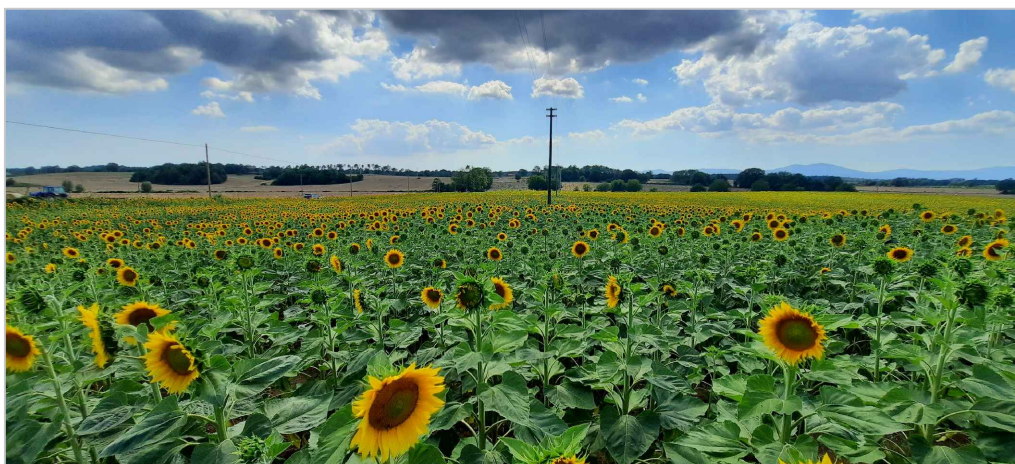




COMUNE DI ACQUAPENDENTE (VT)



Proponente:  **KINGDOM**
SOLAR 3

Kingdom Solar 3 s.r.l.
Via Olmetto n.8 - 20123 (MI)

Titolo: Relazione geologica e idrologica



N° Elaborato: 05

Cod: Rel_VR_05

Progetto dell'inserimento paesaggistico e mitigazione

Progettista:

Agr. Fabrizio Cembalo Sambiasi
Arch. Alessandro Visalli

Collaboratori:

Agr. Rosa Verde
Urb. Patrizia Ruggiero
Arch. Anna Sirica
Urb. Sara De Rogatis
Paes. Rosanna Annunziata



Progettazione elettrica e civile

Progettista:

Ing. Rolando Roberto
Ing. Marco Balzano

Collaboratori: *Dr. geol. Gaetano Ciccarelli*

Ing. Simone Bonacini
Ing. Giselle Roberto

Consulenza geologia

Geol. Gaetano Ciccarelli

Consulenza archeologia
Archeol. Concetta C. Costa



tipo di progetto:

- RILIEVO
- PRELIMINARE
- DEFINITIVO
- ESECUTIVO



Rev.	descrizione	data	formato	elaborato da	controllato da	approvato da
00		Luglio 2021	A4	Gaetano Ciccarelli	Alessandro Visalli	Fabrizio Cembalo

Indice

1	PREMESSA.....	2
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
3	ASSETTO GENERALE	5
3.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE	5
	<i>Evoluzione meso-cenozoica e quaternaria del Mediterraneo centro-occidentale e magmatismo associato</i>	<i>5</i>
3.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE.....	14
3.2.1	<i>Assetto stratigrafico.....</i>	<i>15</i>
3.3	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	16
3.4	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROGRAFICO.....	18
4	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	20
4.1	ANALISI DELLA STORIA SISMICA	22
4.2	MICROZONAZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO	23
4.3	SUSCETTIVITÀ ALLA LIQUEFAZIONE	26
4.3.1	<i>Potenziale di liquefazione.....</i>	<i>27</i>
5	PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)	30
6	CONCLUSIONI.....	37

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce la Relazione Geologica, di compatibilità geomorfologica e sismica redatta nell'ambito del progetto di realizzazione dell'impianto fotovoltaico di Acquapendente (Lazio).

Lo studio raccoglie e sintetizza le informazioni attualmente disponibili derivanti sia da fonti bibliografiche che indagini eseguite nell'area in esame.

In sintesi, nei paragrafi seguenti, verranno approfondite le seguenti tematiche:

1. Inquadramento Geografico;
2. Inquadramento generale dell'area di studio comprendente gli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici;
3. Inquadramento sismico dell'area, definizione dell'azione sismica di riferimento e della magnitudo di riferimento, analisi del rischio liquefazione;
4. Studio di compatibilità geomorfologica comprendente il controllo dei vincoli dell'Autorità di Bacino aggiornato al PAI vigente.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di studio è divisa in diverse porzioni di territorio localizzate a sud est del Comune di Acquapendente in provincia di Viterbo nei pressi della zona industriale Campo Morino. L'area di studio è caratterizzata da un territorio essenzialmente pianeggiante o con versanti a bassa pendenza. L'elevazione altimetrica varia da poco oltre i 450 m.s.l.m. nella parte più a ovest dell'area di progetto ad arrivare a poco oltre i 550 m.s.l.m. a est. Per quanto riguarda la localizzazione cartografica, il territorio dell'area di progetto è compreso all'interno del Foglio 129 "S. Fiora" della Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, , C.T.R. Lazio 333070 (Acquapendente) e 333080 (Belvedere).

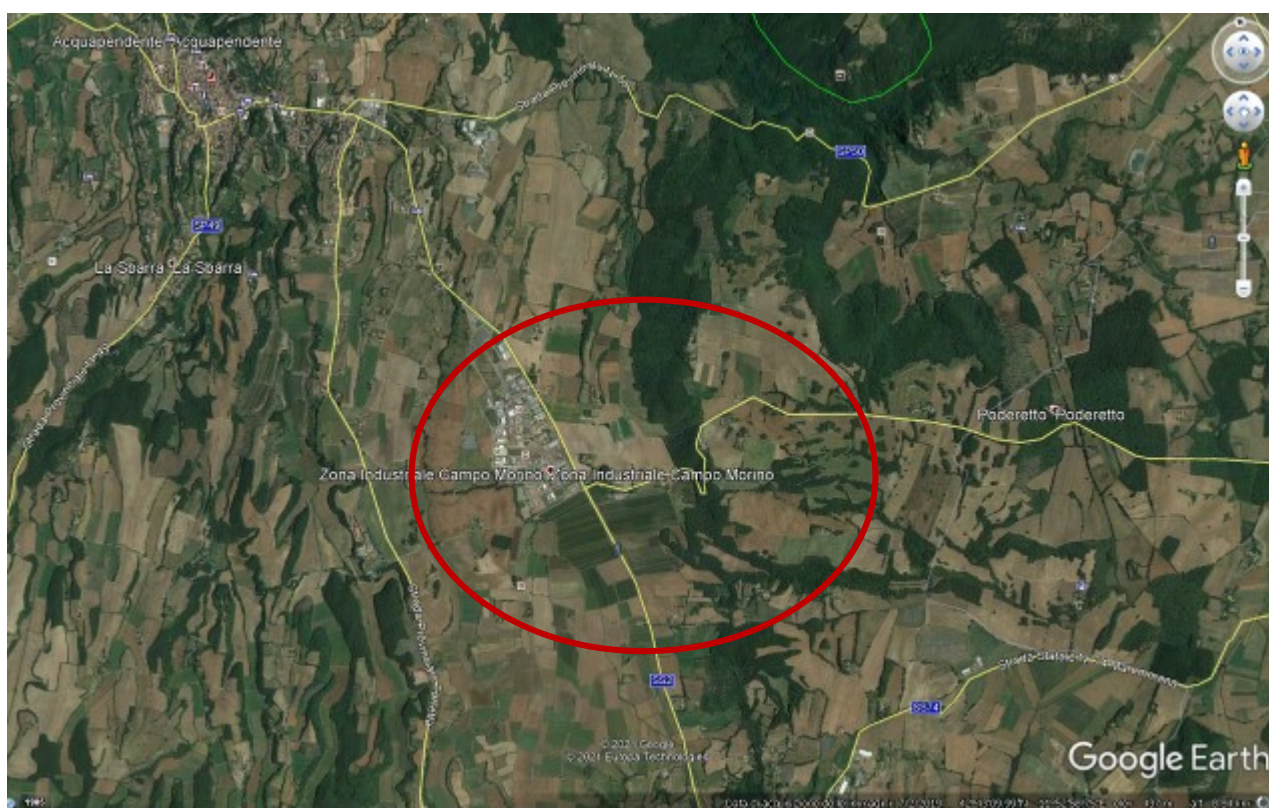


Figura 1- Inquadramento dell'area in esame evidenziata in rosso (Google Earth)

Nel dettaglio, l'area in esame costituita da diverse porzioni di territorio situate nel comune di Acquapendente, nel Lazio in Provincia di Viterbo, è costituita da una porzione di territorio a forte vocazione agricola.

Geograficamente l'area è individuata dalle seguenti coordinate:

- latitudine 42°42'.37.52'' N

- longitudine 11°54'31.63'' E

L'impianto insiste in località Zona Industriale Campo Morino su un terreno agricolo principalmente pianeggiante con bassa pendenza e ben esposto ai fini dell'applicazione specifica e con l'orizzonte libero.



Figura 2- veduta del territorio e dell'impianto

3 ASSETTO GENERALE

Nei paragrafi seguenti si riporta l'inquadramento tettonico e strutturale, l'inquadramento geologico regionale, l'inquadramento geomorfologico e l'inquadramento idrogeologico dell'area di studio. Per quanto riguarda la bibliografia si è fatto riferimento alle note illustrative del Foglio 129 S. Fiora e dell'immediatamente sottostante Foglio 163 Lucera della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 e ad altri studi geologici riferiti all'area in esame.

3.1 Inquadramento geologico e strutturale

Evoluzione meso-cenozoica e quaternaria del mediterraneo centro-occidentale e magmatismo associato

L'evoluzione geodinamica del Mediterraneo centro-occidentale, a partire dal Mesozoico, è dominata dai movimenti relativi del blocco europeo verso quello africano e dall'intensa attività magmatica connessa al ciclo orogenico alpino-appenninico. Il magmatismo meso-cenozoico è estremamente variabile in termini di affinità seriale delle rocce che ne derivano (Conticelli & Peccerillo, 1992; Serri et alii, 2001): i termini più comuni sono rappresentati da tholeiiti di arco insulare, da prodotti calcoalcalini, calcoalcalini alti in potassio, shoshoniti potassiche e ultrapotassiche, prodotti appartenenti alla serie alcalino-sodica e c.d. lamproiti, kamafugiti e carbonati (Serri, 1997; Stoppa & Woolley, 1997).

Successivamente alle principali fasi di strutturazione dell'orogene alpino, la subduzione di imposta lungo l'avampaese della retrocatena, probabilmente in corrispondenza di un braccio orientale relitto della Tetide (Doglioni et alii, 1998; 1999a, b) corrispondente ad un prolungamento settentrionale del bacino ionico mesozoico (Catalano et alii, 2001). In questo quadro, gli Appennini si sarebbero sviluppati principalmente dopo l'Oligocene superiore; la loro formazione è accompagnata dallo sviluppo, sempre a partire dall'Oligocene superiore, di un'area in estensione a tergo della catena come conseguenza diretta dell'arretramento verso est della placca subducente. I bacini oligomiocenici che caratterizzano il Mediterraneo occidentale sono interpretati nel loro insieme come un sistema di retroarco a tetto della subduzione appenninico-magherbide (Doglioni et alii, 1999a).

Successivamente, con la mitigazione verso est del sistema arco-fossa, il trasferimento della distensione porterà nel tardo Miocene e nel Plio-Pleistocene all'apertura del bacino tirrenico (Doglioni et alii, 1999a, b).

