

PUC 2014 COMUNE DI PIETRAMELARA (CE)

REL. **5.10**

Elaborato 05

Aprile 2017 - V2

Piano Urbanistico Comunale (PUC)

Legge Regionale n. 16/2004 "Norme sul governo del territorio"

Studio Geologico-Tecnico

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

S.T.O.A.
STUDIO TECNICO OLIVIERO ANTONIO
Pianificazione Ambiente e Territorio

MATE engineering

Piano Urbanistico Comunale (PUC)

Legge Regionale n. 16 del 2004 e s.m.i.

STUDIO GEOLOGICO – TECNICO

Rel. 5.10 – Relazione Tecnico – Illustrativa

ORDINE ARCHITETTI PIANIFICATORI PAESAGGISTI CONSERVATORI della provincia di TREVISO
RAFFAELE GEROMETTA
n°2320
sezione A
settore pianificazione territoriale
PIANIFICATORE TERRITORIALE

ORDINE DEGLI ARCHITETTI
ANTONIO OLIVIERO
7384

ORDINE DEI GEOLOGI della Regione Campania
dr. geol. UGO UGATI
Albo n. 1649



COMUNE DI PIETRAMELARA
Piazza Municipio, 1 - Caserta (CE)
Tel. (+39) 0823648220

Il Sindaco
Luigi LEONARDO

Il Segretario
Dott. Salvatore RUGGIERO

Il Responsabile Ufficio Tecnico
Geom. Vincenzo DE NUCCIO

GRUPPO DI LAVORO

Progetto urbanistico
Urbanista Raffaele GEROMETTA
Architetto Antonio OLIVIERO

Studio Geologico Tecnico
Geologo Ugo UGATI

Studio Agropedolologico
Agronomo - Forestale Giovanni TRENTANOVI

Valutazione Ambientale Strategica
Urbanista Raffaele GEROMETTA
Architetto Antonio OLIVIERO

Zonizzazione Acustica
Tecnico acustico Rocco TASSO

Contributi Specialistici
Ingegnere Giacomo CARISTI
Ingegnere Elettra LOWENTHAL
Ingegnere Lino POLLASTRI
Agronomo Aniello PALOMBA

Sommario

PREMESSA **4**

1. RIFERIMENTI NORMATIVI 6
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO GENERALE 9
3. CARTOGRAFIA TEMATICA 13

3.1. Tav.5.1 – COROGRAFIA *13*

3.2. Tav.5.2 A/B – CARTA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE *14*

3.3. Tav.5.3 A/B – CARTA GEOLITOLOGICA *16*

3.4. Tav.5.4 – SEZIONI GEOLITOLOGICHE *19*

3.5. Tav.5.5 A/B – CARTA DELLE PENDENZE *20*

3.6. Tav.5.6 A/B – CARTA GEOMORFOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO *21*

3.7. Tav.5.7 A/B – CARTA IDROGEOLOGICA *24*

3.8. Tav.5.8 A/B – CARTA DEL RISCHIO DA FRANA *25*

3.9. Tav.5.9 A/B – CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA *26*

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA 29
5. PERICOLOSITA' SISMICA 31
6. CONCLUSIONI 37

PREMESSA

Gli Scriventi sono stati incaricati dal Comune di Pietramelara (CE) di redigere il Piano Urbanistico Comunale, giusta Determinazione del Responsabile del Servizio – Ufficio Tecnico n°113 del 30/04/2014 dopo una procedura di gara, espletata in più fasi e che ha visto l'aggiudicazione al raggruppamento con capogruppo "Veneto Progetti S.C." e di cui lo Scrivente in particolare, per le proprie competenze professionali, è parte integrante. In merito al raggruppamento sopra citato è opportuno specificare che alla data odierna, in virtù di un contratto di fitto di azienda ai sensi dell'art.2558 del Codice Civile la capogruppo "Veneto Progetti S.C." è stata sostituita da "MATE engineering" e che svolge sempre le funzioni di capogruppo; anche in tal caso le competenze dello Scrivente rimangono invariate.



Foto 1. Il centro abitato di Pietramelara visto dal rilievo del Monte Maggiore.

Il presente studio geologico – tecnico è parte integrante dell'intero Piano Urbanistico Comunale presentato, in questa fase, come proposta definitiva, ove sono state dettagliate, rispetto alla precedente fase preliminare, gli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici, tenendo conto oltretutto, in merito alla tematica della difesa suolo, del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Nazionale dei fiumi Liri – Garigliano – Volturno; inoltre, ottemperando alla normativa nazionale vigente, descritta nei paragrafi successivi, lo studio è stato volto anche ad effettuare la zonazione sismica del territorio, come da normativa vigente.

In sintesi, lo studio definitivo di cui trattasi fornisce un quadro conoscitivo di dettaglio rispetto alle diverse tematiche di modo tale da consentire la futura pianificazione del territorio nella piena compatibilità geologica, geomorfologica e sismica, ovvero ambientale, per gli aspetti del suolo e sottosuolo, più in generale.

Il presente elaborato è stato redatto per ottemperare ad una serie di normative regionali e nazionali in materia di difesa suolo, in particolare, lo studio geologico – tecnico si rende necessario per verificare la compatibilità del territorio con le eventuali trasformazioni proposte.

Di conseguenza, per quanto riguarda la normativa in materia di difesa suolo lo studio geologico – tecnico definitivo di cui trattasi ha tenuto conto delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto del Territorio – Rischio di Frana , redatto dall'Autorità di Bacino dei fiumi Liri – Garigliano – Volturno, adottato dal Comitato Istituzionale con delibera n°1 del 5 aprile 2006 ed approvato dalla Presidenza del Consiglio del Ministri con D.P.C.M. del 12 dicembre 2006 e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n°122 del 28 maggio 2007, che è l'ente pianificatore in materia di difesa suolo, competente sul territorio comunale di Pietramelara.

In materia sismica, come verrà specificato nei prossimi paragrafi, ci si riferisce alle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 e ss.mm.ii..

Pertanto il presente studio geologico – tecnico definitivo si compone dei seguenti elaborati:

- 5.1 – Corografia in scala 1:25.000;
- 5.2 A/B – Carta con ubicazione delle indagini geognostiche in scala 1:5.000;
- 5.3 A/B – Carta geolitologica in scala 1:5.000;
- 5.4 – Sezioni geolitologiche in scala delle lunghezze 1:5.000 e scala delle altezze 1:1.000;
- 5.5 A/B – Carta delle pendenze in scala 1:5.000;
- 5.6 A/B – Carta geomorfologica e del sistema idrografico in scala 1:5.000;
- 5.7 A/B – Carta idrogeologica in scala 1:5.000;
- 5.8 A/B – Carta del rischio da frana in scala 1:5.000;
- 5.9 A/B – Carta della microzonazione sismica in scala 1:5.000;
- Rel.5.10 – Relazione tecnico – illustrativa;
- Rel.5.11 – Indagini geognostiche di riferimento.

Le carte tematiche sono state tutte restituite ad una scala consona in linea con la normativa di settore.

La riorganizzazione di tutti i dati geologico – tecnici recuperati presso gli Enti consultati ha anche lo scopo, da non ritenersi secondario, di poter essere facilmente esaminati per la progettazione preliminare di opere pubbliche e private, partendo dal presupposto che per questa fase di progettazione può essere utile fare riferimento ai dati bibliografici, mentre durante la fase definitiva è opportuno predisporre un'adeguata campagna d'indagini, consentendo all'Amministrazione Comunale, nel caso di opera pubblica ad esempio, un sostanziale risparmio di risorse economiche durante le fasi preliminari di progettazione ed, in tal modo, approfondendo nelle fasi successive le attività delle indagini geognostiche, così come previsto anche dalla normativa vigente (D.lgs n°50/16 e ss.mm.ii.).

1. RIFERIMENTI NORMATIVI

Il presente studio geologico – tecnico è stato redatto per ottemperare all'art.23, comma 2, lettera i) della L.R. n°16/04 ovvero: " Il Puc, in coerenza con le disposizioni del Ptr e del Ptcp: … assicura la piena compatibilità delle previsioni in esso contenute rispetto all'assetto geologico e geomorfologico del territorio comunale, così come risultante da apposite indagini di settore preliminari alla redazione del piano", nonché ai sensi dell'art.23, comma 9 "Fanno parte del Puc i piani di settore riguardanti il territorio comunale, ivi inclusi i piani riguardanti le aree naturali protette e i piani relativi alla prevenzione dei rischi derivanti da calamità naturali e …".

In particolare l'analisi geologico – tecnica di cui al presente lavoro professionale ottempera alla Delibera di Giunta Regionale n°214 del 24/05/2011 dell'Area Generale di Coordinamento n°16 – Governo del Territorio, Tutela Beni, Paesistico – Ambientali e Culturali – REGOLAMENTO DI ATTUAZIONE PER IL GOVERNO DEL TERRITORIO – pubblicato sul BURC n°53 del 08 agosto 2011.

Al fine di ottemperare alle indicazioni di cui sopra lo studio geologico – tecnico deve tenere in debito conto una serie di normative nazionali prima e regionali poi; per quanto riguarda la normativa nazionale ci si deve riferire alle Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti il 14 gennaio 2008 e pubblicate sul Supplemento Ordinario n°30 della Gazzetta Ufficiale del 04 febbraio 2008 n°29, nonché alla sua relativa Circolare Ministeriale del 02 febbraio 2009 n.617 pubblicata sul Supplemento Ordinario n°27 della Gazzetta Ufficiale del 26 febbraio 2009 n°47. In particolare ci si riferisce al punto 6.12. – Fattibilità di opere su grandi aree – ove le stesse recitano: "Le presenti norme definiscono i criteri di carattere geologico e geotecnico da adottare nell'elaborazione di piani urbanistici e nel progetto di insiemi di manufatti …"

La normativa regionale di riferimento, invece, in materia di prevenzione dal rischio sismico, ha attualmente il proprio fulcro nella Legge Regionale n°9 del 7 gennaio 1983 – "Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico" – pubblicata sul BURC n°8 del 26 gennaio 1983, ancora pienamente in vigore ed in fase di verifica e modifica.

In particolare, per gli obiettivi dell'incarico in questione, le disposizioni normative devono far riferimento al Titolo II, artt. 11, 12 e 13 della Legge Regionale n°9/83, ovvero alle modalità di formazione, revisione ed adeguamento degli strumenti urbanistici generali e loro varianti; i medesimi articoli stabiliscono il contenuto degli elaborati geologici allegati alla pianificazione urbanistica.

A tal proposito è opportuno ricordare che, dopo i fatti luttuosi di San Giuliano di Puglia del 31/10/2002, la Regione Campania, in virtù delle deleghe in materia, ha legiferato, emanando una nuova classificazione sismica regionale, ed attribuendo al territorio comunale di Pietramelara la Seconda Categoria Sismica, ovvero lasciando invariata la previgente classificazione sismica.

Pertanto rimanendo nell'ambito della L.R. 9/83, tuttora vigente si citano i dettami normativi di Ns. interesse.

L'articolo 11 – Strumenti urbanistici generali – stabilisce che prima della formazione, revisione ed adeguamento degli strumenti urbanistici generali e loro varianti, i comuni sismici sono obbligati a predisporre indagini geologico – geognostiche al fine della prevenzione del rischio sismico.

I risultati delle indagini, prescritte dal presente articolo, ai sensi del secondo comma del medesimo, devono essere trascritti nei seguenti elaborati:

a) Relazione generale illustrativa, nella quale devono essere indicate le metodologie seguite nelle indagini e commentati i risultati ottenuti;

b) Carta geolitologica;
c) Carta della stabilità;
d) Carta idrogeologica;
e) Carta della zonazione del territorio in prospettiva sismica.

Le indagini prescritte dall'art. 11 non assorbono lo studio geologico – tecnico prescritto per tutti i Comuni (sismici e non sismici) dal D.M. 11 marzo 1988, punto H.

Il terzo ed ultimo comma, prescrive che le indagini, e le relative conclusioni, sono vincolanti sia per il progettista sia per quanti intervengono con pareri, approvazioni e controlli sui contenuti degli strumenti urbanistici, nel senso che nessuno di essi può prescindere o discostarsi dai risultati delle indagini predette, senza incorrere in vizi di legittimità dei propri atti ed in responsabilità. In altri termini, i risultati delle indagini concorrono alla formazione della volontà dei soggetti ed organi (Comuni, Progettista, Comitato Tecnico Regionale e sue articolazioni, ecc.) che intervengono nei procedimenti di formazione degli strumenti urbanistici e sui contenuti degli stessi. La natura vincolante delle indagini, e la loro conseguente incidenza sui contenuti degli strumenti urbanistici, fanno sì che gli elaborati, nei quali le indagini devono essere trascritte e commentate dal geologo, sono propedeutici all'elaborazione del progetto urbanistico e devono essere allegati al medesimo progetto come parte integrante dello stesso.

L'articolo 12 – Contenuti delle carte – detta le direttive prescrittive per la compilazione della relazione generale illustrativa e dei suoi allegati costituiti dalla Carta geolitologica, dalla Carta della stabilità, dalla Carta idrogeologica e dalla Carta della Zonazione del territorio comunale in prospettiva sismica. La relazione illustrativa e le carte, compilate dal geologo, sono propedeutiche alla redazione del progetto dello strumento urbanistico e una volta compilate vanno consegnate al progettista incaricato, il quale non può assolutamente prescindere dalle risultanze delle indagini trascritte nella relazione generale e nelle carte.

