


Atlas Solar 11 S.r.l.						CODE PIN.ENG.REL.008.00													
						PAGE 1 di 51													
TITLE: RELAZIONE GEOLOGICA															AVAILABLE LANGUAGE: IT				
<div>RELAZIONE GEOLOGICA</div> <div>Progetto di un impianto fotovoltaico e delle relative opere di connessione alla Rete sito nel Comune di Pineto (TE) di 9,38 MW - Italia</div> <div>"Pineto (TE)"</div>																			
File: PIN.ENG.REL.008.00_Relazione Geologica .doc																			
00	29/11/2024	EMISSIONE DEFINITIVA									D.Palummo		F.Trovati		L.Spaccino				
															D.Palummo				
REV.	DATE	DESCRIPTION									PREPARED		VERIFIED		APPROVED				
CLIENT CODE																			
IMP.			GROUP.			TYPE			PROGR.			REV							
P	I	N	E	N	G	R	E	L	0	0	8	0	0						
CLASSIFICATION						UTILIZATION SCOPE													
For Information or For Validation						Basic Design													
This document is property of Atlas Solar 11 S.r.l. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Atlas Solar 11 S.r.l.																			

Atlas Solar 11 S.r.l.		CODE <b>PIN.ENG.REL.008.00</b>
		PAGE 2 di 51

## Indice

1. INTRODUZIONE.....	3
1.1. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	4
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	5
3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA.....	7
3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE.....	7
3.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE .....	11
3.3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO REGIONALE .....	17
3.3.1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO LOCALE .....	17
4. PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E IDRAULICA – PAI .....	21
5. PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI – PGRA.....	24
6. CLASSIFICAZIONE SISMICA E SISMICITA' STORICA .....	28
6.1. PERICOLOSITA' SISMICA.....	39
6.2. PARAMETRI SISMICI .....	44
7. MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DI RIFERIMENTO .....	47
8. CONCLUSIONI.....	51

Atlas Solar 11 S.r.l.		CODE <b>PIN.ENG.REL.008.00</b>
		PAGE 3 di 51

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la Relazione Geologica redatta a corredo del progetto, che ha come oggetto la realizzazione dell'impianto fotovoltaico, da realizzarsi in un'area sita nel Comune di Pineto in provincia di Teramo e delle relative opere di connessione alla RTN, secondo le modalità indicate nella Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG).

La presente Relazione Geologica comprende l'analisi dell'inquadramento geologico, idrogeologico e geomorfologico dell'area di progetto, basata sull'esame accurato di dati bibliografici esistenti in letteratura e di studi geologici precedentemente eseguiti.

I criteri generali adottati per lo sviluppo del progetto sono in linea con le prescrizioni contenute nel quadro normativo di riferimento per tali interventi e il presente studio geologico è redatto in conformità alla seguente normativa di riferimento:

- D.M. LL. PP. 11 marzo 1988 – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione e successive istruzioni riportate nel D.M. LL.PP.16.01.1996 (Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche);
- O.P.C.M. 3274 (2003) - O.P.C.M. 3431 (2005) Norme per edifici;
- Decreto Ministeriale 17/01/18 Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 18) e Circolare sulle Istruzioni - C.S. LL.PP.

Le Norme tecniche per le costruzioni sono emesse ai sensi delle leggi 5 novembre 1971, n. 1086, e 2 febbraio 1974, n. 64, così come riunite nel Testo Unico per l'Edilizia di cui al DPR 6 giugno 2001, n. 80, e dell'art. 5 del DL 28 maggio 2004, n.136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27 luglio 2004, n. 186 e ss. mm. ii.. Esse raccolgono in un unico organico testo le norme prima distribuite in diversi decreti ministeriali.

Esse definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di durabilità, forniscono quindi i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.

In particolare, secondo quanto stabilito nei capitoli specifici, le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU): capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone, o comportare la perdita di beni, o provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera;
- sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE): capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- sicurezza antincendio: capacità di garantire le prestazioni strutturali previste in caso d'incendio, per un periodo richiesto;

Atlas Solar 11 S.r.l.		CODE <b>PIN.ENG.REL.008.00</b>
		PAGE 4 di 51

- durabilità: capacità della costruzione di mantenere, nell'arco della vita nominale di progetto, i livelli prestazionali per i quali è stata progettata, tenuto conto delle caratteristiche ambientali in cui si trova e del livello previsto di manutenzione;
- robustezza: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità di possibili cause innescanti eccezionali quali esplosioni e urti.

In fase di progettazione esecutiva si consiglia di eseguire indagini geognostiche opportunamente localizzate in modo da rilevare la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ) e, quindi, poter effettuare la microzonazione sismica e definire gli effetti locali sulla modalità di propagazione delle onde sismiche attribuendo la corretta categoria di sottosuolo.

Lo scopo del presente documento è dunque quello di fornire i seguenti elementi:

- inquadramento geologico, morfologico e idrogeologico dell'area di progetto;
- assetto sismico dell'area di progetto;
- parere di fattibilità riguardo alle opere in progetto;
- indicazioni utili alle successive fasi di progettazione per l'esecuzione di un piano mirato di indagini geognostiche.

Per gli aspetti progettuali più dettagliati si farà riferimento agli elaborati specifici richiamando nel presente documento solo le caratteristiche utili alla valutazione complessiva di compatibilità delle opere nel contesto.

### 1.1. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Nel presente studio si è fatto riferimento a documentazione bibliografica di letteratura e di pianificazione territoriale.

In particolare:

1. ISPRA: Pericolosità e rischio idrogeologico - <https://idrogeo.isprambiente.it/app/>;
2. Zonazione sismogenetica ZS9 adottata dal GNDT nel 2004 e relativa legenda (fonte: [http://emidius.mi.ingv.it/GNDT/ZONE/zone\\_sismo.html](http://emidius.mi.ingv.it/GNDT/ZONE/zone_sismo.html));
3. ISPRA – “Carta Geologica d'Italia”, scala 1:100.000;
4. Carta Geologica-tecnica, Microzonazione Sismica I livello comune di Pineto (TE);
5. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15);
6. Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Distretto dell'Appennino Centrale;
7. Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA).

Atlas Solar 11 S.r.l.		CODE <b>PIN.ENG.REL.008.00</b>
		PAGE 5 di 51

## 2. Inquadramento territoriale

Il Comune di Pineto, ambito in cui verrà realizzato il progetto di un impianto fotovoltaico denominato “Pineto”, si estende su una superficie di circa 38,11 km<sup>2</sup> lungo la fascia costiera abruzzese, con altitudini che variano dai pochi metri sul livello del mare fino a raggiungere i 324 m nei pressi della frazione di Mutignano. Confina con i comuni limitrofi di Roseto degli Abruzzi, Silvi e Atri, tutti situati nella provincia di Teramo. La zona è delimitata a nord dal fiume Vomano e a sud dal confine con il comune di Silvi. Il fiume Vomano e il torrente Calvano sono i principali corsi d'acqua che attraversano il territorio comunale.

L'area di interesse si concentra in prossimità della fascia costiera di Pineto, caratterizzata da un terreno pressoché pianeggiante fino alla linea di costa, con altitudini lievemente superiori al livello del mare. Questa zona è stata fortemente urbanizzata nel corso del tempo, con interventi umani che hanno modificato l'ambiente attraverso diverse opere ingegneristiche e urbanistiche.

Le aree costiere del Comune si estendono dalla Torre di Cerrano fino alla foce del fiume Vomano. Il litorale è suddiviso in tre tipologie principali:

- Tratto tra la Torre di Cerrano e la foce del torrente Calvano: spiaggia con fondo sabbioso;
- Tratto tra la foce del Calvano e la zona di Villa Fumosa: spiaggia con fondo misto ghiaioso-sabbioso;
- Tratto tra Villa Fumosa e la foce del Vomano: spiaggia con fondo prevalentemente ghiaioso.

Catastralmente l'area di impianto è identificata come segue:

- Foglio 2, Particella 3;
- Foglio 6, Particelle 4, 9, 13, 542, 546, 551, 554, 555, 556, 558, 549.

L'area di impianto è situata a 4.5 km a nord ovest dal centro abitato di Pineto, nella zona industriale della frazione di Scerne.

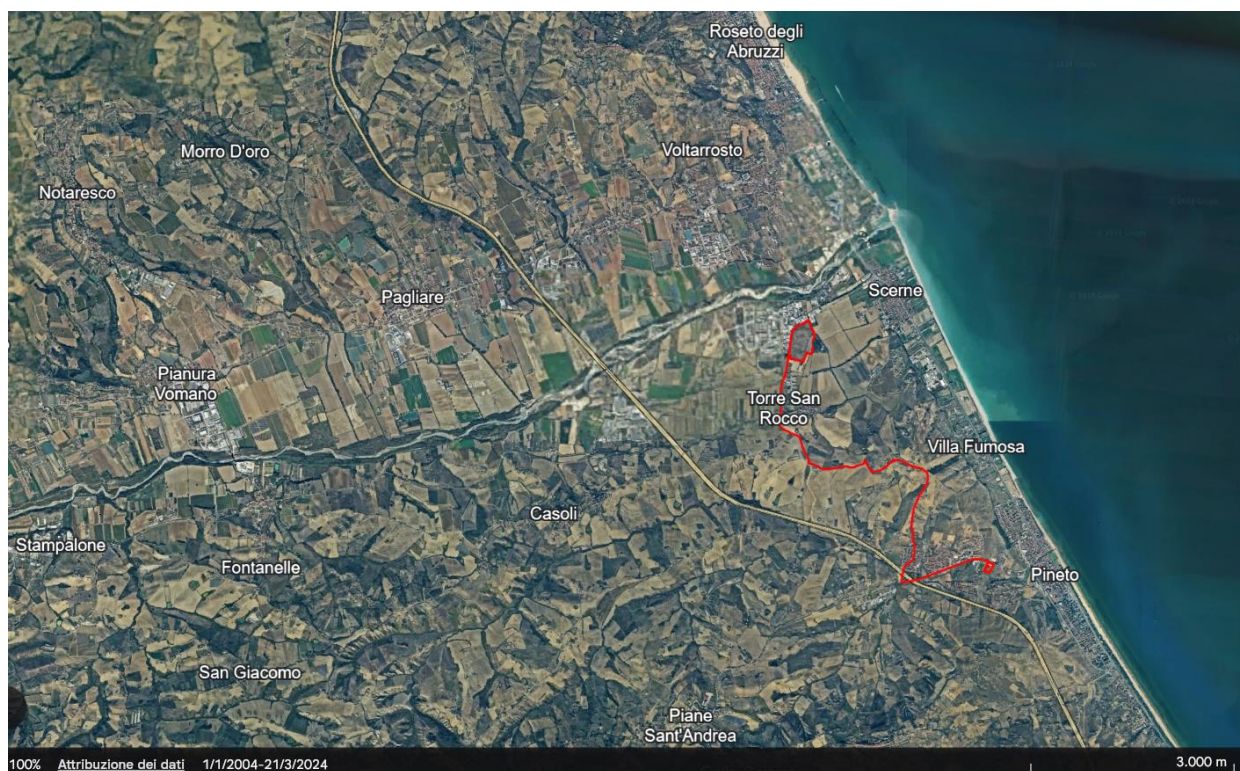


Figura 1. Inquadramento territoriale su base ortofoto – Google Earth, con indicazione dell'area di impianto



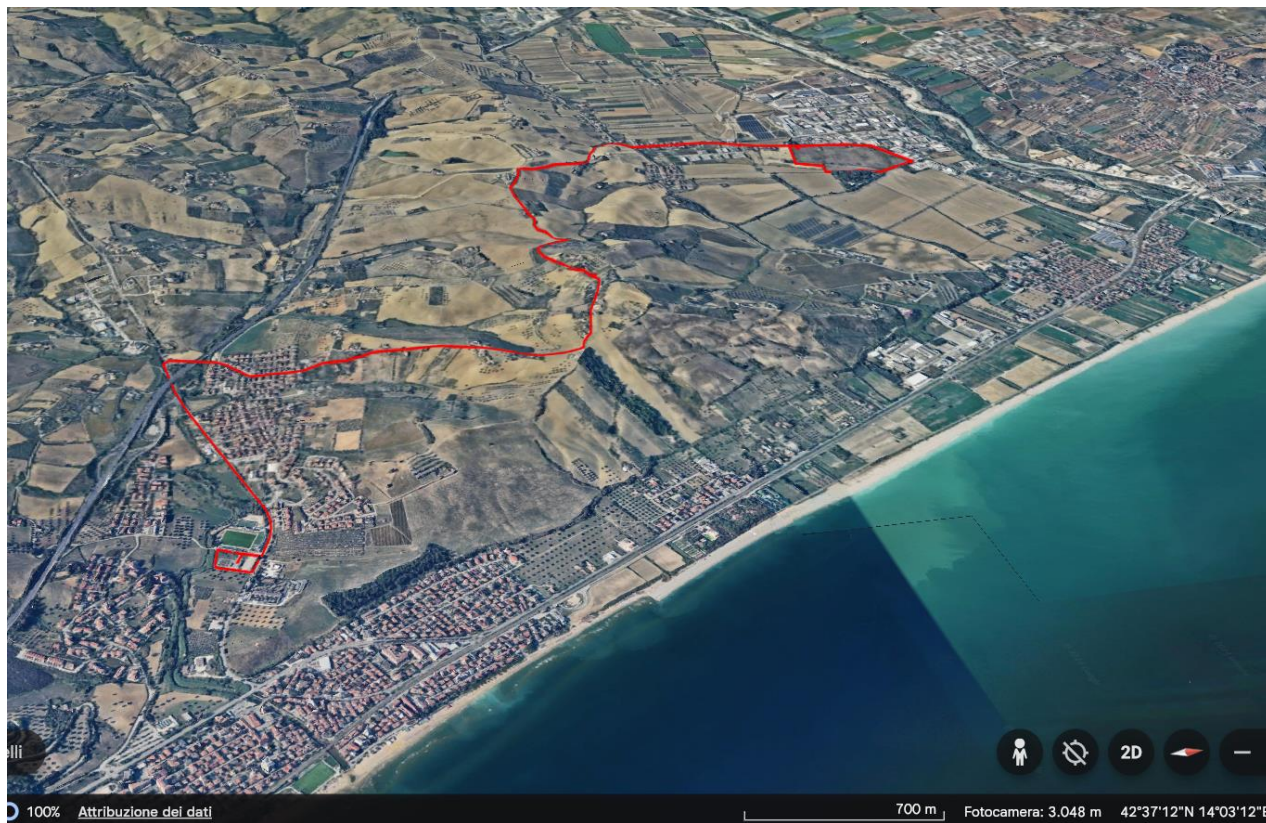


Figura 2. Inquadramento territoriale su base ortofoto – Google Earth – in prospettiva 3D, con indicazione dell'area di impianto.



Figura 3. Inquadramento su base catastale – geoportale del comune di Pineto - con indicazione dell'area di impianto in rosso (<https://pineto.geoportal.it/>)

Atlas Solar 11 S.r.l.		CODE <b>PIN.ENG.REL.008.00</b>
		PAGE 7 di 51

### 3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

#### 3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

L'attuale configurazione geologica del settore abruzzese è il risultato dell'evoluzione di diversi domini paleogeografici marini del Mesozoico e del Cenozoico, successivamente modificati dalle forze tettoniche e dal sollevamento che ha interessato quest'area nel corso del Pliocene e del Quaternario. A questi processi si sono aggiunti vari fenomeni morfologici che hanno ulteriormente modellato il paesaggio.

Questo settore è caratterizzato da una serie di unità paleogeografiche e strutturali, integrate all'interno del sistema catena-avanfossa-avampaese. Si osserva una migrazione sia temporale che spaziale degli sforzi compressivi, con un progressivo spostamento dalle aree occidentali verso quelle orientali (Bally et al., 1986; Mostardini & Merlini, 1986; Patacca & Scandone, 1989; Boccaletti et al., 1990; Patacca et al., 1992; Casero et al., 1992; Cipollari & Cosentino, 1992, 1995). Questo movimento compressivo, a partire dal Miocene superiore, è stato accompagnato e spesso seguito da una fase tettonica distensiva che ha riattivato discontinuità preesistenti di tipo compressivo. Questo processo, ancora in corso, non è completamente concluso (La Vecchia et al., 1984; Bally et al., 1986; La Vecchia, 1988). In alcune zone, inoltre, si rileva una componente trascorrente particolarmente accentuata (Salvini & Tozzi, 1988; Alfonsi et al., 1991; Corrado et al., 1992; Salvini, 1992; Calamita & Pizzi, 1994; Ghisetti et al., 1993; Montone & Salvini, 1993; Keller et al., 1994; Miccadei e Parotto, 1999).



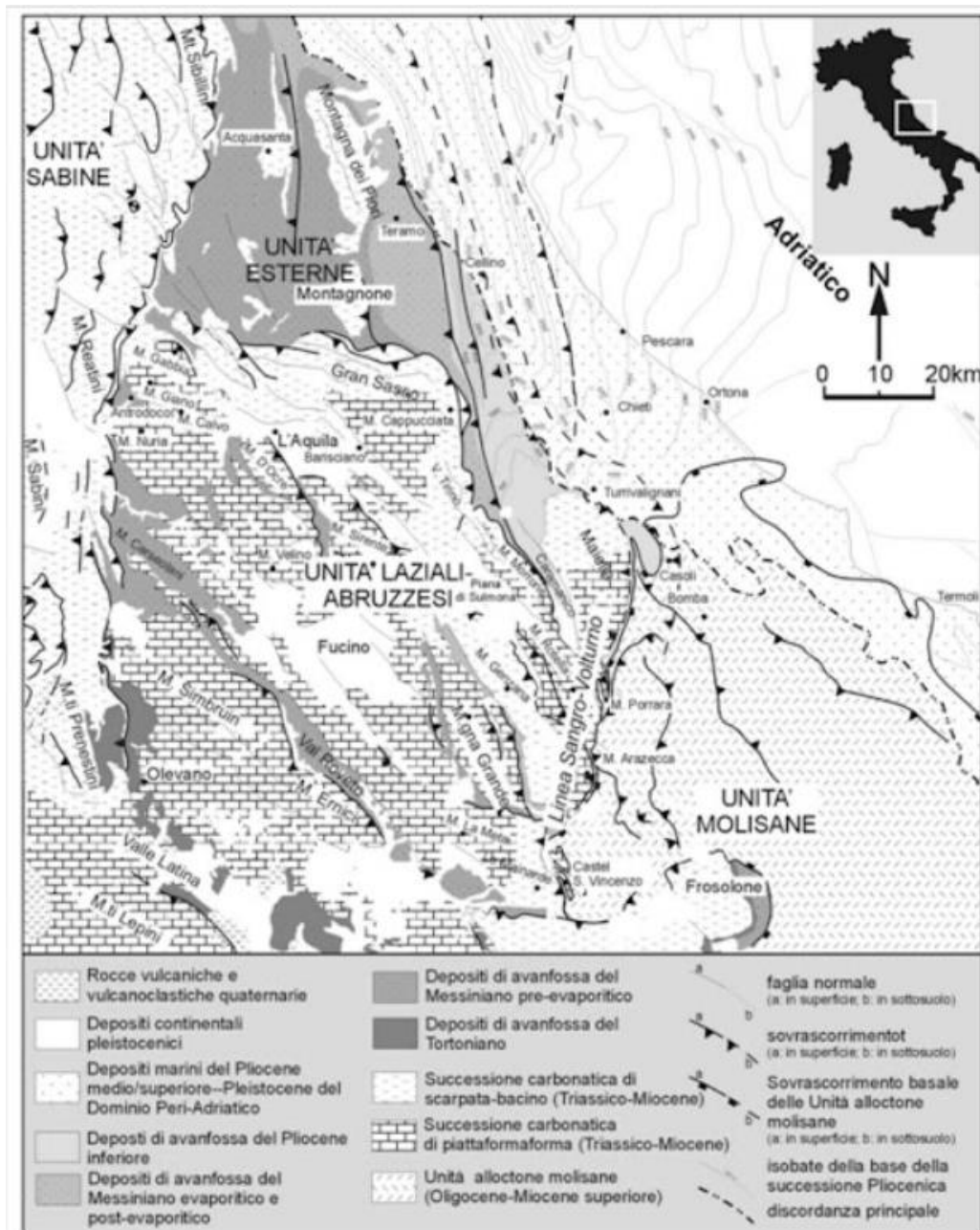


Figura 4. Estratto schema strutturale dell'Appennino centrale esterno ( da Calamita et alii, 2004).