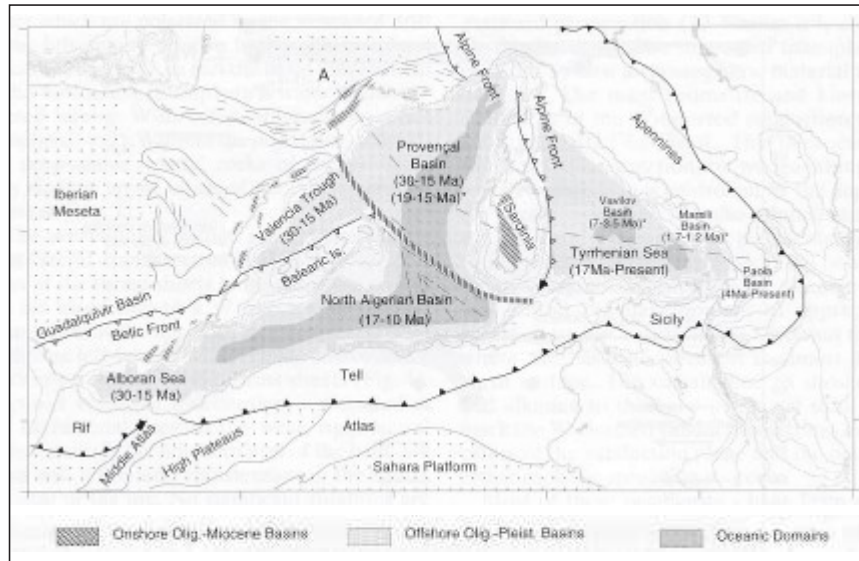


Figura 3- Quadro schematico del contesto geodinamico del Mediterraneo occidentale (da Doglioni et alii, 1999b). Si notino in particolare lo smembramento della Catena Alpina a seguito della rotazione del blocco Sardo-Corso e la distribuzione dei bacini di retroarco

Le prime manifestazioni magmatiche attribuite alla subordinazione della placca africana al di sotto del margine europeo risalgono all'Oligocene inferiore. A partire infatti da 34 Ma sino a 13 Ma si sviluppa in corrispondenza di Provenza, Corsica e Sardegna (per quest'ultima l'inizio dell'attività è datato 32 Ma) un arco magmatico, costituito principalmente da vulcaniti ad affinità calcoalcalina, tholeiitica e calcoalcalina alta in K (Boccaletti & Manetti, 1978; Beccalupo et alii, 1984, 1989, 1994; Doglioni et alii, 1999a).



Figura 4- Distribuzione, affinità petrochimica ed età (Ma) dei centri magmatici Plio-quadernari dell'Italia centro-meridionale (Peccerillo, 2005). È altresì riportata l'ubicazione del magmatismo Eocenico-Miocenico di Puglia, Sardegna, Alpi occidentali e Veneto.

L'apertura del bacino ligure-provenzale-balearico e la conseguente rotazione antioraria del blocco sardo-corsico (smembramento della Catena Alpina fra Liguria e Corsica) sono accompagnate da un'intensa attività vulcanica, concentrata principalmente fra 21 e 19 Ma che, attraverso la produzione di ingenti volumi di piroclastiti riodacritiche, si manifesta in Provenza, nel sud della Corsica e in Sardegna dove sono associate a basalti ad affinità calcoalcalinica alti in Mg (Burrus, 1984; Rehault et alii, 1984; Beccaluva et alii, 1989) datati 18 Ma (Morra et alii, 1997).

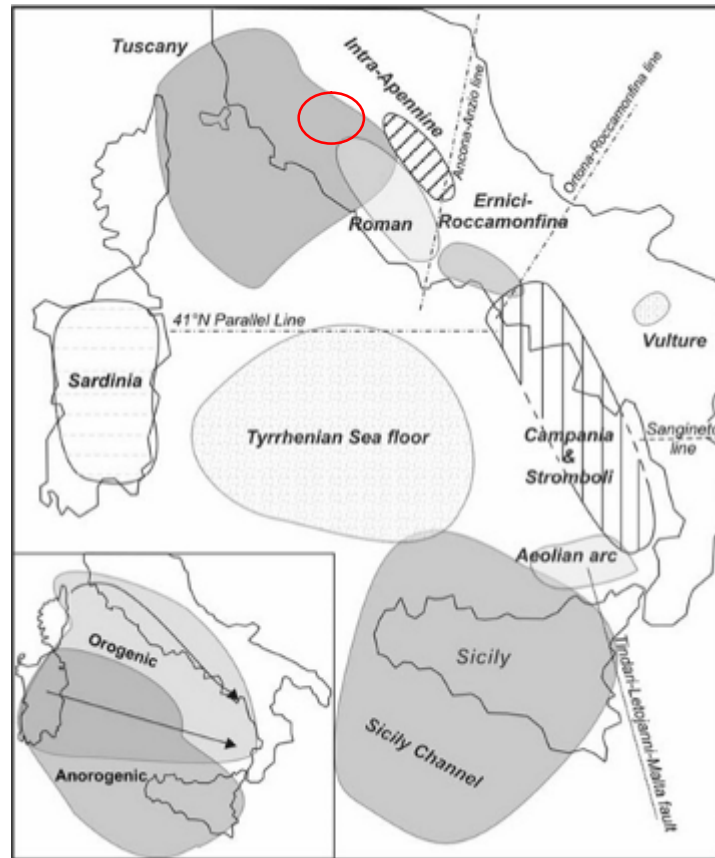


Figura 5- Province magmatiche secondo la definizione proposta da Peccerillo (2005). Sono inoltre riportate le principali linee tettoniche. Nel riquadro: distribuzione del vulcanismo ed affinità composizionale orogenica (alti rapporti LILE/HFSE) ed anorogenica (bassi rapporti LILE/HFSE). Le frecce indicano la migrazione del magmatismo orogenico dall'Oligocene al presente

Il magmatismo di retroarco neogenico-quaternario del Mediterraneo centro-occidentale mostra regolarmente associati termini ad affinità calcoalcalina con termini alcalini; questi ultimi risultano generalmente più giovani dei primi in ogni provincia magmatica (Savelli, 1984; Marti et alii, 1992).

Lungo la fascia tirrenica, a partire da 7 Ma, si manifesta l'attività della provincia Magmatica Toscana (Marinelli, 1967, Innocenti et alii, 1992) i cui prodotti costituiscono le isole dell'Arcipelago Toscano (fatta eccezione per Pianosa) e affiorano inoltre in Toscana meridionale (Monte Amiata), Lazio setentrionale (Monte Cimino, Complesso Tolfetano-Manziate-Cerite) ed insulare (Ponza e Palmarola). L'intenso magmatismo intrusivo ed il vulcanismo di natura acida, associato ad un più recente vulcanismo potassico ed ultrapotassico (Serri 1990; Serri et alii, 1993; 2001; Peccerillo, 2005), denotano la complessità del quadro petrogenetico. Dati petrologici e geochemici indicano che i magmi anatectici che alimentano il plutonismo toscano furono coinvolti in processi di mixing

con magmi ricchi in K di derivazione mantellica (Monte Amiata, Cimini, Isola di Capraia) (Innocenti et alii, 1992; Peccerillo, 2005). Un'estesa ed aggiornata trattazione del magmatismo plio-quadernario italiano è riportata in Peccerillo (2005).

A partire dal Pliocene e nel corso del Quaternario, a seguito della tettonica distensiva (E-O/NO-SE) che caratterizza, la porzione meridionale del Tirreno, l'attività vulcanica concentrata in quest'area porta alla formazione di nuova crosta oceanica nei sub-bacini Vavilov (4.5-2.6 Ma) e Marsili (1.9-1.7 Ma). Fra 5.3 e 1.8 Ma in Sardegna si sviluppa un vulcanismo, per lo più fissurale, caratterizzato da prodotti appartenenti alla serie tholeiitica e alcalina con affinità ocean island basalts (OIB).

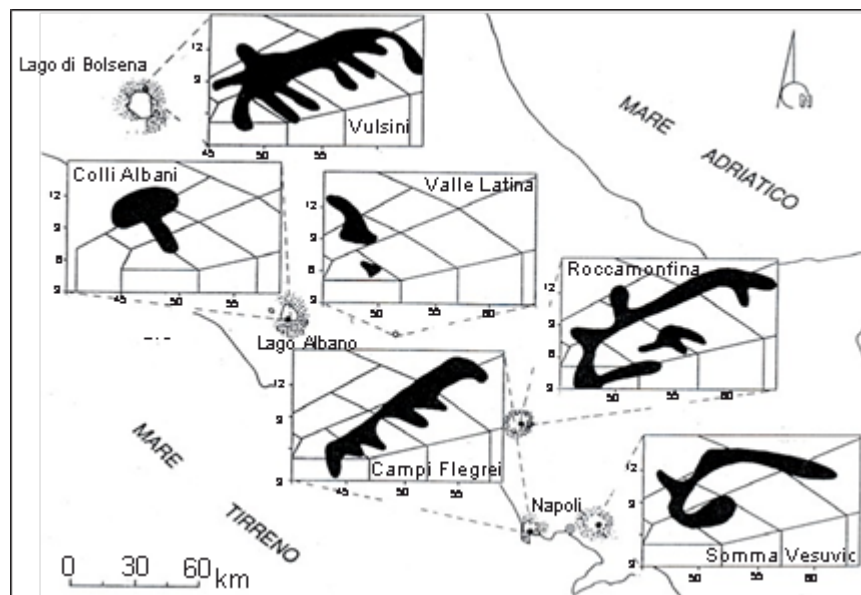
Da circa 1.3-1 Ma è attivo l'Arco Eoliano, costituito da tholeiiti di arco insulare, da termini calcoalcalini/calcoalcalini alti in K, shoshonitici e alcalino-potassici. Questi ultimi in particolare caratterizzano i centri ancora attivi di Stromboli e Vulcano. I caratteri petrologici dei litotipi eoliani vengono ricondotti ad una sorgente mantellica tipo MORB/OIB, arricchita da una componente derivante dalla deidratazione di crosta oceanica subdotta (Francalanci et alii, 1993).

Ancora in relazione all'evoluzione della Catena Appenninico-Maghrebide, nell'avampese africano, a partire dal Miocene superiore, si sviluppa un sistema di *rift* continentale che porta alla formazione del Canale di Sicilia. L'attività magmatica si concentra lungo le strutture tettoniche principali e in corrispondenza del plateau ibleo (Calcanchi et alii, 1989). L'attività vulcanica, con prodotti da mediamente alcalini a peralcalini, inizia nel Miocene superiore mentre nel Pliocene inferiore diviene attivo il Graben di Pantelleria. Durante l'Olocene sono ancora attive tre aree vulcaniche: Pantelleria, Foerstner e Graham Bank.

Nel corso del Quaternario, un magmatismo ad attività alcalino-potassica dà origine alla "Regione Comagmatica Romana" (Washington, 1906; cfr. Peccerillo, 2005 per una dettagliata rassegna dei caratteri geochimico-petrologici e delle relazioni geodinamiche). La diffusa attività vulcanica manifestatasi lungo il margine peritirrenico dell'Italia centrale porta alla formazione di una catena di vulcani ad andamento appenninico (Vulsini, Vico, Sabatini, Colli Albani, Valle Latina, Roccamonfina, Ventotene, Ischia, Campi Flegrei e Somma-Vesuvio). Dopo sporadiche manifestazioni eruttive intorno a 0.8 Ma, l'attività vulcanica principale ha inizio intorno a 0.6 Ma in buona parte dei distretti laziali e a Roccamonfina, mentre i sistemi di Ischia-Campi Flegrei e Somma-Vesuvio sono attivi a partire da circa 0.35 Ma, quando i restanti distretti vulcanici sono nel pieno della loro fase paraassistica. I prodotti affioranti abbracciano l'intero spettro composizionale della serie potassica (KS) e di quella alta in potassio (HKS), così come definite da Appleton (1972), e di quella

K-foiditica, caratterizzata da un rapporto K_2O/SiO_2 ancora maggiore, frequentemente associate anche in un medesimo distretto. Per la maggior parte dei centri vulcanici l'attività eruttiva termina intorno a 0.1 Ma, ad eccezione del Distretto Vulcanico dei Colli Albani, le cui ultime manifestazioni perossistiche si ebbero almeno fino a 0.03 Ma (Marra et alii, 2003) e dei vulcani dell'area napoletana tuttora attivi.

La distribuzione dei centri vulcanici alcalino-potassici quaternari risulta fortemente influenzata dalla tettonica distensiva e transtensiva che disarticola il margine tirrenico in una serie di graben caratterizzati da diversi tassi di subsidenza in atto nel corso dell'attività dei distretti (Faccenna et alii, 1994). Nel complesso, i caratteri geochimici e petrologici dei prodotti affioranti lungo la fascia peritirrenica mostrano come, ad eccezione di parte dei magmi che alimentano l'attività della Provincia Toscana, per i quali si riconosce una sorgente di tipo crostale (crosta continentale superiore), il resto dell'attività magmatica (vulcanica) sia legata a sorgenti di tipo mantellico riconducibili alle principali tipologie delle sorgenti magmatiche terrestri quali OIB, IAB (Island Arc Basalt), MORB (Middle-Ocean Ridge Basalt), ma caratterizzate per lo più da un arricchimento in K imputabile all'assimilazione di più tipologie di componenti (Trigilia et alii, 1991; Piccirello 1999; Serri et alii, 2001). In particolare, la sorgente del K andrebbe cercata in un mantello superficiale metasomatizzato a flogopite (Dolfi et alii, 1976).



