



ROMA CAPITALE

Città Metropolitana di Roma

REGIONE LAZIO

PROGETTO DEFINITIVO DI UN LOTTO DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI
DELLA POTENZA DI PICCO COMPLESSIVA $P=31'006,30$ kWp
E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A $4 \times 6'000 = 24'000$ kW

Proponente

GREENERGY PV11 S.r.l.

VIA TRASPONTINA, 46 - 0072 ARICCIA (RM)

N.REA: 1639324 - C.F.: 16173351004

PEC: greenergyv11@pec.it

Progettazione

Preparato
A.Santambrogio

Verificato
M. Iaquina

Approvato
G. Prosperi

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Titolo elaborato

IMPIANTO FV "SOLFORATELLE"
1.15-00-A-CIV - RELAZIONE GEOTECNICA E GEOLOGICA

Elaborato N.	Data emissione			
1.15-00-A-CIV	22/12/22			
	Nome file RELAZIONE GEOTECNICA E GEOLOGICA			
N. Progetto	Pagina	00	22/12/22	PRIMA EMISSIONE
-	COVER	REV.	DATA	DESCRIZIONE

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI GREENERGY PV11 S.R.L.. OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE.

THIS DOCUMENT CAN NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED, EITHER IN PART OR IN ITS ENTIRETY, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF GREENERGY PV11 S.R.L.. UNAUTHORIZED USE WILL BE PROSECUTED BY LAW.

Indice

1	PREMESSA	5
1.1	Contenuti della relazione	5
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	6
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	7
4	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	10
5	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROLOGICO.....	11
6	PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO – PAI	14
7	INQUADRAMENTO GEOTECNICO E ASSETTO STRATIGRAFICO LOCALE	17
7.1	Resoconto delle indagini di campagna.....	17
7.1.1	Standard Penetration Test	17
7.1.2	Prove penetrometriche dinamiche	17
7.1.3	Prove geotecniche di laboratorio.....	18
7.2	Stratigrafia e parametri geotecnici di progetto.....	19
8	ANALISI SISMICA DEL TERRITORIO	20
8.1	Inquadramento macrosismico	20
8.2	Zonazione sismogenetica.....	22
8.3	Sismicità storica e pericolosità sismica del territorio comunale	22
8.4	Definizione della sismicità dell'area.....	24
8.4.1	Effetti di amplificazione topografica	24
8.4.2	Categoria del suolo di fondazione	25
8.4.3	Pericolosità sismica di base.....	26
8.5	Verifica della liquefazione dei terreni.....	28
9	CONCLUSIONI.....	29

Indice delle figure

Figura 2-1 Inquadramento su ortofoto	6
Figura 3-1: stralcio carta geologica n. 387 "Albano Laziale", scala 1:50 000 – ISPRA con legenda.....	7
Figura 4-1: morfologia del territorio in esame con indicazione degli elementi idrici (in blu), isoipse (bianco) e aree di progetto; esagerazione verticale x2.....	10
Figura 5-1: Carta delle linee isofreatiche nell'area in esame; da "Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 50000, foglio 387 Albano Laziale" – ed. ISPRA	12
Figura 5-2: schema del reticolo idrografico dell'area.....	13
Figura 6-1: stralcio cartografico con indicazione delle aree di pericolo idrogeologico;	15
Figura 6-2: scansione storica dell'area oggetto di instabilità	16
Figura 8-1: modello di pericolosità sismica MPS04-S1 dell'INGV rispetto all'area in esame.....	21
Figura 8-2: zone sismogenetiche nelle vicinanze dell'area di studio (rettangolo rosso) (fonte: DISS 3.3.0)	22
Figura 8-3: Terremoti storici che hanno interessato l'area oggetto di studio.....	23

Indice delle tabelle

Tabella 2-1 Coordinate dell'impianto in progetto.....	6
Tabella 7-1: parametri geotecnici di riferimento; *valori tipici da bibliografia.....	19
Tabella 9-2: Descrizione delle zone sismiche - OPCM 3519/2006.....	21
Tabella 8-2: categorie di sottosuolo ai fini della definizione dell'azione sismica – NTC 2018.....	25

1 PREMESSA

Stantec S.p.A., in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da SIAT Installazioni S.p.A., per conto di GREENERGY PV11 S.r.l., di redigere gli elaborati ambientali necessari per l'avvio del processo di autorizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale complessiva pari a 31'006,30 kWp e di potenza di immissione in rete pari a 24,00 MW da realizzarsi in località Solfarotelle, in zona Municipio IX di Roma.