Il settore della catena appenninica tra la Maiella e il Mare Adriatico è caratterizzato da una complessa struttura geologica, che riflette un'evoluzione stratigrafica e tettonica legata alla collisione tra le placche tettoniche eurasiatica e africana. Questo settore comprende diverse unità paleogeografiche strutturali:

- **Piattaforma Carbonatica Laziale-Abruzzese:** Le successioni stratigrafiche qui sono caratterizzate da facies di piattaforma carbonatica che si sono evolute dal Triassico al Cretaceo superiore. Queste facies sono principalmente costituite da sedimenti micritici a bassa energia, affiancati da facies di margine ad alta energia. Durante il Miocene medio, la piattaforma subì un progressivo sprofondamento, portando alla formazione di depositi marginali e di piede di scarpata.
- **Piattaforma Carbonatica Abruzzese Esterna:** Situata nelle dorsali montuose di M. Morrone, M. Pizzalto



Atlas Solar 11 S.r.l.		CODE <b>PIN.ENG.REL.008.00</b>
		PAGE 9 di 51

e M. Rotella, questa piattaforma presenta successioni stratigrafiche che vanno dal Lias al Cretaceo superiore. Il settore settentrionale presenta facies di bacino, mentre quello meridionale presenta facies di piattaforma.

- **Piattaforma Carbonatica Apula Deformata:** Questa unità paleogeografica, rappresentata dalla Maiella, è caratterizzata da un modello di piattaforma carbonatica di tipo bahamiano, con intensa tettonizzazione a causa delle spinte orogeniche appenniniche. Le facies di questa piattaforma sono state deformate durante l'orogenesi appenninica e oggi si trovano in affioramento nella Maiella, che rappresenta l'estremità settentrionale di questa piattaforma.
- **Bacini esterni adiacenti:** I bacini pelagici presenti, come il Bacino Umbro-Marchigiano-Sabino e il Bacino Molisano, sono caratterizzati da successioni di sedimenti fini e marini che testimoniano le fasi di annegamento della piattaforma carbonatica a causa della subsidenza. Questi bacini hanno raccolto sedimenti silicoclastici e carbonatici durante il Cenozoico e il Mesozoico.
- **Avanfossa Adriatica:** È l'ultima avanfossa appenninica, che si estende dalla Maiella fino al Mare Adriatico. Durante il Messiniano, in risposta alla subsidenza dovuta alla costruzione della catena, si formarono potenti successioni torbiditiche, come la Formazione della Laga. I depositi silicoclastici della fascia periadriatica si sono accumulati fino al Pliocene inferiore, con successivi sollevamenti tettonici che hanno portato all'emersione della fascia costiera e alla formazione di terrazzi alluvionali e depositi continentali.
- **Zona di catena e fascia pedemontana:** La zona di catena è dominata dalle facies carbonatiche della Maiella, strutturate come un grande anticlinale N-S. La fascia pedemontana è invece occupata da depositi di transizione tra i sedimenti marini del Pliocene e i depositi più recenti, alluvionali e travertinosi, presenti nelle valli e nelle pianure.

Questi elementi definiscono un contesto geologico variegato, in cui le interazioni tra piattaforme carbonatiche, bacini pelagici e avanfosse testimoniano una storia geologica complessa, segnata da movimenti tettonici, subsidenza e sedimentazione.

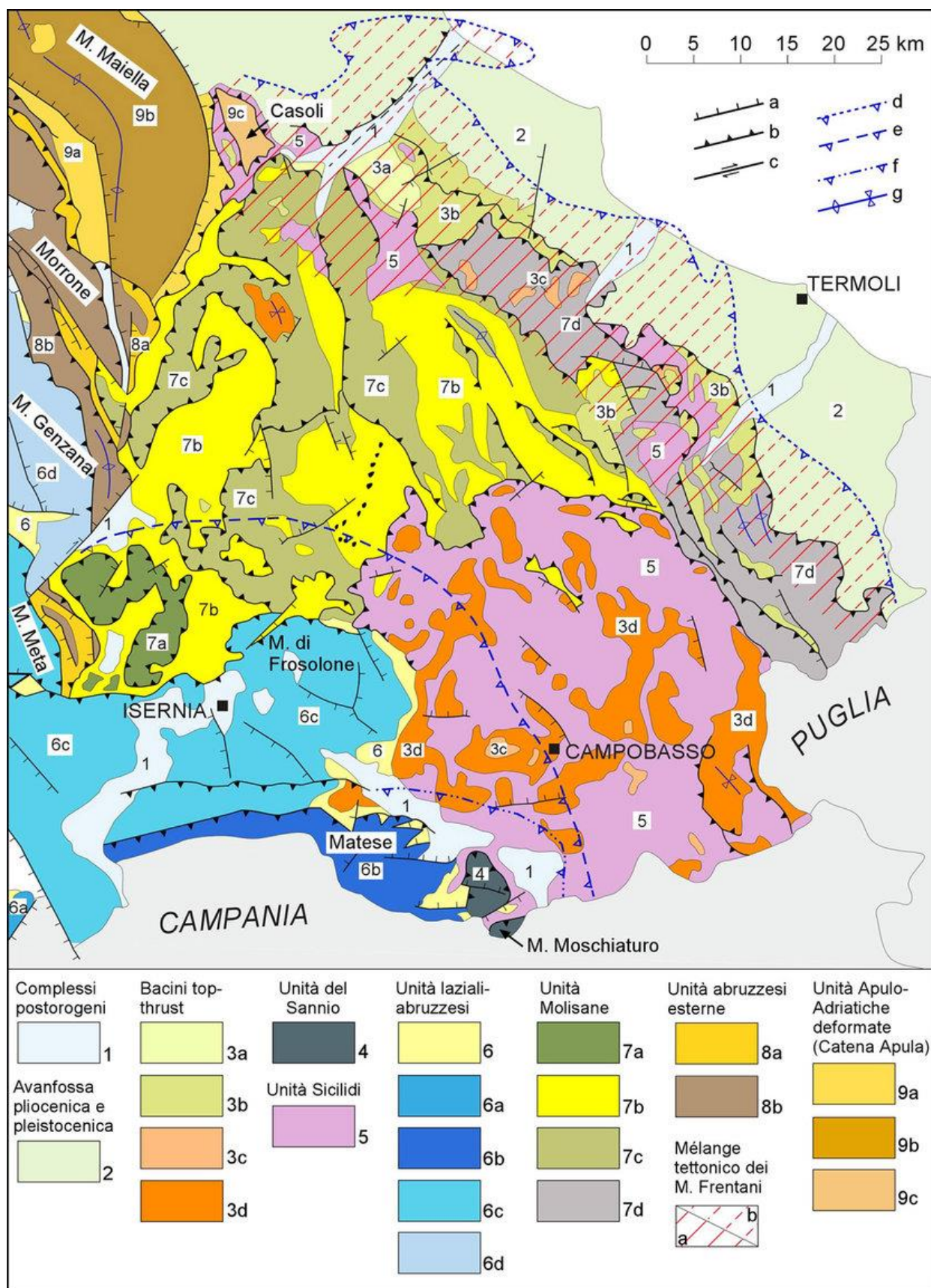


Figura 5 – Schema-strutturale-dell'Appennino-abruzzese-molisano-1-Successioni-continentali

Atlas Solar 11 S.r.l.		CODE <b>PIN.ENG.REL.008.00</b>
		PAGE 11 di 51

### 3.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE

Il territorio dell'area oggetto di studio si localizza nel settore nord occidentale del territorio comunale di Pineto. Esso presenta un paesaggio morbido e pianeggiante, con piccoli rilievi a sommità piatta, dati da depositi terrazzati marini e fluviali, collegati da deboli pendii ad ampie vallate alluvionali tra loro interposte. Dal punto di vista geostrutturale questo settore appartiene al dominio di Avanfossa adriatica, nel tratto che risulta compreso tra i rilievi della catena appenninica e la linea di costa adriatica.

L'area oggetto di studio si colloca nella parte più orientale e recente della fascia pede-appenninica dell'Appennino centrale. Questa è caratterizzata da rilievi collinari formati da argille marnose e sabbiose e si estende fino alla fascia costiera. Tale porzione, comunemente indicata in letteratura come bacino periadriatico, ha cominciato a svilupparsi alla fine del Pliocene inferiore, in concomitanza con la formazione del bacino più antico e occidentale del Cellino, che ha dato origine a un "bacino satellite" lungo la fascia periadriatica e all'avanfossa adriatica nella sua parte più esterna e orientale.

Sopra le torbiditi silicoclastiche della Formazione Cellino del Pliocene inferiore, si trova, in trasgressione e con evidente discordanza angolare, la Formazione Mutignano, formatasi in questo "bacino satellite" tra il Pliocene medio e il Pleistocene basale. Il fondale del bacino era strutturato a causa della presenza di due dorsali longitudinali (Bellante - Cellino Attanasio e Campomare - Montesilvano), localizzate in corrispondenza di sovrascorrimenti avvenuti durante la fase orogenica del Pliocene inferiore, e di sistemi di faglie trasversali e oblique che frammentavano il bacino in diverse depressioni con differenti tassi di subsidenza (CASNEDI, 1986; 1991; CASNEDI & SERAFINI, 1994; CENTAMORE et al., 1990; 1993; 1997; ORI et al., 1991).

Per quanto riguarda la parte più orientale del "bacino satellite", l'area di principale interesse dello studio, il graduale inclinamento verso E-NE della fascia periadriatica ha influenzato sia la morfologia del bacino che la dinamica dei sedimenti, come confermato dai rilevamenti geologici sul campo. La Formazione Mutignano, infatti, presenta variazioni di facies e spessore, oltre a discordanze angolari e lacune sedimentarie, legate alla tettonica sinsedimentaria.

La Formazione Mutignano è costituita da depositi basali sabbioso-conglomeratici di ambiente neritico, seguiti da peliti di piattaforma, all'interno delle quali sono intercalati orizzonti sabbiosi a geometria lenticolare. I depositi finali del ciclo sedimentario formano corpi tabulari debolmente inclinati verso E-NE e sono costituiti da sabbie e conglomerati di ambiente transizionale tra marino e continentale (CANTALAMESSA et al., 1986; BIGI et al., 1995; 1996). Lo spessore di questa formazione varia notevolmente, da alcune centinaia di metri fino a un massimo stimato di 3,5 km, basato su interpretazioni sismiche a riflessione (CRESCENTI et al., 2004). Inoltre, i depositi argilloso-sabbiosi dell'avanfossa plio-pleistocenica sono in parte ricoperti da sedimenti continentali quaternari, che includono sedimenti alluvionali recenti e terrazzati antichi, depositi fluvio-deltizi e vari depositi di copertura.

L'assetto geologico e tettonico locale è rappresentato dalla presenza di terreni risalenti al Plio-Pleistocene e al Quaternario, che possono essere distinti in Unità Geologiche Marine (UGM), costituite da depositi marini e di transizione, e Unità Geologiche Continentali (UGC), composte da depositi continentali. Tra le Unità Geologiche Marine spiccano le associazioni tipiche della Formazione di Mutignano, che verranno descritte in dettaglio nel Capitolo 8.3. Le principali associazioni, in ordine di antichità, sono:

- Associazione pelitico-sabbiosa (FMTa);
- Associazione sabbioso-pelitica (FMTc);



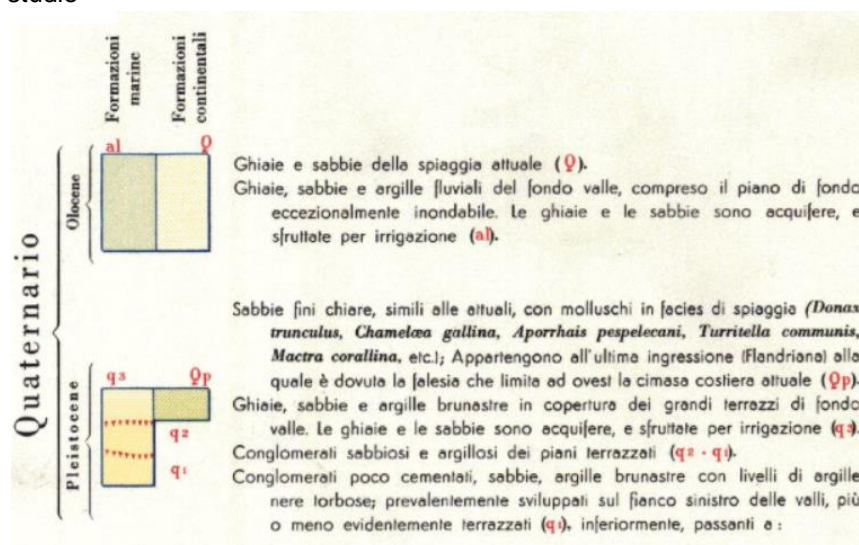
- Associazione sabbioso-conglomeratica (FMTd).

Tra le Unità Geologiche Quaternarie si annoverano:

- Depositi antropici (ant);
- Depositi alluvionali (all);
- Depositi alluvionali terrazzati (at);
- Depositi di spiaggia (spi);
- Coltre eluvio-colluviale (col);
- Depositi di frana (fra).



 Area di studio





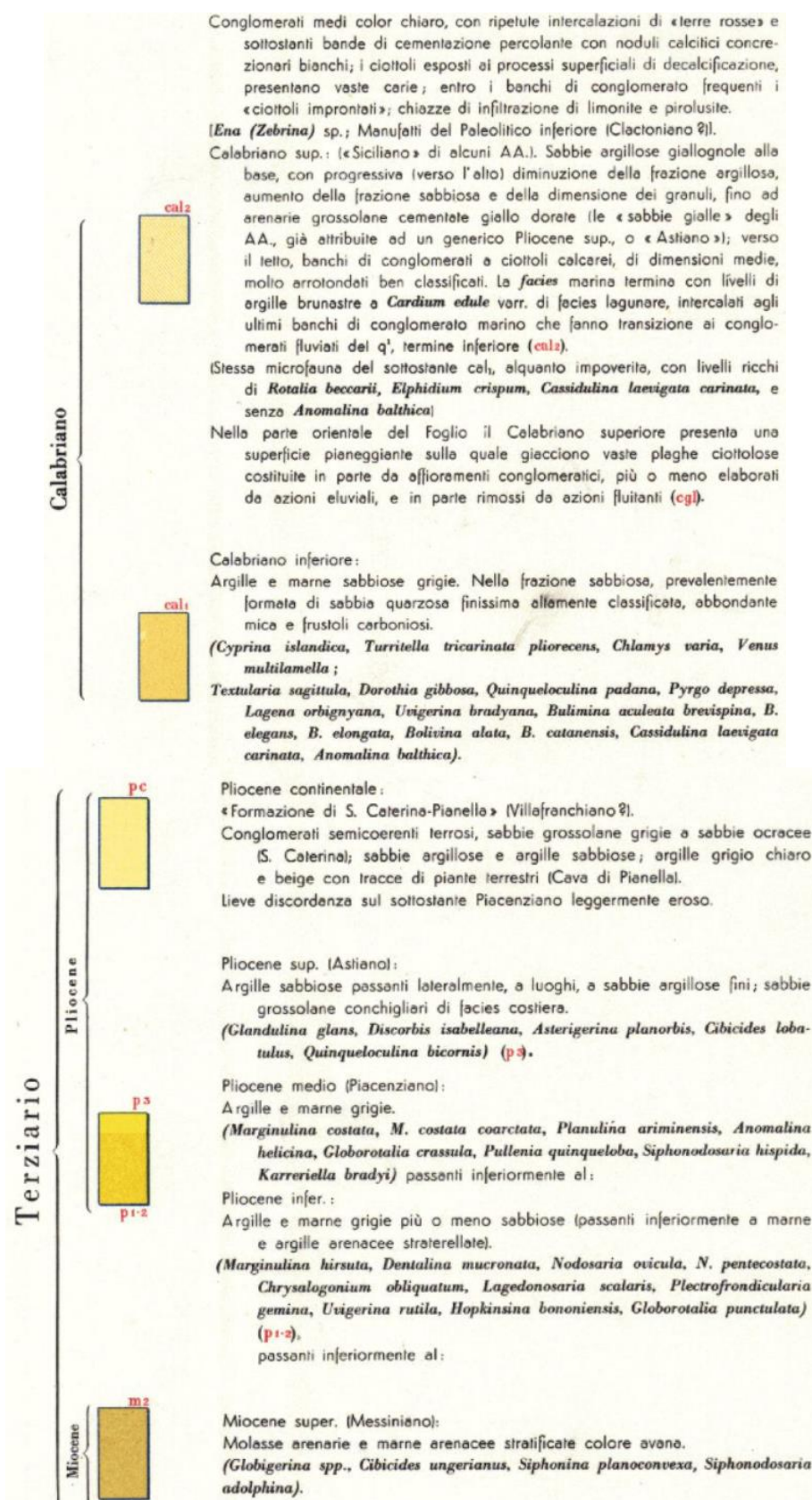
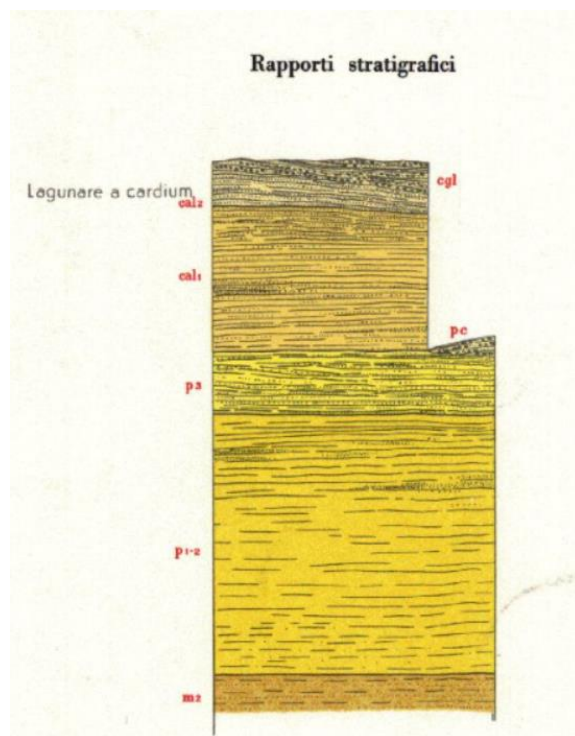


Figura 6 – Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:100.000 Foglio 141 Pescara.