In merito poi alla carta della zonazione del territorio in prospettiva sismica, con Delibera di Giunta Regionale n°118 del 27/05/2013, pubblicata sul BURC n°29 del 03/06/2013 si stabiliva che: "… Le Carte della zonazione del territorio in prospettiva sismica (art. 12 legge regionale n. 9 del 1983) dovranno essere redatte come definito negli standard ICMS 2008 (Carta delle MOPS - Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica, livello 1);

L'art.8.della medesima Delibera cita infatti *"Il rilascio di pareri sugli strumenti urbanistici di cui all'art. 15 della legge regionale n. 9 del 1983, e relativi al precedente punto 7., dovrà prevedere la verifica che le Carte della zonazione del territorio in prospettiva sismica (art. 12 legge regionale 9/1983) siano state redatte come definito negli standard ICMS 2008 (Carta delle MOPS - Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica, livello 1), con adeguamento della normativa tecnica regionale ai criteri generali ICMS 2008 a valenza nazionale;"*

L'articolo 15 – Responsabilità e necessità del parere sismico – al primo comma, prevede la responsabilità:

a) del geologo, per le indagini e le verifiche eseguite;
b) del progettista del piano, che prescinde dalle risultanze delle indagini e delle verifiche nella elaborazione del progetto;
c) di ogni altro soggetto che, intervenendo nello strumento urbanistico, lo modifichi in contrasto con le risultanze delle indagini e delle verifiche.

L'art.15, poi, al secondo comma, prevede che sugli strumenti urbanistici deve essere acquisito il parere di cui all'art.13 della Legge n°64 del 2 febbraio 1974. Tale parere, obbligatorio e vincolante, è richiesto ai fini della verifica di compatibilità delle previsioni degli strumenti urbanistici generali e particolareggiati, e loro

varianti, con le condizioni geomorfologiche del territorio. Esso è reso dalle Sezioni provinciali del Comitato Tecnico Regionale, integrate ai sensi dell'art.5 della L.R. 20 marzo 1982 n°14, con le seguenti modalità:

a) in ordine agli strumenti urbanistici generali, e loro varianti, il parere sismico è reso congiuntamente al parere urbanistico. In altri termini, allorquando la sezione provinciale competente riceve dall'Ente delegato la richiesta di parere ai sensi dell'art.5 della L.R. 20 marzo 1982 n°14, essa esprime un unico parere comprendente sia gli aspetti urbanistici che quelli sismici dello strumento urbanistico esaminato, avendo cura che il giudizio sismico non sia mai sottointeso ma sempre esplicito.

La mancanza del parere sismico rende illegittimo lo strumento urbanistico.

In virtù della normativa nazionale, prima, e regionale dopo, il Comune di Pietramelara si è dotato del presente studio geologico – tecnico inteso come strumento propedeutico alla revisione di tutta la pianificazione territoriale di propria competenza, già nella fase di predisposizione del bando di gara (cfr. relazione geologica …).

Per quanto riguarda la normativa regionale è opportuno ricordare che la redazione del presente studio geologico – tecnico tiene conto delle indicazioni previste dalla L.R. n°16 del 22 dicembre 2004 – Norme sul governo del territorio – ed in particolare alle disposizioni fissate per la redazione del piano urbanistico comunale, inerenti l'analisi degli aspetti ambientali in generale, nonché dell'assetto geologico e geomorfologico del territorio comunale, ottemperando, così all'intero impalcato normativo di riferimento.

Infine, viste le condizioni morfologiche del territorio comunale di Pietramelara non di secondaria importanza ed in virtù delle condizioni morfologiche al contorno, il presente studio geologico – tecnico affronta anche gli aspetti legati, quindi, al rischio idrogeologico ed alla stabilità del territorio, ottemperando in tal modo alle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Territorio, redatto dall'Autorità di Bacino Nazionale dei fiumi Liri – Garigliano – Volturno.

L'esame degli aspetti legati al rischio idrogeologico, quindi, completa l'analisi prevista dalla stessa L.R. n°16/04 e s.m.i.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO GENERALE

Il territorio comunale di Pietramelara è compreso nel foglio 172 "Caserta" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, e nel foglio 172 della Carta Topografica dell'I.G.M., in scala 1:25.000, tavoletta IV N.E. denominata "Pietramelara".

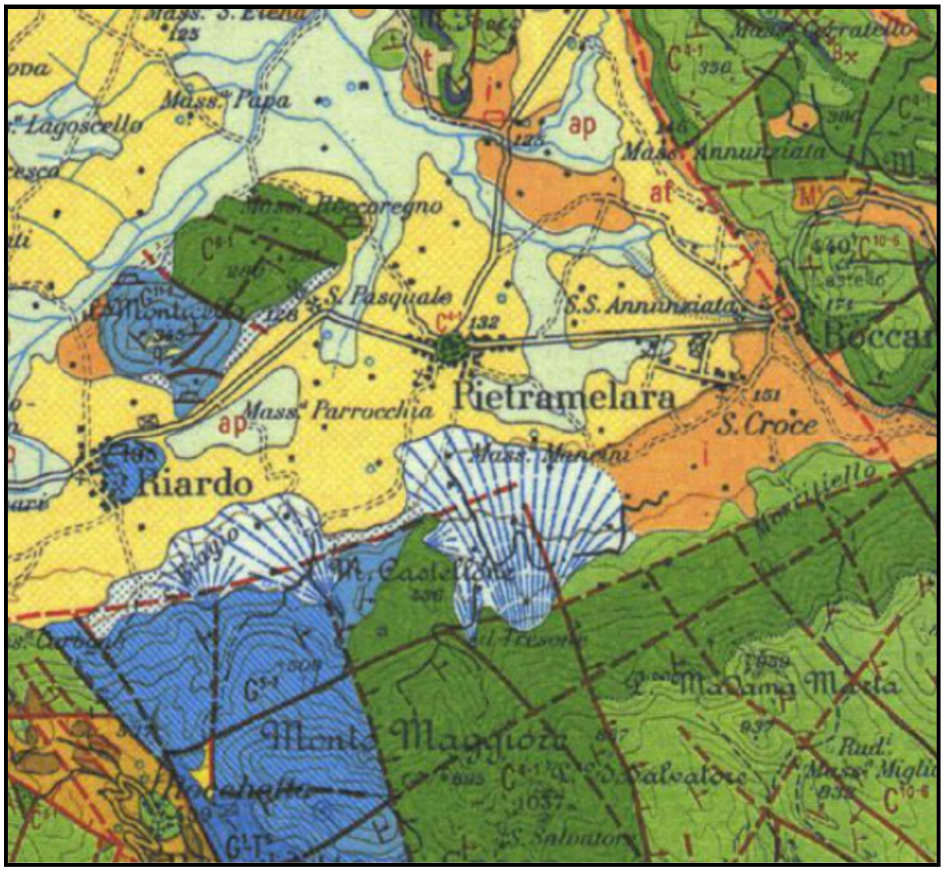


Figura 1 - Schema geologico del territorio di Pietramelara tratto dalla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 – Foglio 172 "CASERTA"

Tale territorio è ubicato in corrispondenza delle propaggini occidentali dell'Appennino centro – meridionale, ovvero quello che verge verso il margine Tirrenico. In particolare lo stesso territorio si sviluppa prevalentemente all'interno della cosiddetta "Piana di Riardo - Pietramelara", che rappresenta un'ampia depressione di origine tettonica formatasi, come la più ampia Piana Campana, durante le fasi di distensione tirrenica del Pliocene. Tale Piana è bordata dai rilievi carbonatici del Monte Maggiore a SE, dai M.ti di Baia e Latina a NE, dai M.ti di Pietravairano a NW e dall'edificio vulcanico del Roccamonfina a SO. Tali rilievi rappresentano la superficie emersa di un'antica piattaforma carbonatica che durante il Pliocene, è stata dislocata e ribassata verso il Tirreno attraverso sistemi di faglia con direzione sia longitudinale alla catena (direzione appenninica NO – SE), che trasversale (NE – SO) alla stessa. Nel corso del Pleistocene inferiore una nuova fase tettonica che si è esplicata prevalentemente sulle direttrici tettoniche NE – SO ha dato luogo alla formazione della suddetta depressione tettonica della Piana di Riardo. In concomitanza della formazione di tale piana ha inizio poi l'attività vulcanica che ha portato alla formazione dell'apparato vulcanico del Roccamonfina.
Alcuni lembi delle successioni carbonatiche ribassate verso il Tirreno ergono all'interno della Piana, come i rilievi del Monticello, quello del Monte Fosco nonché il piccolo rilievo su cui sorge il centro storico del comune

di Pietramelara.
L'ampia depressione è stata successivamente colmata dapprima da depositi continentali quali brecce, depositi eluvio – colluviali e lacustri, per poi essere ulteriormente riempita dai prodotti vulcanici provenienti dal vicino edificio del Roccamonfina, nonché dal deposito tufaceo dell'"Ignimbrite Campana" correlato all'attività dell'apparato dei Campi Flegrei.
I termini litologici affioranti nel territorio in esame sono riferibili alle diverse unità stratigrafico – strutturali, ed in particolare l'area comunale di Pietramelara è caratterizzata dall'affioramento di termini afferenti sia al substrato carbonatico sia ai depositi quaternari della Piana. All'interno del territorio in questione quindi si rinvengono diverse formazioni geolitologiche sia in superficie che in profondità ovvero:

- La serie carbonatica di età compresa tra il Lias Inferiore ed il Cretacico, costituita da calcari pseudooolitici, dolomie e calcari dolomitici alternati a calcari detritici, calcari microcristallini bianchi, calcari dolomitici avana e calcari oolitici grigi e bianchi;
- L'Ignimbrite Campana costituita nel territorio in esame prevalentemente da una cinerite incoerente o semicoerente con pomici e scorie e talvolta sporadicamente da tufo litoide;
- I depositi continentali pre – vulcanici costituiti da brecce calcaree e terre rosse poggianti direttamente sulle unità carbonatiche, nonché da terreni lacustri;
- Le piroclastiti inferiori sovrastanti i depositi prima citati e costituite da ceneri e pomici biancastre, da colate di fango caotiche a litici lavici;
- Le colate piroclastiche litoidi del Roccamonfina costituite da depositi prevalentemente litoidi a matrice cineritica con pomici, litici lavici e cristalli di piroseno, leucite e biotite;
- Le piroclastiti legate alle fasi esplosive o da surge primario del vulcano Roccamonfina e caratterizzate da ceneri, con pomici e litici, prevalentemente rimaneggiati;
- I depositi detritico – piroclastici costituiti da piroclastiti rimaneggiate di natura limosa ed argillosa intercalati a lenti di pomici e lapilli, oltre che, in misura maggiore, a ciottoli calcarei;
- I depositi lacustri recenti prevalentemente costituiti da limi e da silts argilloso – limosi.

Dal punto di vista morfologico l'area di Pietramelara e quella immediatamente circostante presenta una morfogenesi legata in prevalenza alle fasi tettoniche che hanno condizionato la stessa area. Le forme più rilevati sono rappresentate da versanti in roccia calcarea più o meno ripidi, da ampie zone pianeggianti, nonché da vaste porzioni di fasce pedemontane, quest'ultime molto sviluppate soprattutto nel territorio comunale esaminato, nello specifico poste alla base del Monte Maggiore. Nei successivi paragrafi ci si soffermerà con maggiore dettaglio sulla descrizione dell'assetto morfologico del territorio di Pietramelara.
Le tipologie di dissesto maggiormente riscontrabili nella zona esaminata riguardano in prevalenza i versanti calcarei e sono caratterizzate da eventi franosi che nella maggior parte dei casi si manifestano attraverso frane da colata rapida. Tali frane vanno ad interessare soprattutto le coltri di terreni piroclastici che ammantano i versanti calcarei e trovano origine per una serie di fattori predisponenti, ovvero la loro natura litologica e la pendenza dei versanti. In occasione di eventi pluviometrici critici infatti tali terreni possono essere imbibiti dalle acque di infiltrazione con conseguente decadimento delle proprie caratteristiche meccaniche che li porta a scorrere verso valle.
Per quanto concerne l'assetto idrografico il territorio comunale di Pietramelara ricade nel bacino idrografico del fiume Volturno, che rappresenta uno dei corsi d'acqua più importanti della Campania. Esso è lungo all'incirca 170 Km e possiede un'estensione di circa 5600 Km^2. L'intero bacino del Volturno è suddiviso tre importanti tronchi ovvero "Alto Volturno", "Medio Volturno" e "Basso Volturno". Il primo tratto è quello compreso tra la sorgente fino alla stretta di Ravindola, nel comune di Montagnola (IS); il "Medio Volturno" o "Valle del Medio Volturno" include invece il tratto che va dalla stretta di Ravindola fino a Triflisco (CE) ed infine l'ultimo

tratto, ovvero il "Basso Volturno", comprende il percorso tra Triflisco e la foce, posta nel comune di Castel Volturno (CE).

La rete idrografica insistente sul comune di Pietramelara rientra negli affluenti posti in destra orografica del Medio corso del Volturno, quest'ultimo caratterizzato da un'ampia valle, con andamento meandriforme del corso d'acqua, delimitata tra i rilievi dei M.ti di Pietravairano, dei M.ti di Baia e Latina, del Monte Maggiore e dei M.ti del Matese.