Lungo l'avampaese adriatico, a partire da 0.7 Ma sino a 0.1 Ma è attivo il Vulture, contraddistinto da un magmatismo alcalino-sodico fortemente sottosaturo. Infine, l'attività vulcanica etnea si localizza a nord degli Iblei, in corrispondenza della porzione più meridionale delle falde maghrebidi

(Monaco et alii, 1997). La geochimica dei prodotti eruttivi è compatibile con la fusione parziale di sorgenti mantelliche arricchite tipo MORB e OIB (Armienti et alii, 1989; D'Orazio, 1994; Tonarini et alii, 1995)

L'assetto strutturale del Lazio settentrionale è il risultato della sovrapposizione tettonica distensiva terziaria, legata all'attività del bacino tirrenico, sulla porzione più interna dell'edificio a pieghe e sovrascorrimenti della Catena Appenninica, risultato a sua volta del processo di subduzione della placca adriatica al di sotto del sistema orogenico alpino (Doglioni et alii 1999c). In particolare, il Distretto Vulcanico Vulsino si imposta nel Pleistocene medio in corrispondenza dell'intersezione del Graben Siena-Radiocofani e del Graben Paglia-Tevere con una serie di faglie ad andamento NE-SO che disarticolano le porzioni interne della Catena Appenninica.

La catena in questo settore è il risultato dell'interazione tra due diversi tipi di subduzione: quella alpina, Europa-vergente, e quella appenninica O-vergente. Il risultato è un orogene complesso dove si riconoscono diverse unità strutturali riconducibili a diversi domini paleogeografici.

- Il dominio sardo-corso: rappresenta l'avampaese europeo ed è costituito da crosta continentale ercinica sulla quale è impostato il bacino Ligure-Provenzale;
- Il dominio oceanico ligure-piemontese: nel quale si sono deposte ofioliti giurassiche e la loro copertura sedimentaria pelagica di età compresa tra il Malm e il Cretacico, seguite dalle sequenze torbiditiche calcareo-marnose di età cretacico-eocenica. I complessi ofiolitiferi affiorano attualmente nella Corsica alpina, nell'Arcipelago Toscano e nella Toscana meridionale (Abbate et alii, 1980), ove sono stati riconosciuti nel sottosuolo (pozzo Pantani a nord di Civitavecchia), spesso metamorfosati in condizioni di alta P/ bassa T (Jolivet et alii, 1988);
- Il dominio subligure: costituito da successioni calcareo-arenacee di età Cretacico superiore-Oligocene, deposte su crosta di transizione tra il dominio oceanico ligure e quello continentale toscano;
- Il dominio toscano: in cui si distinguono successioni sedimentarie deposte su crosta continentale. Il dominio toscano interno consiste nei depositi non metamorfici della Successione Toscana (triassico superiore-Oligocene superiore), mentre il dominio toscano esterno è costituito dal Complesso Metamorfico Toscano Auct. (Bertini et alii, 1991; Elter & Pandelli, 1990);

- Il dominio umbro-marchigiano: comprende le successioni sedimentarie triassico-mioceniche deposte sul margine continentale adriatico, caratterizzate da termini di piattaforma continentale e pelagica dal Triassico al Lias inferiore e di bacino pelagico fino al Miocene (Barchi et alii, 1998; Centamore & Micarelli, 1991; Santantonio et alii, 1996).

Successivamente alle principali fasi di sollevamento della Catena Appenninica (fasi compressive tortoniane toscane), a partire dal Miocene medio-superiore, con l'apertura del bacino di retroarco tirrenico, l'adiacente fascia costiera dell'Italia centrale è soggetta ad un'intensa tettonica distensiva (Bigi et alii, 1989; Boccaletti et alii, 1990; Serri et alii, 1991). La distensione provoca un assottigliamento crostale e la formazione di una serie di graben ad andamento NO-SE che interessa una vasta area dal Valdarno al Vulsini e che si estende verso SE fino a Terracina.

Lungo tali strutture fortemente subsidenti si impostano i bacini marini pliocenici (ingressione marina del Pliocene inferiore: bacini della Val di Fine, Volterra-Ppomarance-Radicondoli, Val d'Elsa, Siena-Radicofani, Val Teverina, Val di Chiana) e successivamente l'attività vulcanica (Ambrosetti et alii, 1978). Nel Pliocene inferiore si registra la massima estensione marina della Toscana meridionale e nel Lazio settentrionale, mentre a partire dalla fine del Pliocene inferiore tutta l'area comincia a sollevarsi con conseguente sviluppo di una fase regressiva (Ambrosetti et alii, 1978). Tale sollevamento, il cui acme si registra fra il Pliocene ed il Pleistocene inferiore, è connesso al riequilibrio isostatico della Catena Appenninica e localmente alla messa in posto di corpi intrusivi (Monti della Tolfa) e domi lavici (Monti Cimini) (Marinelli, 1975; Barberi et alii, 1991, 1994). Esso condizionerà lo sviluppo paleogeografico dell'area, determinando un progressivo restringimento delle zone occupate dal mare (Ambrosetti et alii, 1978). Durante lo sviluppo del magmatismo alcalinico-potassico peritirrenico quaternario, in conseguenza dell'alta termalità dell'area, la tettonica fu probabilmente meno attiva e l'entità del sollevamento si ridusse (Cavinato et alii, 1994).

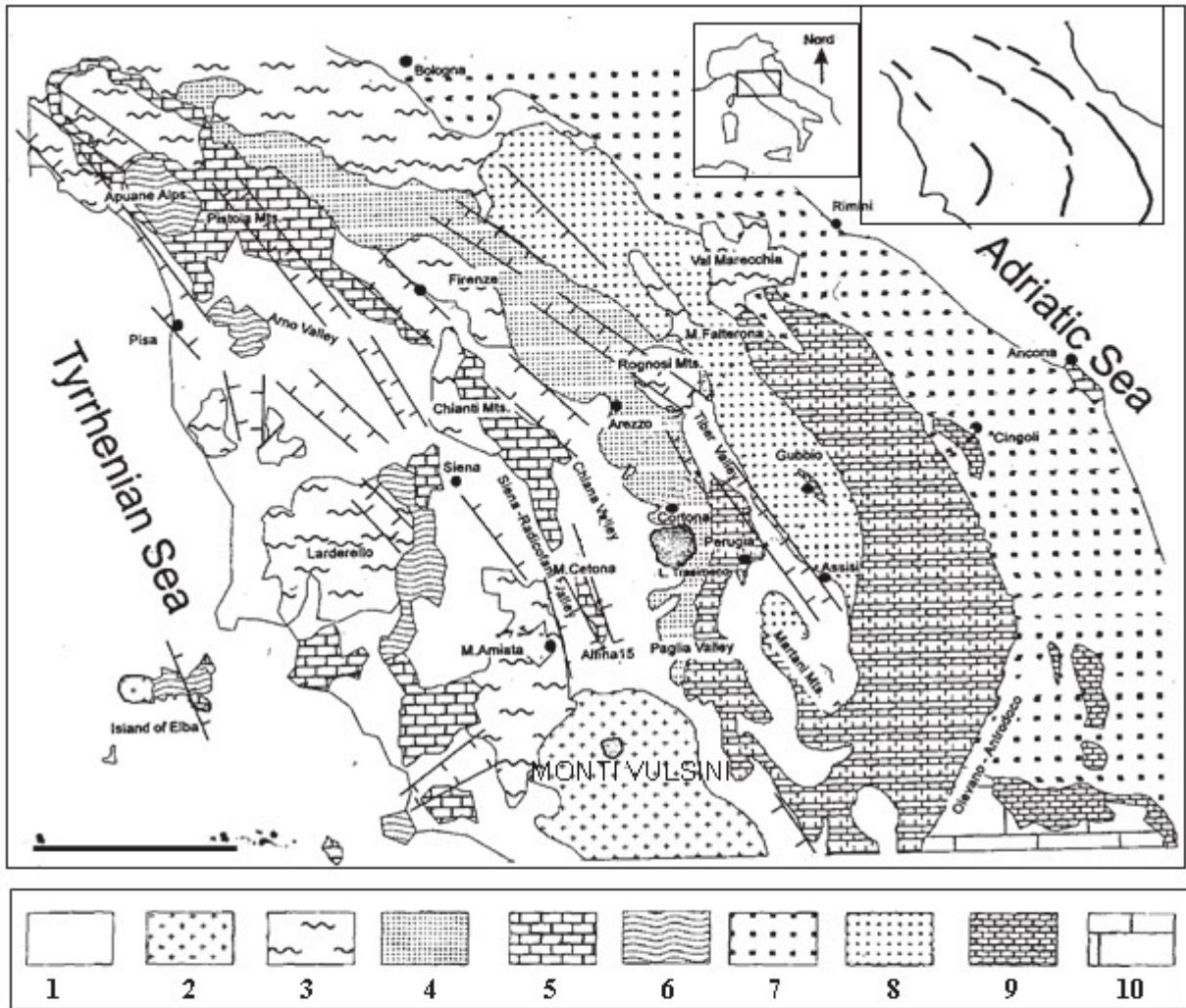


Fig. 5 - Carta geo-tettonica schematica dell'Italia peninsulare centro-settentrionale (da BARCHI et alii, 2001; modificato).

Legenda:

- | | |
|---|---|
| 1) successioni neoaustrocoene marino-costiere e continentali; | 7) depositi torbiditici attribuiti alla successione Pianura Padana-Marche-Mare Adriatico (Messiniano inferiore-Pliocene); |
| 2) vulcaniti neogenico-quadernarie; | 8) depositi torbiditici della successione Romagna-Umbria-Marche (Burdigaliano-Tortoniano); |
| 3) litotipi oligo-miocenici appartenenti alle Liguridi; | 9) rocce carbonatiche della Successione Umbro-marchigiana (Giurassico-Paleogene); |
| 4) successioni torbiditiche oligo-mioceniche della Falda Toscana; | 10) rocce carbonatiche della Successione Laziale-abruzzese (Giurassico-Neogene). |
| 5) successioni evaporitiche e carbonatiche della Falda Toscana (Triassico-Paleogene); | |
| 6) unità metamorfiche toscane; | |
- È inoltre riportato il sistema di Graben a direzione appenninica.

Figura 6- Carta geo-tettonica schematica dell'Italia peninsulare centro-settentrionale (da Barchi et alii, 2001; modificata da progetto CARG)

Ai fattori tettonici sinora descritti, si sommano gli effetti legati alle fluttuazioni eustatiche connesse ai fenomeni climatici che si hanno fra il Pliocene e il Pleistocene. L'evoluzione geologica della

fascia costiera tirrenica è infatti notevolmente influenzata dalle variazioni del livello marino seguito dalle glaciazioni (Alberti et alii, 1970; Ambrosetti et alii, 1978; Bosi et alii, 1990), come testimoniato dai diversi ordini di terrazzi marini datati fra il pleistocene inferiore e superiore (de Rita et alii, 2002). Carboni et alii (1994) sottolineano come la regressione registrata nei sedimenti plio-pleistocenici della fascia costiera fra la Toscana meridionale e il Lazio settentrionale si leghi essenzialmente alle fluttuazioni glacio-eustatiche, mentre eventuali fenomeni tettonici sono da considerare di ampiezza di ordine inferiore. I tre ordini di terrazzi più giovani riferiti al Pleistocene medio-superiore, sono caratterizzati da depositi contenenti materiale di origine vulcanica proveniente dai vicini distretti alcalino-potassici Vulsino e Vicano; le datazioni, ottenute secondo diversi metodi (U/Th, risonanza degli electrospin, racemizzazione degli aminoacidi), danno età comprese fra 0.35 e 0.1 Ma (Ambrosetti et alii, 1981). De Rita et alii (2002) correlano questi tre ordini di terrazzi ai rispettivi stage isotopici della curva climatica tarata sui valori del O^{18} (Pisias et alii, 1994) relativi a fasi di alto stazionamento del livello del mare.

In questo contesto la porzione più a sud dell'area in esame riveste una particolare importanza in quanto zona di raccordo fra le aree più interne del Distretto Vulcanico Vulsino e la fascia costiera. A tal riguardo, degna di nota è la formazione, in concomitanza con l'attività vulcanica, di un piccolo bacino continentale fluvio-lacustre-plaustre, colmato da sedimenti vulcanoclastici.