**Figura 7 – Schema dei rapporti stratigrafici.**

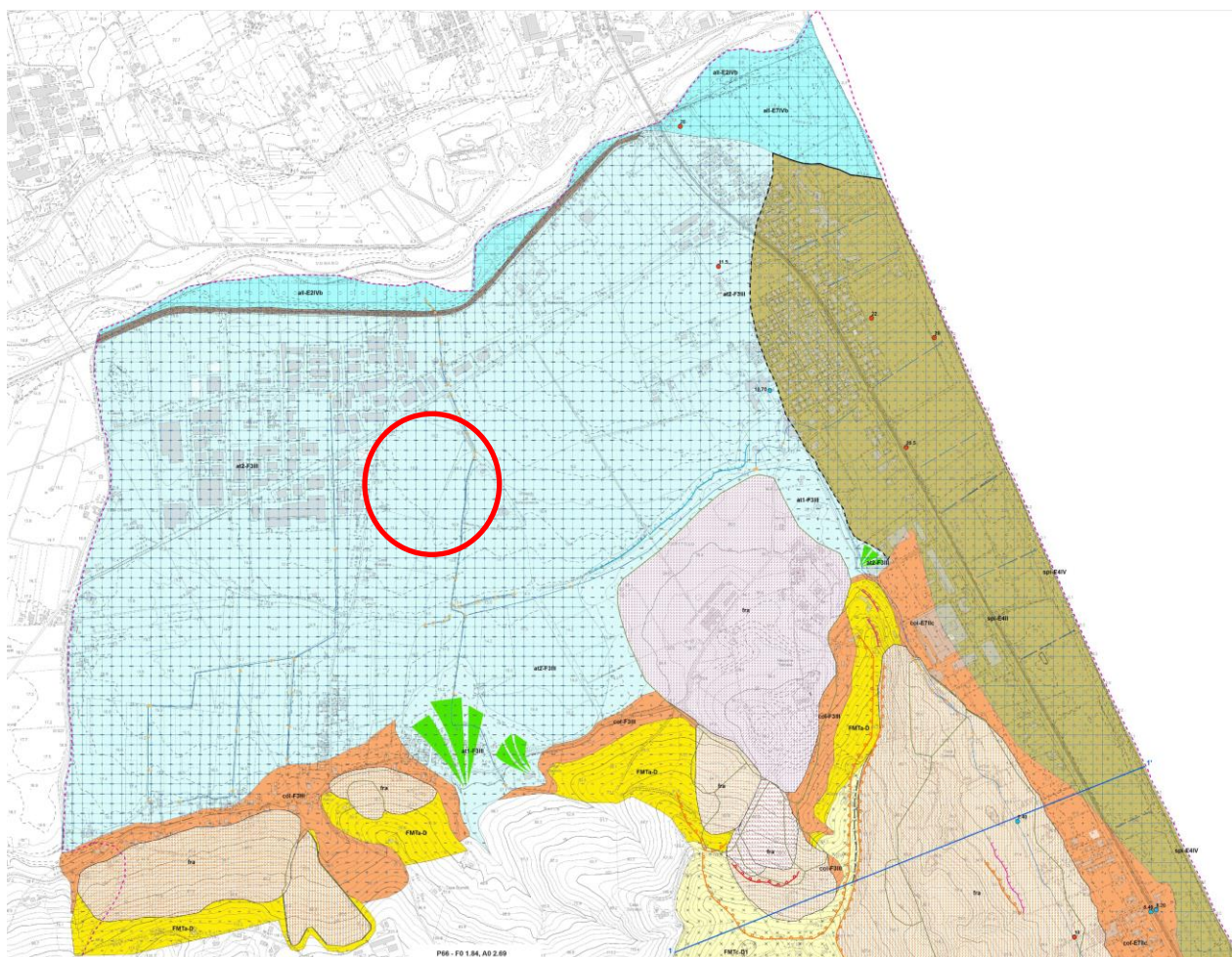
Le litologie che costituiscono questo settore sono principalmente terreni sedimentari di natura sia continentale che marina ed in particolare nell'area affiorano:

- **Sabbie fini di origine marina pleistocenici, talvolta comprendenti livelli ghiaiosi e conglomeratici oppure sabbiosi e argillosi;**
- **Argille e marne Plioceniche, più o meno sabbiose;**
- Conglomerati del Calabriano sup. comprendenti una successione che passa da frazioni più sabbiose e argillose che evolve verso termini meno argillosi e più sabbiosi a granulometria sempre maggiore;
- Argille e marne del Calabriano inf.

Dalla consultazione della Carta geologica del CARG Foglio 141 Pescara risulta che nell'area di indagine affiorano i depositi Argillosi e marnosi Pliocenici.

L'Avanfossa, bacino adiacente ed in parte sottoposto al fronte esterno della Catena appenninica, si è formata a partire dal Pliocene inferiore per progressivo colmamento di una depressione tettonica allungata NW-SE, da parte di sedimenti clastici; questo processo, sia pure con evidenze diacroniche, si è concluso alla fine del Pleistocene con l'emersione dell'intera area. I terreni affioranti appartengono al riempimento dell'Avanfossa e nell'area di interesse corrispondono appunto ai depositi argillosi marnosi descritti sopra.





Area di interesse

#### at n Depositi alluvionali terrazzati (at n)

Depositi alluvionali terrazzati presenti lungo le valli del torrente Calvano e del fiume Vomano. La litologia del deposito è caratterizzata da prevalenti limi argillosi e limi sabbiosi con presenza di episodi ghiaiosi, a stratificazione piano-parallelà e incrociata a basso angolo. La numerazione indicata al posto della lettera "n" indica l'ordine di terrazzamento, a partire dal più antico. Spessore: 5-15 m. Pleistocene sup.

## LEGENDA

### Unità Geologiche (U.G.)

#### Unità Geologiche Continentali (U.G.C.)

##### ant Depositi antropici (ant)

Materiale derivante dall'attività antropica, caratterizzato prevalentemente da terreni di riporto. Le perimetrazioni possono contenere localmente alcuni metri di materiale colluviale alla base. Spessore: 3-8 m. Olocene

##### fra Depositi di frana (fra)

Depositi caratterizzati da litologie differenti a seconda delle unità coinvolte. Si tratta generalmente di depositi pelitici e pelitico-sabbiosi. Olocene

##### all Depositi alluvionali (all)

Depositi alluvionali recenti di fondovalle del torrente Calvano e del fiume Vomano. La litologia del deposito è caratterizzata da prevalenti ghiaie. Spessore: 3-10 m. Olocene

##### spi Depositi di spiaggia (spi)

Depositi di spiaggia, caratterizzati da sabbie a granulometria medio-fine, da sciolte (depositi di spiaggia attuale), o mediamente addensate (depositi di spiaggia recente), con presenza episodica di ghiaie e ciottoli eterometrici arrotondati. Spessore: 3-8 m. Olocene

##### col Coltre eluvio colluviale (col)

Materiale detritico a sedimentazione gravitativa e/o da ruscellamento diffuso e/o concentrato. Si riscontrano lungo le linee di impluvio o alla base dei versanti interessati. La litologia è estremamente variabile in base alla tipologia del substrato che ha generato il detrito. Essa può spaziare da limi argillosi a limi sabbiosi, di colore da avana a bruno. A luoghi possono inglobare ghiaie e ciottolotti centimetrici calcarei ed arenacei o sabbie ghiaiose. Spessore estremamente variabile da 3 m a 15 m. Olocene

##### at n Depositi alluvionali terrazzati (at n)

Depositi alluvionali terrazzati presenti lungo le valli del torrente Calvano e del fiume Vomano. La litologia del deposito è caratterizzata da prevalenti limi argillosi e limi sabbiosi con presenza di episodi ghiaiosi, a stratificazione piano-parallela e incrociata a basso angolo. La numerazione indicata al posto della lettera "n" indica l'ordine di terrazzamento, a partire dal più antico. Spessore: 5-15 m. Pleistocene sup.

### Unità Litotecniche (U.L.)

#### Unità di Substrato

Unità litotecniche coesive sovraconsolidate D

D - Argille e limi sovraconsolidati.

D1 - Limi

#### Unità di Copertura

Unità litotecniche granulari E

E2 - Ghiaie

E4 - Sabbie

E7 - Limo sabbioso

ADDENSAMENTO

II Moderatamente addensato

IV Sciolto

INCLUSIONI

b Frazione fine interstiziale non coesiva.

### Elementi geomorfologici

Forme di superficie areali: Instabilità di Versante

Attivo Quiescente Inattivo

Corpo di frana di scorrimento rotazionale

Deformazioni superficiali lente

Corpo di frana complessa

Fonte: Cartografia P.A.I. fg. 340-o, 351-o

### Elementi idrogeologici e di sottosuolo

Area con falda a profondità dal p.c. < 15 m

Sorgente lineare di portata imprecisata

Profondità in m del substrato rigido raggiunto da sondaggio

Profondità in m del substrato rigido che non ha raggiunto da sondaggio

#### Unità Geologiche Marine (U.G.M.)

Fonte: Progetto CARG fg. 351 - Pescara

#### Formazione di Mutignano

##### FMTc Associazione sabbioso-pelitica (FMTc)

E' caratterizzata da alternanze di sabbie e sabbie silteose, a diverso grado di cementazione, con argille ed argille silteose grigiastre, ben stratificate ed internamente laminate. Il progressivo aumento del tenore di sabbia e silt verso l'alto è marcato da una variazione cromatica dal grigio al beige al giallo-ocra. Il rapporto sabbia/argilla è all'incirca pari ad 1 ed il contenuto macrofossilifero è rappresentato essenzialmente da una ricca macrofauna a bivalvi e gasteropodi. Spessore variabile da 30 m a 70 m. L'età è riferibile al Pliocene superiore - Pleistocene inferiore p.p.

##### FMTa Associazione pelitico-sabbiosa (FMTa)

Ben evidente lungo le incisioni calanchive, nelle porzioni medio-basali dei versanti, la litofacies è caratterizzata da argille e limi di colore grigio, con intercalazioni, sempre più frequenti verso l'alto, di sottili livelli sabbioso-limosi e sabbiosi, talora fossiliferi (bivalvi, piccoli gasteropodi ed echinodermi), a granulometria fine e media. Il rapporto sabbia/argilla è nettamente inferiore all'unità. Lo spessore minimo è di circa 50 m fino a valori superiori a 100-200 m. L'età è riferibile alla parte alta del Pliocene superiore - Pleistocene inferiore p.p..

### Elementi tettonico strutturali

----- Limite delle U.L. certo

----- Limite delle U.L. presunto

#### Unità Litotecniche coesive F

F3 - Limo-argilloso.

CONSISTENZA

III Coesivo Consistente

#### Terreni contenenti resti di attività antropica G

G - Terreni di origine antropica (riporti) con diverso grado di addensamento.

Col ES III A

Unità geologica di appartenenza Suddivisione granulometrica Stato di addensamento/consistenza Tipologia inclusioni

#### Altri elementi areali

Conoide alluvionale

Instabilità di versante lineari

Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana:

Attivo Quiescente

Elementi lineari

H < 10m Cresta

Orlo di terrazzo fluviale

Altri elementi

Traccia sezioni geologico-tecniche

Limite territorio comunale di Pineto

200 100 0 200 Metri

Figura 8. Stralcio Carta Geologico-tecnica, Microzonazione Sismica I livello comune di Pineto (TE).



Atlas Solar 11 S.r.l.		CODE <b>PIN.ENG.REL.008.00</b>
		PAGE 17 di 51

### 3.3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO REGIONALE

Il territorio descritto mostra una notevole varietà geomorfologica, frutto della combinazione di fattori altimetrici, litologici e tettonici, tipici dell'Appennino centro-meridionale. L'area è suddivisibile in tre settori principali:

- **Settore montano:** Questo è dominato da massicci imponenti con creste che raggiungono spesso altitudini tra i 2.000 e i 2.500 metri, con alcune vette che superano tali altezze, come nel caso del Gran Sasso o della Maiella. Le montagne sono caratterizzate da rilievi subparalleli e altopiani che spesso si presentano come zoccoli altimetrici di 1.000-1.500 m. Le forme sono influenzate dalle caratteristiche delle rocce, che variano da arenarie e argilliti nei Monti della Laga, a calcari e marne in altre zone. Importanti conche tettoniche (come quella del Fucino) si trovano all'interno delle catene, con forme geomorfologiche varie e sedimenti continentali. Le rocce calcaree favoriscono lo sviluppo del fenomeno carsico, come nei pianori del Gran Sasso e della Maiella, con doline, solchi carsici e poche grotte. Le tracce glaciali, come morene e circhi, sono evidenti, specialmente nel Parco Nazionale d'Abruzzo e sulla Maiella.
- **Fascia pedemontana:** Questa zona si estende immediatamente dopo la catena montuosa e presenta rilievi con altitudini che raggiungono i 1.000 metri, incisi da valli strette e profonde. I rilievi sono disposti secondo la direzione appenninica e sono scolpiti principalmente nei sedimenti torbiditici del Pliocene e del Messiniano. Le forme strutturali come cuestas e mesas sono modellate dall'erosione selettiva. Le aree argillose sono soggette a frane e movimenti gravitativi, mentre i calanchi, dovuti all'erosione accelerata, sono particolarmente diffusi, ad esempio nella zona di Atri.
- **Settore costiero:** Il litorale abruzzese si estende per circa 125 km, con alternanza di coste basse e alte. A nord, tra il Tronto e Ortona, prevalgono coste basse con pianure alluvionali, mentre a sud, verso Vasto, si trovano coste alte con promontori e baie. Il recente sollevamento costiero ha influenzato l'idrografia e il drenaggio dell'area, con corsi d'acqua che scorrono paralleli alla costa e si trovano spesso in valli asimmetriche. La morfologia costiera è dominata da falesie attive e inattive, modellate dall'azione combinata dei processi marini e gravitativi.

In sintesi, la regione presenta una complessa interazione tra la struttura geologica, i processi erosivi, le caratteristiche litologiche e l'evoluzione tettonica, con una diversificazione di forme che va dai rilievi montani, alle valli incise, ai fenomeni carsici, alle frane, fino alle coste modellate dalle onde e dai movimenti gravitativi.

#### 3.3.1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO LOCALE

L'area di interesse progettuale è situata all'interno del territorio comunale di Pineto (TE), il quale, situato lungo la fascia costiera dell'Abruzzo, presenta una geomorfologia strettamente legata alla sua collocazione tra il litorale adriatico e le prime alture collinari che caratterizzano l'entroterra. La sua estensione territoriale, che copre circa 38,11 km<sup>2</sup>, include un ambiente eterogeneo che spazia da aree pianeggianti di natura costiera fino a zone collinari che raggiungono i 324 metri di altitudine in corrispondenza della frazione di Mutignano.

Il paesaggio geomorfologico appartiene al tipico ambiente derivante dall'evoluzione delle formazioni plio-pleistoceniche, ed agli eventi geomorfologici recenti, di tipo sia fluviale che costiero.

Atlas Solar 11 S.r.l.		CODE <b>PIN.ENG.REL.008.00</b>
		PAGE 18 di 51

Le differenze morfologiche dipendono dalla natura dei sedimenti costituenti i rilievi circostanti e dalle dinamiche fluviali e costieri in relazione all'erosibilità dei litotipi presenti e dell'energia di rilievo che caratterizza il contesto geomorfologico. Si distinguono in dettaglio le seguenti morfologie nell'ambito del territorio di interesse:

### 1. Morfologia costiera

La fascia costiera di Pineto è caratterizzata da un profilo morfologico piuttosto regolare, con una lieve pendenza che degrada dolcemente verso il mare. Le quote altimetriche, in questa porzione del territorio, si mantengono molto basse, oscillando tra pochi metri sul livello del mare (s.l.m.) fino a circa 10-15 metri s.l.m. nelle aree immediatamente interne. Questo settore costiero si estende per circa 7 km lungo il Mar Adriatico, ed è costituito prevalentemente da spiagge sabbiose che si alternano a tratti con depositi misti sabbiosi-ghiaiosi, in particolare nelle aree più vicine alla foce dei corsi d'acqua principali. Le spiagge di Pineto si sviluppano parallelamente alla linea di costa, formando un litorale quasi rettilineo, interrotto localmente solo dalla foce del fiume Vomano a nord e dal torrente Calvano a sud.

### 2. Piana costiera e sedimentazione

L'area pianeggiante che si estende lungo la costa è il risultato di processi sedimentari legati principalmente alle dinamiche marine e fluviali, che nel tempo hanno contribuito a creare depositi alluvionali e marini recenti. Questi sedimenti sono costituiti da sabbie e ghiaie di origine marina, portati dal moto ondoso e dai fiumi, e da materiali più fini come limi e argille nelle aree più interne e a bassa energia. Il processo di deposizione è stato intensificato dalla presenza dei corsi d'acqua principali, tra cui il fiume Vomano e il torrente Calvano, che fungono da vie preferenziali per il trasporto dei sedimenti verso la costa. Questi fiumi, grazie alla loro azione erosiva a monte, trasportano materiale detritico che si accumula progressivamente nella piana costiera.

### 3. Morfologia collinare

Allontanandosi dalla fascia costiera, il territorio di Pineto passa gradualmente dalle pianure costiere alle colline dell'entroterra. Le alture collinari si sviluppano prevalentemente nella parte occidentale e sud-occidentale del comune, dove la morfologia diventa più accentuata con rilievi che si innalzano fino a raggiungere la quota massima di 324 metri nei pressi della frazione di Mutignano. Questa zona collinare è composta principalmente da terreni di origine pliocenica e pleistocenica, formati da alternanze di marne, arenarie e argille, che sono il risultato di antiche fasi di sedimentazione marina e successivi processi di sollevamento tettonico.

Le colline sono generalmente caratterizzate da pendii moderatamente acclivi, con versanti che presentano fenomeni erosivi di vario tipo, in particolare erosione superficiale dovuta al ruscellamento e, in alcuni casi, piccole frane superficiali. Le caratteristiche geologiche dei terreni, composte da sedimenti poco coerenti e spesso argillosi, contribuiscono a una moderata instabilità geomorfologica, soprattutto nelle aree a più alta pendenza.

Atlas Solar 11 S.r.l.		CODE <b>PIN.ENG.REL.008.00</b>
		PAGE 19 di 51

### **3.3.1.1.1. Idrografia e dinamiche fluviali**

I principali corsi d'acqua che attraversano il territorio comunale sono il fiume Vomano, a nord, e il torrente Calvano, a sud. Questi corsi d'acqua rappresentano importanti elementi morfologici, modellando il territorio sia attraverso l'erosione dei versanti collinari sia mediante la deposizione di sedimenti nelle aree pianeggianti. Il fiume Vomano, che delimita il confine settentrionale del comune, possiede un alveo di tipo torrentizio con forti variazioni di portata stagionali, e nel tratto terminale si allarga, formando una piccola pianura alluvionale. Il torrente Calvano, invece, ha un bacino più limitato, ma con caratteristiche simili di natura torrentizia e un regime idrico influenzato dalle piogge stagionali.

### **3.3.1.1.2. Dinamiche erosive e rischio geomorfologico**

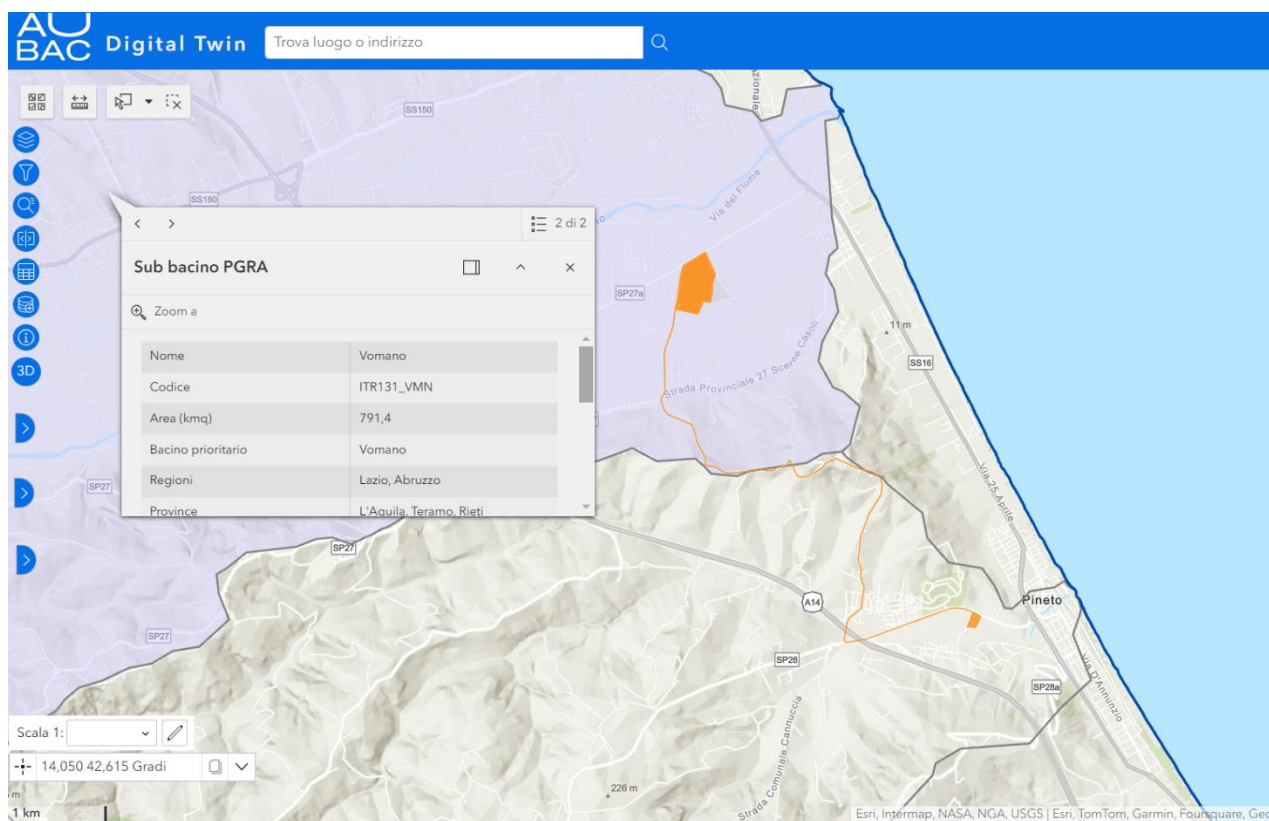
Le dinamiche erosive, soprattutto lungo i versanti collinari, rappresentano uno dei principali processi geomorfologici attivi nel territorio di Pineto. I suoli, spesso argillosi e sabbiosi, sono particolarmente vulnerabili all'erosione superficiale, che è favorita dalla pendenza dei rilievi e dalle precipitazioni concentrate nei mesi autunnali e invernali. Tale fenomeno è maggiormente evidente nelle zone collinari a ovest, dove si osservano incisioni nei versanti e fenomeni di scivolamento superficiale dei terreni.