Il progetto sarà localizzato su un'area complessiva di circa 74 ha, di cui 36 ha netti.

1.1 Contenuti della relazione

Il presente elaborato costituisce la relazione geologica a supporto della documentazione tecnico-descrittiva per il progetto di costruzione dell'impianto fotovoltaico "Solfarotelle".

La presente relazione ha l'obiettivo di illustrare lo studio geologico e geotecnico preliminare realizzato e finalizzato a fornire una indicazione del contesto geologico di base, dei principali aspetti geomorfologici, delle condizioni di stabilità dei versanti ed una caratterizzazione di massima dei tipi litologici che verranno interessati dalle opere di fondazione per l'edificazione dell'impianto.

L'indagine in oggetto al presente elaborato si è basata su dati e studi di origine bibliografica. Lo studio, dunque, ha affrontato e approfondito i seguenti temi:

- Inquadramento del contesto geotecnico-strutturale.
- Assetto geomorfologico e idrogeologico insieme ad una valutazione preliminare sulle condizioni di pericolosità dell'area
- Ricostruzione della stratigrafia locale mediante la consultazione della letteratura disponibile
- Caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni, tramite la rielaborazione di tutti i dati disponibili tramite la consultazione di lavori, eseguiti nelle vicinanze, sugli stessi materiali, al fine di stimare preliminarmente le caratteristiche geotecniche.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito di progetto è localizzato in località Solfatorelle, in zona Municipio IX di Roma, su un'area complessiva di circa 74 ha, di cui 36 ha netti.

L'area si trova a circa 120 m s.l.m. alle seguenti coordinate geografiche

Latitudine	Longitudine
42° 5'10.19"N	13° 3'12.59"E

Tabella 2-1 Coordinate dell'impianto in progetto

In Figura 2-1 si riporta un inquadramento su ortofoto.



Figura 2-1 Inquadramento su ortofoto

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area in esame ricade all'interno del foglio geologico n. 387 "Albano Laziale" della cartografia geologica d'Italia edita dall'ISPRA alla scala 1:50.000; di seguito si riporta uno stralcio con l'ubicazione delle aree in studio.

