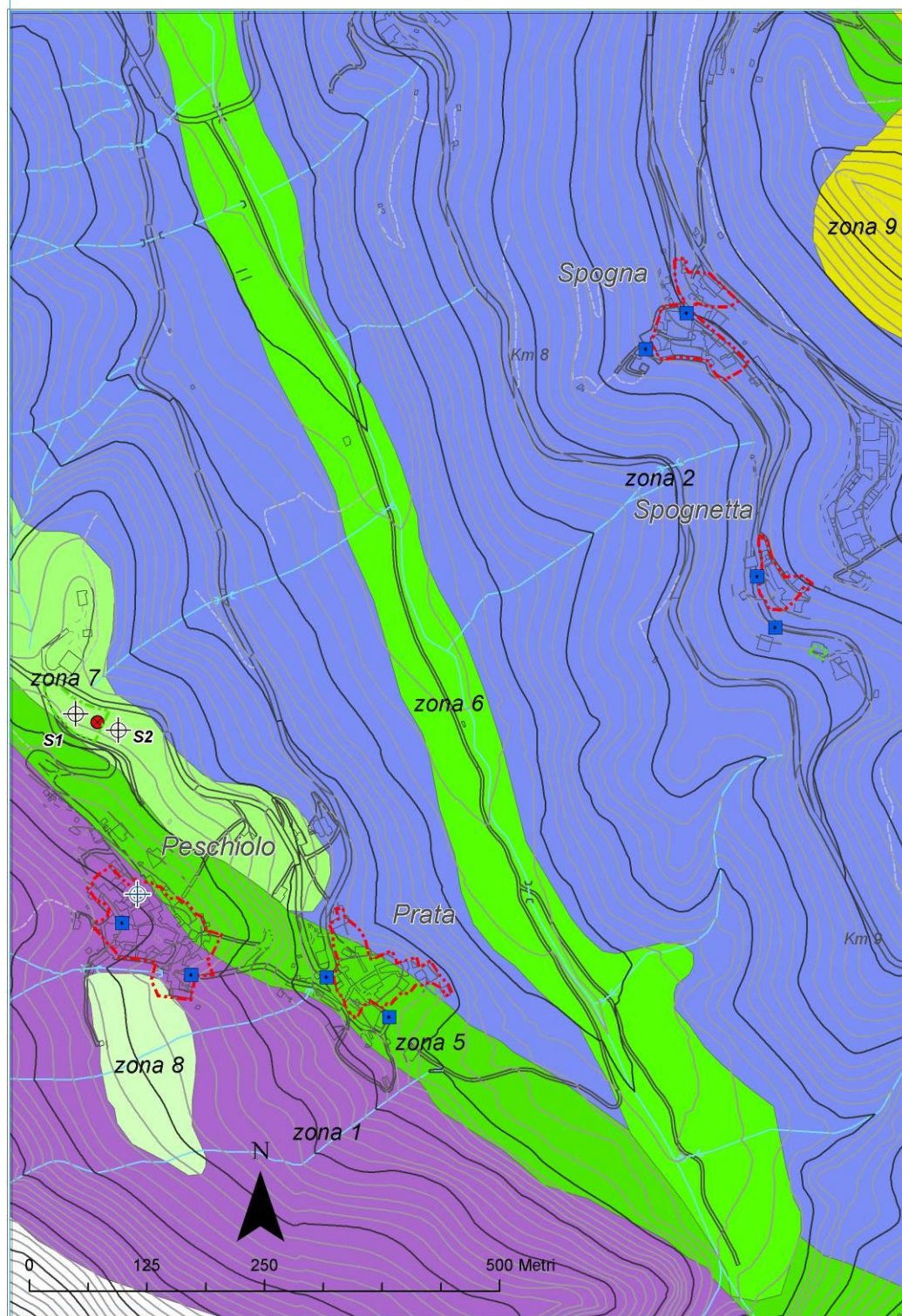


361164,328

4684621,466

Figura 28. Mappa delle microzone omogenee in prospettiva sismica. Comune di Lucoli, frazioni S. Menna, Francolisco e Santa Croce. Legenda in Figura 26.