Nelle aree costiere, l'erosione marina costituisce un'altra dinamica rilevante, specialmente nei tratti di spiaggia più esposti alle correnti e al moto ondoso. In alcuni punti, si è osservata una progressiva riduzione dell'ampiezza della spiaggia, con conseguenti interventi di difesa costiera tramite barriere frangiflutti artificiali. In sintesi, la geomorfologia del territorio comunale di Pineto è caratterizzata da una netta distinzione tra la fascia pianeggiante costiera e le aree collinari dell'entroterra. Le dinamiche morfologiche attuali sono fortemente influenzate dai processi erosivi e sedimentari, sia fluviali che marini, con fenomeni di instabilità localizzata nelle zone collinari e di erosione costiera nelle aree più esposte. Questi elementi sono fondamentali per una corretta pianificazione territoriale e per la gestione sostenibile del territorio, con particolare attenzione alla mitigazione dei rischi geomorfologici e alla salvaguardia dell'ambiente naturale.

### **3.3.1.1.3. Contesto idrogeologico locale**

Dal punto di vista idrogeologico, nelle aree di avanfossa le formazioni prevalentemente sono caratterizzate da bassa permeabilità in quanto costituite da argille e marne argillose. Nei settori in cui affiorano i depositi alluvionali pleistocenici o recenti la permeabilità è variabile a seconda delle litologie che li caratterizzano che possono variare da ghiaiose ad argilloso – limose. Le condizioni idrogeologiche del territorio sono regolate dalle caratteristiche fisiche e meccaniche nonché dalla litologia e dall'assetto strutturale delle formazioni geologiche. I terreni presenti nell'area sono caratterizzati da una permeabilità (primaria per porosità) bassa, tipica dei litotipi argillosi e limoni, ma tende poi ad essere variabile all'interno dei livelli più sabbiosi, dove la permeabilità è variabile tra media per litotipi sabbiosi e bassa per i litotipi limoso-sabbiosi e limoso – argillosi. L'idrogeologia locale è legata sicuramente anche alla morfologia estremamente pianeggiante nonché al reticolo idrografico locale dove, come detto in precedenza, in tal caso è condizionato dalla presenza del Fiume Vomano collocato nelle vicinanze dell'area di studio, la quale dal punto di vista idrogeologico ricade appunto all'interno del Bacino del F. Vomano.

Gli acquiferi presenti nell'area di interesse saranno dunque sia acquiferi superficiali nei livelli più porosi appartenente alle superfici dei terrazzi e sia acquiferi più profondi appartenenti alle unità argillose plioceniche.



**Figura 9. Inquadramento dell'area di impianto in relazione ai Bacini idrologici.**

L'area di impianto rientra nel Sub Bacino PGRA del F. Vomano, mentre la restante parte del cavidotto, più a sud, rientra nel sub Bacino Casola.



#### 4. PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E IDRAULICA – PAI

Il piano di bacino per l'assetto idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale è finalizzato al miglioramento delle condizioni del regime idraulico e della stabilità geomorfologica necessari a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo del territorio sostenibile rispetto agli assesti naturali ed alla loro tendenza evolutiva. Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini Idrografici di Rilievo Regionale Abruzzesi e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro "Fenomeni Gravitativi e Processi Erosivi" (PAI) viene definito dal legislatore quale "strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato" (si veda art 17 della L. 183/89, Legge Quadro in materia di difesa del suolo).

La consultazione delle cartografie elaborate in ambiente GIS, prodotte grazie alla sovrapposizione degli shape.file scaricati dal Distretto dell'Appennino Centrale e dal portale Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini Idrografici di Rilievo Regionale Abruzzesi, ha consentito di valutare l'assetto idrogeologico dell'area di impianto e delle aree limitrofe. Di fatti, l'area di impianto **non è interessata** da perimetrazione PAI pericolosità e rischio da frana, mentre **è interessata da perimetrazioni di pericolosità idraulica e alluvionale.**

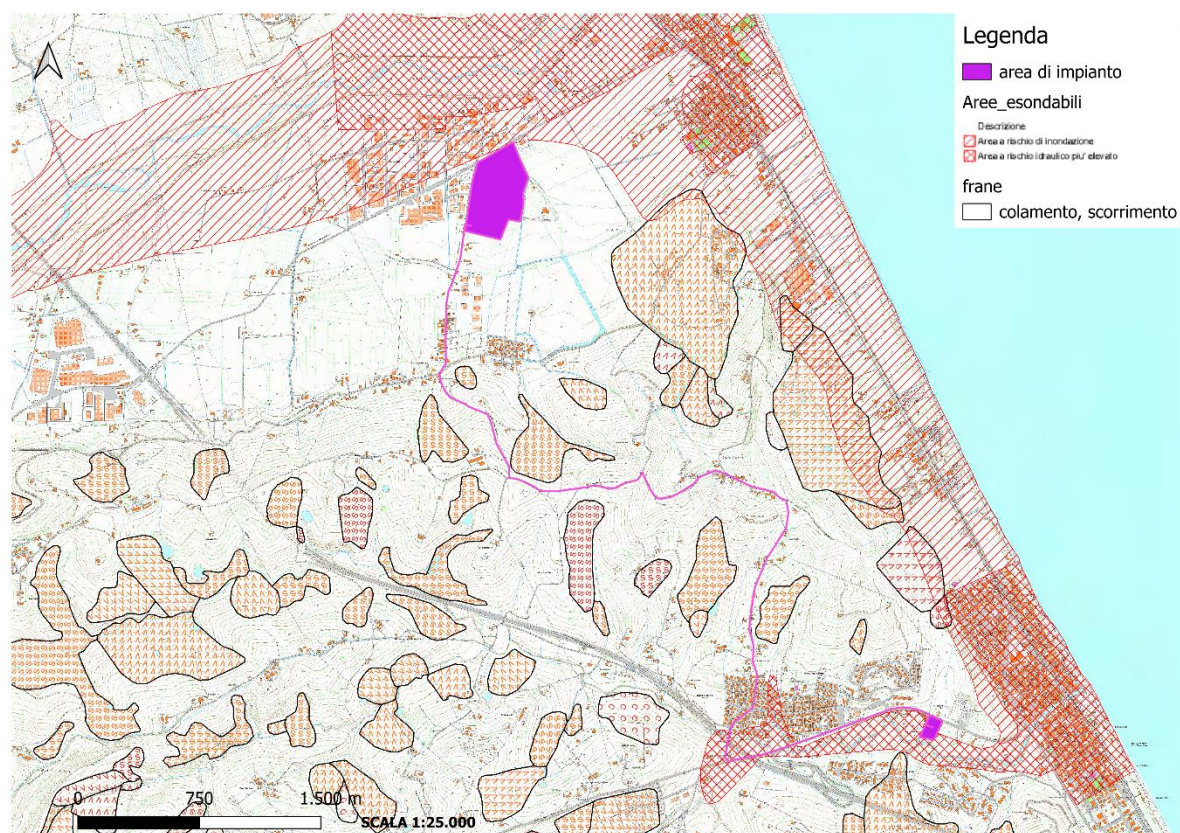
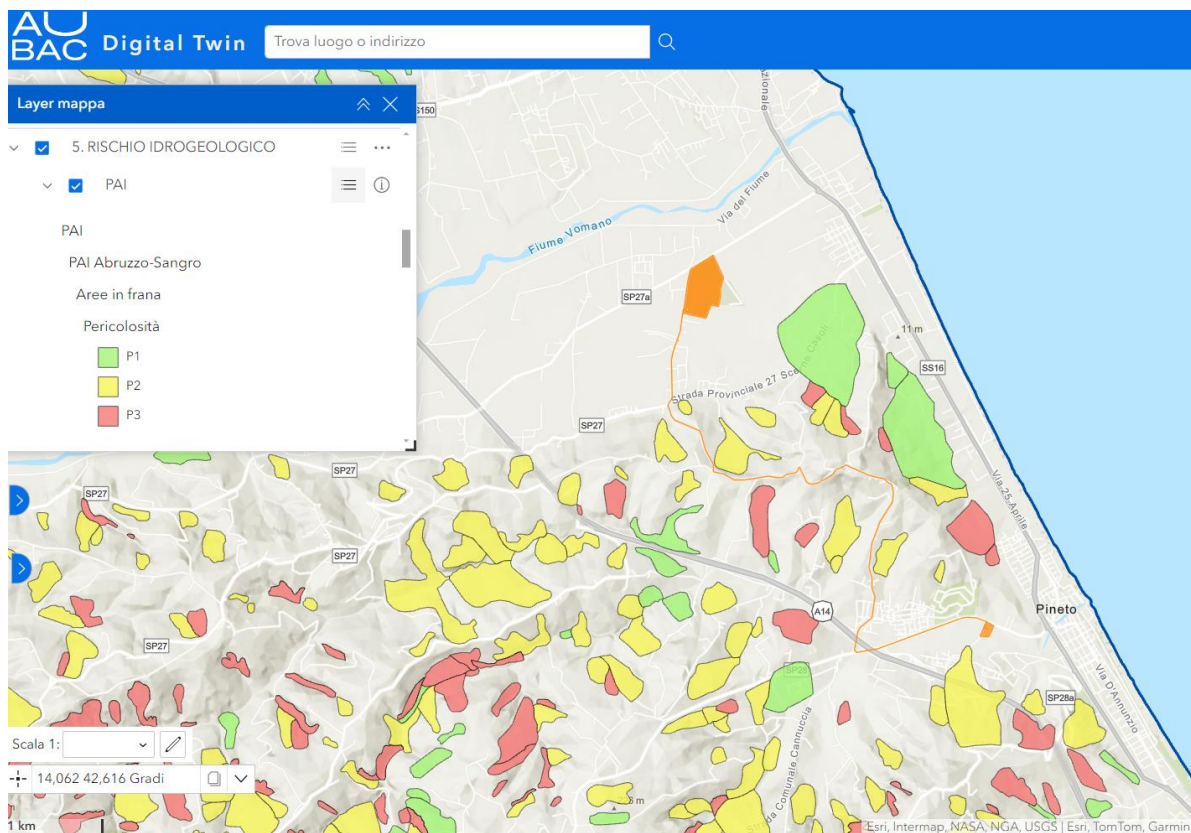


Figura 10. Carta delle perimetrazioni delle aree esondabili e delle aree in frana.



**Figura 11 – Inquadramento dell'area di Progetto rispetto alla Pericolosità Frana del PAI.**

Dalla figura 11 si evince come né l'area di impianto né il cavidotto sono interessate da perimetrazioni di Pericolosità da Frana secondo il PAI.



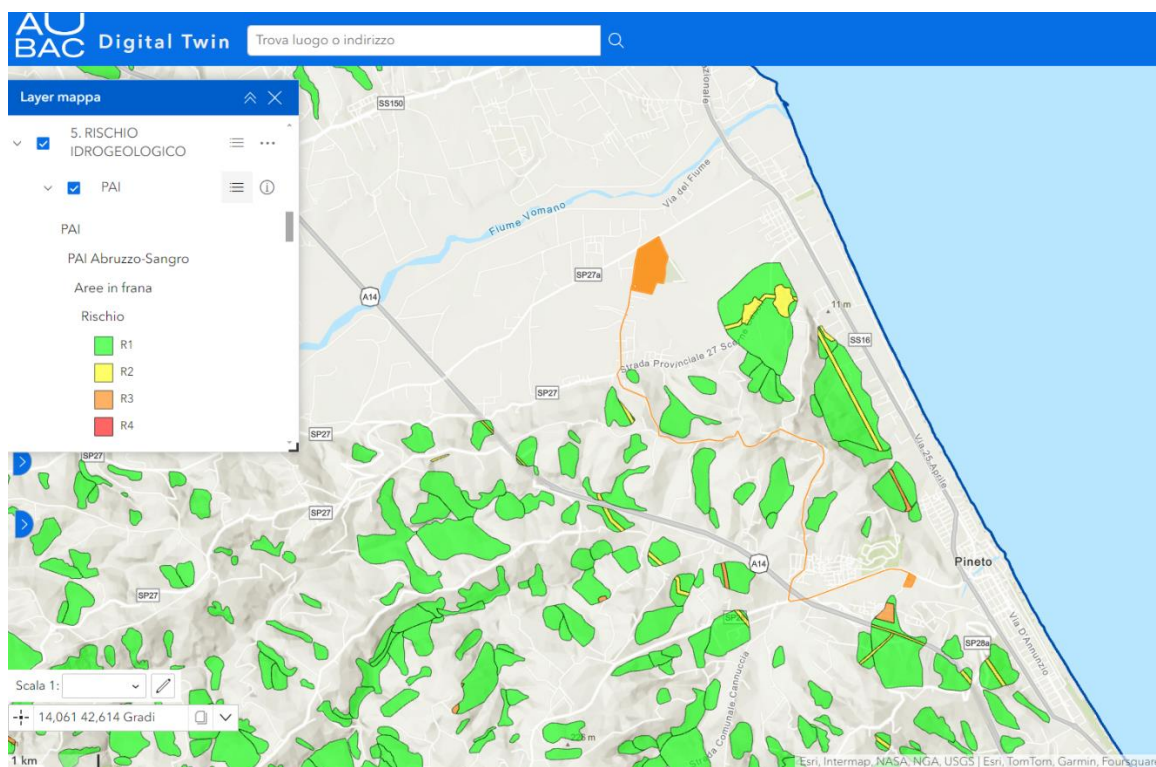


Figura 12. Inquadramento dell'area di Progetto rispetto al Rischio Frana del PAI.

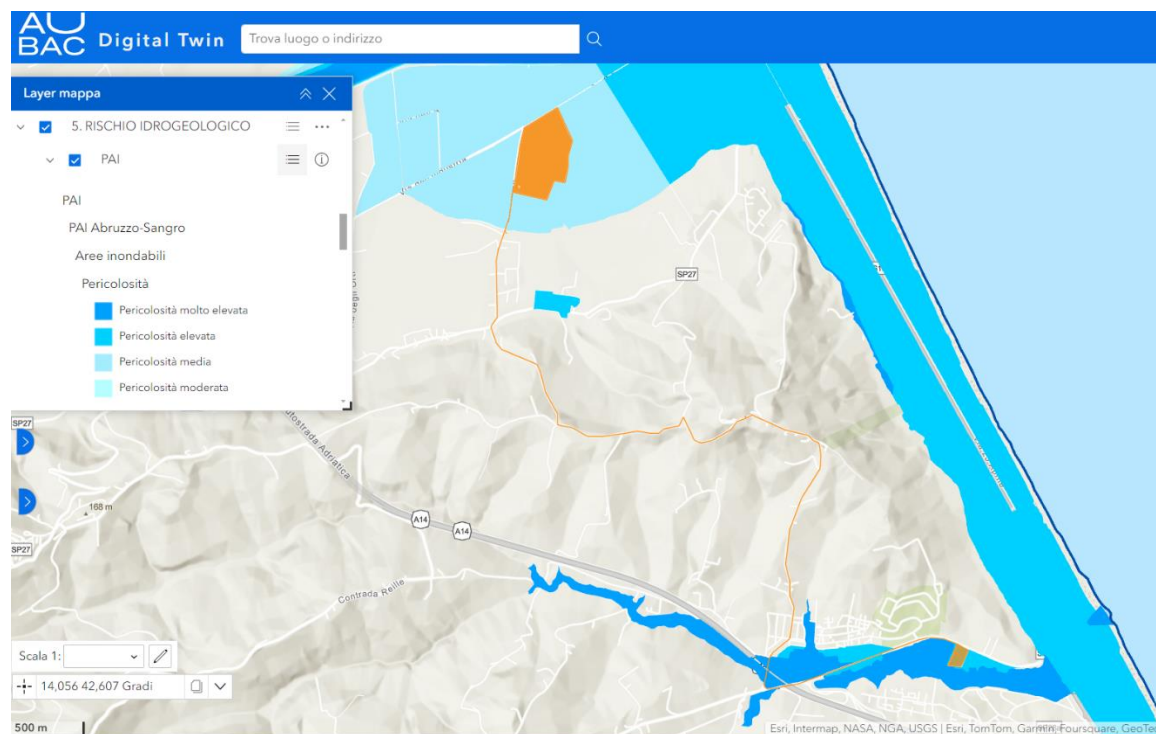


Figura 13. Inquadramento dell'area di Progetto rispetto alla Pericolosità Inondazione del PAI.

L'area in oggetto non è interessata da perimetrazioni PAI relative ai fenomeni franosi, ma risulta essere interessata da una **Pericolosità Alluvionale media (P2)**, mentre la parte più meridionale del cavidotto attraversa sia perimetrazioni con Pericolosità alluvionale P3 che P4.

## 5. PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI – PGRA

La Direttiva Europea 2007/60/CE, recepita nel diritto italiano con D.lgs. 49/2010, ha dato avvio ad una nuova fase della politica nazionale per la gestione del rischio di alluvioni, che il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) deve attuare, nel modo più efficace. Il PGRA, introdotto dalla Direttiva per ogni distretto idrografico, dirige l'azione sulle aree a rischio più significativo, organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio e definisce gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le Amministrazioni e gli Enti gestori, con la partecipazione dei portatori di interesse e il coinvolgimento del pubblico in generale. Di fatto, il Rischio alluvione nell'area di impianto è presente e, da perimetrazioni PGRA è pari ad una **Pericolosità media (P2) con un Rischio medio associato R2**, sebbene la parte più meridionale del caviodotto attraversa aree con perimetrazione di **Pericolosità elevata P3** e Rischio associato **R3 ed R4**.