In particolare il reticolo idrografico del territorio comunale è rappresentato principalmente da fossi naturali a cielo aperto nella porzione valliva dello stesso territorio, e da alvei canalizzati o alvei strada nel settore pedemontano. Il maggiore corso d'acqua presente è il "Rio di Pietramelara", che si sviluppa principalmente nel settore nord – orientale del territorio comunale. Esso è caratterizzato da un alveo a ciel aperto che accogliendo le acque provenienti da un canale che attraversa tutta la località "Pantano", confluisce più a nord, in località "Ponte di Pietra di Pietravairano, nel "Rio San Felice". Quest'ultimo alveo prosegue in direzione nord – est fino alla località "Ponte", sempre nel comune di Pietravairano, dove avviene la confluenza in sinistra orografica con un ulteriore alveo, ovvero il "Rio Pocciano", dando luogo alla formazione del "Rio delle Starze". Tale ultimo corso d'acqua prosegue il suo percorso sempre in direzione nord – est e successivamente, aggirando il rilevo di Monte Fossato, va a confluire in destra orografica nel fiume Volturno nei pressi della località "Masseria Satoianni".

Dal punto di vista idrogeologico, l'intera area è condizionata dalla presenza di diversi complessi legati alla natura litologica che li compone ed ognuno di essi è caratterizzato da un comportamento omogeneo nei riguardi della circolazione idrica sotterranea. Le due maggiori unità stratigrafiche presenti in zona sono rappresentate dai prodotti legati all'attività vulcanica del Roccamonfina e dal substrato carbonatico. La prima di tali unità è sintetizzabile in una successione complessa di depositi vulcanici primari, di età pleistocenica, rappresentati da colate piroclastiche litoidi, lave e prodotti piroclastici di ricaduta, intercalati a depositi vulcano-clastici rimaneggiati che acquistano maggiore spessore nelle aree distali dall'edificio vulcanico. Il substrato carbonatico a sua volta è caratterizzato da calcari e dolomie di piattaforma del Triassico-Cretacico superiore, senza interposizione di unità marnoso-argillose cenozoiche che risultano non deposte o erose. E' opportuno sottolineare, che anche all'interno di ciascun complesso possono esistere estese aree di disomogeneità rappresentate, ad esempio, da fasce cataclastiche a bassissima permeabilità o da grossi spessori di colate piroclastiche litoidi a bassa fratturazione o, infine, da depositi di ricaduta pliniana dotati di alta permeabilità primaria.

I complessi idrogeologici che si possono individuare sono i seguenti:

- Complesso calcareo dolomitico: costituito da calcari e calcari dolomitici e da calcari marnosi dotati di permeabilità secondaria dovuta alla intensa fratturazione e carsificazione. Il complesso ospita una estesa e potente falda basale, condizionata da elementi tettonici sub verticali;
- Complesso vulcanico: comprende depositi vulcanici sia primari che secondari riconducibili principalmente all'attività del vulcano di Roccamonfina e subordinatamente a quella dei Campi Flegrei (Ignimbrite Campana). Sono costituiti da colate piroclastiche, depositi di ricaduta pliniana e stromboliana e depositi vulcanoclastici rimaneggiati; presentano valori di permeabilità primaria e secondaria nel complesso medi. La presenza di orizzonti ad alto contrasto di permeabilità determina la presenza, all'interno di questo complesso, di acquiferi semiconfinati di estensione e spessori variabili;
- Complesso dei detriti di versante e conoidi: costituiti da depositi sciolti o scarsamente cementati, a granulometria sabbioso-conglomeratica con o senza matrice. Presentano alti valori di permeabilità per porosità. Contengono falde generalmente a superficie libera, di estensione e potenza variabili con la geometria dell'acquifero. Il complesso svolge spesso funzione di raccordo fra i diversi acquiferi.

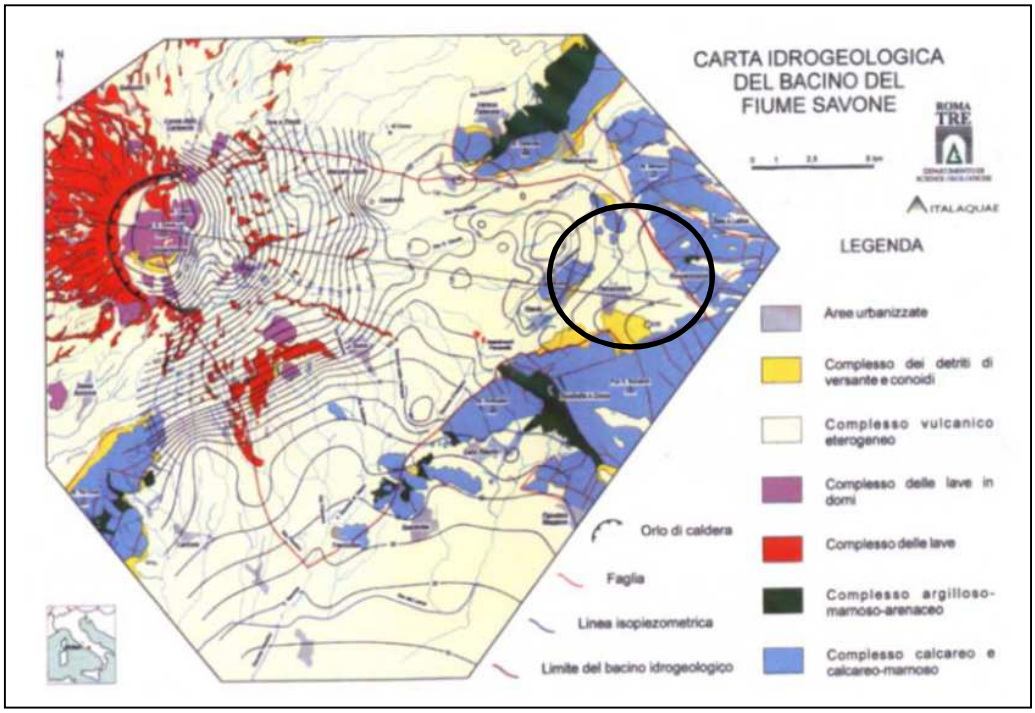


Figura 2. Le Unità idrogeologiche presenti nell'area in esame (nel riquadro il territorio di Pietramelara).

Per quanto concerne le vie di deflusso preferenziale sotterraneo delle acque nell'area in questione si ritiene che le acque vengono intercettate a nord est da una zona di drenaggio preferenziale per poi proseguire lungo il margine del Monte Maggiore dove la falda si mantiene a quota bassa nel substrato carbonatico.
L'asse di deflusso preferenziale, che corrisponde probabilmente ad un paleoalveo del Volturno, a sud di Riardo, dovrebbe coincidere con la dorsale carbonatica e dovrebbe trovare sbocco preferenziale nell'alveo del fiume Savone, all'altezza del blocco calcareo di Francolise. Si ritiene inoltre che, le acque del versante orientale del Roccamonfina alimentano la falda in rete della parte settentrionale del monte Maggiore e che assieme a questa, trovino recapito nel menzionato corso d'acqua. La suddetta ipotesi è supportata da diversi elementi. Infatti, la falda della piana, non può trovare recapito nel rio Pocciano (a Nord di Pietramelara), perché l'alveo di quest'ultimo si trova oltre 50 metri al di sopra della piezometrica. Deve essere, pertanto, drenata dalla falda di base del massiccio carbonatico la quale, però non può trovare recapito nel Volturno in quanto l'alveo di quest'ultimo, ad est di monte Monaco, si trova ad oltre 85 metri di altitudine. La stessa falda in rete, d'altro canto, non può trovare recapito nelle sorgenti di Triflisco, perché all'interno del massiccio sono state trovate quote piezometriche più alte di oltre 40 metri rispetto alla piezometrica della piana, ad est di Pietramelara.

3. CARTOGRAFIA TEMATICA

Gli elaborati cartografici, allegati al presente studio geologico – tecnico, costituiscono la sintesi delle elaborazioni e delle considerazioni scaturite durante la successione delle fasi lavorative ed hanno avuto come obiettivo quello di rendere esplicite le approfondite analisi eseguite sul territorio comunale. Sono stati quindi prodotte le seguenti carte tematiche:

- 5.1 – Corografia in scala 1:25.000;
- 5.2 A/B – Carta con ubicazione delle indagini geognostiche in scala 1:5.000;
- 5.3 A/B – Carta geolitologica in scala 1:5.000;
- 5.4 – Sezioni geolitologiche in scala delle lunghezze 1:5.000 e scala delle altezze 1:1.000;
- 5.5 A/B – Carta delle pendenze in scala 1:5.000;
- 5.6 A/B – Carta geomorfologica e del sistema idrografico in scala 1:5.000;
- 5.7 A/B – Carta idrogeologica in scala 1:5.000;
- 5.8 A/B – Carta del rischio da frana in scala 1:5.000;
- 5.9 A/B – Carta della microzonazione sismica in scala 1:5.000;

Gli elaborati minimi previsti dalla normativa vigente (L.R. n°9/83) sono stati arricchiti da altri che si adeguano ai nuovi scopi dello studio geologico – tecnico, anche nell'ambito della normativa urbanistica regionale (L.R. n°16 del 22 dicembre 2004 – Norme sul governo del territorio e Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico), nonché in funzione delle Norme Tecniche per le Costruzioni del gennaio 2008.

La metodologia di redazione delle carte tematiche è stata condotta tenendo presente le caratteristiche peculiari del territorio comunale di Pietramelara.

Per la maggior parte delle carte tematiche redatte è stata adottata una scala 1:5.000, così come indicato nell'art.11 della L.R. n°9/83, mentre per la carta delle sezioni geolitologiche è stata utilizzata una scala di restituzione maggiorata, in particolare per le altezze, per chiare esigenze grafiche.

Nei sottoparagrafi seguenti si esplicitano le metodologie di elaborazione delle carte, nonché le considerazioni che scaturiscono dalla loro lettura.

3.1. TAV.5.1 – COROGRAFIA

Questo allegato cartografico consente di definire un inquadramento territoriale e morfologico dell'intero comune di Pietramelara e del sul territorio circostante. Come si evince dalla visione di tale elaborato il territorio comunale in questione è ubicato per la maggior parte nella cosiddetta Piana di Riardo. Tale piana si presenta come una zona morfologicamente depressa delimitata ad ovest dal complesso vulcanico del Roccamonfina, a nord e ad est dai Monti del Matese. Essa e delimitata dai territori comunali di Pietravairano e Vairano Patenora a nord, dalla stessa Riardo ad est, da Roccaromana ad est e da Rocchetta e Croce a sud, come è possibile denotare dalla carta in questione nonché dalle successive carte tematiche redatte ad una scala di maggior dettaglio.

La carta in questione evidenzia la presenza di tre ambiti morfologici all'interno del territorio comunale in esame. La parte meridionale del territorio è caratterizzata dai versanti montuosi acclivi del Monte Maggiore che si dipartono da una quota massima di 1.037 m.s.l.m. e si raccordano ad una quota di circa 200 – 250 metri con la piana sottostante attraverso un'ampia fascia pedemontana. La restante parte del territorio è

invece morfologicamente rappresentata dalla suddetta piana caratterizzata da aree con pendenze nulle o poco accentuate e con altimetria variabile dai 200 m e fino a circa 106 m.s.l.m. in località Pantano che rappresenta la porzione morfologicamente più depressa del territorio comunale. All'interno poi di quest'ultimo ambito morfologico si coglie poi la presenza di porzioni di territorio caratterizzata dalla presenza di piccoli rilievi di natura carbonatica a bassa energia, come quello su cui sorge il centro storico, con quote massime variabili da circa 280 a circa 150 m.s.l.m.

Sempre dall'osservazione della carta tematica in questione, risulta che soprattutto nella porzione meridionale i confini comunali di Pietramelara ripercorrono specifici ambiti geomorfologici, rappresentati da crinali e linee di impluvio.



Foto 2. Il territorio sub – pianeggiante di Pietramelara con sullo sfondo la fascia pedemontana ed il rilievo montuoso di Monte Maggiore.

La pianificazione comunale de quo si sviluppa su una superficie complessiva di circa 24 km^2, per uno sviluppo perimetrale pari a 25 km e con le quote sul livello del mare che variano con le modalità di cui sopra.

3.2. TAV.5.2 A/B – CARTA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Sugli allegati cartografici – Tav.5.2/A e Tav.5.2/B – Carta con le ubicazioni delle indagini geognostiche –sono state riportate le ubicazioni delle indagini geognostiche di riferimento eseguite sul territorio comunale nel corso di precedenti studi d'interesse geologico – tecnico riferibili sia ad interventi pubblici che privati, quest'ultimi redatti da altri colleghi geologi.