362046,792

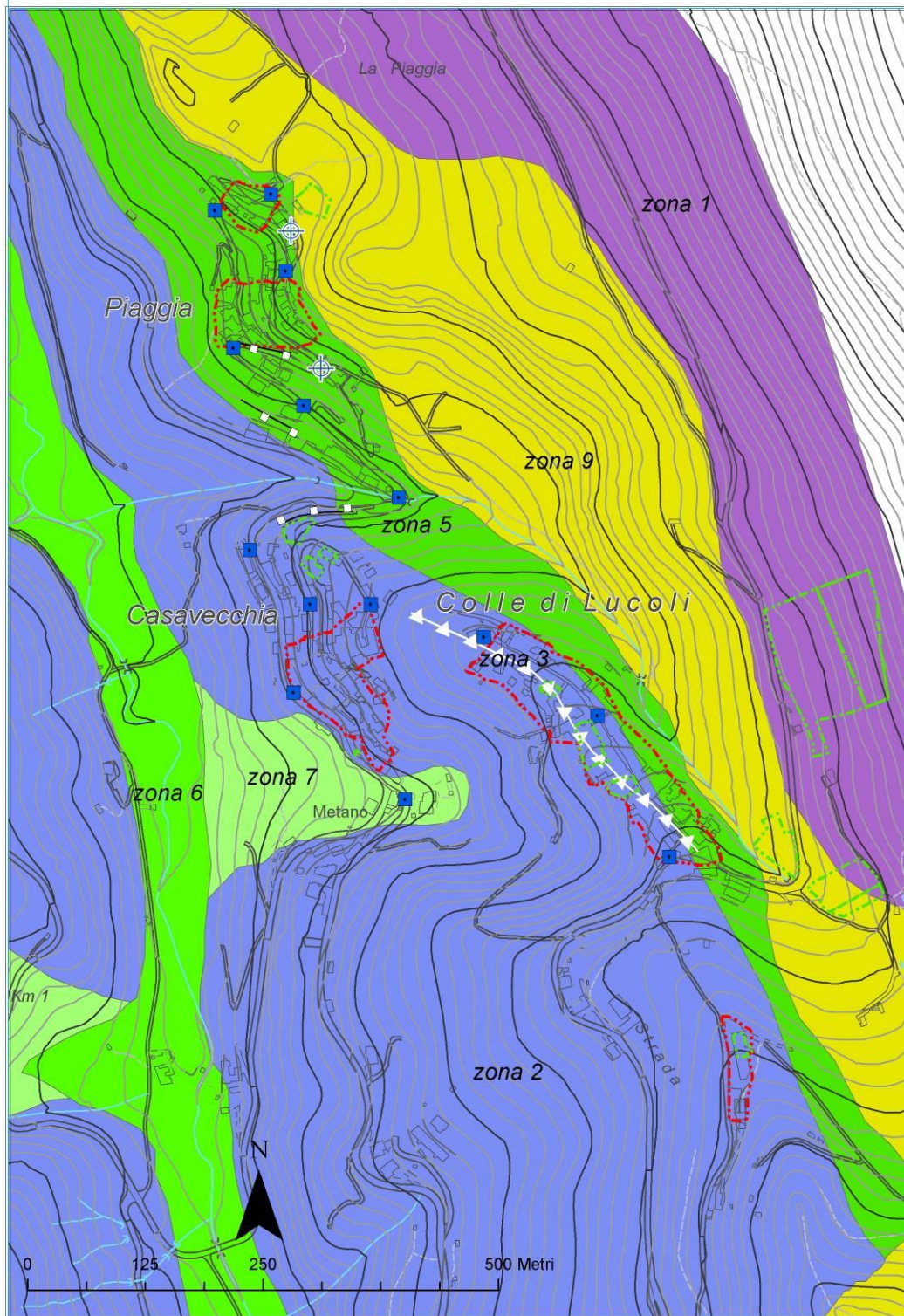


362046,792

4683551,630

Figura 29. Mappa delle microzone omogenee in prospettiva sismica. Comune di Lucoli, frazioni Spogna, Spognetta, Prata e Peschiolo. Legenda in Figura 26.