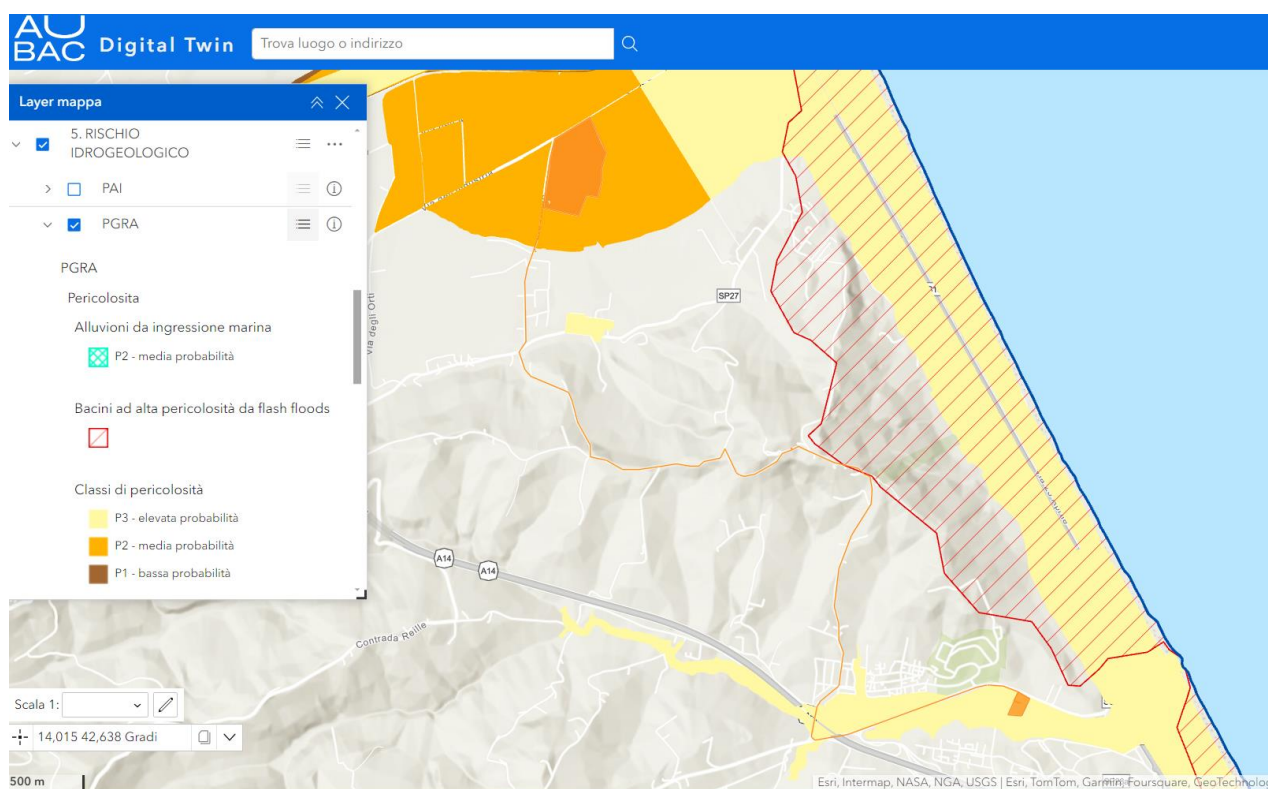
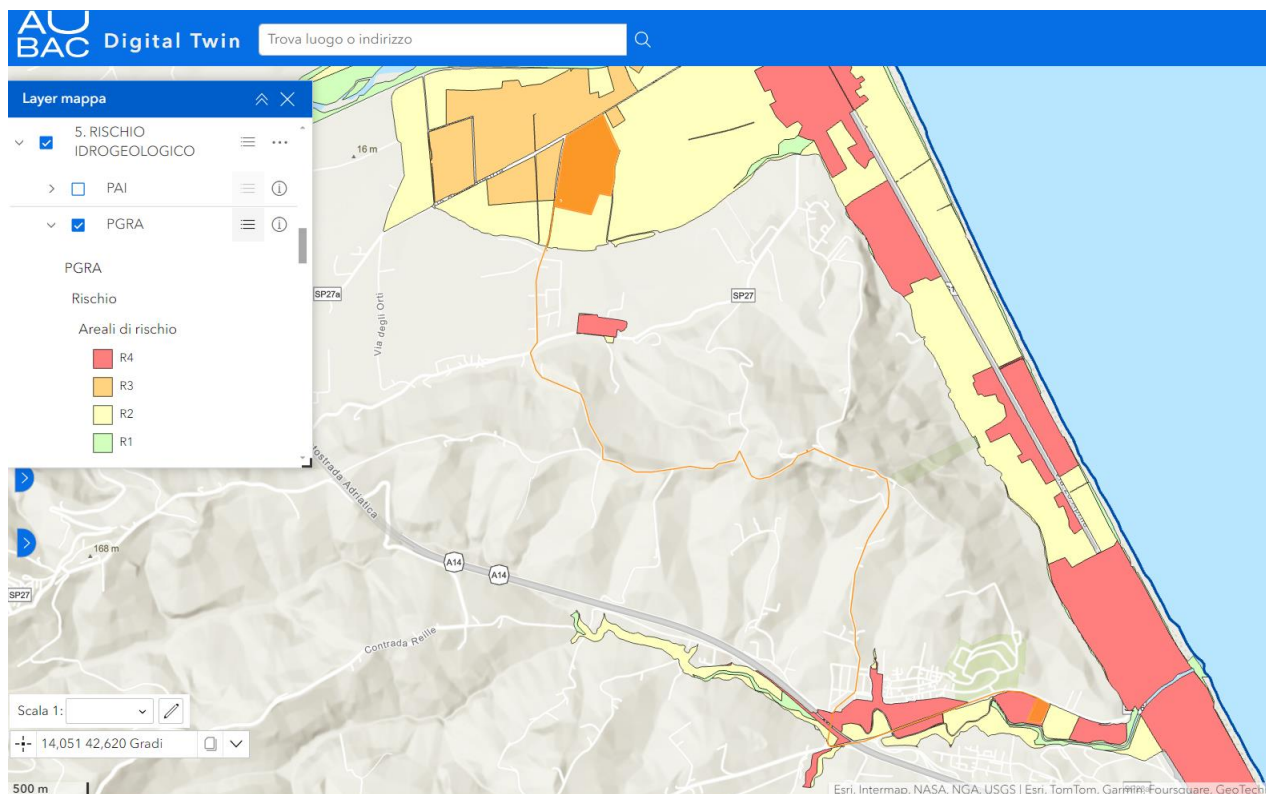


Figura 14. Carta della Pericolosità da alluvione secondo il PGRA dell'area di impianto.





**Figura 15. Carta del rischio alluvione secondo il PGRA dell'area di impianto.**

In relazione alle perimetrazioni di Pericolosità alluvione e Rischio alluvione, sono state consultate le Norme di Attuazione adottate dal Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI); Si riportano l'**articolo 8** delle **NTA del PAI** e per ulteriori indicazioni circa il superamento di tale vincolo si rimanda alla Relazione Idrologico-Idraulica allegata al Progetto.

#### **Articolo 8 - Interventi consentiti nelle aree ad media pericolosità idraulica (M.P.)**

**1.** Nelle aree a media probabilità di inondazione oltre agli interventi di cui ai precedenti artt. 5 e 6 e con le modalità ivi previste, sono esclusivamente consentiti:

**a)** interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;

**b)** interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;

**c)** interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;

**d)** interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente Piano e con la pianificazione degli interventi di mitigazione. Il progetto preliminare di nuovi interventi infrastrutturali, che deve contenere tutti gli elementi atti a dimostrare il possesso delle caratteristiche sopra indicate anche nelle diverse soluzioni presentate, è sottoposto al parere vincolante dell'Autorità di Bacino;

Atlas Solar 11 S.r.l.		CODE <b>PIN.ENG.REL.008.00</b>
		PAGE 26 di 51

*e) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;*

*f) interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i.;*

*g) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;*

*h) ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;*

*i) realizzazione, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità, di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;*

*j) interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lett. d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i., a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;*

*k) ulteriori tipologie di intervento a condizione che venga garantita la preventiva o contestuale realizzazione delle opere di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, previo parere favorevole dell'autorità idraulica competente e dell'Autorità di Bacino sulla coerenza degli interventi di messa in sicurezza anche per ciò che concerne le aree adiacenti e comunque secondo quanto previsto agli artt. 5, 24, 25 e 26 in materia di aggiornamento dal PAI. In caso di contestualità, nei provvedimenti autorizzativi ovvero in atti unilaterali d'obbligo, ovvero in appositi accordi laddove le Amministrazioni competenti lo ritengano necessario, dovranno essere indicate le prescrizioni necessarie (procedure di adempimento, tempi, modalità, ecc.) nonché le condizioni che possano pregiudicare l'abitabilità o l'agibilità. Nelle more del completamento delle opere di mitigazione, dovrà essere comunque garantito il non aggravio della pericolosità in altre aree.*

**2.** Per tutti gli interventi di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, **la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica** che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai punti a), b), d), e), h), i), j) e k).

Allo stesso modo, si riporta quanto contenuto nelle Norme di Attuazione del PGRA, in riferimento alle zone soggette a Pericolosità Alluvionale, ovvero si riporta quanto prescritto all'**articolo 13 – AREE CLASSIFICATE A PERICOLOSITÀ MEDIA (P2):**

**1.** Nelle aree classificate a pericolosità media P2 possono essere consentiti tutti gli interventi di cui alle aree P3B e P3A secondo le disposizioni di cui all'articolo 12.

**2.** L'ampliamento degli edifici esistenti e la realizzazione di locali accessori al loro servizio è consentito per una sola volta a condizione che non comporti mutamento della destinazione d'uso né incremento di superficie e di volume superiore al 15% del volume e della superficie totale e sia realizzato al di sopra della quota di

Atlas Solar 11 S.r.l.		CODE <b>PIN.ENG.REL.008.00</b>
		PAGE 27 di 51

sicurezza idraulica che coincide con il valore superiore riportato nelle mappe delle altezze idriche per scenari di media probabilità con tempo di ritorno di cento anni.

**3.** L'attuazione degli interventi e delle trasformazioni di natura urbanistica ed edilizia previsti dai piani di assetto e uso del territorio vigenti alla data di adozione del Piano e diversi da quelli di cui al comma 2 e dagli interventi di cui all'articolo 12, è subordinata alla verifica della compatibilità idraulica condotta sulla base della scheda tecnica allegata alle presenti norme (All. A punti 2.1 e 2.2) garantendo comunque il non superamento del rischio specifico medio R2.

**4.** Le previsioni contenute nei piani urbanistici attuativi che risultano approvati alla data di adozione del Piano si conformano alla disciplina di cui al comma 3.

**5.** Nella redazione degli strumenti urbanistici e delle varianti l'individuazione di zone edificabili è consentita solo previa verifica della mancanza di soluzioni alternative al di fuori dell'area classificata e garantendo comunque il non superamento del rischio specifico medio R2. L'attuazione degli interventi diversi da quelli di cui al comma 2 e di cui all'articolo 12 resta subordinata alla verifica della compatibilità idraulica condotta sulla base della scheda tecnica allegata alle presenti norme (All. A punti 2.1 e 2.2).

#### **ARTICOLO 12 – AREE CLASSIFICATE A PERICOLOSITÀ ELEVATA (P3)**

1. Nelle aree classificate a pericolosità elevata, rappresentate nella cartografia di Piano con denominazione P3B, possono essere consentiti i seguenti interventi:

- a. demolizione senza possibilità di ricostruzione;
- b. manutenzione ordinaria e straordinaria di edifici, opere pubbliche o di interesse pubblico, impianti produttivi artigianali o industriali, impianti di depurazione delle acque reflue urbane;
- c. restauro e risanamento conservativo di edifici purché l'intervento e l'eventuale mutamento di destinazione d'uso siano funzionali a ridurre la vulnerabilità dei beni esposti;
- d. sistemazione e manutenzione di superfici scoperte, comprese rampe di accesso, recinzioni, muri a secco, arginature di pietrame, terrazzamenti;
- e. realizzazione e ampliamento di infrastrutture di rete/tecniche/viarie relative a servizi pubblici essenziali, nonché di piste ciclopeditoni, non altrimenti localizzabili e in assenza di alternative tecnicamente ed economicamente sostenibili, previa verifica della compatibilità idraulica condotta sulla base della scheda tecnica allegata alle presenti norme (All. A punti 2.1 e 2.2);
- f. realizzazione delle opere di raccolta, regolazione, trattamento, presa e restituzione dell'acqua;
- g. opere di irrigazione che non siano in contrasto con le esigenze di sicurezza idraulica;
- h. realizzazione e manutenzione di sentieri e di piste da sci purché non comportino l'incremento delle condizioni di pericolosità e siano segnalate le situazioni di rischio.



Atlas Solar 11 S.r.l.		CODE <b>PIN.ENG.REL.008.00</b>
		PAGE 28 di 51

## 6. CLASSIFICAZIONE SISMICA E SISMICITA' STORICA

La regione Abruzzo, situata nel cuore dell'Appennino centrale, è una delle regioni italiane più soggette a fenomeni sismici. I dati dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) confermano che la regione è attraversata da numerose faglie attive che generano terremoti di diversa intensità. Uno degli eventi sismici più importanti è stato il terremoto del 6 aprile 2009, con epicentro a L'Aquila, che ha raggiunto una magnitudo di 6.3 Mw. Questo terremoto ha causato 309 vittime, oltre 1.600 feriti e ha lasciato decine di migliaia di persone senza casa.

Anche in tempi più recenti, l'Abruzzo ha registrato una significativa attività sismica. Tra il 2016 e il 2017, durante la sequenza sismica dell'Italia centrale, diverse scosse con magnitudo superiore a 5.0 hanno colpito le aree al confine tra Abruzzo, Lazio, Marche e Umbria. Questo evento è stato collegato a una crisi sismica che ha interessato anche il Gran Sasso, una delle principali aree montuose della regione.

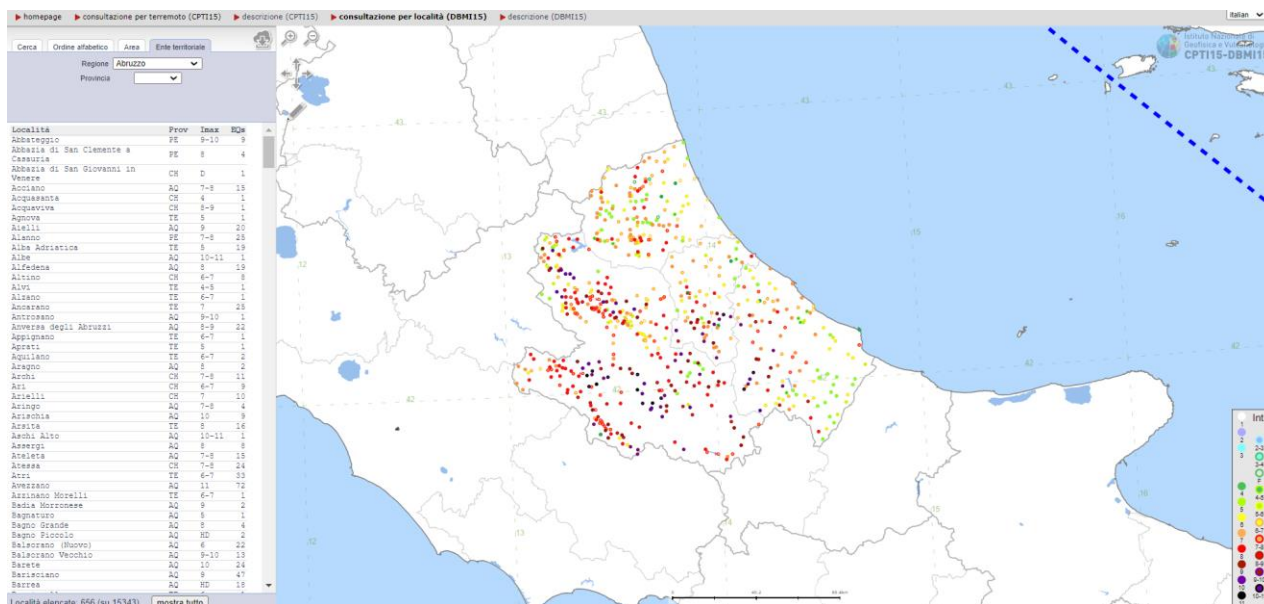
Secondo l'INGV, le aree più vulnerabili sono quelle interne e montuose, come la conca aquilana e le valli del Fucino, dove storicamente si sono verificati terremoti distruttivi. Il terremoto della Marsica del 1915, con una magnitudo stimata di 7.0, è tra i più forti mai registrati in Italia e ha causato oltre 30.000 morti. Questi eventi evidenziano come l'Appennino centrale, e in particolare l'Abruzzo, siano soggetti a terremoti di magnitudo medio-alta, rendendo cruciale un continuo monitoraggio.

L'INGV mantiene un sistema di rilevamento continuo in Abruzzo, con diverse stazioni sismiche distribuite sul territorio, per monitorare e analizzare ogni evento. Le analisi storiche dell'INGV mostrano che i terremoti in Abruzzo sono spesso legati a faglie normali, caratterizzate da movimenti estensionali, tipici dell'evoluzione tettonica degli Appennini. Questo scenario, insieme alla densità della popolazione in alcune delle aree più a rischio, rende l'Abruzzo una delle regioni italiane più sensibili alla sismicità e alla necessità di politiche di prevenzione e mitigazione del rischio.

Pineto, situata lungo la costa adriatica in provincia di Teramo, presenta una sismicità storica meno intensa rispetto alle aree interne dell'Abruzzo, come L'Aquila. Tuttavia, anche questa zona è classificata in zona sismica 3, il che indica un rischio sismico moderato, ma comunque presente. La sismicità della regione è influenzata dalla vicinanza alla catena appenninica, caratterizzata da numerose faglie attive che possono generare terremoti. Pineto, come altre località costiere, non è stata coinvolta nei terremoti più devastanti della storia sismica abruzzese, ma risente occasionalmente delle scosse provenienti dalle aree appenniniche interne.

Nel contesto del progetto relativo all'impianto fotovoltaico, è importante che la progettazione tenga conto della sismicità locale. Anche se i pannelli fotovoltaici sono meno vulnerabili rispetto agli edifici tradizionali, le strutture di supporto e le componenti elettriche devono essere progettate per resistere a eventuali scosse sismiche. Gli standard antisismici vigenti prevedono che anche gli impianti fotovoltaici, soprattutto quelli di grandi dimensioni come quello in progetto a Pineto, siano costruiti con accorgimenti che garantiscano la stabilità delle strutture e la sicurezza durante un evento sismico.

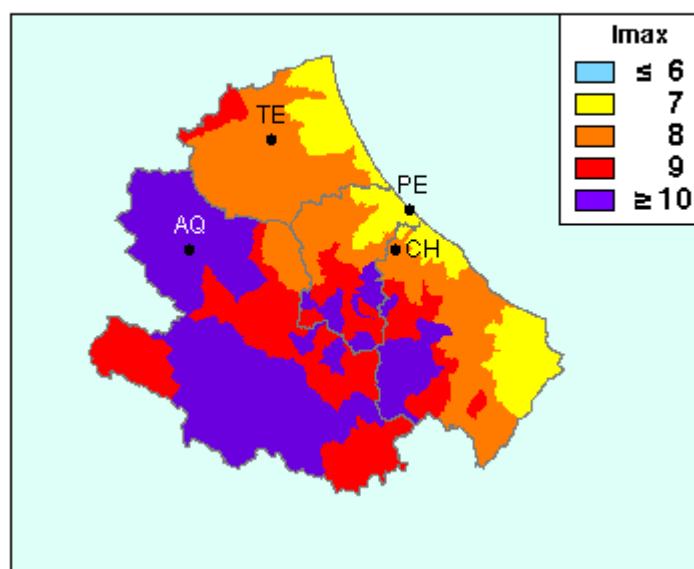
Dalla consultazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI 15) rilasciato dall'Istituto Nazionale di Geofisica (INGV) è stato possibile ricostruire la storia sismica della regione per i terremoti. Nelle seguenti figure si riportano gli eventi più significativi registrati nella Regione Abruzzo.



**Figura 16 – Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli, B., Gasperini P., Antonucci A., 2022. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (DBMI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.4>)**

Una rappresentazione complessiva delle informazioni sugli effetti dei terremoti che nel passato hanno colpito la regione è data dalla carta delle massime intensità osservate nei comuni Italia.