3.2 Inquadramento geologico locale

Per quanto riguarda la geologica riferita all'area in esame si è fatto riferimento al Foglio 129 S. Fiora della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

OLOCENE

-dt: detriti.

PLEISTOCENE

-t₁,t₂,t₃: tufi terrosi (t₁), tufi gialli e pomici chiare (t₂), tufi gialli e pomici grigie (t₃) alternanti alle rocce magmatiche del gruppo vulcanico dei Monti Vulsini.;

-β: Basaniti, tefriti e tefriti fonolitiche appartenenti al gruppo vulcanico dei Monti Vulsini;

-λ: Latiti appartenenti al gruppo vulcanico dei Monti Vulsini.

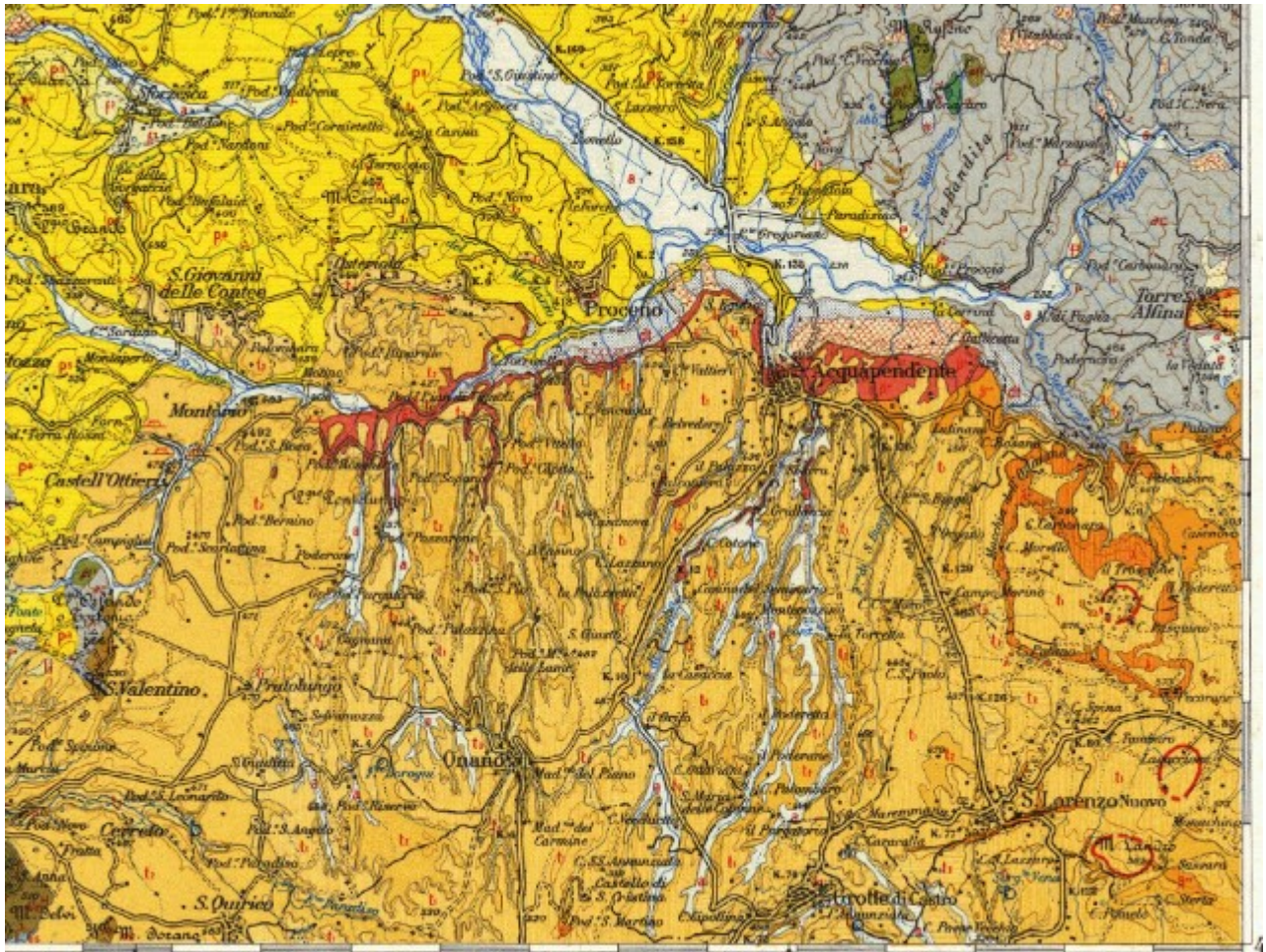


Figura 7- Stralcio del Foglio 129 S. Fiora della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000

3.2.1 Assetto stratigrafico

Le unità geologiche che interessano esclusivamente l'area oggetto di studio, cartografate nella Carta Geologica d'Italia (Foglio 129, scala 1:100.000) vengono descritte secondo la bibliografia relativa alle note illustrative del foglio sopracitato.

ROCCE MAGMATICHE PLIO PLEISTOCENICHE

Rocce dell'apparato vulsino

t₃ – Tufti gialli e pomici grige

Poggiano direttamente tanto sul flysh e sul Pliocene quanto sulle colate di lava e su altri tipi di piroclastiti e raggiungono una potenza considerevole che supera anche i 50 m. Essi sono caratterizzati da grosse pomici grige e da scorie nere del diametro di 20-30 cm. Alla base inglobano numerosi frammenti di lava e di calcari marnosi.

t₂ – Tufi gialli e pomici chiare

I tufi gialli a piccole pomici sono molto compatti e generalmente riempiono paleovalli scavate o nei sedimenti pliocenici o nei tufi gialli a grosse pomici grige. Con questa sigla sono indicati pure dei livelli di tufi simili ai precedenti ma con inclusi leucitici, a luoghi con potenza superiore anche ai 20 m, nonché alcuni orizzonti di tufi gialli a scorie nere. Sicuramente i vari tipi litologici provengono da bocche eruttive diverse. In genere questi orizzonti sono separati da paleosuoli che talora mostrano fenomeni di cottura, il che fa pensare che questi livelli possano essersi impostati con fenomenologia analoga a quella delle ignimbriti.

t₁ – Tufi terrosi

Col termine di tufi terrosi si è indicata un'alternanza di strati di lapilli, di pomici e di cineriti separati da paleosuoli neri, ciascuno aventi uno spessore variabile da 10 cm a 2 m circa. Questa alternanza di prodotti picoclastici generalmente chiude una serie effusiva locale.

3.3 Inquadramento geomorfologico

L'area geografica in esame è situata nella zona in esame è caratterizzata in gran parte da una blanda morfologia collinare, o localmente subpianeggiante. Le quote più elevate si riscontrano a nord est dell'area in esame dove si ha la presenza del Monte Rufeno. Le quote inferiori, si registrano a sud rispetto l'area in esame nei pressi della sponda nord del Lago di Bolsena.

Nel paesaggio si evidenziano le morfologie tipiche dell'ambiente vulcanico. Per quanto riguarda le morfologie positive, l'area risulta punteggiata da numerosi modesti rilievi, che rappresentano i resti più o meno ben preservati di piccoli edifici vulcanici essenzialmente monogenici, quali coni di scorie o coni di tufo, isolati o coalescenti. Nonostante l'erosione ne abbia in parte obliterato le morfologie originarie, sono ancora ben riconoscibili le forme relitte di diversi centri vulcanici, distribuiti per lo più all'interno o ai margini della depressione di Latera (es. Valentano, Monte Marano, Monte di Cellere), attorno al Lago di Bolsena (es. Monte Bisenzio, Capodimonte, Marta) o anche all'interno di quest'ultimo (es. le isole lacustri Bisentina e Martana, resti di coni di tufo). Le morfologie negative comprendono le porzioni meridionali delle già citate depressioni di Latera e di Bolsena, ricadenti nel settore settentrionali all'area in esame, ed una minima parte della depressione di Montefiascone. All'ampia conca attualmente occupata in parte dal Lago di Bolsena (assi N-S ed E-O di circa 17 e 13 km rispettivamente), definita da Walker (1984) come un esempio di down-sag caldera, viene tradizionalmente riconosciuta una natura vulcano-tettonica: la subsidenza sareb-

be stata controllata principalmente da faglie maestre dirette connesse al prolungamento meridionale del Graben Siena-Radicofani, e in misura minore dal parziale svuotamento delle camere magmatiche (Varekamp, 1980; Nappi et alii, 1982; Amodio et alii, 1987; Buonasorte et alii, 1987b; Faraone & Stoppa, 1988) a seguito delle principali eruzioni dei “complessi” del Paleo-bolsena e Bolsena (Nappi et alii, 1991). A Ciotoli et alii (2003) si deve una recente ricostruzione dello scenario neotettonico dell’area circostante la conca di Bolsena alla luce di indizi morfotettonici e geochimici. Le depressioni centrali che caratterizzano gli edifici di Latera e Montefiascone vengono comunemente interpretate come caldere poligeniche, sviluppatasi a seguito di ripetuti collassi dei tetti delle camere magmatiche conseguenti all’attività esplosiva dei rispettivi “complessi vulcanici” (Marini & Nappi, 1986; Nappi, 1969b, Metzeltin & Vezzoli, 1983; Barberi et alii, 1984; Nappi et alii, 1991; Palladino & Simei, 2005a, b). La prima si presenta di forma grosso modo ellittica, allungata da NNE a SSO, con assi di 9 e 7 km. L’orlo calderico è ben individuabile nelle sue porzioni settentrionale ed orientale, si eleva di circa 200 m dal fondo calderico, posto ad una quota intorno ai 400 m s.l.m. Inoltre, è ben evidente il pendio extracalderico orientale dell’edificio vulcanico di Latera che digrada verso l’adiacente Lago di Bolsena, intersecando l’omonima depressione. L’orlo calderico diviene discontinuo nelle sue porzioni meridionale ed occidentale e risulta solo parzialmente evidenziato dalla presenza di faglie o fratture. All’interno della depressione di Latera si individua la più piccola Caldera del Vepe che ospita il Lago di Mezzano, con assi di 5,5 e 3 km. In particolare, una morfologia articolata caratterizza la porzione meridionale della Caldera di Latera: a SE i coni di scorie di Monte Starnina, Madonna dell’Eschio e Valentano si impostano sul bordo calderico, che risulta obliterato più ad ovest. Dal fondo calderico, tuttora sede di manifestazioni idrotermali, mineralizzazioni ed emissioni gassose, si elevano i modesti rilievi di Poggio Murcie (452 m s.l.m.) e Poggio San Luce (446 m). Il F.so Olpetta, che drena l’area della depressione, supera la cinta calderica in prossimità di Santa Maria di Sala e scorre a ridosso del vasto plateau lavico della Selva del Lamone.

La Caldera di Montefiascone presenta un contorno subcircolare e un diametro di circa 3 km; il bordo calderico, aperto verso il Lago di Bolsena, s’innalza di oltre 200 m sul livello del lago. Infine, fra le morfologie negative spicca il cratere del Lagaccione (a SE della Caldera di Latera), relativo ad un apparato idromagmatico del tipo anello di tufo (o maar).

La Provincia di Viterbo, la più settentrionale del Lazio, rientra in quella vasta area denominata “Tuscia Laziale” che si estende a Nord di Roma tra il fiume Tevere e il Mar Tirreno. Con un’estensione di 3.612 km², è delimitata a nord dalla Toscana (province di Grosseto e Siena), alla quale storicamente si collega in quanto sede di alcuni tra i maggiori centri della civiltà etrusca, ma

dalla quale si distingue per il paesaggio naturale prevalente, determinato dall'origine vulcanica dei substrati. Ad est confina con l'Umbria (provincia di Terni), mentre a sud è lambita dalla regione sabatina e dai contrafforti settentrionali dell'acrocoro tolfaiano, importante comprensorio della Tuscia che ricade però in massima parte nella provincia di Roma.

Il Viterbese, ma più in generale la Tuscia Laziale, si sviluppa in massima parte su un territorio edificato dall'attività esplosiva di tre importanti complessi vulcanici: quello vulsino (dominato dalla vasta depressione lacustre di Bolsena), quello vicano (con il lago di Vico in posizione centrale) e quello cimino subito a sud-est di Viterbo. I terreni vulcanici ricoprono le più antiche superfici di origine sedimentaria che affiorano dalla copertura vulcanica in maniera sempre piuttosto esigua.