L'attività di cui sopra ha consentito di riportare i successivi dati:

- n°20 sondaggi geognostici a carotaggio continuo eseguiti per lo studio geologico – tecnico allegato al P.R.G. (anno 1987);

- n°3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo per lo studio geologico – tecnico per il progetto di lottizzazione privata Aprovitola e Zazzara (anno 1983);
- n°3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo eseguiti per lo studio geologico – tecnico alla variante del P.R.G. per il Piano di Insediamento Produttivo (P.I.P.) in località Cerquelle (anno 2005);
- n°2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo eseguiti per lo studio geologico – tecnico alla variante del P.R.G. per il Piano di Insediamento Produttivo (P.I.P.) in località Pantano (anno 2005);
- n°1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo per la riqualificazione urbanistica di un fondo (anno 2010);
- n°4 stratigrafie pozzi per ricerca idrica (Pozzi Guado);
- n°1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo eseguito per la costruzione del manufatto di arrivo e sollevamento relativo al progetto di "Alimentazione del comune di Pietramelara dall'acquedotto della Campania Occidentale" (anno 1996);
- n°5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo attrezzati a piezometri eseguiti per il Piano di caratterizzazione della discarica comunale loc. Pelatello (anno 2008);
- n°1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo eseguito per il Progetto di recupero e restauro della Casa Comunale (anno 2010);
- n°10 prove penetrometriche eseguite per lo studio geologico – tecnico allegato al P.R.G. (anno 1987);
- n°7 prove penetrometriche eseguite per lo studio geologico – tecnico alla variante del P.R.G. per il Piano di Insediamento Produttivo (P.I.P.) in località Cerquelle (anno 2005);
- n°4 prove penetrometriche eseguite per lo studio geologico – tecnico alla variante del P.R.G. per il Piano di Insediamento Produttivo (P.I.P.) in località Pantano (anno 2005);
- n°2 prove penetrometriche eseguite per la riqualificazione urbanistica di un fondo (anno 2010);
- n°4 prove penetrometriche eseguite per lo studio geologico per la proposta di riclassificazione del grado di rischio presente su parte del territorio comunale (anno 2008);
- n°3 prove penetrometriche eseguite per la costruzione del manufatto di arrivo e sollevamento relativo al progetto di "Alimentazione del comune di Pietramelara dall'acquedotto della Campania Occidentale" (anno 1996);
- n°2 prove penetrometriche eseguite per il Progetto di realizzazione di loculi cimiteriali (anno 2006);
- n°2 prove penetrometriche eseguite per il Progetto di realizzazione di un'isola ecologica (anno 2009);
- n°2 prove penetrometriche eseguite per il Progetto di realizzazione di un fabbricato per civile abitazione (anno 2012);
- n°2 prove penetrometriche eseguite per il Progetto di realizzazione di un fabbricato rurale (anno 2013);
- n°2 prove penetrometriche eseguite per il Progetto di realizzazione di un fabbricato per civile abitazione (anno 2013);
- n°2 prove penetrometriche eseguite per la realizzazione di un fabbricato rurale (anno 2013);
- n°2 prove penetrometriche eseguite per la costruzione di un fabbricato rurale (anno 2013);
- n°4 prove penetrometriche eseguite per la verifica geologica – geotecnica dei terreni di fondazione di un fabbricato esistente (anno 2014);
- n°30 stendimenti di sismica a rifrazione eseguiti per lo studio geologico – tecnico allegato al P.R.G. (anno 1987);
- n°4 stendimenti di sismica a rifrazione eseguiti per lo studio geologico – tecnico per il progetto di lottizzazione privata sigg. Apravitola e Zazzara (anno 1983);
- n°1 stendimento di simica a rifrazione eseguito per il progetto di lottizzazione privata sig. Merola;

- n°1 stendimento di simica a rifrazione eseguito per la riqualificazione urbanistica di un fondo (anno 2010);
- n°1 stendimento di simica a rifrazione eseguito per il progetto di realizzazione di un fabbricato rurale (anno 2013);
- n°1 stendimento di simica a rifrazione per il Progetto di realizzazione di un fabbricato per civile abitazione (anno 2013);
- n°1 stendimento di simica a rifrazione per la realizzazione di un fabbricato rurale (anno 2013);
- n°1 stendimento di simica a rifrazione per la costruzione di un fabbricato rurale (anno 2013);
- n°4 stendimenti elettrici verticali eseguiti per lo studio geologico – tecnico allegato al P.R.G.(anno 1987);
- n°7 stendimenti elettrici verticali eseguiti per indagine idrogeologica per il rinvenimento di una falda acquifera profonda (anno 1982);
- n°3 stendimenti elettrici verticali eseguiti per uno studio geologico di committenza privata Sig. Cerbo Rocco (anno 1982),
- n°26 pozzetti esplorativi eseguiti per lo studio geologico per la proposta di riclassificazione del grado di rischio presente su parte del territorio comunale (anno 2008);
- n°4 prove sclerometriche eseguite per lo studio geologico per la proposta di riclassificazione del grado di rischio presente su parte del territorio comunale (anno 2008);
- n°1 rilievo geomeccanico eseguito per il Progetto "Qualità Urbana" - Programma di riqualificazione Urbanistica e Ambientale – Interventi nel centro storico (anno 2003).

Il reperimento del maggior numero possibile di indagini eseguite sul territorio comunale è stato necessario al fine di poter ricostruire il modello geologico del sottosuolo dello stesso territorio comunale. L'ubicazione di tutte le indagini reperite, così come riportata sugli elaborati Tav.5.2/A e Tav.5.2/B, mostra una buona distribuzione areale delle stesse con una maggiore concentrazione in prossimità del centro abitato. Le stesse indagini ed in particolare i relativi certificati, unitamente ai certificati di numerose prove di laboratorio eseguite su campioni di terreno prelevati nel corso dell'esecuzione dei sondaggi nonché i certificati di alcune prove sismiche down-hole effettuate in foro di sondaggio, sono state poi raccolte e riportate nell'apposito elaborato – Rel.5.11 – Indagini geognostiche di riferimento - allegato all'intero studio geologico - tecnico.

3.3. TAV.5.3 A/B – CARTA GEOLITOLOGICA

Gli elaborati – Tav.5.3/A e Tav.5.3/B – consentono una visione delle litologie affioranti sull'intero territorio comunale. Tali elaborati sono stati realizzati in primis tenendo conto delle informazioni bibliografiche a disposizione, ed in particolar modo dello studio geologico – tecnico allegato al P.R.G. di Pietramelara, nonché da altri studi effettuati sullo stesso territorio. Codeste informazioni sono state dettagliate non solo grazie alle osservazioni scaturite durante gli attenti sopralluoghi svolti, ma anche tenendo conto dei dati ricavati dalle indagini geognostiche, prese come riferimento, la cui ubicazione è stata ampiamente descritta nel paragrafo precedente e mostrata sugli elaborati Tav.5.2/A e Tav.5.2/B

Come si può osservare dalle carte allegate la litologia maggiormente affiorante sul territorio comunale è rappresentata da depositi piroclastici – alluvionali. Tali depositi sono costituiti essenzialmente da un'alternanza di sabbie – limose, limi sabbiosi talvolta argillosi e ghiaiosi (AL) e costituiscono prevalentemente i prodotti piroclastici primari e rimaneggiati del Roccamonfina. Gli stessi depositi rappresentano quindi sia i prodotti da caduta legati all'attività vulcanica dello stesso vulcano sia sedimenti messi in posto da processi

fluviali o fluvio – plaustri, difatti nelle aree morfologicamente più depresse del territorio comunale (cfr. località il Pantano) affiorano infatti terreni prevalentemente limosi e argillosi di chiara origine palustre (TP). A tali depositi si alternano sia nel sottosuolo (cfr. sezioni geolitologiche) che talvolta in superficie delle sabbie – limose di colore prevalentemente grigiastro mediamente addensate o addensate che rappresentano la facies incoerente dell'Ignimbrite Campana (IG) di origine Flegrea. Tale deposito come si può osservare dalle carte in questione affiora presso il Monte Fosco, in una porzione compresa tra il Rio Parata ed il Fosso Acqua Sant'Angelo, nei pressi della località Pontone e per una limitata porzione sul versante nord della collinetta calcarea su cui sorge il centro storico di Pietramelara. Sempre osservando le carte tematiche in questione si denota la presenza di un'ampia area alla base dei versanti settentrionali del Monte Maggiore caratterizzata dall'affioramento di terreni prevalentemente ghiaiosi a clasti carbonatici e con matrice limoso – sabbiosa o limoso – argillosa (DF). Tali depositi costituiscono l'estesa fascia detritica pedemontana posta alla base dei suddetti versanti e vanno a costituire i conoidi di deiezione originatisi dall'erosione operata lungo gli stessi versanti.



Foto 3. I terreni piroclastici – alluvionali costituenti il suolo agrario a ridosso del centro abitato.

Una porzione limitata di tali terreni si rinviene inoltre alla base del rilievo collinare de "il Monticello" e affiorano lungo una stretta fascia tra lo stesso rilievo e la piana sottostante. Su quest'ultimo rilievo si rinvengono poi, laddove la morfologia lo consente, dei terreni eluviali e colluviali costituiti da limi e limi sabbiosi e ghiaiosi (PR) che rappresentano prodotti piroclastici rimaneggiati depositatisi sui rilievi calcarei. L'assetto geolitologico del territorio comunale di Pietramelara si conclude poi con l'affioramento dei calcari e calcareo dolomitici stratificati che vanno a costituire i rilievi che caratterizzano la parte meridionale del territorio comunale ovvero i rilievi del Monte Maggiore, nonché i rilievi del Monticello e quelli del Monte Fosco posti rispettivamente ad ovest ed a sud dello stesso territorio.



Foto 4. I depositi detritici ghiaiosi a clasti carbonatici affioranti lungo la fascia pedemontana del Monte Maggiore.

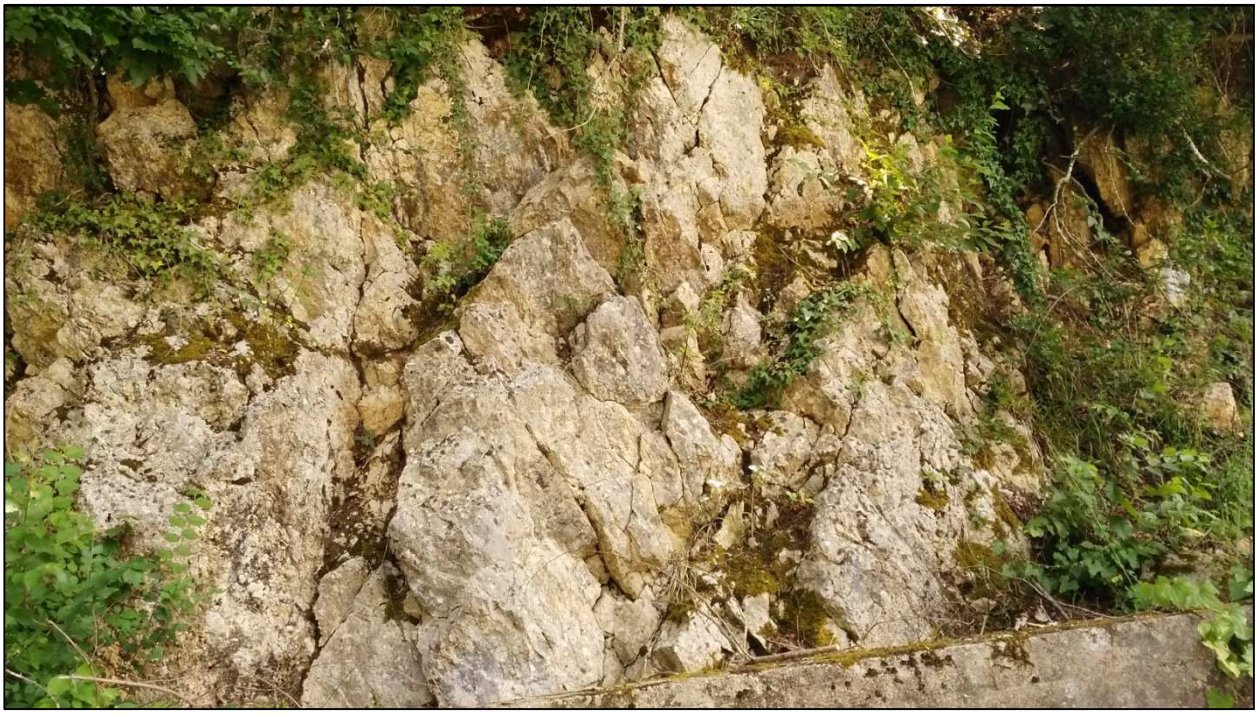


Foto 5. I calcari come affiorano lungo un taglio stradale nei pressi del versante meridionale del Monte Maggiore.

Dal punto di vista strutturale inoltre sulle carte in questione sono stati riportati i maggiori lineamenti tettonici presenti sul territorio, ovvero le faglie presenti in prevalenza sui rilievi carbonatici. Tali faglie con direzione prevalentemente appenninica, NO – SE, testimoniano le diverse fasi tettoniche che hanno dato luogo alla surrezione degli stessi rilievi calcarei ed alla formazione della depressione strutturale della Piana di Riardo di cui Pietramelara fa parte. Difatti come si evince dall'elaborato – Tav. 5.3/B – sono presenti anche una serie

di faglie sottoposte alla coltre detritica pedemontana con direzione NE – SO, che rappresentano le faglie bordiere che hanno dato origine alla depressione tettonica suddetta.



Foto 6. L'affioramento di calcari su cui sorge il centro storico.

3.4. TAV.5.4 – SEZIONI GEOLITOLOGICHE

Per meglio delineare quelli che sono i rapporti stratigrafici esistenti tra le litologie affioranti nel territorio comunale di interesse sono state ricostruite due sezioni geolitologiche: A – A' e B – B', di cui la prima con direzione NE – SW e l'altra in direzione NO – SE, specificando che tutte e due sono state redatte in scala delle lunghezze 1:5.000 e scala delle altezze 1:1.000. La scelta della differente scala di rappresentazione è stata operata per meglio evidenziare l'andamento della superficie topografica delle aree considerate, dato il basso dislivello esistente soprattutto nella porzione di piana ovvero quella su cui si sviluppa per la maggior parte l'abitato di Pietramelara, nonché per rendere evidenti le litologie che si incontrano durante la ricostruzione.