362046,792

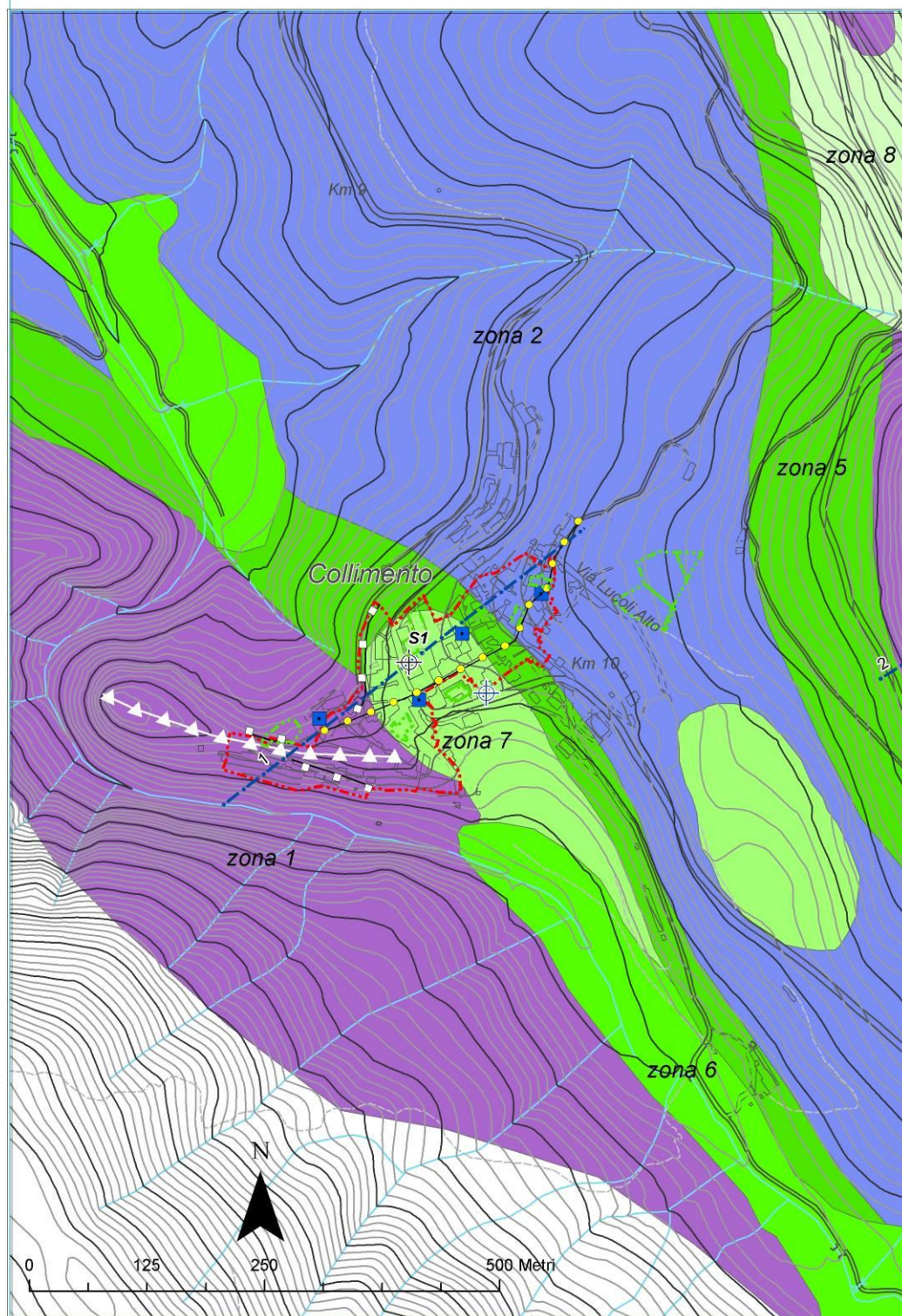


362046,792

4684757,462

Figura 30. Mappa delle microzone omogenee in prospettiva sismica. Comune di Lucoli, frazioni Piaggia, Casavecchia e Colle di Lucoli. Legenda in Figura 26.

362593,798



362593,798

4682756,808

Figura 31. Mappa delle microzone omogenee in prospettiva sismica. Comune di Lucoli, frazione Collimonto. Legenda in Figura 26.

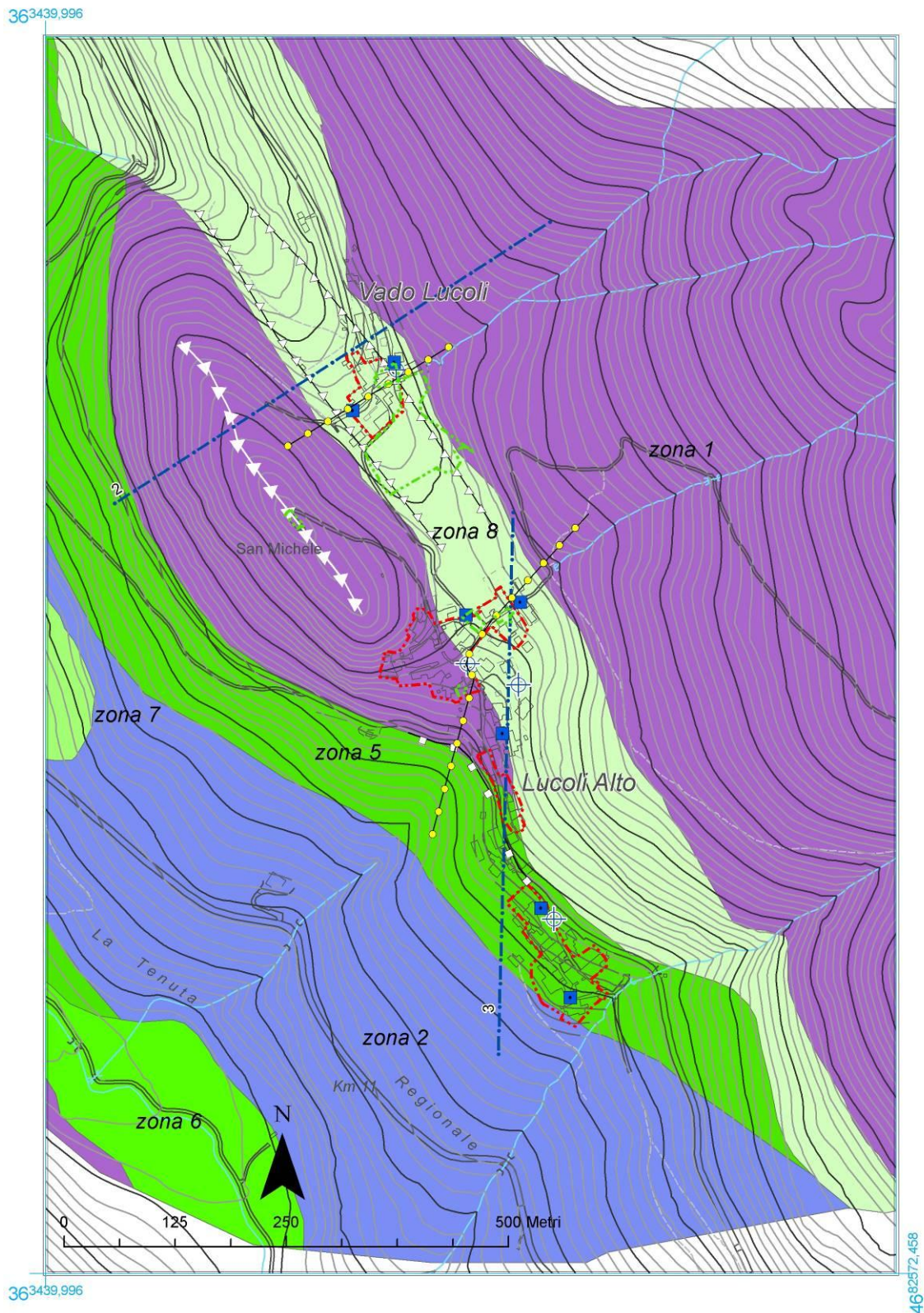


Figura 32. Mappa delle microzone omogenee in prospettiva sismica. Comune di Lucoli, frazioni Lucoli Alto e Vado di Lucoli. Legenda in Figura 26.