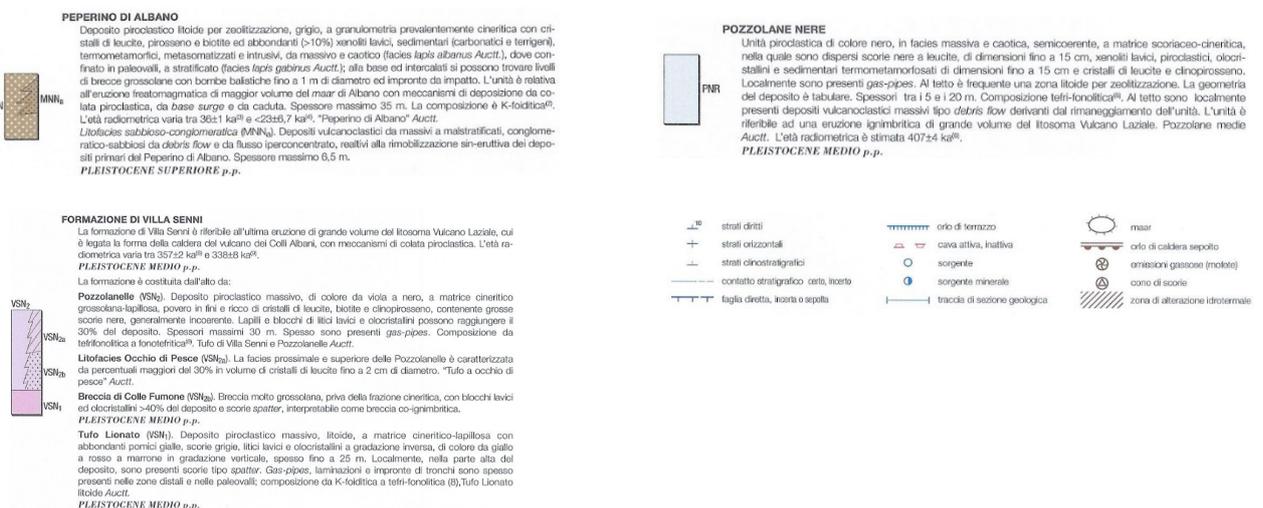
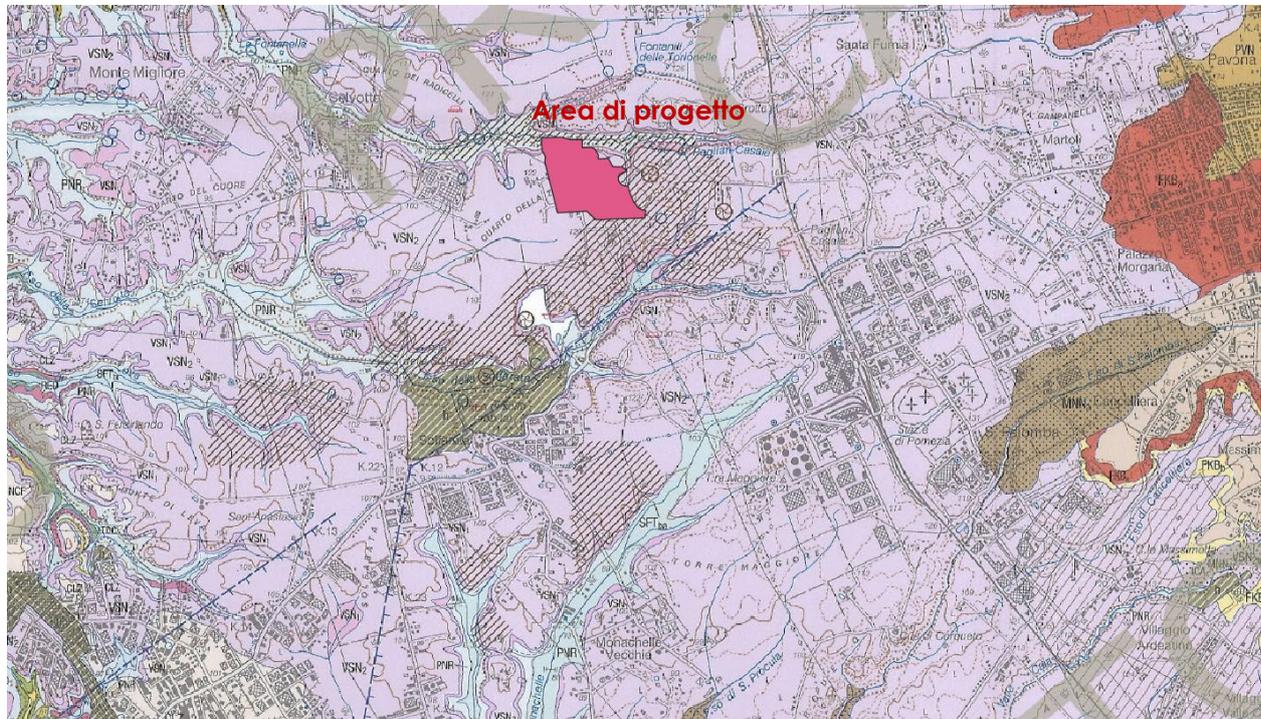


Figura 3-1: stralcio carta geologica n. 387 "Albano Laziale", scala 1:50 000 – ISPRA con legenda ("per concessione ed uso da parte di ISPRA - Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia")

Come osservabile dalla cartografia presentata precedentemente, l'area è caratterizzata dalla presenza di depositi pleistocenici di origine vulcanica riconducibili all'attività dell'apparato dei colli albani o meglio dei suoi coni eccentrici. Tale complesso vulcanico presenta un edificio centrale ad attività mista; l'edificio centrale è prevalentemente costituito da piroclastiti e colate

piroclastiche con subordinate effusioni di alve leucititiche provenienti sia dall'apparato centrale che da fratture e centri locali.