Tali sezioni sono state elaborate correlando le litologie affioranti, cartografate negli elaborati Tav.5.3/A e Tav.5.3/B, con i dati derivanti dai sondaggi geognostici di riferimento, nonché attraverso un attento rilevamento di campo atto a localizzare meglio quelli che sono i contatti stratigrafici tra le varie litologie presenti.

Dalle sezioni geolitologiche si evince che il territorio comunale esaminato è caratterizzato da diverse litologie ciascuna afferente all'ambito morfologico su cui affiorano, ovvero la piana, le aree di piedi monte e quella dei rilievi calcarei. La vasta area pianeggiante è costituita prevalentemente da depositi piroclastici e piroclastici alluvionali con spessori che raggiungono e superano i 30 metri, così come si evince dai sondaggi presi come riferimento e che hanno consentito di ricostruire l'assetto litostratigrafico del sottosuolo sino a tale profondità. Tali terreni sono costituiti, come già ampiamente detto in precedenza, da un'alternanza di sabbie – limose, limi sabbiosi talvolta argillosi e ghiaiosi (AL), che per alcune porzioni di sottosuolo del territorio comunale sono intercalate a delle sabbie e sabbie – limose grigiastre costituenti l'Ignimbrite Campana (IG). Osservando

infatti le due sezioni, nonché le tracce delle stesse (ubicate sulle Tav 5.3/A e Tav.5.3/B) si denota che le litologie afferenti all'Ignimbrite Campana sono presenti soprattutto nel settore meridionale del territorio comunale e risultano per la maggior parte sottoposte a spessori variabili di litologie piroclastiche – alluvionali, ad eccezione di una specifica, area ovvero quella in località Acqua Sant'Angelo, dove risultano ricoperte solo da terreno vegetale (cfr. sezione A-A').
Le aree pedemontane sono caratterizzate da depositi detritici (DF) che come mostrano le due sezioni vanno a ricoprire prevalentemente il substrato calcareo nelle porzioni prossime ai versanti per poi "interdigitarsi" a valle con i depositi piroclastici – alluvionali. L'ultimo ambito morfologico riscontrabile nelle sezioni ricostruite è quello relativo ai rilievi calcari costituiti da calcari e calcari – dolomitici stratificati. Osservando le due sezioni si osservano in particolare i lineamenti tettonici posti alla base dei versanti carbonatici relativi al Monte Maggiore che hanno dato origine al ribassamento degli stessi calcari nella piana sottostante. Sempre dalle stesse sezioni si osservano poi i due rilievi calcarei che vanno a costituire rispettivamente l'altura su cui sorge il centro storico ed il rilievo del Monticello. Tali rilievi non presentano contatti tettonici in profondità riscontrabili da dati di fatto e pertanto possono essere considerati come bastioni relitti dei calcari ribassati all'interno della piana di cui si è detto pocanzi.
È doveroso precisare che le sezioni geolitologiche rappresentano il modello geologico – tecnico lungo i profili individuati e devono essere considerate come esaustive dello stesso modello e sempre verificate sulla verticale d'interesse, ove si volesse dettagliare il dato geognostico, ciò nell'ottica dello studio geologico – tecnico a supporto di una pianificazione territoriale.

3.5. TAV.5.5 A/B – CARTA DELLE PENDENZE

Gli elaborati Tav. 5.5/A e Tav.5.5/B – Carta delle pendenze – redatti in scala 1:5.000, costituiscono alla luce di pianificazioni a vasta scala utili elaborati per definire le soglie minime di pendenza per rendere eventualmente urbanizzabili le aree del territorio in esame, nonché ha rappresentato validi elaborati per la redazione della carta geomorfologica di cui si discuterà in seguito.
La carta delle pendenze è stata redatta grazie all'utilizzo del software ArcGis della ESRI partendo dalla base cartografica (CTR – Regione Campania). Tramite il suddetto software è stato dapprima elaborato un Modello Digitale del Terreno (DTM) e successivamente, tramite operazioni di interpolazione automatiche, una volta stabilite le classi di pendenze, si sono avuti i risultati di cui ai presenti elaborati.
Tali carte tematiche hanno lo scopo, come già detto, di fornire indicazioni sulle caratteristiche morfologiche del territorio in esame, evidenziando gli areali caratterizzati dallo stesso "range" di pendenze.
Nella fattispecie, quindi, le classi di pendenze scelte per la redazione del presente elaborato sono:

- 0° - 15°;
- 15° - 30°;
- >30°.

Tale scelta è scaturita soprattutto in virtù delle Nuove Norme tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008 ed in particolare per ciò che concerne il fattore di amplificazione topografico, quindi, tale elaborato, fornisce utili indicazioni anche per la caratterizzazione sismica locale dei territori interessati dal presente studio. Oltre a quanto detto pocanzi lo stesso elaborato fornisce anche istruzioni circa la stabilità globale del territorio in quanto come è noto la pendenza è uno dei fattori predisponenti all'innesco di fenomeni di instabilità.
Dalla visione degli elaborati in questione si evince che la maggior parte del territorio comunale ricade in

un'areale con pendenza compresa tra 0° e 15° corrispondente nella fattispecie sia all'ampia pianura alluvionale che caratterizza gran parte dello stesso territorio, sia l'estesa fascia pedemontana presente alla base dei rilievi carbonatici posti a sud del territorio in esame. Tale classe di pendenza è riscontrabile inoltre sporadicamente anche in corrispondenza di superfici peneplanate presenti sui rilievi carbonatici.
Le porzioni di territorio più acclivi, ovvero quelle caratterizzate da pendenze comprese tra i 15° e 30° o superiori, corrispondono sia ai versanti carbonatici dei rilievi suddetti nonché ai rilievi isolati presenti all'interno della piana, di cui uno di questi corrispondente al rilievo su cui sorge il centro storico di Pietramelara caratterizzato in prevalenza da una classe di pendenza compresa tra i 15 ed i 30°.

3.6. TAV.5.6 A/B – CARTA GEOMORFOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO

In questi elaborati sono state riportate, principalmente, tutte le caratteristiche morfologiche del territorio in esame ed in particolare le porzioni dello stesso territorio ricadenti esclusivamente le aree pedemontane e quelle dei rilievi montuosi e collinari, in quanto nel contesto pianeggiante, oltre alla rete idrografica, non si evidenziano forme rilevanti. Tali allegati cartografici, redatti in scala 1:5.000, sono stati elaborati per dare una visione sia delle principali forme morfologiche del territorio, sia dei fenomeni di dissesto che hanno interessato il territorio oggetto del presente studio.
L'ambito morfologico che risalta in modo chiaro e netto dalla visione soprattutto dell'elaborato – Tav. 5.6/B – è l'ampia fascia pedemontana posta alla base dei versanti relativi al Monte Maggiore. Tale fascia come si evidenzia dalla carta in questione è caratterizzata dalla presenza di depositi detritico – alluvionali messi in posto da processi fluvio – denudazionali lungo i versanti o prevalentemente alluvionali allo sbocco delle principali aste che discendono dagli stessi versanti. In particolare quest'ultimo processo è testimoniato dalla presenza di due grosse conoidi antiche di cui una, dotata di notevole estensione, va quasi a lambire il centro abitato di Pietramelara. All'interno sia di tali conoidi che nella fascia detritica si segnalano, in alcuni casi, la presenza di lobi di deposizione detritico – alluvionali recenti, che possono essere stati attivi in epoca storica e che si sono generati allo sbocco di impluvi secondari presenti nella fascia pedemontana.



Foto 7. La fascia detritica alla base del versante del Monte Maggiore.

Dalle carte in questione, ed in particolare dalla tavola Tav.5.6/A, si osserva che oltre a tale ampia fascia detritica ne è presenta una molto meno estesa della precedente posta alla base del rilievo del Monticello. Tale fascia si è probabilmente originata esclusivamente per processi denudazionali di versante in quanto non è stata riscontrata nessuna forma del paesaggio assimilabile ad un conoide detritico – alluvionale.
Oltre alle forme appena descritte gli elaborati qui descritti mostrano la presenza di altre tipologie di forme legate soprattutto a fenomeni di dissesto da versante. Queste ultime forme sono legate alle diverse tipologie di frane che hanno interessato soprattutto i versanti settentrionali del Monte Maggiore, e che sono state cartografate facendo riferimento sia al Progetto IFFI – Inventario Fenomeni Franosi –, nonché attraverso ad un'analisi fotointerpretativa accompagnata e dettagliata da un attento rilevamento di campo. I principali dissesti cartografati sono rappresentati da frane da colamento rapido con stato di attività prevalentemente quiescente e da frane caratterizzate da una non precisa tipologia di movimento, nonché da sporadici scivolamenti traslativi. Tali frane vanno ad interessare soprattutto le coltri copertura del substrato carbonatico ovvero litologie sabbioso – limose o limoso - sabbiose di origine piroclastica legate all'attività vulcanica del vicino apparato del Roccamonfina. A conclusione della descrizione degli elaborati Tav.5.6/A e Tav.5.6/B si evince che nell'area identificata come località Pantano, è presente un'ampia area morfologicamente depressa in cui si possono verificare ristagni d'acqua sia legati alla morfologia dei luoghi, sia perché in tale area risulta che la falda acquifera è prossima al piano campagna o sub – affiorante.



Foto 8. La morfologia depressa in località Pantano.

In tale area è presenta inoltre una forma di chiara origine carsica ovvero un inghiottitoio posto ai piedi del rilievo calcareo del Monticello che drena le acque ristagnanti in quest'area depressa. L'origine di tale inghiottitoio è probabilmente legato a fenomeni di dissoluzione dei calcari posti al disotto dei terreni alluvionali presenti in questa porzione di piana, ovvero i calcari che costituiscono il già citato rilievo del Monticello.
Per quanto riguarda gli aspetti propriamente idrografici del territorio in questione si può affermare in linea generale che la rete idrografica risulta particolarmente evidente soprattutto nelle aree pedemontane e di pianura, non escludendo ovviamente gli impluvi che dissecano i versanti carbonatici.
Nella fascia pedemontana è opportuno specificare che la rete idrografica è costituita in prevalenza da alvei canalizzati e da alvei strada a differenza di quanto si può scorgere invece nelle aree di pianura ove il reticolo idrografico è caratterizzato da fossi naturali o artificiali a cielo aperto o sporadicamente da canalette di scolo

di origine antropica.



Foto 9. L'inghiottitoio presente ai piedi del rilievo del Monticello.

Non sempre le canalizzazioni di origine antropica hanno risolto il problema del ruscellamento delle acque superficiali, mentre è possibile definire il reticolo idrografico della piana, soprattutto della località Pantano, piuttosto ordinato e coerente con la morfologia, non si può affermare la stessa cosa per il versante Monte Maggiore, dove le canalizzazioni antropiche intercettano spesso la rete stradale.



Foto 10. Uno dei fossi presenti nell'area pianeggiante del territorio comunale.



Foto 11. Un canale di scolo delle acque lungo la fascia pedemontana.

3.7. TAV.5.7 A/B – CARTA IDROGEOLOGICA

Gli allegati – Tav.5.7/A e Tav.5.7/B – Carta Idrogeologica – sono stati elaborati in scala 1:5.000 al fine di dare una visione dettagliata dell'intero territorio comunale oggetto del presente studio e per gli aspetti di cui trattasi.

Nelle carte allegate sono stati cartografati tre complessi idrogeologici, basandosi principalmente sulla tessitura litologica dei depositi presenti nell'area studiata ovvero un complesso piroclastico – alluvionale, un complesso detritico ed un complesso calcareo. Come evince dalla nomenclatura utilizzata nella carta in questione i tre complessi sono caratterizzati da tre diverse litologie prevalenti, ognuno dei quali caratterizzati da diversa permeabilità. Il complesso piroclastico – alluvionale è contraddistinto da litologie costituite, come già ampiamente detto nei punti precedenti, da un'alternanza di sabbie – limose, limi sabbiosi talvolta argillosi e ghiaiosi, pertanto tale complesso risulta essere permeabile prevalentemente per porosità e con grado variabile da alto o medio nei livelli sabbiosi o sabbioso – limosi, media nei livelli limoso – sabbiosi e alta nei livelli ghiaiosi. Allo stesso complesso sono state associate anche i depositi riferibili all'Ignimbrite Campana in quanto essendo costituiti prevalentemente da sabbie hanno caratteristiche idrogeologiche simili al complesso piroclastico – alluvionale, anche se la permeabilità può essere definita per fratturazione. Tale complesso caratterizza soprattutto l'area prevalentemente pianeggiante del territorio comunale in cui è presente una falda che talvolta si attesta, soprattutto nella porzione meridionale dello stesso territorio, ad una profondità relativamente bassa (fino ai 5,00 – 6,00 metri dal p.c.) o addirittura prossima al piano campagna (cfr. aree con falda sub affiorante in località Pantano), e con direzione di deflusso prevalentemente convergente nei settori meridionali del territorio esaminato.

Il complesso detritico caratterizza tutte le ampie fasce pedemontane presenti sul territorio in esame e risulta costituito da terreni prevalentemente ghiaiosi a clasti carbonatici immersi in una matrice limoso - sabbiosa o limoso – argillosa. In tali depositi la permeabilità è ovviamente per porosità e risulta alta laddove prevale la componente ghiaiosa o medio bassa e bassa laddove domina la matrice terrosa.