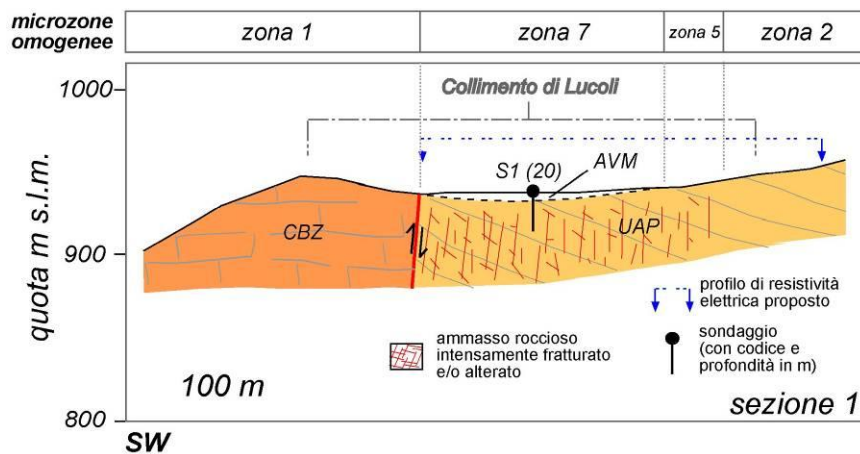


Figura 33. Sezione geologica (si veda Figura 31 per sua ubicazione) mostrante le unità stratigrafiche di copertura quaternaria e del substrato roccioso nel sottosuolo di Collimento e le microzone omogenee in prospettiva sismica da esse individuate.

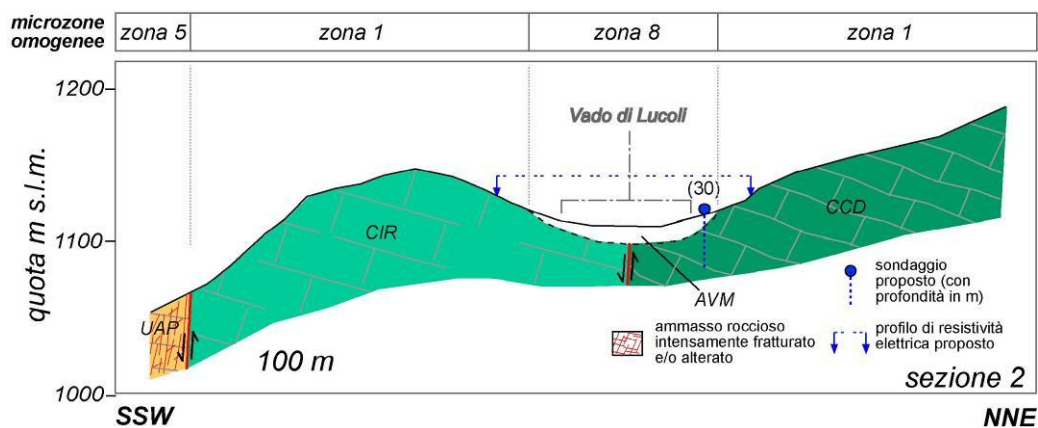


Figura 34. Sezione geologica (si veda Figura 32 per sua ubicazione) mostrante le unità stratigrafiche di copertura quaternaria e del substrato roccioso nel sottosuolo di Vado di Lucoli e le microzone omogenee in prospettiva sismica da esse individuate.