L'irregolarità dei confini amministrativi della provincia di Viterbo, raramente coincidenti con limiti naturali (corsi d'acqua, linee di spartiacque, etc.), contribuisce a determinare nel territorio provinciale una grande varietà di paesaggi i quali, se associati ai diversi tipi litologici e ai principali sistemi orografici presenti, ci permettono di riconoscere regioni naturali ben caratterizzate da un punto di vista morfologico e vegetazionale.

L'area oggetto di studio è localizzata nel Comune di Acquapendente. Il territorio di Acquapendente è situato nell'estremo nord del Lazio, al confine con le regioni Toscana (i cui confini per un tratto sono segnati dal lago di San Casciano) e Umbria. Il comune dista poco più di 10 km dal lago di Bolsena. L'intero territorio comunale è caratterizzato dalla presenza di terreni di origine vulcanica. Nell'area a sud di Acquapendente la superficie morfologica dei terreni è caratterizzata da una serie di spianate, più o meno profondamente incise da valli con prevalente direzione meridiana, che corrispondono ai più recenti depositi di materiali piroclastici eruttati dal vicino apparato vulcanico vulsinio. Lungo le incisioni fluviali, talvolta anche assai pronunciate come quella del corso del F. Paglia, si sviluppano depositi ghiaiosi su terrazzi elevati da 5 a 20 m sull'alveo attuale dei vari corsi d'acqua.

3.4 Inquadramento idrogeologico e idrografico

Nel dettaglio dell'area in esame si ha quindi la presenza di due diversi complessi idrogeologici, uno presente direttamente in entrambe le aree di progetto ed uno immediatamente adiacente all'area ad est che sono elencati in seguito dal più recente al più antico.

- **Complesso delle lave, laccoliti e coni di scorie – potenzialità acquifera medio alta:** scorie, generalmente saldate, lave e laccoliti (Pleistocene). Spessori da qualche decina a qual-

che centinaio di metri. Questo complesso contiene falde di importanza locale ad elevata produttività, ma di estensione limitata.

- **Complesso dei Tufi Stratificati e delle Facies Freatomagmatiche – potenzialità acquifera bassa:** tufi stratificati, tufi terrosi, breccie piroclastiche, pomici, lapilli e blocchi lavici in matrice cineritica (Pleistocene). I terreni del complesso si presentano intercalati tra gli altri complessi vulcanici per cui risulta difficile definirne lo spessore totale. Il complesso ha una rilevanza idrogeologica limitata anche se localmente può condizionare la circolazione idrica sotterranea, assumendo localmente il ruolo di limite di flusso e sostenendo esigue falde superficiali.

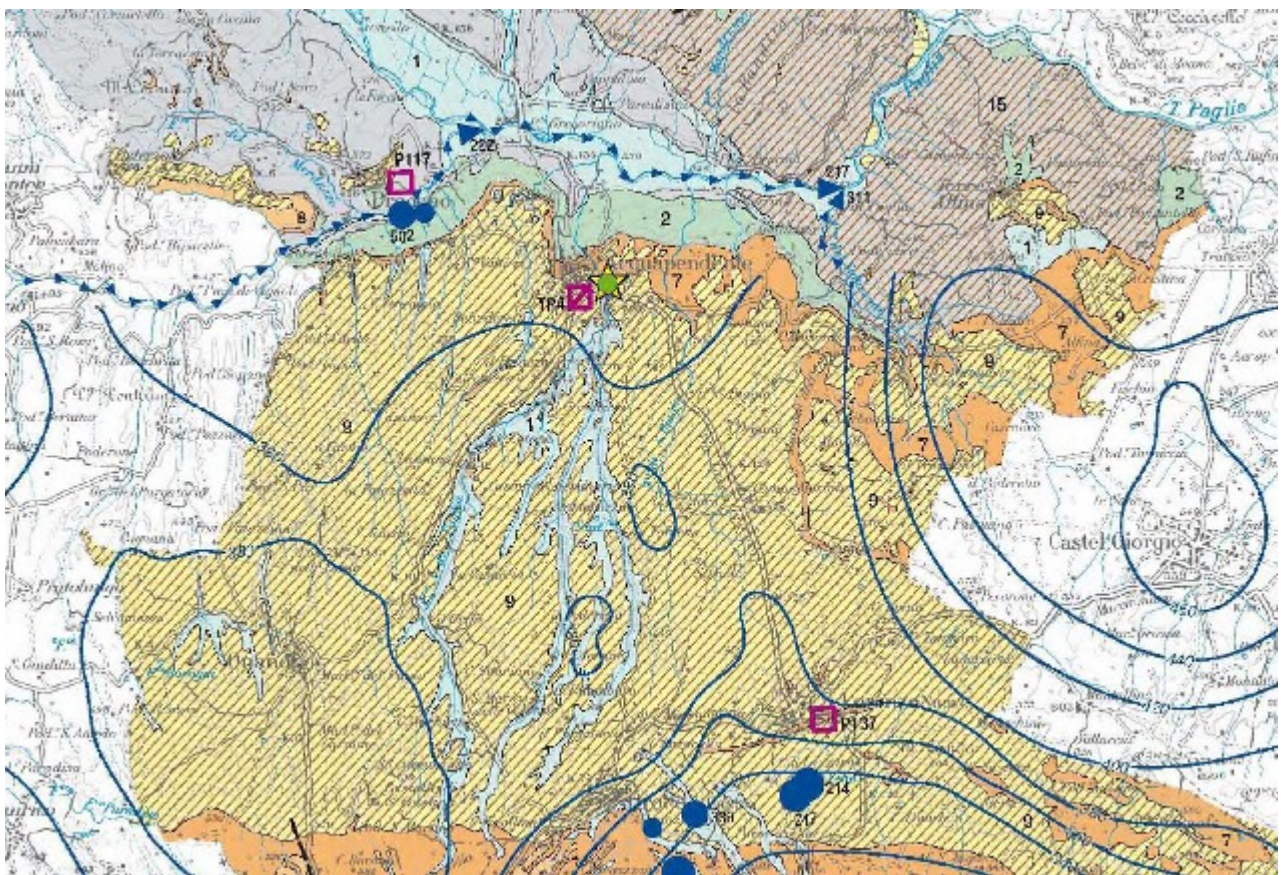


Figura 8- Stralcio della Carta Idrogeologica del Territorio della Regione Lazio alla scala 1:100.000, Foglio 4

4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

La macrozonazione sismica consiste nell'individuazione generale della pericolosità sismica in una vasta area. Basandosi sulla ciclicità degli eventi sismici, il grado di sismicità di una determinata zona viene valutato sulla base delle informazioni disponibili nei cataloghi sismici, integrate con indagini geologico-strutturali, neotettoniche e geomorfologiche per l'individuazione delle aree tettonicamente attive. Con il D.M. 07/03/1981 e dall'OPCM 3274/2003 aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Lazio n. 387 del 22 maggio 2009, successivamente modificata con la D.G.R. n. 571 del 2 agosto 2019, il territorio di Acquapendente è classificato in zona sismica 2b (Media Sismicità), zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti. La sottozona 2B indica un valore dell'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ag pari a 0,20g (dove g è l'accelerazione di gravità).

Successivamente, secondo le direttive riportate nell'allegato A del D.M. del 14/01/2008 ed in seguito alla definizione del progetto S1 (Proseguimento della assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori sviluppi) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, sono state ridefinite le azioni sismiche di riferimento dell'intero territorio nazionale. Di seguito si riporta (figura 10 fonte INGV), in particolare, le mappe al Comune di Acquapendente dalle quali si può risalire ai range delle azioni sismiche di riferimento. Si specifica, inoltre, che al seguente link <http://esse1.mi.ingv.it/> è possibile visualizzare, ricercando per coordinate o per comune, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento (nodi non superiori ai 10 Km) nell'intervallo di riferimento (30 e 2475 anni).

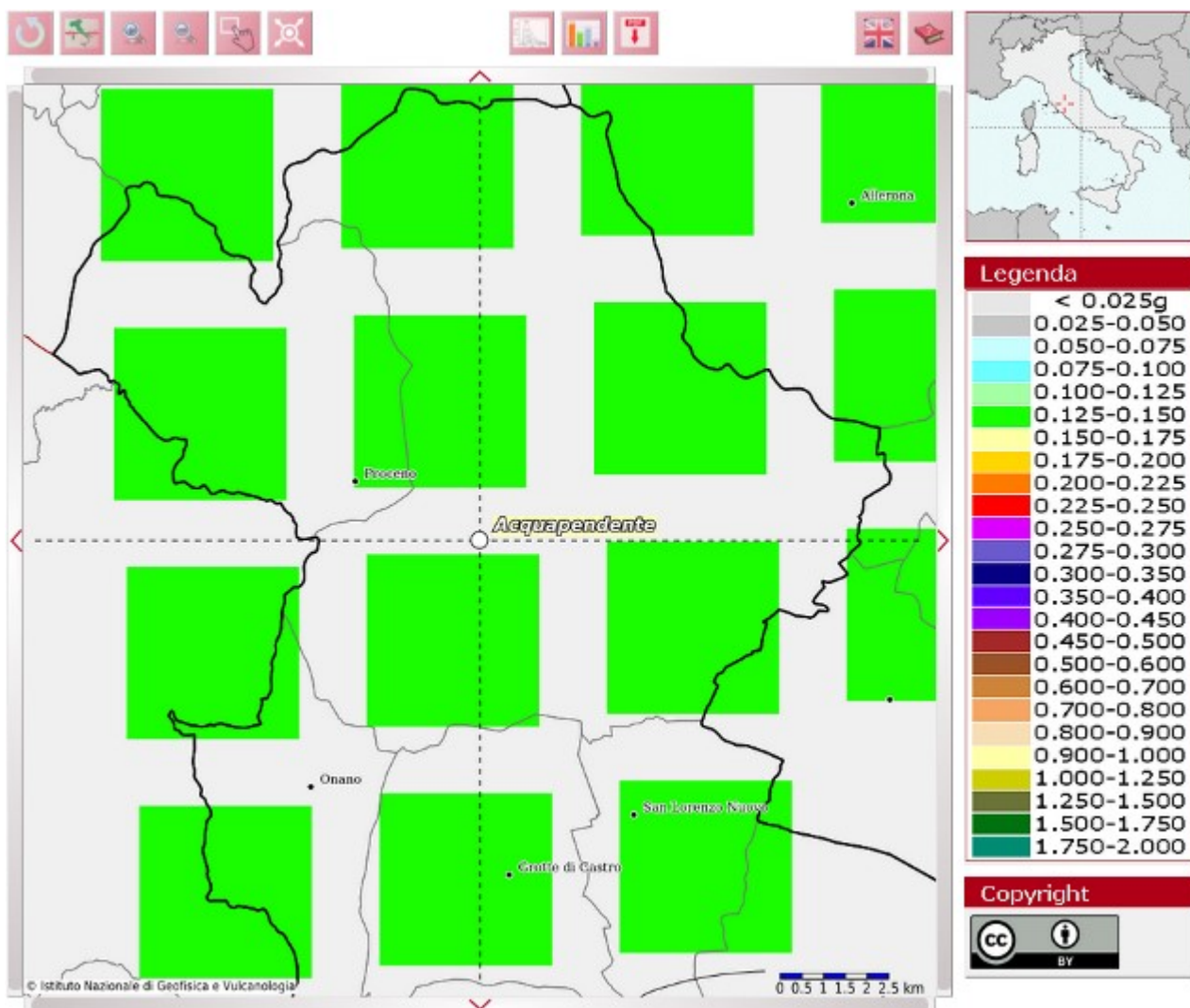


Figura 9- Modello di pericolosità sismica MPS04-S1 (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

La Macrozonazione Sismica, tuttavia, non tenendo in considerazione i possibili effetti di amplificazione dovuti al passaggio del moto sismico attraverso la copertura sedimentaria superficiale, può risultare inadatta a rappresentare situazioni locali che, per caratteristiche peculiari, possono presentare gradi di pericolosità sismica assai diversi, pertanto, l'analisi successiva, Microzonazione Sismica, ha la finalità di prevedere la distribuzione degli effetti di un terremoto in un'area urbana e di individuare criteri di gestione del territorio (geotecnici, strutturali, urbanistici) volti a mitigare, in futuro, i danni di un terremoto. La microzonazione sismica implica quindi la stima sia della pericolosità che della vulnerabilità sismica dell'area di studio, e quindi non può prescindere da una valutazione della risposta sismica locale, vale a dire del modo in cui la struttura geologica superficiale influisce sulla propagazione delle onde sismiche. Effetti locali d'amplificazione dell'ampiezza e d'incremento della durata del moto sismico (effetti di sito) caratterizzano generalmente le coperture di terreni superficiali poggianti su un substrato roccioso.