Infine sulle carte allegate è stato cartografato il complesso calcareo afferente ai rilievi per l'appunto costituiti da calcari e calcari dolomitici stratificati. In tale complesso la circolazione idrica è legata soprattutto al grado fessurazione dei calcari che la compongono, pertanto la loro permeabilità è prevalentemente per fessurazione mentre la falda se pur presente è posta a notevole profondità in quanto sui versanti calcarei presenti nel territorio di Pietramelara non si evidenzia la presenza di manifestazioni sorgentizie significative. L'unica scaturigine naturale delle acque di sottosuolo nel territorio comunale è rappresentata da una sorgente ubicata in località Gurvo. Tale sorgente trova origine per il diverso grado di permeabilità esistente tra i depositi detritici e le intercalazioni di piroclastiti argillose sottoposte agli stessi depositi detritici.
Sul versante del Monte Maggiore si segnala la presenza del campo pozzi denominato "San Martino" e che alimenta l'acquedotto campano, grazie alla capacità di immagazzinamento dell'intero complesso montuoso calcareo; in questo punto, ed in un altro sempre sullo stesso versante, le acque sotterranee sono captate tramite pozzi profondi tali da intercettare la falda basale, a dimostrazione del flusso idrogeologico dallo stesso Monte Maggiore alla piana di Pietramelara.

3.8. TAV.5.8 A/B – CARTA DEL RISCHIO DA FRANA

Per rappresentare il rischio da frana definito dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Liri – Garigliano – Volturno competente sul territorio comunale di Pietramelara, sono state realizzate due carte in scala 1:5.000. Tale Piano Stralcio è stato adottato dal Comitato Istituzionale con delibera n°1 del 5 aprile 2006 ed approvato dalla Presidenza del Consiglio del Ministri con D.P.C.M. del 12 dicembre 2006 e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n°122 del 28 maggio 2007.
Fatta tale premessa, passando alla descrizione degli elaborati in questione, risulta subito evidente che il rischio da frana va ad interessare esclusivamente, e come è lecito attendersi, sia i versanti del Monte Maggiore che i versanti dei rilievi del "Monticello" e del "Bosco", nonché l'ampia fascia pedemontana posta alla base dei versanti dello stesso M.te Maggiore, in quanto morfologicamente vulnerabili (cfr. vedi carta geomorfologica).
Per la redazione degli elaborati in questione sono stati utilizzati i file ".jpeg" relativi alle carte dello scenario di rischio da frana redatti dall'AdB, da cui, dopo opportuna georeferenziazione in ambiente "cad", sono stati cartografati gli areali riguardanti le diverse classi di rischio presenti sul territorio in esame. Nelle carte redatte per codesto lavoro sono state quindi riportate le classificazioni del rischio da frana della pianificazione di cui trattasi, ed in particolare di sette classi di rischio, al fine di riportare fedelmente quanto elaborato dall'Autorità di Bacino.
Le classi di rischio restituite sugli elaborati in questione dipendono da diversi fattori in virtù della metodologia adottata dall'AdB, ben illustrata nella Relazione Generale del rischio di frana del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico.
Le classi di rischio da frana individuate in entrambi gli elaborati prodotti per codesto lavoro sono le seguenti:

- R4 – Aree a rischio molto elevato;
- A4 – Aree di alta attenzione;
- Rpa – Aree a rischio potenzialmente alto;
- Apa – Aree di attenzione potenzialmente alta;
- A1 – Aree di moderata attenzione;
- C1 – Aree di possibile ampliamento;
- C2 – Aree di versante.

Ad ogni classe di rischio riportata nell'elenco di cui sopra corrisponde una specifica descrizione come riportata sia nelle Norme di Attuazione del P.S.A.I. sia nelle relative carte dello scenario di rischio da frana redatte dall'AdB che è la seguente:

- R4 – Aree nelle quali per il livello di rischio presente, sono possibili la perdita di vite umane, e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio economiche;
- A4 – Aree potenzialmente interessate da fenomeni di innesco, transito ed invasione di frana a massima intensità attesa alta ma non urbanizzate;
- Rpa – Aree nelle quali il livello di rischio, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio;
- Apa – Aree non urbanizzate e nelle quali il livello di attenzione, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio;
- A1 – Aree che non sono urbanizzate e che ricadono all'interno di una frana a massima intensità attesa bassa;
- C1 – Aree di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco;
- C2 – Aree di versante nelle quali non è stato riconosciuto un livello di rischio o di attenzione significativo.

Osservando entrambi gli elaborati è possibile denotare come il centro abitato di Pietramelara sia interessato solo parzialmente da una classe di rischio, ovvero la classe Rpa – Aree a rischio potenzialmente alto, mentre tutte le altre classi di rischio, come già menzionato, in precedenza ricoprono soprattutto i versanti dei rilievi calcarei presenti nel territorio in esame e le fasce pedemontane. Sui versanti le classi maggiormente presenti sono le Aree di alta attenzione e quelle di possibile ampliamento dei fenomeni franosi mentre le classi con grado di rischio elevato (cfr. R4 e Rpa) contraddistinguono gli edifici sparsi lungo le fasce pedemontane. Di contro, sempre dall'osservazione delle due carte redatte, si evince che tutte le aree di pianura ovviamente sono esenti dal rischio da frana come il piccolo rilievo calcareo su cui sorge il centro antico di Pietramelara.
In merito infine alla regolamentazione ben precisa riguardo gli interventi consentiti nelle rispettive classi di rischio si rimanda a quanto riportato dettagliatamente nelle Norme di Attuazione per il rischio frana del P.S.A.I.

3.9. TAV.5.9 A/B – CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA

Per la stesura del presente elaborato si è tenuto conto degli "Indirizzi e Criteri della Microzonazione Sismica" redatti dal Dipartimento della Protezione Civile ed approvati in seno alla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome nell'anno 2008, tali indirizzi e criteri con la DGR n°118 del 27/05/2013 e pubblicata sul BURC n°29 del 03 giugno 2013, impongono anche le modalità operative di redazione delle carte di microzonazione sismica previste dalla L.R.9/83 (cfr. art. 12).
Tali indirizzi definiscono tre livelli di approfondimento della microzonazione sismica di un territorio ovvero:

- il livello 1 è un livello propedeutico ai veri e propri studi di microzonazione sismica, in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee;
- il livello 2 è un livello che introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee, utilizzando ulteriori e mirate indagini, ove necessarie, e definisce una vera carta di microzonazione sismica;

- il livello 3 restituisce una carta di microzonazione sismica con approfondimenti su tematiche o aree particolari.

Nel caso in esame gli elaborati – Tav.5.9/A e Tav.5.9/B – Carta della microzonazione sismica (M.O.P.S.) – redatti in scala 1:5.000, si riferisce al primo livello di approfondimento (livello1) ovvero consiste in una Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), così come recita la Delibera di Giunta Regionale di cui sopra. Secondo gli indirizzi ed i criteri sopra enunciati, tali aree sono delle zone omogenee dal punto di vista geologico, geomorfologico e geologico – tecnico, scaturite anche dalle elaborazioni di indagini eseguite o di riferimento come sondaggi geognostici ed indagini sismiche. Gli stessi "Indirizzi" nello studio di microzonazione sismica di livello 1 prevedono, per la stesura della Carta delle MOPS, la rappresentazione di tre zone specifiche, ognuna delle quali può contenere al suo interno delle sottozone:

- *Zone Stabili,* nelle quali non si ipotizzano effetti di modificazione del moto sismico e corrispondono ad aree con substrato geologico affiorante ($V_s \geq 800$ m/s);
- *Zone Stabili suscettibili di amplificazioni locali,* nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico come effetto della situazione litostratigrafica e morfologica locale; tali zone sono caratterizzate dalla presenza di terreni di copertura, coltri di alterazione del substrato, substrato molto fratturato, o substrato caratterizzato da velocità di propagazione delle onde ($V_s \leq 800$ m/s);
- *Zone suscettibili di instabilità,* caratterizzate da instabilità di versante (frane), liquefazione, presenza di faglie attive e capaci e cedimenti differenziali.

Come si denota dalle cartografie allegate, il territorio comunale in questione è stato suddiviso in una zona stabile (cfr. ZS), in quattro zone suscettibili di amplificazione locale del moto sismico (cfr. ZSA1, ZSA2, ZSA3 e ZSA4) e una zona suscettibile di instabilità (cfr. ZSI).

Passando nel dettaglio la zona stabile cartografata, ovvero la ZS, si riferisce alle aree di affioramento del substrato geologico laddove non sono presenti fenomeni di instabilità, ovvero il substrato calcareo lapideo stratificato affiorante o coperto da una esigua coltre di copertura.

Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali individuate per il territorio comunale in questione, si riferiscono a zone prive di instabilità caratterizzate da differenti modelli litostratigrafici, dedotti sia dalle indagini geognostiche di riferimento che da valutazioni di carattere geolitologico e morfologico. Tra queste zone la zona ZSA1 è caratterizzata da un substrato calcareo ricoperto però in questo caso da una coltre di terreni di terreni sabbioso – limosi o limoso – sabbiosi talvolta ghiaiosi o argillosi, comprendenti anche quelli di riporto o vegetali, con uno spessore medio di circa 5,00 metri. La seconda zona ZSA2 si riferisce soprattutto alle porzioni pedemontane non interessate da fenomeni di instabilità, pertanto tali zone sono caratterizzate prevalentemente da terreni detritici ghiaiosi con matrice limoso – sabbiosa o limoso – argillosa con spessori superiori ai 20,00 metri, ricoperti da terreno vegetale o di riporto dello spessore massimo di 2,00 metri. L'altra zona cartografata ovvero la ZSA3 riguarda soprattutto l'area in località Pantano, ovvero un'ampia area dove sovente si sono avuti ristagni d'acqua con la conseguente deposizione di terreni prevalentemente limosi e argilloso – limosi. Difatti osservando la carta in questione tale zona è caratterizzata da terreni prevalentemente limosi e argillosi, ricoperti da terreno vegetale, dello spessore medio di circa 5,00 metri che si vanno a sovrapporre prima alle sabbie costituenti la facies sciolta dell'Ignimbrite Campana per uno spessore di intorno ai 8,00 metri, e successivamente a terreni prevalentemente sabbioso – limosi e limoso – sabbioso che rappresentano la litologie piroclastiche – alluvionali di cui si compone l'ampia area pianeggiante di Pietramelara. Tale piana nella carta in esame definisce l'ultima zona stabile suscettibile di amplificazione locale, ovvero la zona ZSA4. Questa zona è caratterizzata da una stratigrafia composta prevalentemente dai depositi piroclastico – alluvionali di cui si è detto pocanzi, con spessori superiori ai 20,00 metri, e ricoperti da terreni vegetali o di riporto spessi da un metro fino ai circa 5,00 metri. A tali depositi si "interdigitano" le sabbie

dell'Ignimbrite Campana che presentano spessori medi variabili e comunque non superiori agli 8,00 metri circa.
In ultima sintesi le zone individuate come zone suscettibili di instabilità per il territorio di Pietramelara, ovvero le zone ZSI, si riferiscono a quelle aree in cui sono presenti fenomeni di instabilità di versante, aree interessate da fenomeni di innesco di instabilità ed aree in cui il livello di rischio e di attenzione relativo alle instabilità da versante è potenzialmente alto. Dalla descrizione pocanzi fatta è chiaro che tali zone sono state fatte corrispondere alle classi da rischio frana R4, A4, Rpa ed Apa ampiamente descritte nel paragrafo precedente.
Inoltre come si è detto nella descrizione degli elaborati Tav. 5.7/A e Tav.5.7/B – Carta Idrogeologica – la falda acquifera per alcune porzioni del territorio comunale è posta ad una profondità rispetto al piano campagna non superiore ai 15,00 metri. Pertanto in base a quanto riportato nel D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" non è soddisfatta per lo stesso territorio comunale la condizione riportata al punto 7.11.3.4.2 dello stesso Decreto. Infatti ai fini dell'omissione della verifica alla liquefazione deve essere soddisfatta la condizione che la profondità media stagionale della falda deve essere superiore a 15 m dal p.c., cosa che come detto non è soddisfatta. In particolare le zone del territorio comunale, cartografate come zone ZSA3 e ZSA4, riferibili al primo livello di microzonazione sismica (livello 1), potrebbero essere soggette a fenomeni di liquefazione e quindi trasformarsi del tutto o parzialmente, in zone suscettibili di instabilità. In tali aree oltre alla profondità della falda, che non soddisfa le condizioni di cui al punto 7.11.3.4.2, è opportuno specificare che anche la condizione relativa alla resistenza penetrometrica non è soddisfatta, in quanto dalle prove penetrometriche eseguite in tali aree, si sono constatati valori di Nspt da bassi a medio bassi che quindi non soddisfano la condizione $(N_1)_{60} > 30$, dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza penetrometrica normalizzata.
La trasformazione delle suddette aree in aree suscettibili di instabilità però deve essere avvalorata da studi di microzonazione sismica di maggiore dettaglio, oppure in ogni caso, in sede di progettazione esecutiva di manufatti, con indagini specifiche sulla verticale del sito; in fase esecutiva gli studi e le indagini di dettaglio stabiliranno le modalità costruttive delle opere edilizie.
In conclusione le zone cartografate sull'elaborato in questione si riferiscono a zone qualitativamente omogenee per le finalità di pianificazione territoriale.