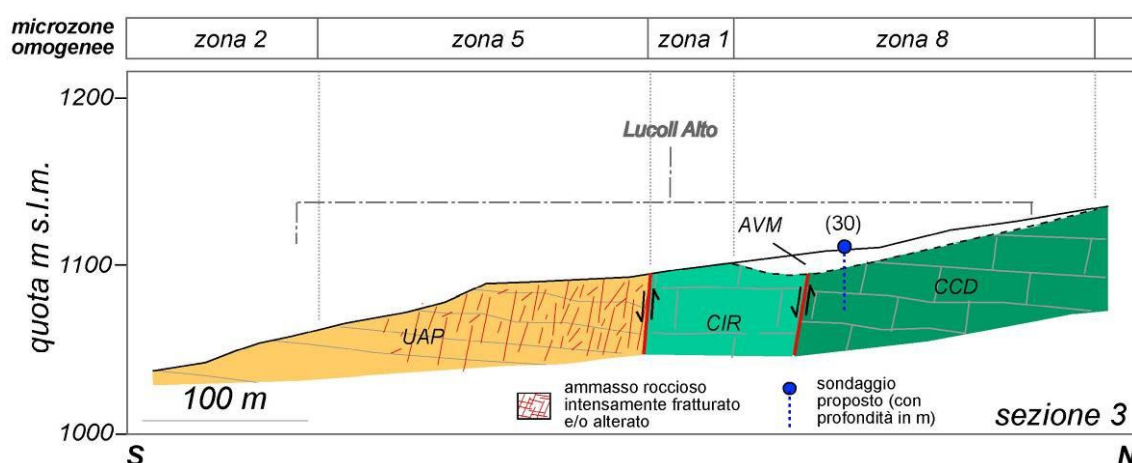
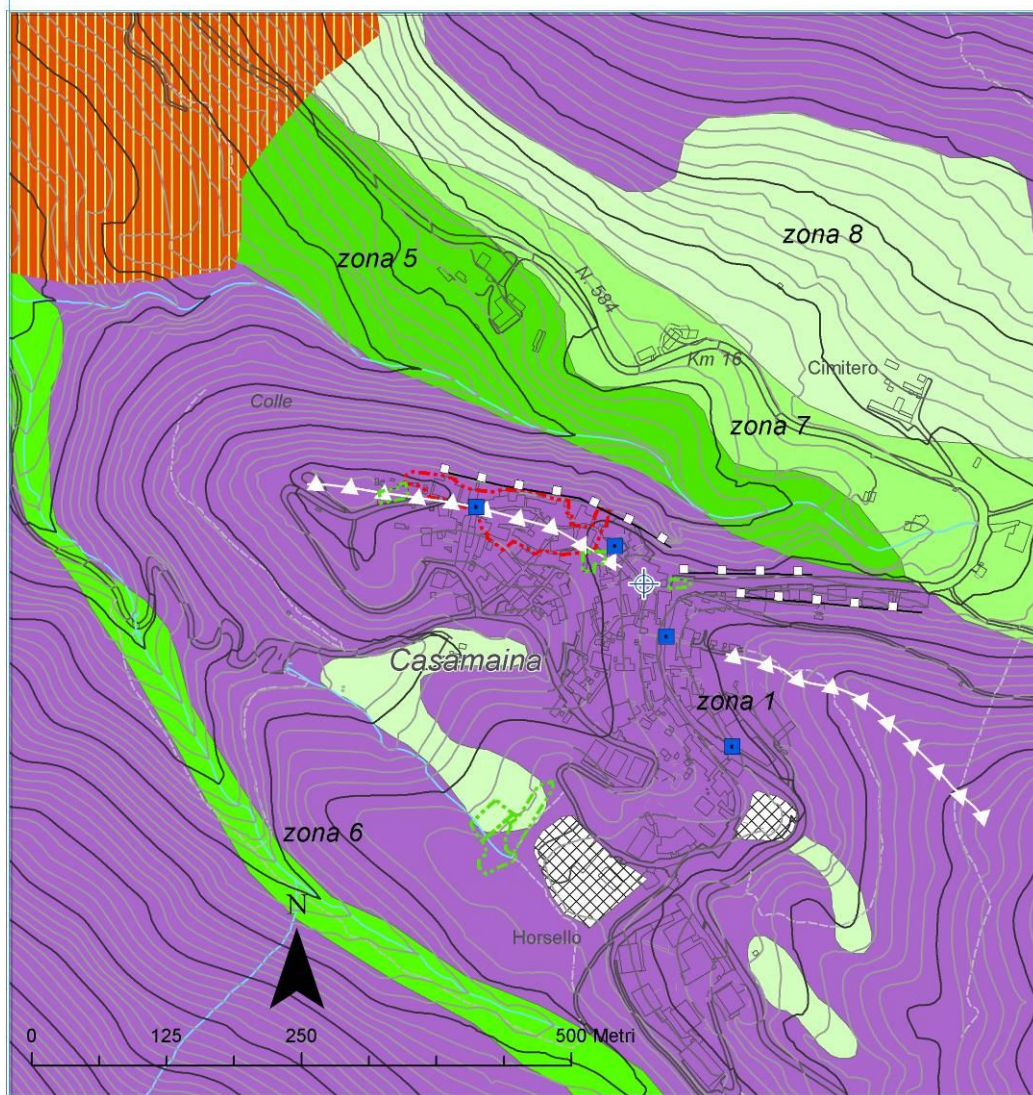


Figura 35. Sezione geologica (si veda Figura 32 per sua ubicazione) mostrante le unità stratigrafiche di copertura quaternaria e del substrato roccioso nel sottosuolo di Lucoli Alto e le microzone omogenee in prospettiva sismica da esse individuate.

36°12.970



36°12.970

46°79370.022

Figura 36. Mappa delle microzone omogenee in prospettiva sismica. Comune di Lucoli, frazione Casamaina. Legenda in Figura 26.

4.5 Schede di pericolosità per gli ambiti di Piano di Ricostruzione ed Emergenza e Protezione Civile.

La Tabella 7 riassume i fattori di pericolosità che insistono sui perimetri di piano di ricostruzione ed EPC del Comune di Lucoli.

Tabella 7. Quadro sinottico dei fattori di che insistono sugli Ambiti di Piano di Ricostruzione ed Emergenza e Protezione Civile del Comune di Lucoli. Le amplificazioni locali dovute ad effetti topografici sono state ipotizzate per presenza di creste, scarpate e/o pendenze medie del suolo superiori a 15°. Nel caso di possibili effetti dovuti alla stratigrafia, è indicata la microzona proposta da questo studio e la categoria di terreno secondo le NTC (2008). In assenza di effetti di sito di natura stratigrafia il terreno è di categoria A.