L'attività del vulcanismo riferita al complesso citato si è manifestata in tre fasi principali, denominate come di seguito indicato dalla più antica alla più recente (De Rita et al., 1988):

Prima fase denominata del Tuscolano-Artemisio (600.000 – 300.000 anni fa)

Seconda fase denominata dei campi di Annibale o delle Faete (300.000 – 200.000 anni fa)

Terza fase denominata idromagmatica finale (200.000 – 20.000 anni fa)

Nell'area in esame affiorano estesamente le formazioni relative ad alcuni episodi idromagmatici terminali, sovrastanti i termini relativi agli episodi terminali della fase denominata "Tuscolano-Artemisio", totalmente ricoperti nel settore orientale dell'area di nostro interesse, in cui si sono verificate eruzioni esplosive parossistiche con messa in posto principalmente di ignimbriti con effusioni laviche e depositi di ricaduta intercalati tra i principali eventi eruttivi.

Nello specifico gli episodi terminali delle serie idromagmatiche affioranti sono noti come Act. "Peperino di Albano" evidentemente relativi alle emissioni del vicino centro di Albano e costituiti da una ignimbrite freatomagmatica, da litoide grigia con cristalli di xenoliti lavici, carbonatici e olocristallini a sabbioso conglomeratica (prevalente).

La formazione sopra descritta si sovrappone nel settore meridionale ed in parte in quello orientale (Pavona) dove invece risulta prevalente la formazione lavico ignimbritica da tefritico leucititiche a K-foiditiche Auct. "Successione di S. Maria delle Mole (formazione di Madonna degli Angeli)" intercalata e talora sovrapposta ai depositi riconducibili all'attività dell'Apparato vulcanico dei Colli Albani per uno spessore compreso tra 10 e 15 m.

In questa fase si è manifestata con la deposizione di tre colate piroclastiche principali, di seguito distinte dalla più antica alla più recente:

- I° colata: costituita da Pozzolane rosse o di San Paolo, piroclastiti pozzolanacee di colore cinereo-violacee, generalmente incoerenti, a tratti addensate. Possono essere presenti colate laviche intercalate. Non si è a conoscenza dello spessore
- II° colata: costituita da un primo livello di tufo semilitoide di colore giallastro denominato conglomerato giallo e da un secondo livello di piroclastiti a matrice scoriaceo-pozzolanacea di taglia sabbiosa grossolana, ben addensate e a luoghi cementate, denominate pozzolane nere. Possono essere intercalate delle colate laviche di debole spessore
- III° colata: caratteristica dell'area, è costituita dall'Unità di Villa Senni, caratterizzata da tre unità principali. L'unità inferiore è costituita da tufo litoide colore marrone con giacitura tabulare, detto "tufo lionato"; lo spessore è di circa 5-10 m. L'unità intermedia,

denominata delle piroclastiti superiori, è costituita da piroclastiti a granulometria sabbioso-grossolana di colore grigio violaceo o grigio rossastro, generalmente da poco a mediamente coerenti, lo spessore è di 20-25 m. Infine, l'unità superiore è costituita da un tufo marrone ocraceo, semicoerente.

Tutti i depositi vulcanici sopra descritti hanno subito un processo di pedogenesi che ha determinato la formazione di un livello superficiale di materiali molto alterato, in genere compreso tra 0.5 e 1.0 m di spessore.

4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il sito è ubicato all'interno di un contesto territoriale la cui morfologia è stata fortemente influenzata dall'attività associata alla presenza del vulcano dei Colli Albani. I residui crateri definiscono valli endoreiche, che nel caso di Laghetto e Ariccia sono completamente riempite di sedimenti e dunque presentano una morfologia pianeggiante, mentre nel caso di Albano si ha la presenza del lago craterico più profondo d'Italia (-173 m) a testimonianza delle eruzioni recenti di questo apparato.