## Abruzzo



**Figura 17 - Massime intensità macrosismiche osservate in Abruzzo (GNDT)**

Per la provincia di Teramo si riportano nella figura sottostante le massime intensità macrosismiche osservate

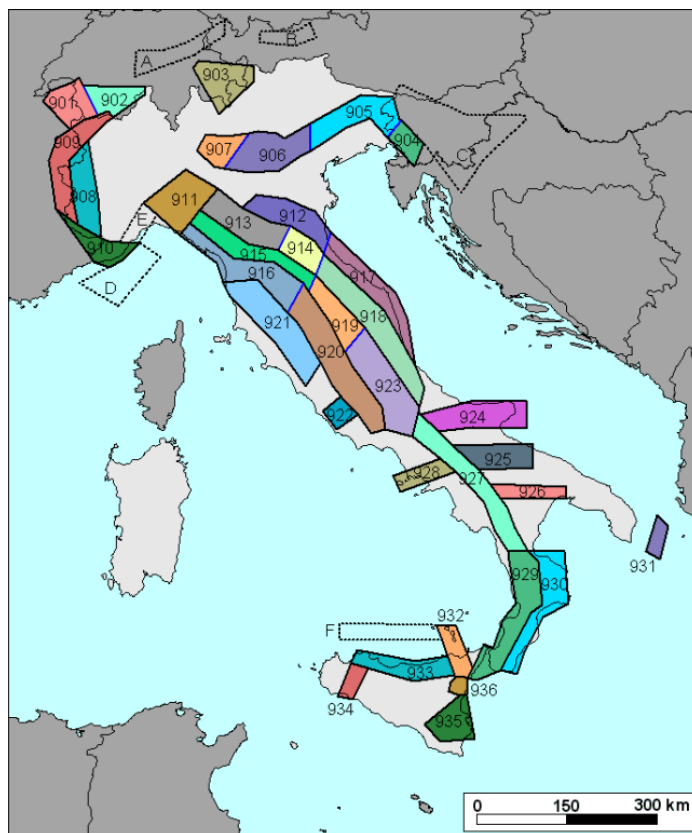
## Massime intensità macrosismiche osservate nella provincia di Teramo

Comune	Re	Pr	Com	Lat	Lon	Imax
ALBA ADRIATICA	13	67	1	42.82710	13.93031	7
ANCARANO	13	67	2	42.83695	13.74209	8
ARSITA	13	67	3	42.50159	13.78354	8
ATRI	13	67	4	42.58001	13.97802	8
BASCIANO	13	67	5	42.59465	13.73972	8
BELLANTE	13	67	6	42.74355	13.80592	7
BISENTI	13	67	7	42.52804	13.80196	8
CAMPLI	13	67	8	42.72565	13.68640	8
CANZANO	13	67	9	42.64591	13.80396	8
CASTEL CASTAGNA	13	67	10	42.54244	13.71704	8
CASTELLALTO	13	67	11	42.67681	13.81823	7
CASTELLI	13	67	12	42.48882	13.71167	8
CASTIGLIONE MESSER RAIMONDO	13	67	13	42.53098	13.88207	8
CASTILENTI	13	67	14	42.53277	13.91784	8
CELLINO ATTANASIO	13	67	15	42.58559	13.85946	8
CERMIGNANO	13	67	16	42.58852	13.79341	8
CIVITELLA DEL TRONTO	13	67	17	42.77163	13.66758	8
COLLEDARA	13	67	18	42.54008	13.68093	8
COLONNELLA	13	67	19	42.87184	13.86660	7
CONTROGUERRA	13	67	20	42.85484	13.81840	7
CORROPOLI	13	67	21	42.82822	13.83275	7
CORTINO	13	67	22	42.63163	13.54204	8
CROGNALETO	13	67	23	42.54673	13.47860	8
FANO ADRIANO	13	67	24	42.55201	13.53827	8
GIULIANOVA	13	67	25	42.75148	13.95782	7
ISOLA DEL GRAN SASSO D`ITALIA	13	67	26	42.50115	13.66098	8
MONTEFINO	13	67	27	42.54324	13.88483	8
MONTORIO AL VOMANO	13	67	28	42.58229	13.62887	8
MORRO D`ORO	13	67	29	42.66315	13.91981	7
MOSCIANO SANT`ANGELO	13	67	30	42.74840	13.88848	7
NERETO	13	67	31	42.81878	13.81676	7
NOTARESCO	13	67	32	42.65741	13.89434	7
PENNA SANT`ANDREA	13	67	33	42.59280	13.77223	8
PIETRACAMELA	13	67	34	42.52320	13.55409	8
PINETO	13	67	35	42.60822	14.06733	7
ROCCA SANTA MARIA	13	67	36	42.68570	13.52811	8
ROSETO DEGLI ABRUZZI	13	67	37	42.67489	14.01578	7
SANT`EGIDIO ALLA VIBRATA	13	67	38	42.82519	13.71554	8
SANT`OMERO	13	67	39	42.78614	13.80281	8
SILVI	13	67	40	42.55516	14.11396	7
TERAMO	13	67	41	42.65863	13.70407	8
TORANO NUOVO	13	67	42	42.82307	13.77731	7
TORRICELLA SICURA	13	67	43	42.65753	13.65576	8
TORTORETO	13	67	44	42.80348	13.91378	7
TOSSICIA	13	67	45	42.54493	13.64836	8
VALLE CASTELLANA	13	67	46	42.73511	13.49789	9
MARTINSICURO	13	67	47	42.88468	13.91374	7

**Figura 18 – Massime intensità macrosismiche osservate nella provinciale di Teramo con indicazione del comune di Pineto.**

Il Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti ("G.N.D.T.") ha individuato un modello sismogenetico che divide il territorio nazionale in più zone sismogenetiche.





**Figura 19 - Zonazione sismogenetica ZS9 adottata dal GNDT nel 2004**

L'intero territorio abruzzese è descritto nell'Atlante della Classificazione Sismica del Territorio Nazionale, redatto dal Servizio Sismico del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Lo stesso, ai sensi della "O.P.C.M. del 20/03/2003 n.3274", è stato mappato dall'INGV (Ist.to Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) sulla base delle mappe di "Pericolosità sismica" del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo ( $a_{gmax}$ ).

La classificazione sismica del territorio è stata per lungo tempo competenza dello Stato che ha provveduto negli anni '80 alla classificazione per Decreto dell'intero territorio nazionale.

Secondo l'attuale legislazione, la classificazione sismica del territorio spetta alle regioni, sulla base dei criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche stabiliti dallo Stato, attualmente rappresentati dall'Opcm 3519/06.

Di seguito si riporta la carta della zonizzazione sismica di base della Regione Abruzzo:

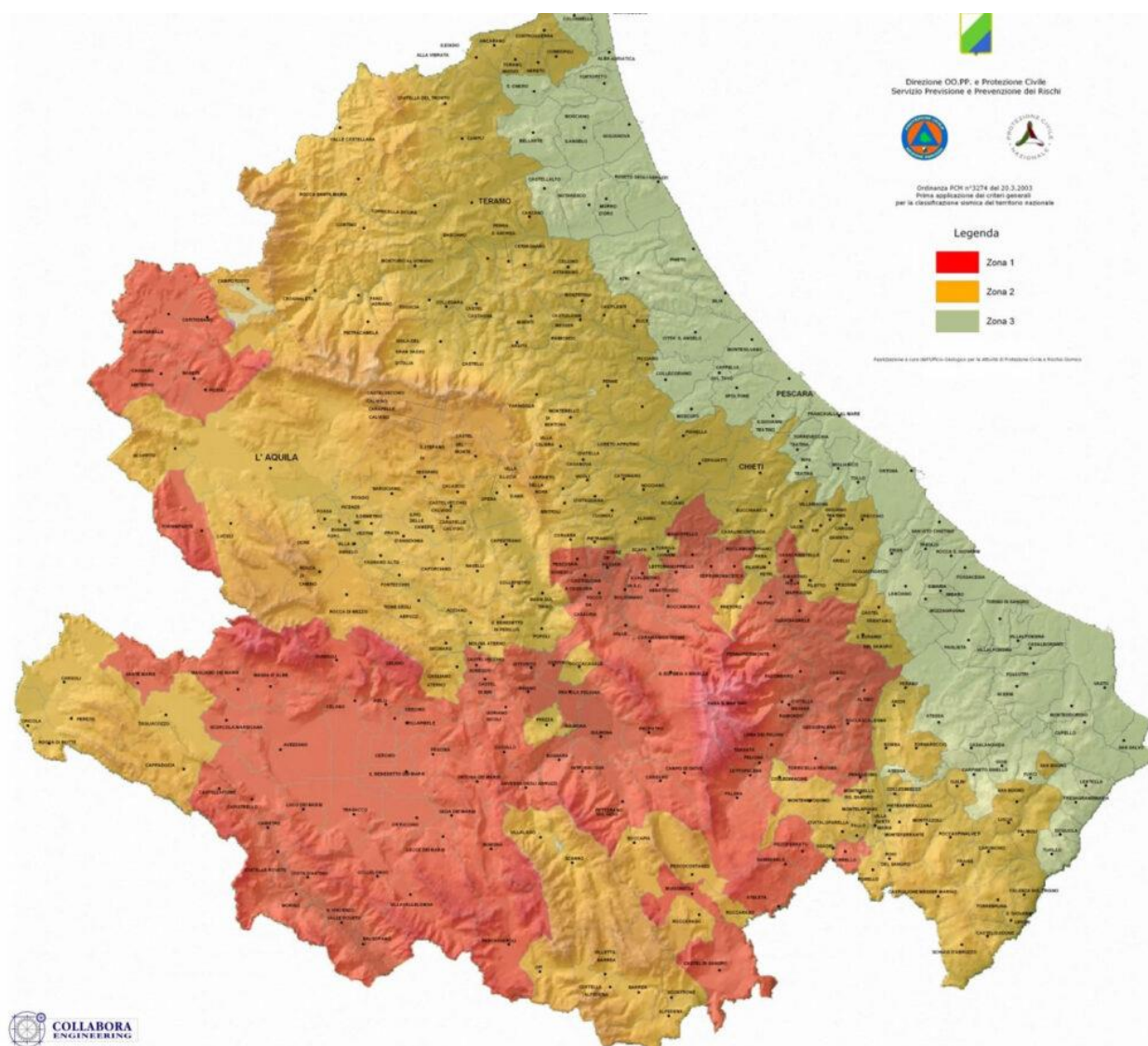


Figura 20 – Classificazione sismica Abruzzo

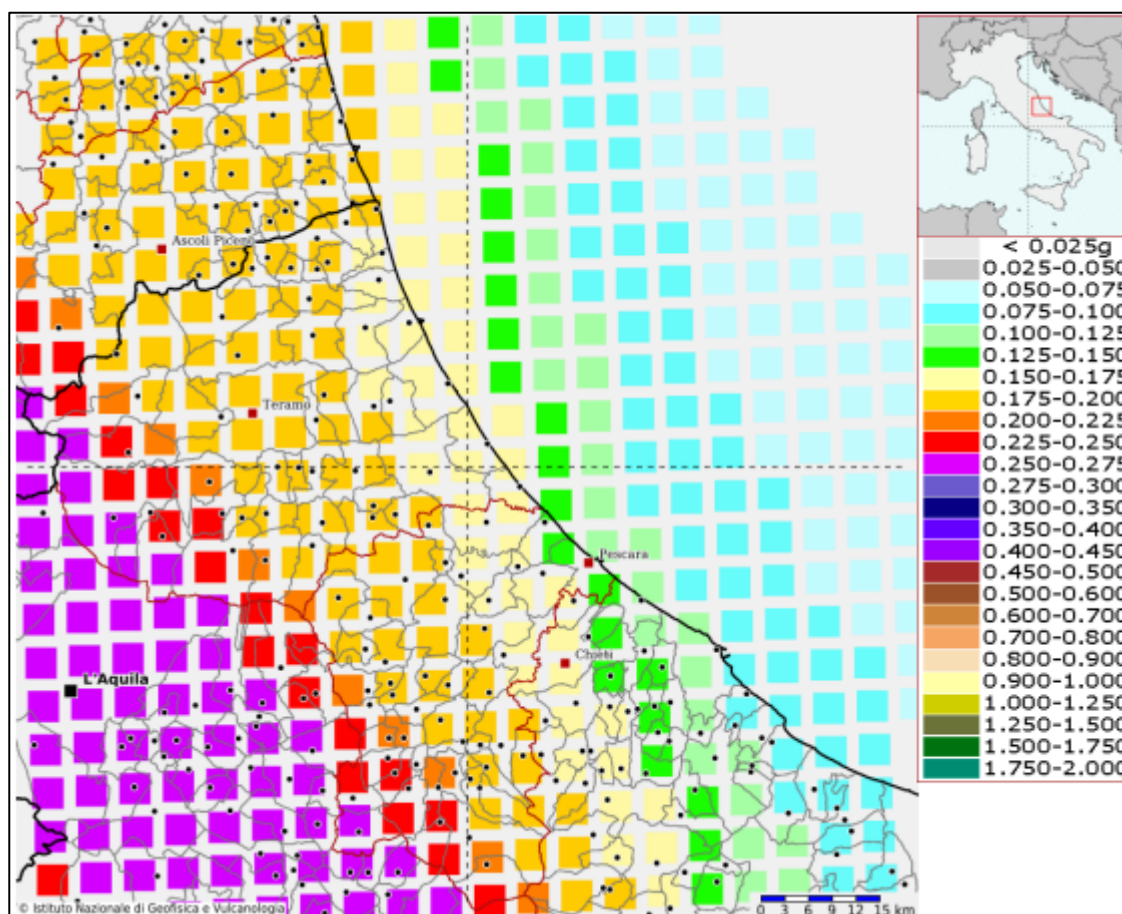
Il Comune di **Pineto**, in particolare, ricade in una zona sismica di **classe 3**, così definita:

Tabella 1 - Classificazione zona sismica

Zona sismica	Descrizione	Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag]	Accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ag]
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < a_g \leq 0,15 \text{ g}$	0,15 g

I parametri riportati in Tabella 1 dipendono dalle caratteristiche sismologiche del territorio definite sul reticolo di zonazione sismica a scala nazionale.

Il valore dell'accelerazione  $a_g$  è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento prodotta e divulgata dall'Istituto di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e non è altro che la probabilità che, in un fissato lasso di tempo, nel sito in studio si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato.



**Figura 21 - Modello di pericolosità sismica MPS04-S1 (INGV)**

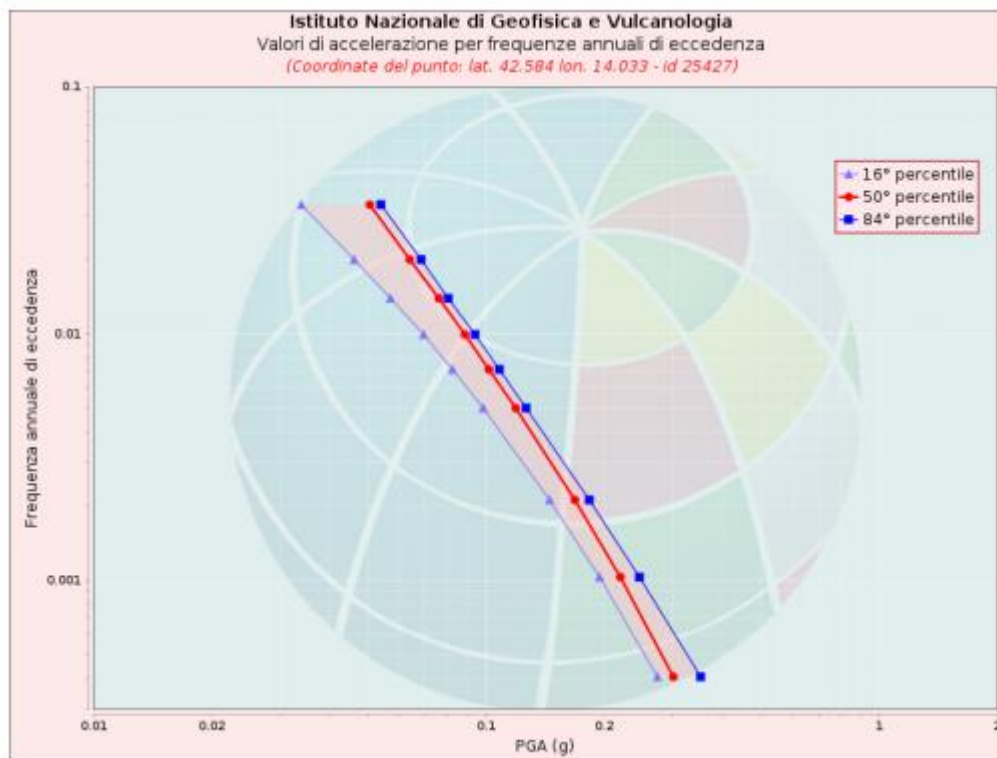
La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A,  $V_{s30} > 800$  m/s) e pianeggiante.

### Curva di pericolosità

Si riporta la Curva di pericolosità prodotta sulla base del Modello di pericolosità sismica MPS04-S1.

La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.





Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza			
Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.273	0.300	0.352
0.0010	0.195	0.220	0.246
0.0021	0.145	0.169	0.183
0.0050	0.098	0.119	0.127
0.0071	0.082	0.102	0.108
0.0099	0.069	0.088	0.094
0.0139	0.057	0.076	0.080
0.0199	0.046	0.064	0.068
0.0332	0.034	0.051	0.054

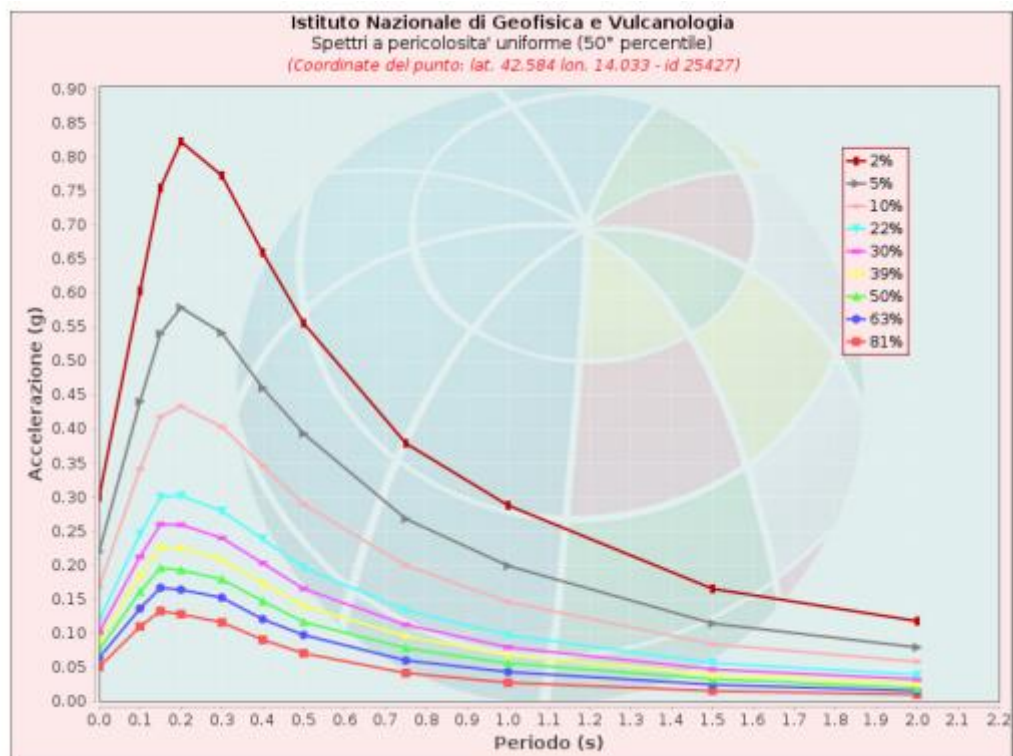
Figura 22 – Curve di pericolosità per Pineto e relative valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza (Fonte: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia)

### Spettri a pericolosità uniforme

Si riportano gli Spettri a pericolosità uniforme prodotti sulla base del Modello di pericolosità sismica MPS04-S1.

Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità.

I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.