Ambito di Piano di Ricostruzione (PR) o di Emergenza e protezione civile (EPC)		Pericolosità connessa a frana/processi erosivi/zone instabili (§ 4.1)	Pericolosità sismica di base (§ 4.2)	Possibili amplificazioni locali	
				Topografiche	Stratigrafiche (§ 4.3; microzone di questo studio e categoria NTC 2008)
Colle fracido	EPC- ammassamento	-	0,250<a _g <0,275	-	-
Sant'Andrea	PR – Sant'Andrea	-		-	-
	EPC – edificio comunale				
	EPC – edificio di culto				
San Menna	PR- San Menna	-		-	-
	EPC – area di ricovero				
	EPC – edificio di culto				
Francolisco	PR- Francolisco	-		-	-
	EPC - MAP				
Santa Croce	PR – Santa Croce	-		-	-
	EPC – edificio di culto				
Casavecchia	PR – Casavecchia	-		pendio (15°-30°)	-
	EPC – edificio di culto				
	EPC – caserma forze dell'ordine				
	EPC – farmacia				



Piaggia	PR – Piaggia	-		pendio (15°-30°)	Zona 5 - categoria B
Colle di Lucoli	PR – Colle di Lucoli	-		cresta	-
	EPC – moduli abitativi provvisori (le Coste)			pendio (15°-30°)	-
	EPC – moduli abitativi provvisori (curva, monte)			-	Zona 9 - categoria B
	EPC – moduli abitativi provvisori (curva, valle)				Zona 9 - categoria B
Beata Cristina	PR – Beata Cristina	-		-	-
Spogna	PR – Spogna	-		pendio (15°-30°)	
Spognetta	PR – Casavecchia	-		pendio (15°-30°)	-
	EPC – edificio scolastico			-	Zona 5 - categoria B
	EPC – edificio di culto (S. Giovanni)				
Peschiolo	PR – Peschiolo	P1, dliavamento diffuso; P2, movimento superficiale lento	-	zona 5 - categoria B	
	EPC – edificio di culto	-		zona 5 - categoria B	
	EPC – modulo abitativo provvisorio	-		zona 7 - categoria B	
Prata	PR – Prata	-	-	zona 5 - categoria B	
Collimento	PR – Collimento	P1, erosione superficiale	0,250<a _g <0,275	-	zone 5 e 7 – categoria B
	EPC – edificio di culto	-			-
	EPC – edificio comunale	-			Zona 7 - categoria B
	EPC – modulo abitativo provvisorio	-			-
Vado di Lucoli	PR – Vado di Lucoli	-	-	-	Zona 8 - categoria B; possibili ef-

	EPC – moduli abitativi provvisori	-			fetti legati alla morfologia sepolta
Lucoli Alto	PR – Lucoli Alto	-		-	zona 5 e 8 – categoria B
	EPC – edificio di culto (San Michele)			cresta	-
	EPC – edificio di culto (centro storico)			-	Zona 8 - categoria B
Casamaina	PR – Casamaina	P1, dilavamento diffuso		cresta e scarpata	-
	EPC – edifici di culto (centro storico)	-		cresta e scarpata	-
	EPC – moduli abitativi provvisori	P1, dilavamento diffuso		-	-
Piana di Campo Felice	EPC – ammassamento	-		-	Zona 8 - categoria B
	EPC – ricovero				
	EPC – eliporto				

La pericolosità connessa all'instabilità gravitativa ed ai processi erosivi (colonna 2 di Tabella 7; fonte: PAI-Abruzzo, vedi il § 4.1) interessa marginalmente, con grado medio (P1, quattro dissesti) ed elevato (P2, un dissesto), solo tre ambiti di Piano di Ricostruzione (Peschiolo, Collimento e Casamaina) ed i MAP di Casamaina. Si tratta tuttavia di fenomeni superficiali rappresentati da dilavamento diffuso o, nel caso di Peschiolo, movimenti superficiale lenti che coinvolgono depositi quaternari di ridotto spessore.

Zone soggette a deformazioni permanenti del suolo potrebbero essere associate all'attivazione della Faglia sismogenetica di Cerasitto - Campo Felice presso la sua terminazione nella Piana di Campo Felice dove sorgono alcuni ambiti di EPC (eliporto e aree di ammassamento e ricovero). Sebbene allo stato attuale delle conoscenze non sia possibile mappare con precisione l'area di deformazione potenzialmente associata alla suddetta faglia, i dati di letteratura esistenti (Galli et al. 2008; Salvi et al. 2003) suggeriscono che essa debba correre lungo le pendici del Monte Cefalone, ovvero lungo il margine nord-orientale della piana e quindi non interessare, se non marginalmente, i su detti ambiti di EPC.

La pericolosità sismica di base (colonna 3 di Tabella 7) è tratta dalla Mappa di Pericolosità Sismica (Gruppo di Lavoro MPS, 2004 e dai successivi aggiornamenti; studio adottato da OPCM 3519/2006) che caratterizza il territorio nazionale sulla base dell'accelerazione massima del terreno con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a terreni rigidi. Il territorio del Comune di Lucoli, con accelerazione orizzontale massima $0,250 < a_g < 0,275$ è caratterizzato da un'elevata pericolosità sismica di base, che riflette al vicinanza alle strutture sismogeniche attive del Sistema di faglie Cerasitto - Campo Felice - Ovindoli – Pezza.

Per quanto riguarda la pericolosità associata ad amplificazioni locali, questo studio suggerisce la possibilità di amplificazioni legate sia alle condizioni topografiche, sia alla stratigrafia (colonna 4 e 5 in Tabella 7, rispettivamente).

I possibili effetti topografici sarebbero legati, a seconda dei casi, sia alla presenza di creste (si veda ad esempio il caso di Colle di Lucoli, Casamaina e la chiesa di San Michele a Lucoli Alto), sia ad inclinazioni del pendio superiori a 15° (come nel caso dei MAP di Colle di Lucoli e di Piaggia, Casavecchia, Spogna e Spognetta).