4.1 Analisi della storia sismica

L'analisi sulla sismicità storica del territorio ha considerato anche i dati macrosismici del Database Macrosismico Italiano, ultima versione DBMI15 (<http://emidius.mi.ingv.it>), da cui sono stati selezionati gli eventi di maggiore rilevanza che hanno interessato il territorio di Piansano.

Nel caso sono evidenziati 36 eventi di riferimento dal 1000 al 2017, con indicati i parametri per l'area del catalogo, epicentro del sisma e per l'area del terremoto (I [MCS]).

Nella lista risalta che la massima intensità macrosismica registrata, espressa in MCS, è pari a 8-9 gradi per l'evento del 11 giugno del 1695 nell'area epicentrale del Lazio settentrionale (5,80 Mw).

L'evento sismico con un area epicentrale più vicino all'area in esame e più recente è quello del 9 aprile 1924 con epicentro Val di Paglia di intensità macrosismica compresa tra i 5-6 gradi MCS.

Gli eventi sismici più recenti, del 15 dicembre 2005 nella Val Nerina e del 1° aprile 2000 di Monte Amiata, hanno prodotto effetti d'intensità macrosismica rispettivamente di 5 e 6 gradi MCS.

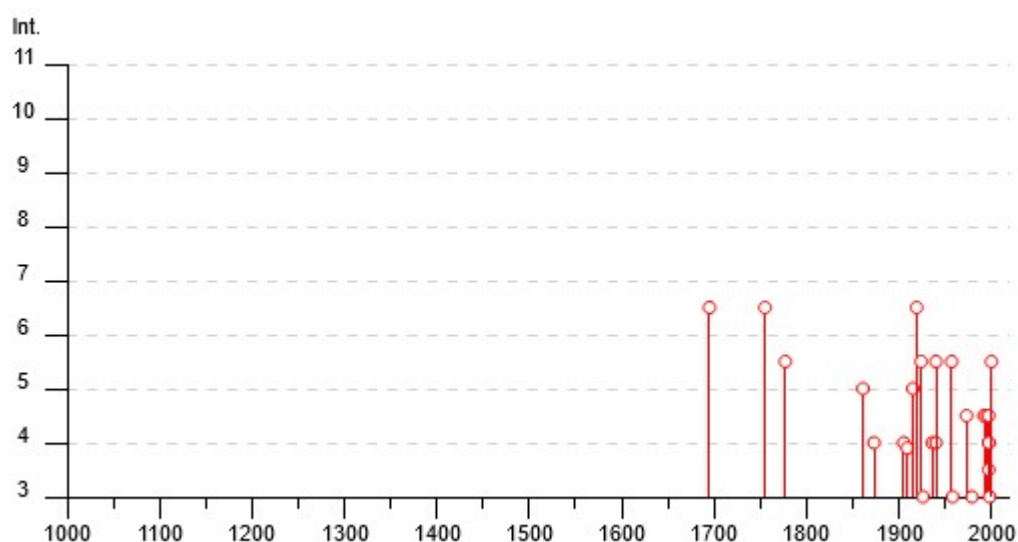


Figura 10- Grafico illustrante la storia sismica del Comune di Acquapendente dal 1000 al 2019. Sulle ascisse sono riportate le intensità sismiche (Is) dei terremoti rilevati, mentre sulle ordinate sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni. (https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/)

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Mo	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mv
6-7	1695	06	11	02	30		Lazio settentrionale	50	8-9	5.80
6-7	1755	11	01	17			Val di Paglia	2	5-6	4.40
5-6	1777	10	05	15	45		Val di Paglia	11	7	5.14
5	1861	05	09	01	53		Val di Chiana	28	6-7	5.02
4	1873	03	12	20	04		Appennino marchigiano	196	8	5.85
NF	1892	01	22				Colli Albani	81	7	5.14
NF	1898	06	27	23	38		Reatino	186	8	5.50
NF	1904	09	07	11	30		Valle dell'Ombrone	27	5	4.31
4	1905	02	12	08	28		Monte Amiata	61	6	4.55
F	1909	08	25	00	22		Crete Senesi	259	7-8	5.34
NF	1911	09	13	22	29	02	Chianti	115	7	5.08
5	1915	01	13	06	52	43	Marsica	1041	11	7.08
NF	1919	06	29	15	06	13	Mugello	565	10	6.38
6-7	1919	09	10	16	57		Val di Paglia	67	7-8	5.36
5-6	1924	04	09	14	49		Val di Paglia	7	5-6	4.47
3	1926	01	08	09	14		Monte Amiata	24	7	4.90
4	1936	06	15	14	45		Monti Volsini	9	4-5	3.84
4	1940	06	19	14	10		Monte Amiata	28	6	4.64
5-6	1940	10	16	13	17		Val di Paglia	106	7-8	5.29
5-6	1957	12	06	04	54		Orvietano	63	7	4.97
3	1958	05	30	06	26		Val di Paglia	18	5	4.05
4-5	1973	12	30	02	45		Grossetano	13	5	4.13
3	1979	09	19	21	35	37	Valnerina	694	8-9	5.83
NF	1980	09	08	19	41	1	Costa Grossetana	55	5-6	4.44
NF	1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
4-5	1992	02	07	23	17	5	Monti Volsini	34	5	3.76
2-3	1993	06	05	19	16	1	Valle del Topino	326	6	4.72
4-5	1994	02	09	21	49	0	Val di Paglia	27	4-5	3.55
4-5	1997	09	26	00	33	1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
4	1997	09	26	09	40	0	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
3-4	1997	10	03	08	55	2	Appennino umbro-marchigiano	490		5.22
4	1997	10	06	23	24	5	Appennino umbro-marchigiano	437		5.47
2-3	1997	10	14	15	23	1	Valnerina	786		5.62
3	1998	04	05	15	52	2	Appennino umbro-marchigiano	395		4.78
5-6	2000	04	01	18	08	0	Monte Amiata	68	6	4.52
NF	2005	12	15	13	28	3	Val Nerina	350	5	4.14

4.2 Microzonazione sismica di riferimento

La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica è finalizzata ad una suddivisione dell'area investigata in parti diversamente colorate sulla base della differente risposta sismica loca-

le. Lo studio redatto ai sensi dell'OPCM 3907/2010, relativo all'intero territorio comunale, ed un successivo stato di approfondimento (microzonazione sismica di Livello 3) redatto ai sensi della ordinanza del Commissario Straordinario n. 24 del 15 maggio 2017 al n. 1065, che riferisce in merito a diverse zone ritenute di rilevante interesse da parte dell'amministrazione comunale. La carta individua quindi le microzone ove, sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e della valutazione dei dati litostratigrafici (si sottolinea che si tratta di dati pregressi, già disponibili per l'area), è prevedibile l'occorrenza di diversi tipi di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.). Secondo gli Indirizzi e Criteri per redazione della carta di Microzonazione Sismica è prevista la classificazione in tre categorie:

1. Zone Stabili: sono zone in cui il moto sismico non subisce modifiche rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida affiorante e topografia pianeggiante, per cui gli scuotimenti attesi possono essere equiparati a quelli forniti dagli studi di pericolosità di sismica di base;
2. Zone Stabili suscettibili di Amplificazioni locali: sono quelle zone il cui moto sismico subisce modifiche rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida affiorante e topografia pianeggiante, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e/o geomorfologiche del territorio;
3. Zone suscettibili di instabilità: sono quelle zone in cui sono presenti o sono suscettibili di attivazione fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, cedimenti differenziali, ecc.).

La carta dello studio di microzonazione sismica di livello 1 è riprodotto nello stralcio di figura 12 in cui si evidenziano le singole MOPS rappresentate ognuna da un colore differente. Alla cartografia sono stati quindi sovrapposti i punti di misurazione del rumore ambientale con l'indicazione della frequenza fondamentale F0 per una più immediata lettura.

4.3 Suscettività alla liquefazione

La liquefazione è un particolare processo che causa la temporanea perdita di resistenza di un sedimento che si trova al di sotto del livello di falda, portandolo a comportarsi come un fluido viscoso a causa di un aumento della avviene, cioè, quando la pressione dei pori aumenta fino ad eguagliare la pressione inter-granulare.

L'incremento di pressione neutra è causato, principalmente, dalla progressiva diminuzione di volume che si registra in un materiale granulare sciolto o poco addensato soggetto alle azioni cicliche di un sisma. Ovviamente, per quanto detto in precedenza, sono suscettibili di liquefazione terreni granulari, da poco a mediamente addensati, aventi granulometria compresa tra le sabbie ed i limi, con contenuto in fine nullo o piuttosto basso. Tali terreni devono essere altresì posti al di sotto del livello di falda e a profondità relativamente basse, generalmente inferiori ai 15 m dal p.c..

Al fine di verificare la possibile suscettività a liquefazione dei terreni costituenti il sottosuolo del sito in esame sono state condotte una serie di analisi qualitative basate sia sugli studi bibliografici di maggior rilievo a livello internazionale. I metodi qualitativi si basano sulla conoscenza di parametri di studio come il contesto geologico-stratigrafico-geomorfologico, topografia dell'area e livello di falda. Esistono diversi criteri di classificazione in termini qualitativi, di seguito si riportano quelli più diffusi.



Figura 12- Unità geomorfologiche e suscettività alla liquefazione (Iwasaki e al. 1982), tratta da “La liquefazione dei terreni” Giulio Riga 2007 – Dario Flaccovio Editore



Figura 13 - Fattori, pesi e criterio per valutare la suscettività alla liquefazione di un sito (Juang & Elton 1991), tratta da “La liquefazione dei terreni” Giulio Riga, 2007 – Dario Flaccovio Editore.

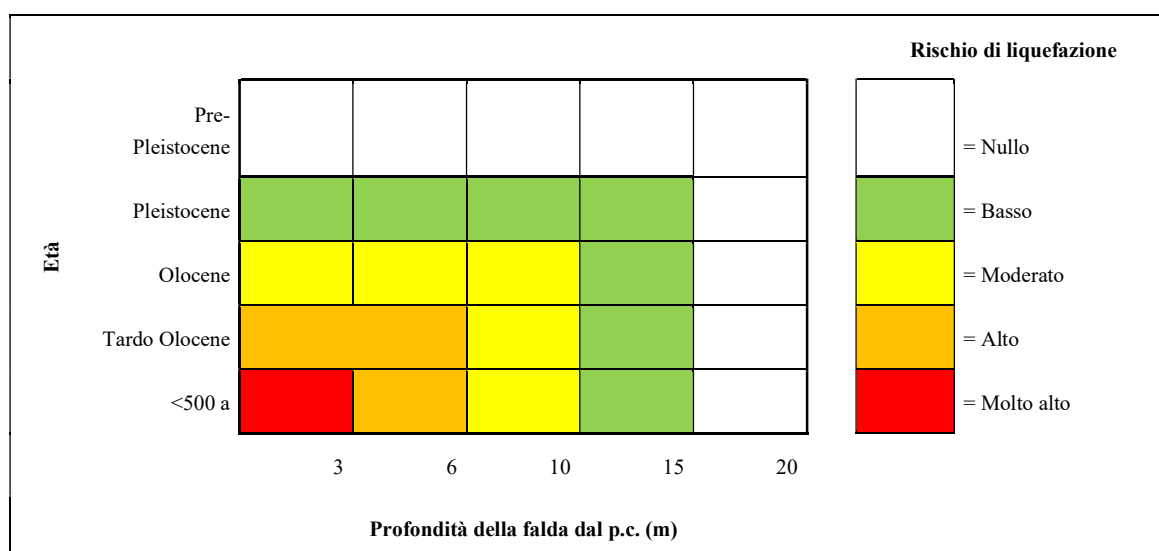


Figura 14 - Rischio liquefazione in funzione dell'età del deposito e della profondità della falda, tratta da “La liquefazione dei terreni” Giulio Riga, 2007, ridisegnata – Dario Flaccovio Editore.

4.3.1 Potenziale di liquefazione

Il sito presso il quale è ubicato il manufatto in esame deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate (NTC 2018 7.11.3.4).

Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

Età del deposito	Profondità della falda dal p.c. (m)		
	0-3 m	3-10 m	> 10 m
Tardo Olocene	Alta	Bassa	Nulla
Primo Olocene	Moderata	Bassa	Nulla
Tardo Pleistocene	Bassa	Nulla	Nulla

Figura 15- Suscettività alla liquefazione (Obermeier 1996), tratta da “La liquefazione dei terreni” Giulio Riga 2007 – Dario Flaccovio Editore.