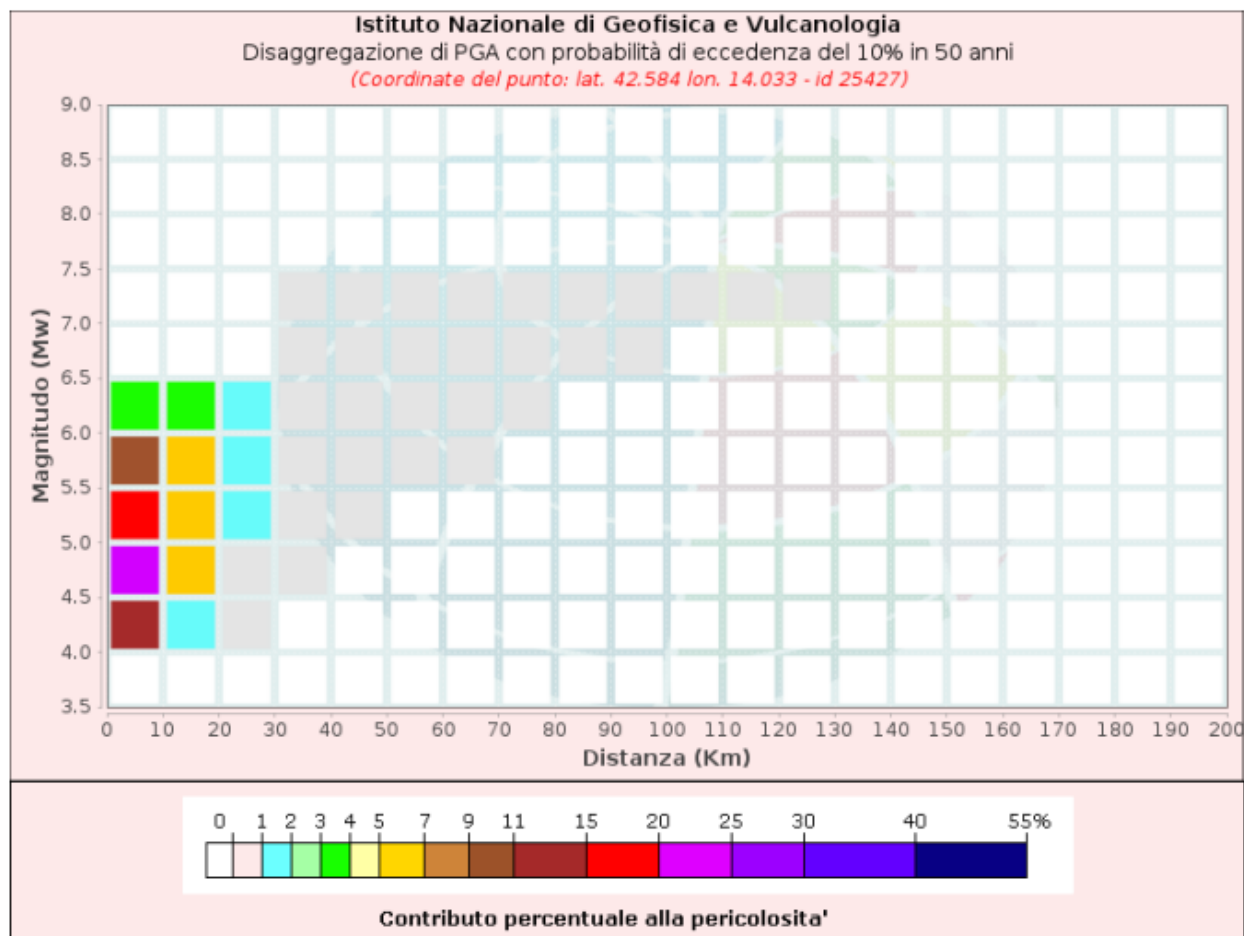
Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)											
PoE	Accelerazione (g)										
in 50	Periodo (s)										
anni	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.300	0.603	0.754	0.822	0.772	0.659	0.555	0.379	0.288	0.165	0.118
5%	0.220	0.440	0.540	0.578	0.541	0.460	0.393	0.268	0.199	0.114	0.079
10%	0.169	0.342	0.418	0.433	0.403	0.346	0.289	0.200	0.146	0.084	0.058
22%	0.119	0.246	0.300	0.302	0.280	0.238	0.196	0.134	0.097	0.056	0.039
30%	0.102	0.212	0.260	0.259	0.240	0.203	0.165	0.112	0.079	0.047	0.032
39%	0.088	0.185	0.227	0.225	0.208	0.173	0.140	0.096	0.068	0.039	0.026
50%	0.076	0.161	0.196	0.193	0.179	0.147	0.116	0.078	0.056	0.033	0.019
63%	0.064	0.136	0.167	0.164	0.152	0.121	0.098	0.060	0.043	0.025	0.015
81%	0.051	0.110	0.133	0.128	0.116	0.091	0.071	0.042	0.028	0.015	0.010

Figura 23 – Spettri a pericolosità uniforme per Pineto e relativi valori (Fonte: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia)

### Grafico di disaggregazione

Si riporta il Grafico di disaggregazione sulla base del Modello di pericolosità sismica MPS04-S1.

Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.





Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni											
Distanza	Magnitudo										
in Km	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	11.4000	24.4000	16.9000	10.0000	3.7500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	1.5000	5.2700	6.4000	6.0500	3.2100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0101	0.3720	1.2200	1.8900	1.4600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0019	0.1440	0.6560	0.9010	0.6010	0.4480	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0034	0.1340	0.4440	0.5700	0.4970	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0121	0.1470	0.3540	0.3690	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0241	0.1880	0.2470	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0797	0.1580	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0198	0.0756	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0225	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0073	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0021	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi: magnitudo = 5.23 ; distanza = 10.6 ; epsilon = 0.752

**Figura 24 – Grafico di disaggregazione per il comune di Pineto e relativi valori della disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.**

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto VN per il coefficiente d'uso CU:  $VR = VN \times CU$ .

In merito alla tipologia progettuale e alla definizione (tabella 2.4.1 e 2.4.2 NTC 2018) nel caso in esame è individuabile la tipologia di costruzione 2 con vita nominale VN maggiore o uguale a 50 anni e classe d'uso II: *“Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.”* ed il relativo coefficiente d'uso.

Il valore del coefficiente d'uso CU è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella sottostante tabella (tratta da NTC 2018):

Atlas Solar 11 S.r.l.		CODE <b>PIN.ENG.REL.008.00</b>
		PAGE 38 di 51

**Tab. 2.4.II** – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

La rappresentazione di riferimento per le componenti dell'azione sismica è lo spettro di risposta elastico in accelerazione per uno smorzamento convenzionale del 5% con periodo di oscillazione  $T$  maggiore o uguale a 4 sec: espressione del prodotto della forma spettrale per l'accelerazione.

Nei confronti delle azioni sismiche sia gli stati limite di esercizio che quelli ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tab.3.2.I. delle NTC18 riportata nel seguito:

**Tabella 2** - Probabilità di superamento PVR in funzione dello stato limite considerato (NTC 2018)

Stati Limite	$P_{VR}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento  $V_R$  si ricava il periodo di ritorno  $T_R$  del sisma utilizzando la relazione:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = - \frac{C_U V_N}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Il periodo di ritorno  $T_R$  è il periodo medio intercorrente fra un sisma ed il successivo di eguale intensità.

Stati Limite	Valori in anni del periodo di ritorno $T_R$ al variare del periodo di riferimento $V_R$
--------------	---

Stati Limite di Esercizio (SLE)	SLO	$(^1) 30 \text{ anni} \leq T_R = 0,60 \cdot V_R$
	SLD	$T_R = V_R$
Stati Limite Ultime (SLU)	SLV	$T_R = 9,50 \cdot V_R$
	SLC	$T_R = 19,50 \cdot V_R \leq 2475 \text{ anni } (^1)$

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale (RSL) si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II delle NTC18, si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$ .

**Tab. 3.2.II** – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

I valori di  $V_s$  sono ottenuti mediante specifiche prove geofisiche oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

Tuttavia, si sottolinea come l'approccio suggerito e maggiormente affidabile è quello attraverso la misura diretta del valore di  $V_s$  ottenibile attraverso indagini geofisiche (MASW).

La risposta sismica locale e, comunque, la modellazione sismica in generale comprendono, ove necessario in relazione alla natura ed alla dimensione dell'opera, un propedeutico studio geomorfologico, stratigrafico e tettonico, nonché una individuazione delle categorie di sottosuolo a cui afferiscono le opere in progetto.

## 6.1. PERICOLOSITA' SISMICA

Il progetto ISPRA denominato ITHACA (Italy HAZard from CAPable faults) ha come obiettivo quello di cartografare le faglie attive capaci potenzialmente in grado di determinare dislocazioni del suolo o fenomeni di deformazione superficiale.

Nell'area oggetto di interesse non risulta la presenza di faglie capaci in grado di determinare dislocazioni del suolo o fenomeni di deformazione per creep asismico, come indicato sulla figura sottostante.





ISPRA

## ITHACA - CATALOGO DELLE FAGLIE CAPACI

ISPRA-Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia

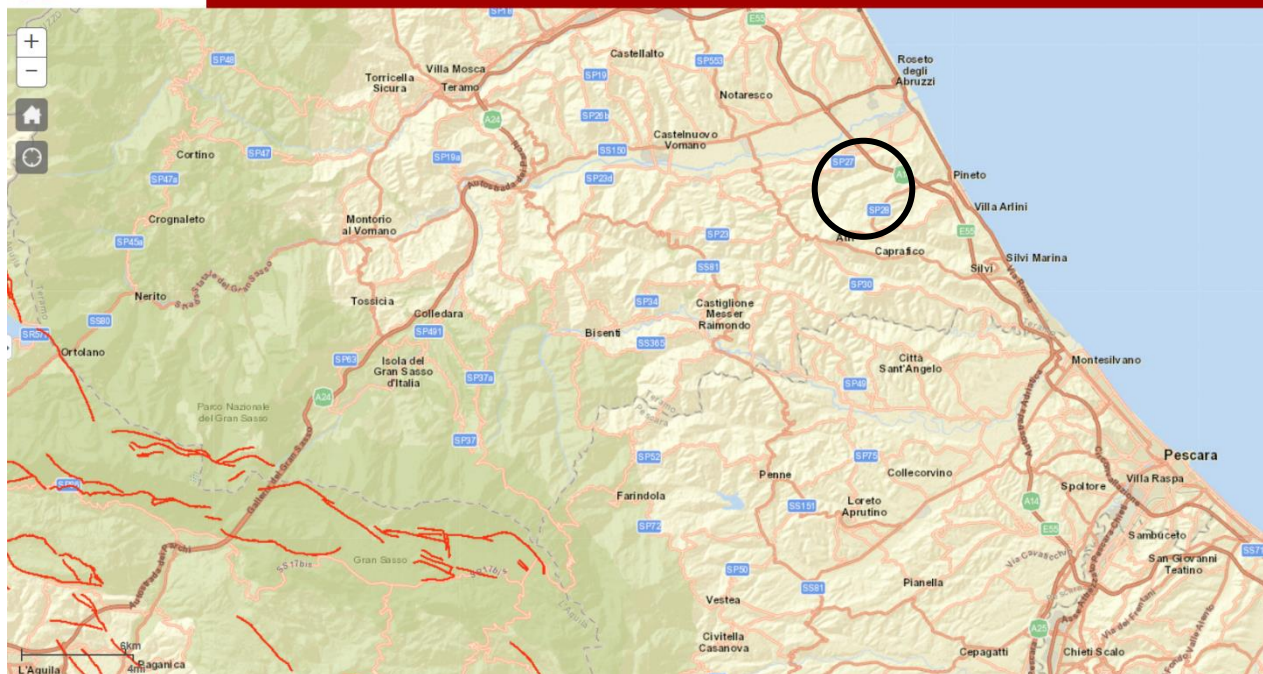
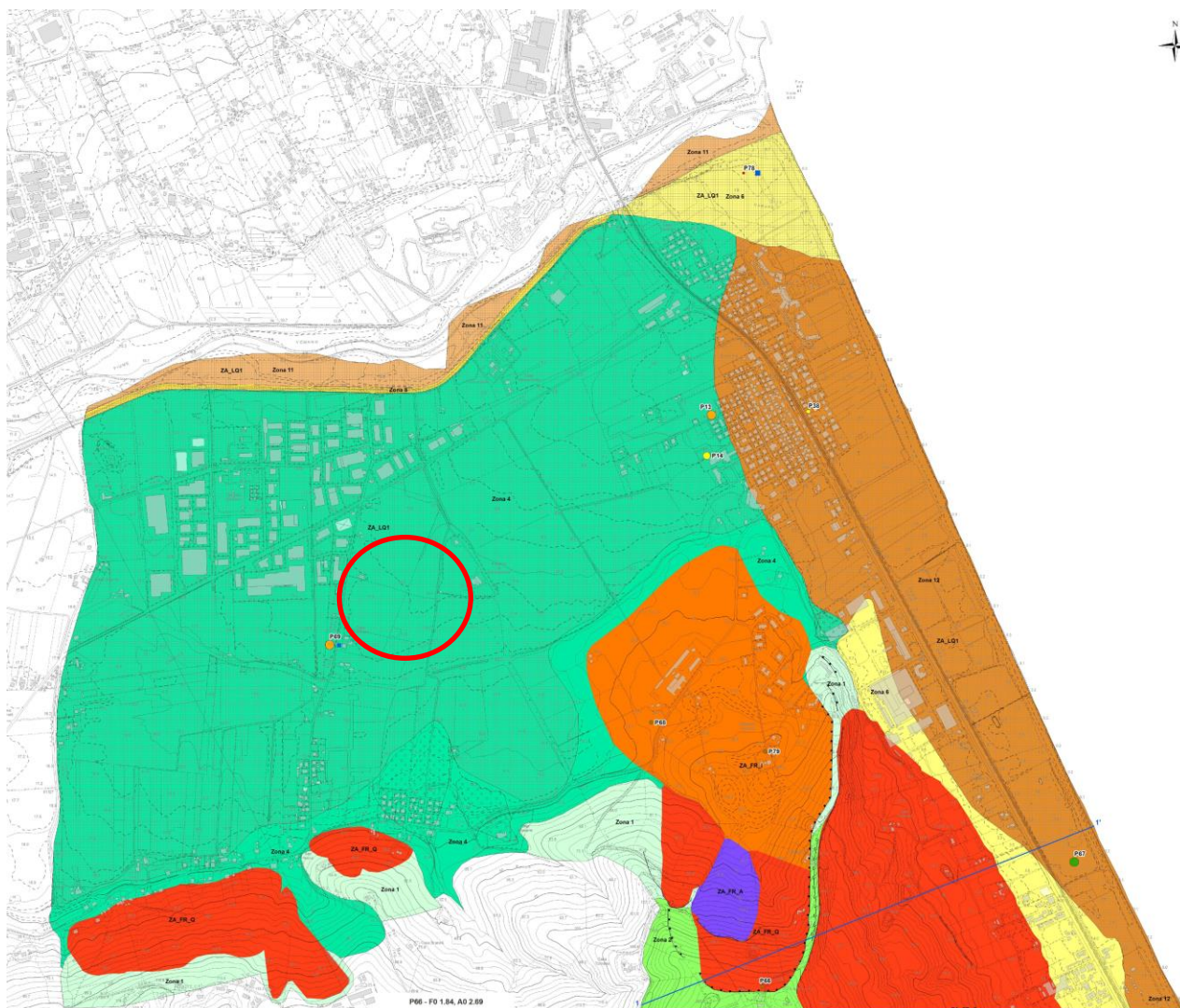





Figura 25. Progetto ITHACA - CATALOGO DELLE FAGLIE CAPACI, con indicazione dell'area di studio.

L'area di studio rientra nella Carta di Microzonazione Sismica di I Livello del Comune di Pineto, secondo cui, nella carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica, risulta che l'area fa parte della **Zona 4**, descritta come "Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali" e la litologia è costituita da "**Depositi alluvionali terrazzati**" presenti lungo le valli del torrente Calvano e del Fiume Vomano. La litologia del deposito è caratterizzata da prevalenti limi argillosi e limi sabbiosi con presenza di episodi ghiaiosi, a stratificazione piano-parallela e incrociata a basso angolo.




### Zone di Attenzione


#### – per instabilità di versante

-  ZA\_FR\_A: zona di attenzione per instabilità di versante attiva (in questa zona sono state inserite le aree a calanchi)
-  ZA\_FR\_Q: zona di attenzione per instabilità di versante quiescente
-  ZA\_FR\_I: zona di attenzione per instabilità di versante inattiva

#### – per Liquefazione tipo 1

-  Liquefazione (ZALQ\_1)

#### – per instabilità differenti

-  Sovrapposizione di zone di attenzione per instabilità differenti.

## Legenda delle frequenze di Risonanza

Frequenza fondamentale F0 ed ampiezza del picco H/V

F0 (Hz)		secondo picco	
F0 (Hz)	Ao	F1 (Hz)	A1
nessun picco significativo	1.0 - 1.9	0.5 - 0.9	1.0 - 1.9
0.5 - 0.9	2.0 - 2.9	1.0 - 2.4	2.0 - 2.9
1.0 - 2.4	3.0 - 3.9	2.5 - 4.9	3.0 - 3.9
2.5 - 4.9	4.0 - 4.9	5.0 - 7.4	4.0 - 4.9
5.0 - 7.4	5.0 - 10	7.5 - 9.9	5.0 - 10
7.5 - 9.9		10.0 - 14.9	
10.0 - 14.9		15.0 - 20.0	
15.0 - 20.0			



## LEGENDA

### Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

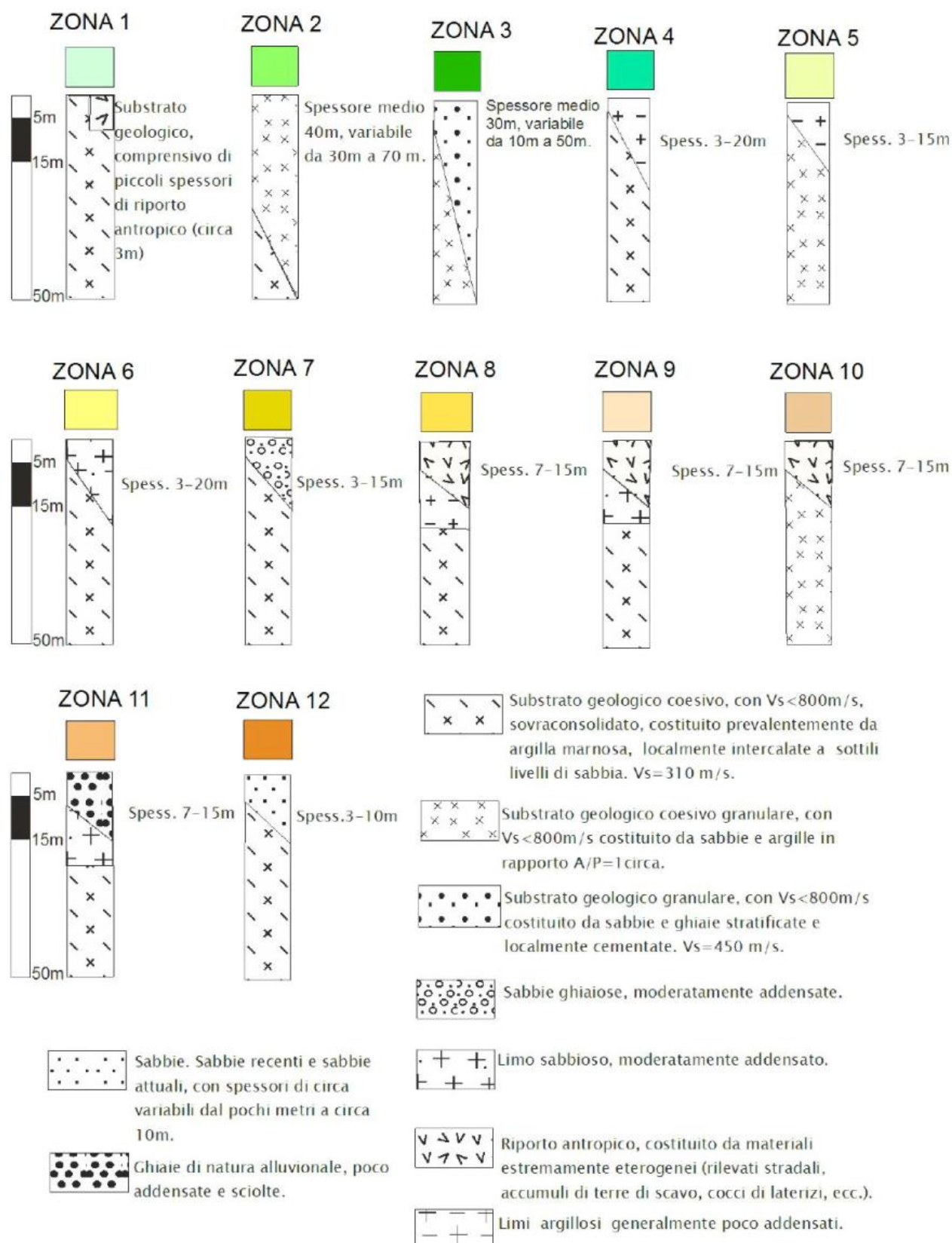


Figura 26. Stralcio Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica e delle Frequenze di Risonanza,

Atlas Solar 11 S.r.l.		CODE <b>PIN.ENG.REL.008.00</b>
		PAGE 44 di 51

comune di Pineto (TE).