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le categorie litotecniche rinvenibili nell'ambito comunale sono prevalentemente due ovvero una di natura terrigena e l'altra litoide. Della prima categoria fanno parte tutti i depositi della piana, quelli che ricoprono in specifiche aree i rilievi calcarei nonché i depositi pedemontani. I primi depositi (cfr. AL, TP e IG) sono ascrivili granulometricamente a sabbie – limose, limi – sabbiosi e limi – argillosi, precisando che in tali depositi ricade anche l'Ignimbrite Campana (IG) in quanto essa si presenta, nel territorio in esame, nella sua facies incoerente ovvero costituita da sabbia – limose e quindi assimilabile ad un deposito piroclastico rimaneggiato. I depositi eluviali e colluviali (cfr. PR) che ammantano in limitate aree i rilievi calcarei sono costituiti a loro volta da limi e limi sabbiosi talvolta ghiaiosi per la presenza di clasti calcarei nella matrice. L'ultimo deposito terrigeno (cfr. DP) che caratterizza l'ambito comunale è quello che va costituire sia l'ampia fascia detritica pedemontana posta alla base del Monte Maggiore che quella ai piedi del rilievo del "Monticello"; tale deposito è costituito da granulometria prevalentemente ghiaiose dovuta alla presenza di clasti carbonatici immersi in una matrice limoso – sabbiosa o limoso – argillosa. La categoria litotecnica di natura litoide è quella che costituisce i rilievi presenti nel territorio comunale che come già ampiamente detto in precedenza, sono costituiti da calcari e calcareo dolomitici stratificati (cfr. CA).
La caratterizzazione geotecnica dei litotipi presenti nell'ambito territoriale comunale è stata ottenuta grazie alle indagini geognostiche prese come riferimento. In particolare si è tenuto conto dei dati restituiti dalle analisi di laboratorio eseguite sui campioni di terreno prelevati all'interno dei sondaggi di riferimento, nonché dalle elaborazioni delle prove penetrometriche SPT, dinamiche oppure statiche.
Per quanto detto in precedenza si può confermare che i termini litologici terrigeni di cui si è detto possono essere ricondotti a due classi principali ovvero:

- Limo – sabbioso da sciolto a mediamente addensato;
- Sabbia con limo talvolta ghiaiosa da sciolta a mediamente addensata;

mentre i termini litologici litoidi sono costituiti da una sola classe ovvero:

- Calcari e calcari dolomitici.

Per ciascun termine precedentemente descritto, vengono di seguito riportati i principali parametri geotecnici:

Limo – Sabbioso da sciolto a mediamente addensato

- Peso unità di volume γ = 15,78 kN/m^3
- Coesione c = 6,76 kPa
- Angolo di attrito interno φ = 27,5°

Sabbia con limo da sciolta a mediamente addensata

- Peso unità di volume γ = 15,00 kN/m^3;
- Coesione c = 12,74 kPa;
- Angolo di attrito interno φ = 33,7°.

Calcari e calcari dolomitici

- Peso unità di volume γ = 23,50 kN/m^3;
- Coesione c = 196 kPa;
- Angolo di attrito interno φ = 40° - 42°.
- Resistenza a compressione **s** = 59,42 MPa.

I parametri geomeccanici sopra riportati e riferiti ai singoli termini litologici terrigeni, rappresentano una media dei valori scaturiti dai risultati delle prove di laboratorio e da quelli restituiti dalle elaborazioni delle prove penetrometriche. I parametri dei calcari a loro volta sono stati desunti dallo studio geomeccanico eseguito nel 2003 per gli interventi nel centro storico sull'ammasso roccioso che caratterizza proprio tale centro, nonché da prove sclerometriche eseguite sui calcari nel 2008 (cfr. PS1rf, PS2rf, PS3rf e PS4rfr) per lo studio di riclassificazione del grado di rischio frana su parte del territorio comunale.

5. PERICOLOSITA' SISMICA

La penisola italiana è una delle zone sismicamente più attive del Mediterraneo. Essa è stata inoltre, sede di alcune tra le più antiche civiltà, e ciò ha permesso la registrazione di notizie attendibili anche di eventi sismici molto antichi. Tuttavia solo a partire dal XIX secolo gli studiosi di sismologia hanno cominciato ad estrarre da queste cronache le informazioni riguardanti i terremoti nel tentativo di "scrivere" una storia sismica italiana.
Dalla raccolta e classificazione sistematica di eventi sismici sono nati i primi cataloghi dei terremoti. L'ultima versione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI, detta CTPI15, aggiornata al 2015, è stata realizzata utilizzando tutti gli studi macrosismici e strumentali e contiene 4584 terremoti nella finestra temporale 1000 - 2014.
Numerosi studi hanno sottolineato che la pericolosità sismica non dipende solo dal tipo di terremoto, dalla distanza tra l'epicentro e la località interessata, ma, soprattutto, dalle caratteristiche geologiche dell'area di interesse. Infatti, la geometria della struttura del sottosuolo, le variazioni dei tipi di terreni e delle sue proprietà con la profondità, le discontinuità laterali, e la superficie topografica sono all'origine delle larghe amplificazioni delle vibrazioni del terreno e sono stati correlati alla distribuzione del danno durante i terremoti distruttivi (Aki, 1993; Bard, 1994; Faccioli, 1991, 1996; Chavez - Garcia et alii, 1996).
Questi fattori sono particolarmente importanti per la corretta valutazione dell'azione sismica nell'ambito della difesa dai terremoti, per tale motivo, ai fini della riduzione del rischio sismico, è importante riconoscere le aree in cui le oscillazioni del suolo sono più ampie e definire le frequenze con le quali esse tendono ad oscillare.
L'azione esercitata localmente dagli strati più superficiali, che operano sia da filtro che d'amplificatore, costituisce quello che va sotto il nome d'Effetto di Sito.
Riconoscere in dettaglio le aree caratterizzate in media da uguale Risposta di Sito, dovuta alle caratteristiche geologiche o alla topografia, è diventata una richiesta fondamentale negli studi geologici e geofisici relativi alle costruzioni.
Anche la normativa sismica del territorio italiano (OPCM, n. 3274/2003; OPCM n. 3519 del 28/04/2006 e D.M. 14 gennaio 2008), sottolinea l'importanza della conoscenza delle condizioni geologiche del sito per adeguare le tecniche di costruzione.
Il territorio comunale di Pietramelara (CE), interessato nell'arco della sua storia sismica da più eventi, risente fortemente dell'effetto di sismi generatisi principalmente da una delle zone sismogenetiche definite dalla Zonazione Sismogenetica ZS9 a cura di Meletti e Valensise (marzo 2004), ovvero la zona 927 – Appennino Campano - Lucano (cfr. Fig. 3).

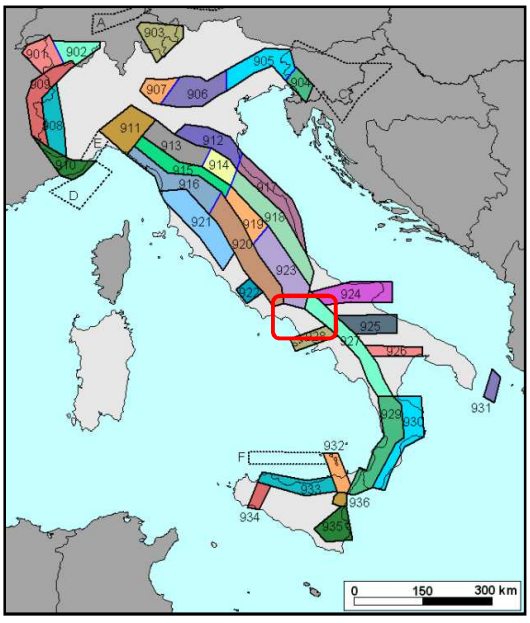
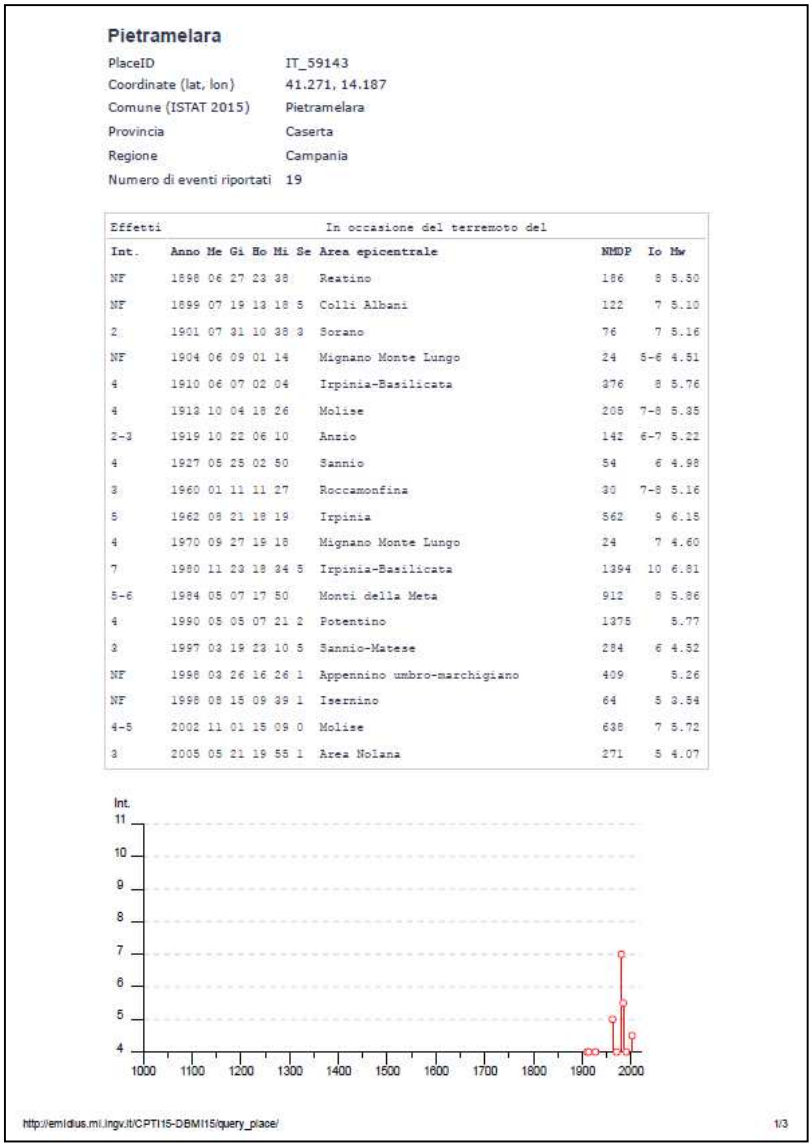


Figura 3 - Zonazione Sismogenetica ZS9. Nel riquadro rosso rientra l'area di interesse.

Dunque il territorio comunale di Pietramelara risulta interessato dagli effetti macrosismici di terremoti appenninici soprattutto di origine tettonica.
Quanto detto sopra, ben si coglie dai dati riportati nella sottostante figura 4, relativa agli eventi più forti (in termini di Intensità macrosismica e Magnitudo) risentiti nel territorio di Pietramelara secondo il CPTI15.
Eventi con magnitudo 4 – 5 ubicati a profondità fino a 35 km, sono molto diffusi soprattutto lungo la catena appenninica; qui i trend di fratturazione principali hanno direzione prevalente NO – SE. Non sono rari eventi con magnitudo > 6, quale quello del 23 novembre 1980 che si è risentito nel territorio di studio con intensità locale non inferiore al VII grado della scala MCS.



Pietramelara

PlaceID	IT_59143
Coordinate (lat, lon)	41.271, 14.187
Comune (ISTAT 2015)	Pietramelara
Provincia	Caserta
Regione	Campania
Numero di eventi riportati	19

Effetti	In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
NF	1898	06	27	23	38		Reatino	186	8	5.50
NF	1899	07	19	13	18	5	Colli Albani	122	7	5.10
2	1901	07	31	10	38	3	Sorano	76	7	5.16
NF	1904	06	09	01	14		Mignano Monte Lungo	24	5-6	4.51
4	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
4	1913	10	04	18	26		Molise	205	7-8	5.35
2-3	1919	10	22	06	10		Anzio	142	6-7	5.22
4	1927	05	25	02	50		Sannio	54	6	4.98
3	1960	01	11	11	27		Roccamonfina	30	7-8	5.16
5	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9	6.15
4	1970	09	27	19	18		Mignano Monte Lungo	24	7	4.60
7	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
5-6	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	912	8	5.86
4	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
3	1997	03	19	23	10	5	Sannio-Matese	284	6	4.52
NF	1998	03	26	16	26	1	Appennino umbro-marchigiano	409		5.26
NF	1998	08	15	09	39	1	Isernino	64	5	3.54
4-5	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72
3	2005	05	21	19	56	1	Area Nolana	271	5	4.07

Figura 4. I maggiori terremoti risentiti nel territorio comunale di Pietramelara (CE). LEGENDA: Int = intensità macrosismica locale (MCS), Anno = anno, Me: mese, Gi = giorno, Ho = ora; Mi = minuti, Se = secondi; Area Epicentrale = area sismogenetica; NMDP = Numero di dati macrosismici, Io = Intensità macrosismica epicentrale, Mw = magnitudo (Richter). FONTE : emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/.

Per quanto riguarda la classificazione sismica regionale dalla Delibera della Giunta Regionale n°5447 del 07.11.2002 risulta che il territorio del comune di Pietramelara rientra nella Zona 2 come gran parte della regione, ad eccezione dei comuni della Penisola Stabiese-Sorrentina che sono in Zona 3, mentre gran parte del Sannio e dell'Irpinia, in corrispondenza degli Appennini, rientrano nella Zona 1.