La possibilità di amplificazioni di natura stratigrafiche è invece dovuta alla presenza di terreni di copertura quaternaria con spessori > 5 m sovrapposti al *bedrock* sismico (substrato roccioso con $V_{s,30} > 800$ m/s), o a contesti con substrato roccioso affiorante intensamente fratturato. Ricadono all'interno di zone suscettibili di amplificazioni locali (si veda descrizione in § 4.3) un certo numero di ambiti i quali complessivamente sarebbero riconducibili alla categoria B delle NTC 2008. Nell'unico caso di Vado di Lucoli, la morfologia sepolta potrebbe essere essa stessa all'origine di ulteriori effetti di sito (si veda anche il profilo di Figura 34).

4.6 Indagini proposte

Nelle mappe di microzonazione sismica sono riportate, oltre alle indagini di sottosuolo consultate per la stesura di questo studio, quelle proposte allo scopo di precisare la microzonazione sismica qui presentata.

Tra queste indagini, sono proposti 11 sondaggi a carotaggio continuo, idealmente da spingere almeno sino alla profondità di 30 m dal piano campagna, la cui ubicazione risponde sia all'esigenza di dettagliare la stratigrafia di alcuni siti in cui è provata la presenza di coperture quaternarie potenzialmente complesse (ad esempio, Collimento e Lucoli Alto), sia per caratterizzare il maggior numero di litotipi presenti nel sottosuolo degli ambiti di Piano di Ricostruzione. Nei contesti in cui sono attesi effetti di sito di natura stratigrafica, si propone l'esecuzione di prove di sismica attiva di tipo *down-hole* e subordinatamente MASW, al fine di definire profili di V_s nelle successioni attraversate.

In presenza di roccia affiorante o di depositi quaternari di spessore pellicolare, indagini geofisiche più speditive ed economiche, quali MASW ed analisi dei microtremori, potranno essere eseguite in luogo di prove *down-hole* per definire rispettivamente profili di velocità delle onde sismiche e frequenza di risonanza del sito specifico. Queste misure sono particolarmente importanti per validare l'attribuzione di settori con ammasso fratturato ad una zona stabile piuttosto che ad una suscettibile di amplificazioni locali. Nelle mappe di microzonazione presentate in precedenza, è riportata l'ubicazione proposta per l'acquisizione di microtremori. L'ubicazione scelta risponde all'esigenza di coprire in maniera uniforme i perimetri di piano di ricostruzione, caratterizzare il maggior numero di litotipi ed acquisire dati in siti comuni ad altre indagini (sondaggi e sezioni di resistività elettrica) per consentire il confronto dei risultati di indagini di diversa natura.

In contesti nei quali sono presenti coperture quaternarie di spessore apprezzabile (Collimento, Lucoli Alto, Vado di Lucoli), viene proposta l'acquisizione di profili di resistività elettrica. Questi potranno permettere di discriminare, sulla base delle differenti proprietà elettriche di coperture quaternarie e substrato roccioso, spessori e geometrie dei depositi di copertura. Data la profondità a cui l'indagine geoelettrica si spinge (pari ad 1/6 della lunghezza massima nella porzione centrale della sezione) per limitazioni intrinseche della metodologia, gli stendimenti sono stati posizionati per massimizzare l'acquisizione rispetto agli spessori dei depositi quaternari attesi ed alla geometria del loro contatto basale presunta.

5 INDICAZIONI PER LA PREVENZIONE E LA RIDUZIONE DEI RISCHI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI, IDROGEOLOGICI E GEOTECNICI

Alla luce dei fattori di pericolosità presentati nel § 4, i rischi esistenti negli ambiti di Piano di Ricostruzione ed Emergenza e Protezione Civile del Comune di Lucoli sono essenzialmente rappresentati da:

- l'intensa sismicità dell'area in cui il Comune di Lucoli ricade
- possibili effetti di amplificazione locale del moto sismico di base dovuti sia ad effetti stratigrafici, sia topografici (Tabella 7),
- un numero ridotto di dissesti di limitata entità.

Secondo gli studi del Gruppo di Lavoro MPS 2004 ed i successivi aggiornamenti, il territorio del Comune di Lucoli è caratterizzato da una elevata pericolosità sismica di

base, con valori di accelerazione orizzontale massima del sito rigido, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, di $0,250 < a_g < 0,275$. Tale pericolosità, oltre a riflettere la vicinanza a strutture sismogeniche attive dell'Appennino Centrale, impone un'attenta valutazione del rischio ulteriore connesso a fenomeni di amplificazioni locali.

Circa queste ultime, il presente studio propone una classificazione del territorio in zone a comportamento omogeneo (§ 4.3) evidenziando i caratteri stratigrafici e/o topografici all'origine di possibili amplificazioni del moto sismico di base (si veda Tabella 7 per una sintesi). Tuttavia, data la scarsità delle indagini di geognostiche disponibili al momento della stesura di questo rapporto, è doveroso porre l'accento sulla necessità di verificare, con indagini di sottosuolo ed acquisizione di dati geofisici (infra § 4.6), le condizioni geologiche che caratterizzano soprattutto le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (§ 4.3.2). Tali indagini permetteranno di precisare spessori e stratigrafia dei depositi quaternari ed acquisire profili delle velocità sismiche nelle prime decine di m del sottosuolo contribuendo alla validazione delle microzone proposte.