## 6.2. PARAMETRI SISMICI

La determinazione dei parametri sismici è stata effettuata mediante il software GeostruPS. Le coordinate dell'area (esprese in ED50) sulla quale è prevista la realizzazione delle opere previste dal progetto sono:

### Sito in esame.

latitudine: 42,641004 [°]

longitudine: 14,023146 [°]

Per le caratteristiche topografiche dell'area destinata alla realizzazione delle opere prevista dal progetto, l'intervento ricade nella Categoria Topografica T1 – superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $< 15^\circ$ . Nella valutazione delle condizioni topografiche, è stato utilizzato il valore del coefficiente di amplificazione topografica ST 1.0.

I parametri di pericolosità sismica previsti dalle NTC 2018 sono stati determinati in base ai parametri sismici riportati nella Tabella seguente, considerando che la categoria del suolo adottata per questa verifica, è attribuita in relazione ai dati ricondotti da indagini effettuate in sito :

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

### Parametri sismici

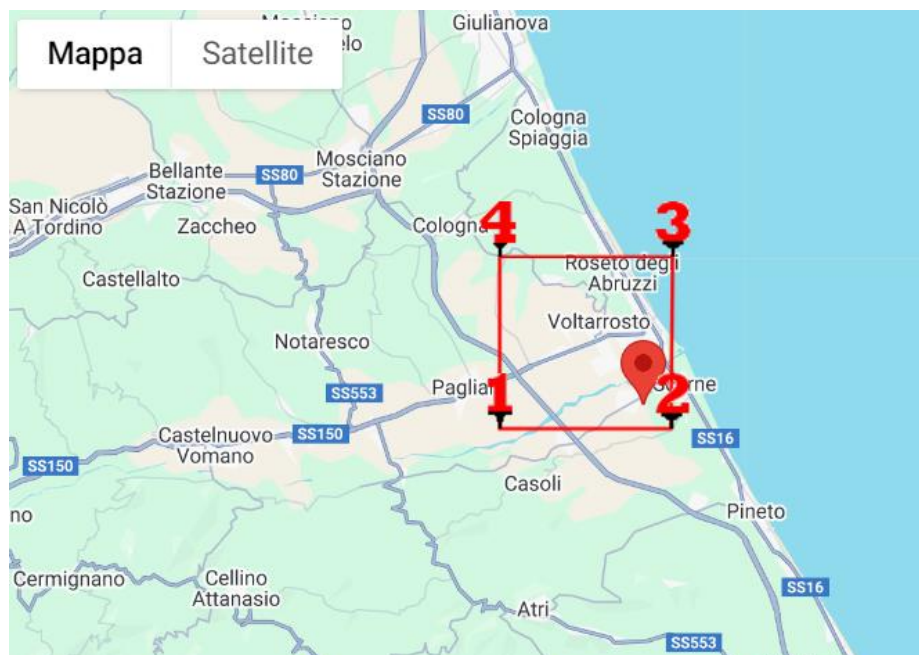
Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

I valori dei parametri sismici sono stati interpolati sulla base dei valori relativi alla pericolosità sismica calcolata sul reticolo di riferimento e riportati nell'Allegato B delle NTC 2018.



	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	25204	42,634020	13,965830	4752,4
Sito 2	25205	42,633720	14,033820	1191,0
Sito 3	24983	42,683730	14,034230	4836,6
Sito 4	24982	42,684020	13,966240	6673,1

Nella quale gli strati limite di riferimento sono così definiti:

**Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

**Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali e orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

**Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

**Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la



Atlas Solar 11 S.r.l.		CODE <b>PIN.ENG.REL.008.00</b>
		PAGE 46 di 51

costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Come parametro caratterizzante la pericolosità sismica viene utilizzato il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento  $V_R$ , i due parametri  $T_R$  e  $PVR$  sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

Di seguito sono riportati i parametri di pericolosità sismica determinati per il sito in oggetto, in base alle NTC 2018.

	Prob. superamento [%]	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,050	2,429	0,279
Danno (SLD)	63	50	0,063	2,438	0,297
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,168	2,427	0,345
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,221	2,441	0,350

La risposta sismica locale, come previsto dalle NTC 2018, può essere determinata, in mancanza di dati sperimentali, utilizzando la relazione:

$$a_{max} = S_S * S_T * a_g$$

dove:

$S_S$ : coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione stratigrafica;

$S_T$ : coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione topografica;

$a_g$ : accelerazione orizzontale massima sul suolo.

Come previsto dalle NTC 2018, la Tabella seguente riporta la sintesi dei coefficienti sismici determinati preliminarmente, mediante il software GeostruPS, per il sito in oggetto.

#### Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2008

	$S_s$ [-]	$C_c$ [-]	$S_t$ [-]	$K_h$ [-]	$K_v$ [-]	$A_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$Beta$ [-]
SLO	1,500	1,600	1,000	0,075	0,038	0,738	1,000
SLD	1,500	1,570	1,000	0,095	0,048	0,932	1,000
SLV	1,460	1,490	1,000	0,245	0,123	2,405	1,000
SLC	1,380	1,480	1,000	0,305	0,153	2,994	1,000

## 7. MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DI RIFERIMENTO

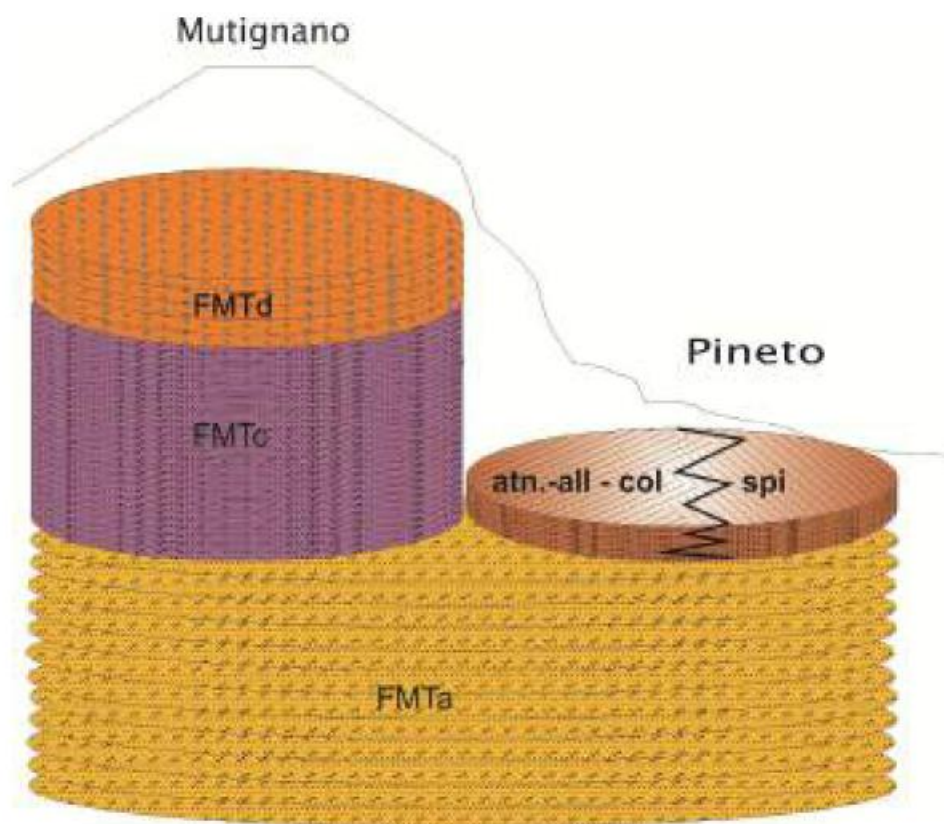
Per la definizione del modello geologico – tecnico è stata consultata la Relazione illustrativa redatta nell'ambito della Microzonazione Sismica di I livello, all'interno della quale sono presenti le risultanze delle indagini geognostiche eseguite, i cui dati sono stati consultati, valutati ed esaminati in modo da trarre un modello quanto più rappresentativo dell'area di interesse, sebbene si precisa che non rappresenta uno stato dei luoghi esaustivo ma solo indicativo, e sarà necessario approfondirlo adeguatamente in fase esecutiva.

UNITA' GEOLOGICHE CONTINENTALI	Depositi antropici ( <i>ant</i> )	Depositi alluvionali terrazzati ( <i>at</i> )	Depositi di spiaggia ( <i>spi</i> )	Coltre eluvio-colluviale ( <i>col</i> )
Peso di volume naturale del terreno ( $t/m^3$ )	1,7 - 1,8	1,85 - 2,00	1,90 - 2,00	1,9 - 1,95
Angolo di resistenza al taglio (°)	19 - 22	26 - 35	27 - 32	22 - 27
Coesione drenata ( $kg/cm^2$ )	0,0 - 0,02	0,0 - 0,05	0,00	0,02 - 0,05
Coesione non drenata ( $kg/cm^2$ )	0,4 - 0,6	-	-	0,6 - 1,2
Densità relativa (%)	-	-	30 - 85	-
Numero colpi SPT	4 - 10	15 - 30	35 - >100	25 - 35

UNITA' GEOLOGICHE MARINE	Associaz. sabbioso conglomeratica ( <i>FMTd</i> )	Associaz. sabbioso pelitica ( <i>FMTc</i> )	Associaz. pelitico sabbiosa ( <i>FMTa</i> )
Peso di volume naturale del terreno ( $t/m^3$ )	1,95 - 2,00	2,00 - 2,05	2,00 - 2,15
Angolo di resistenza al taglio (°)	28 - 38	25 - 28	25 - 26
Coesione drenata ( $kg/cm^2$ )	0	0,07 - 0,15	0,1 - 0,3
Coesione non drenata ( $kg/cm^2$ )	-	1,5 - 3,00	2,5 - 5,00
Densità relativa (%)	70 - 90	-	-
Numero colpi SPT	20 - > 100	-	-

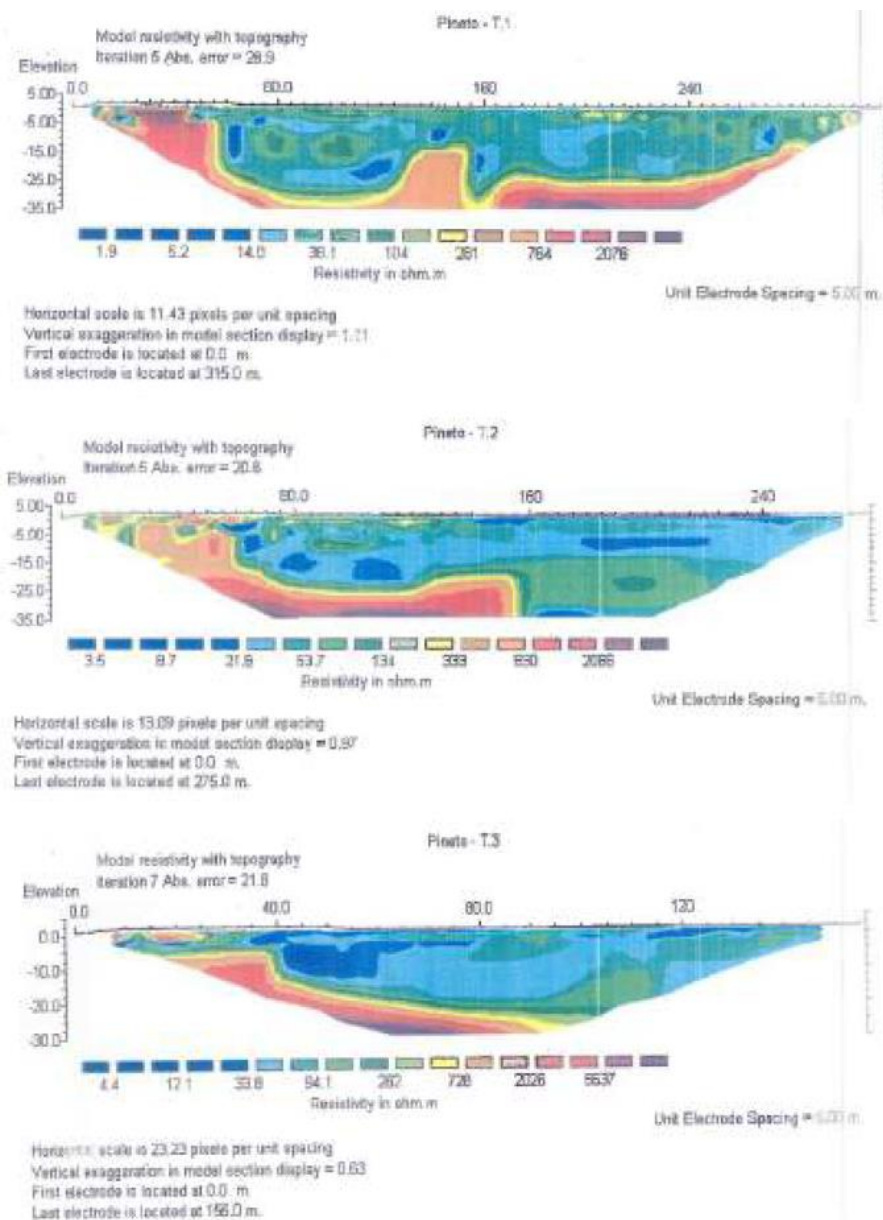
**Figura 27 – Estratto Relazione Illustrativa MICROZONAZIONE SISMICA (Geol. Fiorangelo IEZZI) – “principali parametri geomeccanici delle unità geologiche, continentali e marine, presenti nel sottosuolo del territorio comunale di Pineto”.**

Atlas Solar 11 S.r.l.		CODE <b>PIN.ENG.REL.008.00</b>
		PAGE 48 di 51



**Figura 28. Estratto Relazione Illustrativa MICROZONAZIONE SISMICA (Geol. Fiorangelo IEZZI) – Rappresentazione schematica della stratigrafia geologico-tecnica del territorio comunale di Pineto.**

Per la sismostratigrafia di sito si riportano invece le risultanze dei dati geofisici raccolti ed ottenuti nell'ambito del medesimo lavoro di MSI del comune di Pineto, ovvero profili di tomografia elettrica realizzati trasversalmente al Fiume Vomano, settore di nostro interesse.



**Figura 29. Estratto Relazione Illustrativa MICROZONAZIONE SISMICA (Geol. Fiorangelo IEZZI) – Sezioni tomografiche perpendicolari alla linea di costa, in prossimità di Scerne di Pineto.**

Dai profili tomografici risulta evidente un contrasto di resistività che viene interpretato come il contrasto di resistività esistente tra i depositi alluvionali recenti, fluviali, del F. Vomano e i depositi pelitici sabbiosi (FMTa).

In fase esecutiva, sarà comunque necessario eseguire indagini geognostiche in situ con l'obiettivo di elaborare un modello geologico-geotecnico che rappresenti fedelmente le condizioni del terreno attuale. Queste indagini includeranno sondaggi, prove penetrometriche e altre tecniche di caratterizzazione del suolo per determinare le proprietà fisiche e meccaniche dei materiali presenti. Tale approccio consentirà di acquisire dati precisi e affidabili, fondamentali per la progettazione e la realizzazione delle opere ingegneristiche, garantendo sicurezza e sostenibilità.

In particolar modo, vista la natura dei terreni e le caratteristiche sismiche dell'area, sarà necessario esaminare attentamente l'area di interesse progettuale in relazione al **Rischio Liquefazione**, poiché ad oggi,



Atlas Solar 11 S.r.l.		CODE <b>PIN.ENG.REL.008.00</b>
		PAGE 50 di 51

sulla base dei dati ottenuti e presenti nell'elaborato geologico, si hanno dati insufficienti ad escludere la possibile suscettibilità alla liquefazione da parte dei depositi presenti nell'area in oggetto, sia in termini di uniformità granulometrica dei depositi, sia in termini di presenza di falde superficiali.

Atlas Solar 11 S.r.l.		CODE <b>PIN.ENG.REL.008.00</b>
		PAGE 51 di 51

## 8. CONCLUSIONI

In questo paragrafo verranno sintetizzati i risultati dello studio geologico finalizzato alla valutazione delle condizioni geomorfologiche idrogeologiche e geologiche che interessano i terreni sui quali verrà realizzato l'impianto fotovoltaico.

Lo studio è stato elaborato sulla base di dati di letteratura e di studi geologici, idrogeologici e geotecnici sito specifici redatti in precedenti fasi di indagine a differenti scopi. Sono state verificate, a completamento dei dati bibliografici, le informazioni contenute nel Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Distretto dell'Appennino Centrale, per valutare l'eventuale presenza di condizioni di instabilità o criticità idrogeologica. In base ai risultati descritti è stato possibile riassumere le seguenti conclusioni sui caratteri geologici dell'area.

In base alla consultazione dei dati di letteratura geologica esaminata, **non emergono criticità di carattere idrogeologico-geomorfologico** in grado di interferire negativamente con la realizzazione dell'impianto in oggetto, con riferimento alle opere descritte nel presente documento, mentre **sono presenti aree a soggette a Pericolosità Alluvionale Media P2, e in tal senso occorrerà, in fase esecutiva, redigere opportune Relazioni idrauliche e idrologiche.**

Infine in tale fase, sulla base delle informazioni raccolte e disponibili e soprattutto in assenza di mirate indagini geognostiche di sito, l'area di interesse risulterebbe impostarsi su **terreni potenzialmente liquefacibili**. Tale Rischio potrebbe risultare inesistente qualora, attraverso opportune indagini mirate alla caratterizzazione dei litotipi, al grado di assortimento, al grado di addensamento e all'individuazione di falda superficiale, risulterà una verifica alla liquefazione positiva.

**Tabella 3. Sintesi dei vincoli e delle perimetrazioni caratterizzanti il sito di interesse**

<b>Vincoli e/o Perimetrazioni di Pericolosità di Rischio</b>	<b>Stato</b>
Perimetrazioni di Pericolosità Idrogeologica da Frana (P.A.I.)	Assenti
Perimetrazioni di Pericolosità Idraulica (P.A.I.)	Presente
Perimetrazioni di Rischio alluvionale (P.G.R.A.)	Presente
Pericolosità sismica (progetto ITHACA)	Assente
Rischio Liquefazione	(Teoricamente presente – da appurare adeguatamente in fase esecutiva)

Si raccomanda, in fase esecutiva come previsto dalla normativa vigente, di implementare le indagini di sito volte all'acquisizione di informazioni stratigrafiche più accurate, necessarie per la definizione del modello idrogeologico, litotecnico e sismico più accurato possibile.