Inoltre con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni, approvate con Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14 gennaio 2008, nonché pubblicate sul Supplemento Ordinario n°30 della Gazzetta Ufficiale n°29 del 4 febbraio 2008, assume particolare importanza, invece, la definizione del modello geologico, geotecnico e sismico sulla verticale del sito e fino alla profondità di 30 m dal p.c., con definizione di ag = 0,25g.

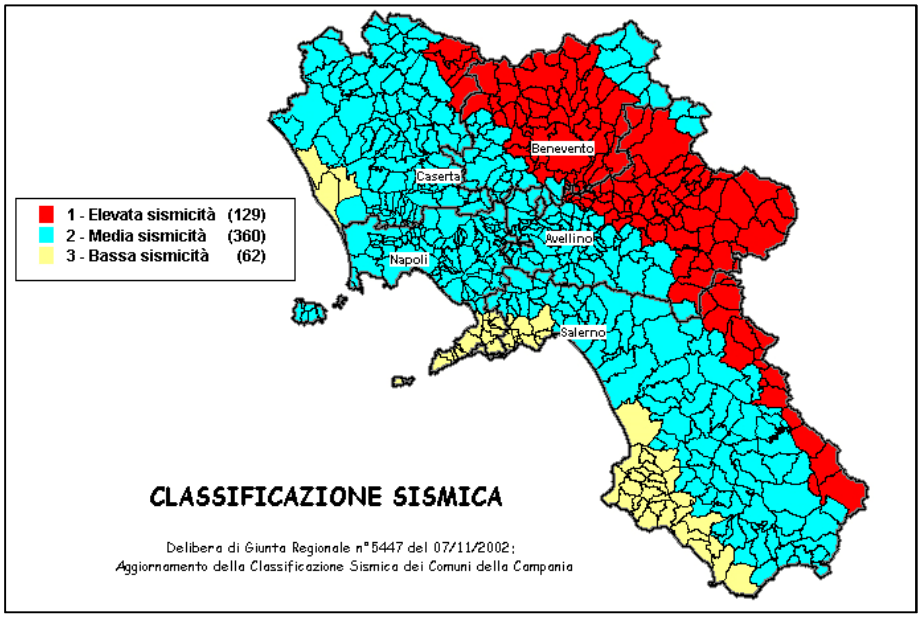


Figura 5. Classificazione sismica del 2002 dei Comuni della Regione Campania. Zona 1, valore di ag=0.35g; Zona 2, valore di ag=0.25g; Zona 3, valore di ag=0.15g.

La mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (vedi fig. 6), disponibile on – line sul sito dell'INGV di Milano indica che il territorio comunale di Pietramelara (CE) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.100 e 0.150 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).
La pericolosità sismica definita dall'INGV parte dal presupposto che la sorgente sismogenetica sia ubicata sulla catena appenninica e non tiene, quindi, in considerazione i fenomeni sismici, di intensità diversa rispetto a quella appenninica.

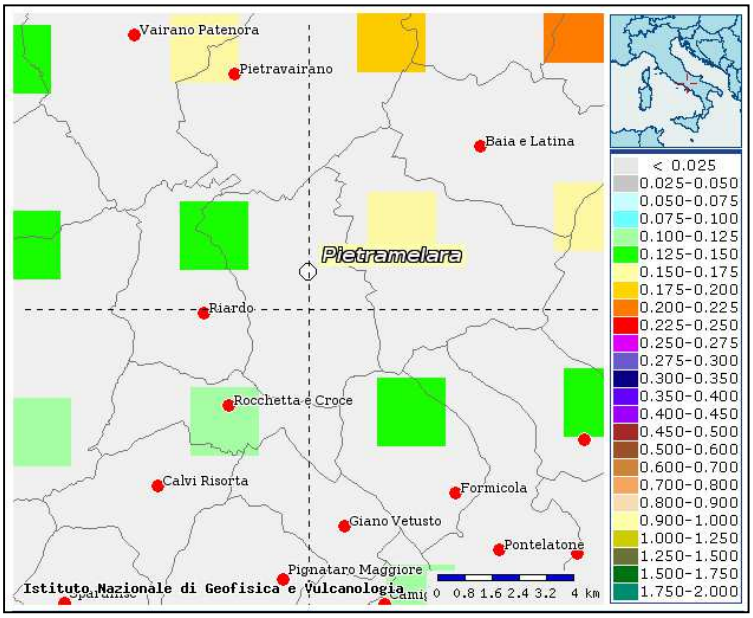


Figura 6. Mappa di pericolosità sismica del territorio comunale di Pietramelara (CE) dell'INGV con i range di valori delle a_g nella legenda corrispondente.

Nell'ambito del territorio comunale di Pietramelara al valore dell'accelerazione a_g di base, di cui si è detto pocanzi, vanno aggiunti i fattori stratigrafici e topografici che caratterizzano lo stesso territorio, ovvero vanno valutati i fattori di amplificazione stratigrafica e topografica che caratterizzano i diversi ambiti comunali.
In particolare la valutazione del fattore stratigrafico scaturisce dalla preliminare determinazione delle varie categorie di suolo così come definite dalla NTC/2008 e la loro determinazione va fatta in base alla specifica sequenza stratigrafica presente e in base ai valori della velocità equivalente, $V_{s30,}$ di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 metri di profondità.

Categoria	Descrizione
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Figura 7. Categorie di suolo definite dalle NTC/2008.

Tenendo conto dei dati a disposizione (cfr. indagini di riferimento) e della suddivisione del territorio dal punto di vista geolitologico, stratigrafico e di prospettiva sismica (cfr. Tav.5.3 A/B, Tav.5.4 e Tav. 5.9 A/B) è stato possibile valutare in linea generale il valore delle V_{s30} per le varie zone che caratterizzano il territorio comunale e quindi determinarne le corrispondenti categorie di suolo.
In particolare le zone considerate per il territorio in esame sono state le zone stabili suscettibili di amplificazione locale, le zone stabili e quelle instabili riportate nelle tavole Tav. 5.9 A/B. (cfr. ZS, ZSA1, ZSA2, ZSA3, ZSA4 e ZSI).
La valutazione della velocità V_{s30} per tali zone è stata valutata come già detto, tenendo conto di tutti i dati a disposizione ovvero i dati scaturiti dai sondaggi stratigrafici e quelli dalle indagini sismiche pregresse. In particolare per le zone, ZSA3 e ZSA4 si è tenuto conto di specifiche indagini sismiche effettuate in tali zone che hanno permesso di valutare direttamente la velocità di propagazione nei primi 30 m di profondità come si evince dalla sottostante tabella:

Indagine sismica	V_{s30} (m/s)
down- hole (S1pipc)	331
down- hole (S2pipc)	358
down- hole (S1pipp)	294
down- hole (S2pipp)	291
Masw (SR1ru)	223
Masw (SRfr)	270
Masw (SRfc)	295
Masw (SRfu)	250
Masw (SRfm)	230

e da cui si può affermare che per tali zone il valore di V_{s30} varia tra i 223 m/s ed i 358 m/s.
Per le zone ZSA2 si è fatto riferimento sia a dati stratigrafici che ad indagini sismiche (stendimenti di sismica a rifrazione), che hanno permesso di valutare, per tali zone, un valore di V_{s30} compreso tra un minimo di circa 220 m/s ed un massimo di circa 680 m/s.
Le zone ZS e le zone ZSA1 sono quelle caratterizzate da un substrato lapideo calcareo affiorante o ricoperto da un'esigua coltre di copertura terrigena, quindi per tali zone essendo il substrato posto a ridotte profondità, si può asserire che il valore di V_{s30} si aggira intorno agli 800 m/s o superiore.
Un discorso a parte si deve fare per le zone ZSI, ovvero quelle suscettibili di instabilità. Tali zone ricadono infatti in diversi ambiti geolitologici e morfologici, pertanto le aree di tali zone che ricadono lungo le fasce detritiche pedemontane possono essere caratterizzate da valori di V_{s30} del tutto simili a quelli delle zone ZSA2 e quindi con valori compresi tra 220 e 680 m/s; alle rimanenti aree delle stesse zone ZSI, ricadenti invece sui rilievi calcarei, si può assegnare valore medio delle velocità V_s nei primi 30 metri di profondità uguale o simile a quello delle zone ZS e quindi pari ad 800 m/s.
Tenendo conto di quanto detto fino a questo punto si possono assegnare in via del tutto rappresentativa le diverse categorie di suolo alle zone di cui si è detto ovvero come così come riportate nella sottostante tabella:

Zona	Categoria di suolo
ZS	A
ZSA1	A
ZSA2	C/B
ZSA3	C
ZSA4	C
ZSI (aree pedemontane)	C/B
ZSI (su substrato calcareo)	A

E' necessario precisare però che le valutazioni del parametro V_{s30}, e quindi le diverse categorie di suolo scaturite, riguardano ampi ambiti territoriali, pertanto il presente studio non sostituisce ne esclude l'obbligatorietà della relazione sulla modellazione sismica sito specifica laddove, nell'ambito del territorio comunale, si dovessero prevedere progettazioni di manufatti o di interventi, così come previsto dalla normativa.
Come accennato in precedenza oltre alle amplificazioni del moto sismico dovuto ai caratteri stratigrafici bisogna considerare per il territorio di Pietramelara anche quelli di carattere topografico e quindi assegnare alle stesse zone esaminate ai punti precedenti anche le Categorie Topografiche così come individuate dalle NTC/2008 (cfr. fig.8).

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15°$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15° \leq i \leq 30°$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30°$

Figura 8. Categorie topografiche definite dalle NTC/2008.

Il territorio comunale di Pietramelara rientra nella sua quasi totalità nella categoria T1 ovvero con inclinazione media minore o uguale a 15°, come si può osservare anche dalle tavole Tav. 5.5 A/B. Le uniche aree in cui si supera il range di pendenza dei 15° sono le aree ove sorgono i rilievi calcarei caratterizzati in prevalenza da valori compresi tra i 15° ed i 30°, o superiori, e quindi ricadenti nelle classi che vanno da T2 fino a T4.

Da quanto appena detto si può asserire che le zone ZS e le zone ZSI ricadenti sui rilievi calcarei sono caratterizzate da categorie topografiche oscillanti tra T2 e T4, mentre le zone ZSA1, ZSA2, ZSA3, ZSA4 e le zone ZSI ricadenti nelle aree pedemontane sono contraddistinte da una categoria topografica pari a T1.
Sulla base delle considerazioni fin qui esposte si riassumono nelle sottostante tabella i fattori di amplificazione topografica e stratigrafica delle singole zone riportate nelle tavole 5.9 A/B:

Zona	**Fattore di amplificazione stratigrafico - S_S**	**Fattore di amplificazione topografico - S_T**
ZS	1,00	1,20 – 1,40
ZSA1	1,00	1,00
ZSA2	1,2 – 1,5	1,00
ZSA3	1,5	1,00
ZSA4	1,5	1,00
ZSI (aree pedemontane)	1,2 – 1,5	1,00
ZSI (su substrato calcareo)	1,00	1,20 – 1,40

6. CONCLUSIONI

Il presente studio geologico – tecnico costituisce parte integrante del Piano Urbanistico Comunale di Pietramelara, tale elaborato, in questa fase, rappresenta la verifica delle compatibilità previste dalla normativa vigente al fine di consentire una definitiva adozione dello strumento urbanistico ed acquisire, quindi, i pareri di competenza.

Il presente elaborato ottempera ad una serie di normative per la tutela del territorio dai rischi ambientali, con particolare riguardo a quelli idrogeologici e sismici, anche se quest'ultimo non inficia sulla trasformabilità delle aree, bensì è possibile indicare alcune precauzioni in sede di progettazione sia preliminare che esecutiva delle opere, senza perdere di vista gli aspetti più propriamente ambientali (fasce di rispetto, aree d'interesse paesistico, ecc.).

In definitiva, per la redazione di questo studio geologico – tecnico sono state eseguite le seguenti operazioni, sintetizzate e riportate in successione:

- Acquisizione della documentazione tecnico – amministrativa presso gli uffici comunali;
- Analisi normativa della problematica;
- Studio della bibliografia in materia;
- Rilevamento geologico e geomorfologico speditivo;
- Redazione della presente relazione con gli allegati in elenco.

Lo studio geologico – tecnico così redatto consente agli urbanisti del Gruppo di Lavoro di verificare le compatibilità vigenti per gli aspetti idrogeologici e sismici, ovvero quelli che in aree simili definiscono la trasformabilità dei territori.

In merito alle prescrizioni che si possono suggerire alla fine di questa ampia analisi territoriale, per gli aspetti di cui al presente studio, si rimanda, a tutto quanto previsto dalle norme del PSAI ed al D.M. 14.01.2008.

Inoltre si rappresenta, anche alla luce dell'ampio quadro conoscitivo geognostico, di valutare preliminarmente le conseguenze delle costruzioni sui terreni di sedime, in merito soprattutto alla presenza di livelli torbosi ed alla possibilità di liquefazione di livelli sabbiosi in falda, tra l'altro, si rammenta che, tali valutazioni dovranno comunque essere parte integrante della progettazione esecutiva in vigenza delle Norme Tecniche sulle Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 e ss.mm.ii..

Questo in merito all'incarico si resta a disposizione per eventuali delucidazioni in merito anche presso gli enti preposti al rilascio di pareri.