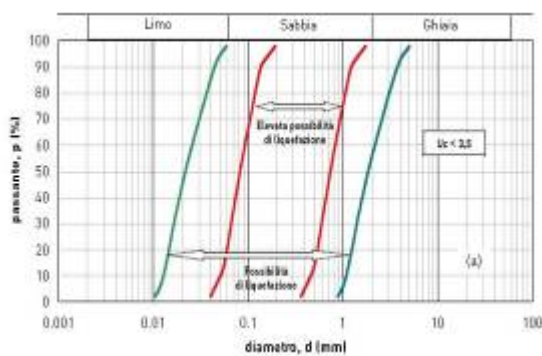
Le analisi qualitative in questione sono state condotte, pertanto, in riferimento alle caratteristiche geologiche e stratigrafiche dell'area di intervento. In tal modo, sono state condotte una serie di valutazioni speditive e di carattere puramente qualitativo circa la possibilità di liquefazione dei terreni interessati il sottosuolo del sito. Sulla base dei dati stratigrafici dedotti dalle prove eseguite, dei criteri riportati, che considerano la genesi, la natura e l'età assoluta dei depositi, risulta che in assenza di una vera e propria falda idrica e per la natura prevalentemente argillosa dei terreni presenti nell'area di riferimento, essi sono poco suscettibili alla liquefazione. Tale considerazione deriva, in particolare, sia dalle condizioni geologiche e stratigrafiche dell'area in esame che dall'assenza di una circolazione idrica posta entro i primi 15 m dal piano campagna.

In relazione alla diffusa presenza di depositi alluvionali, transizionali e marini caratterizzati di frequente da una granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa, di età compresa tra il Pleistocene medio-superiore e l'Olocene-Attuale, alcuni settori specifici della piana ove ricade il sito in esame, possono essere considerati come potenzialmente liquefacibili nel caso di terremoti di una certa intensità. I depositi più antichi presentano una bassa o nulla suscettività alla liquefazione, mentre i depositi recenti ed attuali presentano una suscettività variabile da moderata ad alta. Tali considerazioni valgono ovviamente per i terreni granulari con limitato contenuto della frazione ghiaiosa, mentre non valgono per gli orizzonti prevalentemente pelitici che localmente si rinvengono in queste unità.

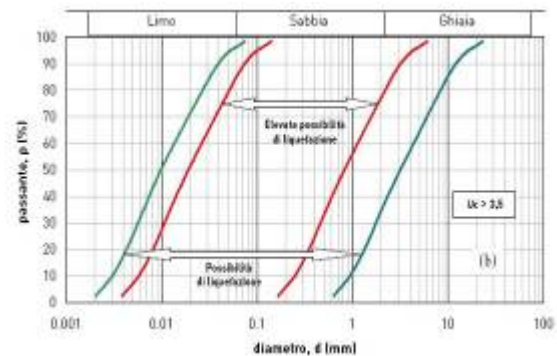
La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;

3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura n. 17 e nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in figura n. 18 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



- A



B -

Figura 16 A Fusi granulometrici suscettibili a liquefazione con $U < 3,5$

Figura 17 B Fusi granulometrici suscettibili a liquefazione con $U > 3,5$

Dal momento che nel sito la falda è superiore a 15 m. di profondità ed i terreni fino a tale profondità sono prevalentemente coesivi e/o ghiaiosi, la verifica a liquefazione può essere omessa.

5 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Approvato con D.C.R. del Lazio n. 17 del 4/4/2012 (BUR n. 21 del 7/6/2012, S.O. n. 35) per quanto riguarda l'AdB Regionali; i PAI delle altre AdB sono approvati con appositi DPCM; Decreto Segretariale della Autorità di Bacino del Fiume Tevere n. 58/2016 "Piano di bacino del fiume Tevere- VI stralcio funzionale P.S. 6 per l'assetto idrogeologico P.A.I.- aggiornamenti ex art. 43, comma 5 delle Norme Tecniche di Attuazione- Regione Lazio - ridefinizione delle aree allagabili nella zona focale del Fiume Tevere, corsi d'acqua secondari e rete canali di bonifica nel territorio di Roma Capitale e Comune di Fiumicino".

I riferimenti di legge sono:

- Direttiva 2000/60/CE (Direttiva Quadro sulle Acque – DQA);
- Legge 18 maggio 1989, n. 183 e s.m.i.; D.P.R. 380/01; Decreto legislativo n.152/1999 - Disposizioni sulla tutela delle Acque; D.Lgs 3 aprile 2006, n.152 Parte III - Norme in materia, di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche;
- L.R. del 22 dicembre 1999 n° 38.

Il piano si articola nei seguenti elaborati:

- Norme di Attuazione;
- Relazione Tecnica;
- Elenco dei Comuni totalmente o parzialmente compresi nel territorio di competenza;
- Linee guida stabilità versanti;
- Procedura per individuazione pericolosità per inondazione.

E nelle seguenti cartografie:

- "Carta di sintesi del PAI 1:100.000";
- "Aree sottoposte a tutela per dissesto idrogeologico";
- Ambito Territoriale di riferimento e di applicazione 1:250.000.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale l'Autorità di Bacino, nell'ambito del territorio di propria competenza, pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate a minimizzare i possibili danni connessi ai rischi idrogeologici, per la tutela e la difesa delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture, del suolo e del sottosuolo e lo sviluppo compatibile delle attività future.

In particolare, il PAI riguarda sia l'assetto geomorfologico, relativo alla dinamica dei versanti e al pericolo di frana e di valanga, sia l'assetto idraulico, relativo alla dinamica dei corsi d'acqua e al pericolo d'inondazione, nonché la definizione delle esigenze di manutenzione, completamento ed integrazione dei sistemi di difesa esistenti in funzione del grado di sicurezza compatibile e del loro livello di efficienza ed efficacia. Il PAI è fortemente correlato con tutti gli altri aspetti della pianificazione e della tutela delle acque, nonché della programmazione degli interventi prioritari.

Le prescrizioni contenute nel PAI approvato, ai sensi dell'art. 17, comma 5 della L. 18 maggio 1989, n. 183 e ss.mm.ii., hanno carattere immediatamente vincolante per le Amministrazioni e per gli Enti Pubblici, nonché per i soggetti privati. Il territorio laziale è attualmente ricompreso nei seguenti distretti idrografici:

- Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale, relativamente alla limitata porzione del territorio dell'ex Autorità Bacino Idrografico del fiume Fiora (bacino interregionale);
- Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale, che interessa la maggior parte del territorio regionale compreso nei bacini idrografici dell'ex Autorità di Bacino del fiume Tevere (bacino nazionale), dell'ex Autorità di Bacino del fiume Tronto (bacino interregionale) nonché dell'ex Autorità dei Bacini Regionali;
- Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, relativamente al bacino idrografico dei fiumi Liri-Garigliano (bacino nazionale).

Per le porzioni del territorio laziale ricadenti nei Distretti Idrografici valgono le norme di attuazione contenute nei PAI già approvati con vari DPCM dalle Ex Autorità di Bacino nazionali del fiume Tevere, dei fiumi Liri-Garigliano e delle ex Autorità di Bacino interregionali del fiume Fiora e del Tronto, mentre per le restanti parti del territorio della Regione Lazio si fa riferimento al PAI approvato dalla ex Autorità dei bacini regionali.

Nelle aree classificate a pericolosità e a rischio idraulico e di frana, le normative attuative definiscono i livelli di tutela e di salvaguardia relativi agli usi e alle attività di trasformazione di suolo ammissibili.

Il Piano di Assetto Idrogeologico è coordinato con i programmi nazionali, regionali e sub-regionali di sviluppo economico e di uso del suolo e prevale ed è vincolante, ai sensi della L.R. del 22 dicembre 1999 n° 38 su tutti gli strumenti di piano e programmatici della Regione e degli Enti Locali.

In considerazione sia del continuo mutare del quadro territoriale, in virtù del dinamismo della fenomenologia afferente al dissesto idrogeologico e dei connessi interventi di mitigazione e di messa

in sicurezza, sia conseguentemente ad ulteriori approfondimenti conoscitivi di settore, l'Autorità di Bacino competente provvede alla successiva tempestiva corrispondenza tra il P.A.I. e le suddette dinamicità del territorio, mediante l'aggiornamento dei Piani stessi.

Il Comune di Acquapendente e nel dettaglio l'area di studio situata a sud del centro abitato si trova ai limiti delle due autorità di bacino, quella del Fiume Tevere e quella del Flora ricade nelle Tavole 156 e 157.



Legenda

Inventario dei fenomeni franosi

fenomeno attivo	fenomeno quiescente	fenomeno inattivo	fenomeno presunto	
				frana per sovraccarico o ribaltamento
				frana per scioglimento
				frana per consolidamento
				frana complessa
				area con franosità diffusa
				area interessata da deformazioni gravitativo profonde (DGPV)
				area interessata da deformazioni superficiali lente e/o scalfure
				falde e/o corso di detrito
				debris flow (colata di detrito)

fenomeno attivo	fenomeno quiescente	fenomeno inattivo	fenomeno presunto	
				area a calanchi o in erosione
				frana presunta
				orlo di scarpata di frana
				frana non cartografabile

Situazioni di rischio da frana

	R4 - 'molto elevato'
	R3 - 'elevato'

Figura 18 – PAI stralcio tavole 156 e 157 con legenda

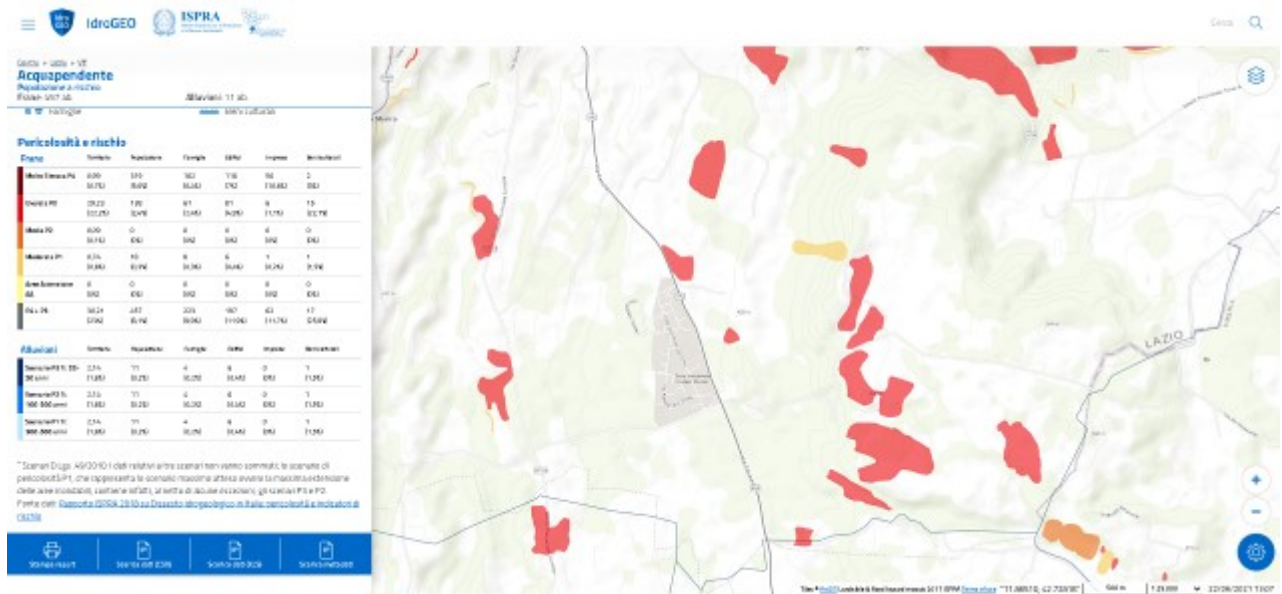


Figura 19 – Pericolosità per frane e alluvioni ed indicatori di rischio – IdroGeo Ispra <https://idrogeo.isprambiente.it/app/pir/c/56001?@=42.76946685531988,11.895236875312749,11>

Come si osserva nella cartografia la porzione più orientale dell'area di progetto ricade in una zona classificata come aree interessate da deformazioni superficiali lente e/o soliflusso