I dissesti (si vedano Tabella 7 e § 4.1), data la loro natura piuttosto superficiale, possono trovare rimedio e vedere ridotta la loro pericolosità attraverso sia la mitigazione delle concause (ad esempio il ruscellamento superficiale) sia la stabilizzazione del movimento. Nel caso dei dissesti ID 4, 3, 13, che insistono peraltro solo marginalmente sui perimetri di Lucoli Alto, Collimento e Casamaina (Figura 14), la pericolosità è bassa ed è associata al dilavamento, quiescente, di coltri d'alterazione pellicolari del substrato calcareo fratturato. Data natura e stato di attività di questi dissesti, non si ritiene necessario alcun intervento urgente. È ritenuto comunque opportuno limitare, ove possibile, lo scorrimento di acque superficiali da monte, e verificare la stabilità di eventuali massi aggettanti dove, come nel caso di Lucoli Alto, vi siano pareti rocciose interessate dal dissesto e prospicienti l'edificio.

Per quanto concerne la deformazione superficiale lenta che interessa Peschiolo, essa coinvolgerebbe depositi quaternari di ridotto spessore (circa 1-2 m) implacati su un versante con pendenza blanda (vedi Figura 17) inciso da un piccolo torrente stagionale. A valle di una caratterizzazione più attenta di natura e spessore dei materiali interessati dal dissesto, probabilmente rappresentati depositi quaternari dilavati ed alterati, si potrebbe predisporre un intervento volto a:

- riprofilare le porzioni più instabili del dissesto,
- facilitare l'allontanamento delle acque di ruscellamento e ridurre l'infiltrazione, mediante posa di canalette scapolari e stesa di geotessili ed, eventualmente,
- stabilizzare il movimento con la messa in opera di fascinate o palificate vive.

Analogamente, la pericolosità associata alle scarpate che potenzialmente minacciano il tracciato della Strada Regionale N°584 (tratto compreso tra Collimento e Colle Fracido) e della strada di collegamento con la Strada Provinciale N°5, può essere mitigata sia con interventi volti a ridurre l'erosione (allontanamento delle acque superficiali con posa di cabalette e geotessili), sia con opere di stabilizzazione (fasciante, palificate e massicciate).

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Bazzurro P. and Cornell C. A.: 1999, Disaggregation of seismic hazard, *Bull. Seism. Soc. Am.* 89, 501-520.
- Bisini A. (1966) Elementi morfotettonici, tratti da un rilievo fotogeologico, al margine dell'altopiano di Ovindoli (Abruzzo). *Geol. Romana*, V, 303-312.
- Blumetti A.M., Dramis F. and Michetti A.M. (1993) – Fault-generated mountain fronts in Central Apennines (Central Italy); geomorphological features and seismotectonic implications. *Earth Surface Processes and Landforms*, 18, 203-223.
- Centamore E., Crescenti U. & Dramis F. (2006) Foglio geologico alla scala 1:50000 n°359 A-aquila e note illustrative. APAT, Regione Abruzzo, SELCA, Firenze.
- Centamore E., & Dramis F. (2010) Foglio geologico alla scala 1:50000 n°358 Pescorocchiano e note illustrative. APAT, Regione Abruzzo, SELCA, Firenze.
- Cinti F.R., D'Addezio D., Pantosti D. & Hamilton J. (1991) -Ricostruzione topografica di dettaglio della scarpata di faglia del Piano di Pezza, Abruzzo. *Studi Geol. Camerti*, vol. spec. 1991/2, 115-122.
- Galli P., Galadini F. & Pantosti D. (2008) Twenty years of paleoseismology in Italy. *Earth-Science Reviews* 88 (2008) 89–117.
- Gruppo di Lavoro MPS 2004. Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 Marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, Aprile 2004, 65pp. +5appendici
- Gruppo di lavoro MS, 2008. Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome – Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 3 volumi e 1 Cd-rom.
- Gruppo di lavoro "Piano stralcio di Bacino–Fenomeni gravitativi e processi erosivi - PAI-Abruzzo" 2005. Autorità dei bacini di rilievo regionale e del bacino interregionale del Fiume Sangro. www.regione.abruzzo.it/pianofrane/
- .GNGFG 1987. Cartografia della pericolosità connessa ai fenomeni di instabilità dei versanti. A cura di Carrara A., Carton A., Dramis F., Panizza M. & Prestininzi A. *Boll. Soc. Geol. It.*, 106, 199-221.
- Pagliaroli A., Lanzo G. (2008). Selection of real accelerograms for the seismic response analysis of the historical town of Nicastro (Southern Italy) during the March 1638 Calabria earthquake. *Engineering Structures*, Special Issue on "Seismic reliability, analysis and protection of historic buildings and heritage sites", 30, 2211-2222.
- Pagliaroli A., Lanzo G. (2008). Selection of real accelerograms for the seismic response analysis of the historical town of Nicastro (Southern Italy) during the March 1638 Calabria earthquake. *Engineering Structures*, Special Issue on "Seismic reliability, analysis and protection of historic buildings and heritage sites", 30, 2211-2222.
- Pantosti D., D'addezio G. & Cinti F.R.(1996) - Paleoseismicity of the Ovindoli-Pezza fault, Central apennines, Italy: a history including a large previously unrecorded earthquake in Middle Ages (890-1300). *J.of Geophys. Res.*, 101 (B3), 5937-5959.
- PTA 2010. Direzione lavori pubblici, servizio idrico integrato, gestione integrata dei bacini idrografici, difesa del suolo e della costa e servizio acque e demanio idrico della Regione Abruzzo (2010) Piano di Tutela delle Acque della Regione Abruzzo.
- Salvi, S., Cinti, F.R., Colini, L., D'Addezio, G., Doumaz, F., Pettinelli, E., (2003). Investigation of the active Celano-L'Aquila Fault System, Abruzzi (central Apennines, Italy) with combined ground penetrating radar and palaeoseismic trenching. *Geophys. J. Int.* 155, 805–818.