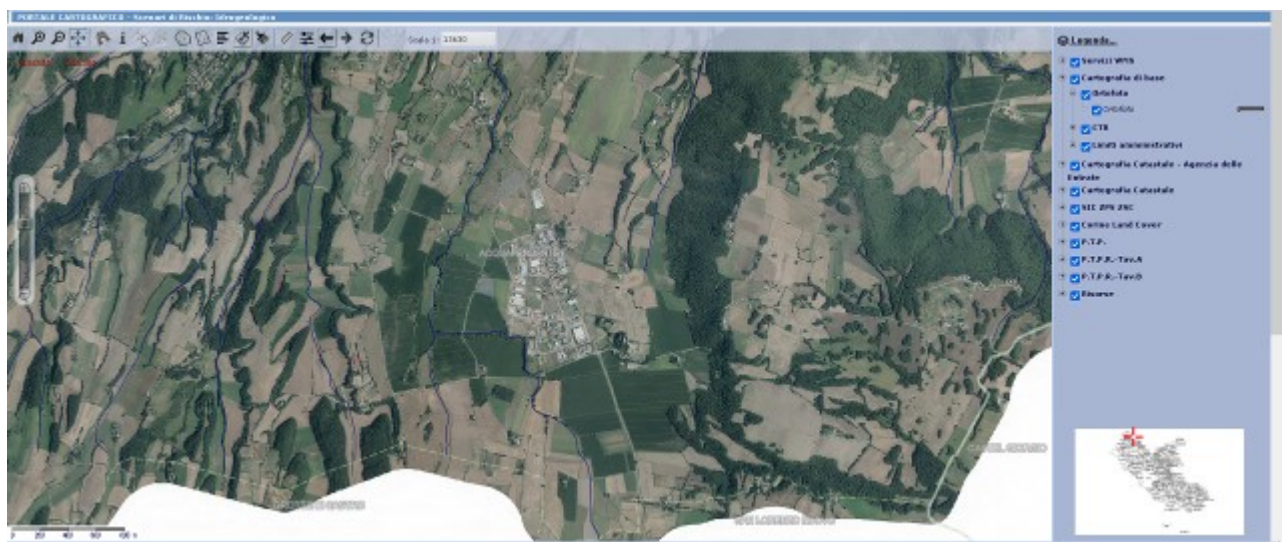


Figura 20 – PRG Acquapendente

https://acquapendente.servizigis.it/Home.aspx?page=14&title=Scenari%20di%20Rischio:%20Idrogeologico&webgislinkid=LINK_WEB_GIS_NO_BANNER_RISCHIO_IDROGEOLOGICO

Dall'analisi del PRG del Comune di Acquapendente al sito <https://acquapendente.servizigis.it> non sono state classificate le aree a rischio classificate in precedenza.



Figura 21 – PAI – Pericolosità idraulica <http://www.pcn.minambiente.it/viewer/>

Dalla figura 22 si noti come le aree interessate da deformazioni superficiali lente e/o soliflusso che interessano diverse porzioni dell'area in esame sono classificate come N.D. e quindi come possibili aree a rischio segnalate ma non ancora definite.

Verificato che nell'area di studio nonostante non ci siano porzioni di territorio classificate dal PAI a rischio ma si ha comunque la presenza di diverse zone interessate da deformazioni superficiali lente e/o soliflusso si reputa l'intervento fattibile. Prima della fase esecutiva è necessario realizzare prove geotecniche e studi geomorfologici di dettaglio volti alla riduzione del rischio ed alla conoscenza dei possibili fenomeni gravitativi in atto nell'area di progetto e le possibili implicazioni tra l'impianto fotovoltaico ed i fenomeni gravitativi.

Secondo le Norme di Attuazione:

Art. 14. Limitazioni alle attività di trasformazione del territorio nelle situazioni di rischio R4:

1 Il P.A.I. individua nell'elaborato "Atlante delle situazioni di rischio da frana" le situazioni di rischio ove si applicano le norme di cui ai commi 2 e 3.

2 Nelle zone individuate a rischio molto elevato per fenomeni franosi, identificate come R4, fatto salvo quanto previsto all'art. 4, commi 2, e ferme restando le limitazioni poste in essere dall'autorità regionale competente in materia di pubblica incolumità, sono ammessi esclusivamente:

a) gli interventi edilizi di demolizione senza ricostruzione prevedendo la possibilità di delocalizza-

re edifici e previsioni urbanistiche secondo quanto previsto all'art. 4 comma 2;

b) gli interventi sugli edifici, sulle infrastrutture sia a rete che puntuali e sulle attrezzature esistenti, sia private che pubbliche o di pubblica utilità, di manutenzione ordinaria, e straordinaria, restauro e risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b), c) dell'art. 3 del DPR 380/2001 e s.m.i., nonché le opere interne agli edifici e quelle relative all'abbattimento delle barriere architettoniche, comportanti anche la modifica di destinazione d'uso ma senza aumento del carico urbanistico;

c) gli interventi di consolidamento volti alla riduzione del livello di rischio e di pericolosità;

d) gli interventi necessari a ridurre la vulnerabilità degli edifici, delle attrezzature ed infrastrutture esistenti con possibilità di prevedere aumenti di superfici e volumi per la realizzazione di manufatti, opere o modificazioni finalizzati esclusivamente a migliorare la tutela della pubblica incolumità a condizione che non aumenti il livello di rischio;

e) gli interventi non altrimenti localizzabili per nuove infrastrutture a rete ed impianti tecnologici, per sistemazioni di aree esterne, recinzioni ed accessori pertinenziali agli edifici, alle infrastrutture ed alle attrezzature esistenti, purché non comportino la realizzazione di nuove volumetrie;

f) le pratiche per la corretta attività agricola e forestale con esclusione di ogni intervento che aumenti il livello di rischio;

g) gli interventi volti alla bonifica dei siti inquinati;

3 Gli interventi di cui alle lettere c), d) ed e) del comma 2 sono sottoposti alla preventiva autorizzazione dell'autorità competente.

Art. 15. Limitazioni alle attività di trasformazione del territorio nelle situazioni di rischio R3:

1 Nelle zone individuate a rischio elevato per fenomeni franosi, identificate come R3 nell'elaborato "Atlante delle situazioni a rischio di frana" fatto salvo quanto previsto all'art. 4, comma 2 e ferme restando le limitazioni poste in essere dall'Autorità regionale competente in materia di pubblica incolumità, sono ammesse esclusivamente:

a) tutti gli interventi consentiti nelle zone a rischio molto elevato di cui all'art. 14, commi 2 e 3;

b) gli interventi edilizi sugli edifici, sulle infrastrutture sia a rete che puntuali e sulle attrezzature esistenti, sia private che pubbliche o di pubblica utilità, di ristrutturazione edilizia, così come definiti dalle normative vigenti, finalizzati all'adeguamento ed al miglioramento sismico, alla preven-

zione sismica, all'abbattimento delle barriere architettoniche, al rispetto delle norme in materia di sicurezza ed igiene sul lavoro, nonché al miglioramento delle condizioni igienico-sanitarie, funzionali, abitative e produttive, comportanti anche modesti aumenti di superficie e volume e cambiamento di destinazione d'uso purché funzionalmente connessi a tali interventi;

c) l'installazione di manufatti leggeri prefabbricati di modeste dimensioni al servizio di edifici, infrastrutture, attrezzature e attività esistenti;

Considerando le norme di attuazione si noti come secondo l'art 15 e 15 delle Norme di Attuazione dei PAI di riferimento le zone individuate a rischio per fenomeni franosi sono segnalate nell'"Atlante delle situazioni a rischio di frana". Nel Comune di Acquapendente sono 5 le aree e località a rischio di cui nessuna ricade nell'area di studio.

6 CONCLUSIONI

Nel presente documento, relativo al progetto di realizzazione dell'impianto fotovoltaico nel Comune di Acquapendente (VT), sono state approfondite le tematiche riguardanti gli aspetti geologici dell'area in esame, geomorfologici ed idrogeologici. È stata posta una particolare attenzione anche all'inquadramento sismico dell'area ed al controllo del PAI e dei vincoli relativo all'area di studio.

Dal punto di vista geologico e stratigrafico le unità che interessano esclusivamente l'area oggetto di studio, cartografate nella Carta Geologica d'Italia (Foglio 129) sono rocce magmatiche plio pleistoceniche e quindi rocce dell'apparato vulsino principalmente Tufi e pomici.

Dal punto di vista geomorfologico il terreno dall'area di progetto risulta principalmente pianeggiante.

Per quanto concerne l'inquadramento idrogeologico sono stati definiti i complessi presenti nell'area in esame ed i due complessi che costituiscono l'area di studio sono il Complesso delle lave, laccoliti e coni di scorie – potenzialità acquifera medio alta ed il Complesso dei Tufi Stratificati e delle Facies Freatomagmatiche – potenzialità acquifera bassa.

Dal punto di vista sismico il sito risulta classificato in zona sismica 2b (Media Sismicità), Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti. La sottozona 2B indica un valore dell'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ag pari a 0,20 g (dove g è l'accelerazione di gravità).

Dall'analisi della cartografia del PAI progetto vigente nella porzione più orientale dell'area di pro-

getto è interessata da deformazioni superficiali lente e/o soliflusso. Considerando le norme di attuazione si noti come secondo l'art 14 e 15 delle Norme di Attuazione dei PAI di riferimento le zone individuate a rischio per fenomeni franosi sono segnalate nell'"Atlante delle situazioni a rischio di frana". **Nel Comune di Acquapendente sono 5 le aree e località a rischio di cui nessuna ricade nell'area di studio.**

Verificato che nell'area di studio nonostante non ci siano porzioni di territorio classificate dal PAI a rischio ma si ha comunque la presenza di diverse zone interessate da deformazioni superficiali lente e/o soliflusso si reputa l'intervento fattibile. Prima della fase esecutiva è necessario realizzare prove geotecniche e studi geomorfologici di dettaglio volti alla riduzione del rischio ed alla conoscenza dei possibili fenomeni gravitativi in atto nell'area di progetto e le possibili implicazioni tra l'impianto fotovoltaico ed i fenomeni gravitativi.

Si rimanda al capitolo dedicato dov'è stata riportata la normativa di riferimento delle Norme di Attuazione in particolare l'articolo 14 "**Limitazioni alle attività di trasformazione del territorio nelle situazioni di rischio R4**" e l'articolo 15 "**Limitazioni alle attività di trasformazione del territorio nelle situazioni di rischio R3**".

Per gli interventi in situazioni di rischio per frana si riportano gli articoli relativi alle Norme di Attuazione vigenti:

Art.16 "Criteri di intervento attraverso opere di consolidamento e sistemazioni estensive"

1 Le opere e gli interventi di consolidamento e di sistemazione estensiva comprendono:

- a) interventi permanenti a carattere preventivo, relativi al contenimento dei fenomeni di dissesto, attuati in forma diffusa ed estensiva attraverso i settori agricolo e forestale ed a carattere prioritario nelle azioni di assetto del bacino;
- b) interventi permanenti a carattere non preventivo, che si applicano prioritariamente alle situazioni di rischio R3 e R4 di cui ai precedenti artt. 14 e 15, ed in subordine a situazioni per le quali ricorrono nella Pianificazione Regionale e Provinciale nonché nel PRG, parte strutturale, motivi strategici e irrinunciabili che richiedono il consolidamento di aree naturalmente instabili; i progetti di tali interventi debbono essere corredati di uno studio di fattibilità tecnica ed economica che li renda preferibili ad altre soluzioni.

Art. 17. Interventi nelle situazioni di rischio per movimenti franosi

1 L'allegato alle presenti norme, recante "Linee guida per la valutazione della fattibilità, della economicità e dell'inserimento ambientale degli interventi in situazioni di rischio da frana", definisce i

requisiti per la migliore progettazione degli interventi.

Secondo l'allegato delle Linee guida per la valutazione della fattibilità, della economicità e dell'inserimento ambientale degli interventi in situazioni di rischio da frana delle Norme di Attuazione, la riduzione del rischio per eventi franosi di una situazione di rischio può essere ottenuta intervenendo sui possibili movimenti o sugli elementi a rischio. La prima ipotesi che deve essere analizzata è quella degli interventi che, agendo sulle cause del possibile movimento, ne limitano la possibilità di accadimento (interventi di stabilizzazione). Devono poi essere considerati gli interventi di protezione degli elementi a rischio (barriere di protezione, monitoraggi per piani di allarme, ..) e in ultima analisi gli interventi di allontanamento permanente degli elementi a rischio.

Gli studi di fattibilità relativi agli interventi di stabilizzazione o a quelli di protezione e la successiva progettazione dell'intervento, sono strettamente connessi alla conoscenza della meccanica del fenomeno, all'analisi delle condizioni di stabilità, allo studio e all'identificazione delle cause.