La zona di raccordo tra questi apparati freatomagmatici e la fascia costiera, in cui si inserisce il sito, è caratterizzata dall'esteso plateau ignimbrico, dove le basse pendenze ($<5^\circ$) e le caratteristiche di permeabilità ed erodibilità delle unità ignimbriche pozzolanacee che lo costituiscono, favoriscono l'incisione di un reticolo dendritico ben organizzato. L'ampia cresta tra Pomezia e Tor Tignosa rappresenta lo spartiacque principale tra i fossi a nord che drenano verso il Tevere con linee di drenaggio preferenziale NO-SE, circa parallelamente alla costa per la presenza dell'alto di Castelporziano, ed i fossi all'interno del graben di Ardea (Fosso Grande e Rio Torto), che invece presentano andamento preferenziale circa NE-SO, verso il Tirreno.



Figura 4-1: morfologia del territorio in esame con indicazione degli elementi idrici (in blu), isoipse (bianco) e aree di progetto; esagerazione verticale x2

5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROLOGICO

Tra le varie unità idrogeologiche del dominio vulcanico laziale, quella albana presenta i limiti a contorno meglio definiti. Si tratta, infatti delle aste fluviali dei Fiumi Tevere, Aniene, Astura e della costa tirrenica. L'assetto geologico strutturale determina la presenza di un acquifero centrale posto, per lo più, al di sopra dei 200 m slm, sostenuto dalla sequenza a bassa permeabilità identificabile con il "Tufo Lionato" (VSN1) e le "Pozzolanelle" (VSN2) e di un acquifero basale ospitato dai depositi che compongono il vulcano strato. Il complesso acquifero superiore, fortemente ricaricato anche per la presenza di vaste aree semiendoreiche, alimenta i laghi e drena verso la più estesa falda regionale basale.

L'andamento del tetto della zona satura risulta fortemente influenzata dai fattori geologici della struttura vulcanica e dalla morfologia del tetto del substrato a bassa permeabilità. In alcuni settori del territorio studiato la singolare morfologia del tetto dell'acquifero regionale è da imputare alla dinamica indotta da prelievi particolarmente elevati. I laghi di Albano e Nemi costituiscono al contempo il livello di base di definiti alti piezometrici e un potenziale imposto per le falde più depresse da essi alimentate; ovvero, i laghi sono simultaneamente fenomeni sorgivi e fonte di ricarica per molti acquiferi, soprattutto di tipo confinato.

All'interno dell'unità Idrogeologica Albana la circolazione regionale ha un andamento centrifugo rispetto al settore centrale delle caldere. Nei settori periferici, in cui prevale l'assetto del vulcanostrato, essa è condizionata dalla morfologia del tetto della serie pre-vulcanica. La potenzialità delle falde albane è proporzionale all'estensione e alla continuità degli affioramenti delle rocce a bassa permeabilità, spesso a geometria lenticolare. Si riscontra che la maggiore produttività dei pozzi è associata agli orizzonti sabbiosi e/o ghiaiosi sovrastanti le argille di base o a livelli pozzolanacei giacenti sui tufi antichi o direttamente sulle argille del substrato.

A scala locale del sito la circolazione presenta una direzione di deflusso all'incirca Nord-Est/Sud-Ovest ed isopieze comprese tra 80 e 70 m slm; pertanto, nell'area di specifico interesse saranno da attendersi profondità della piezometrica comprese tra 40 e 50 m da p.c. (Figura 5-1).

È però possibile l'impostazione di isopieze comprese tra 100 e 110 m s.l.m. dovute ad una circolazione discontinua a pelo libero rinvenibile nei primi metri della sequenza vulcanoclastica, come evidenziato da rilievi in pozzi idrici spinti fino a poca profondità nell'area. La potenzialità di questa circolazione è molto limitata con portate a carattere stagionale e spesso effimero legata al regime pluviometrico da cui dipende esclusivamente per infiltrazioni nei livelli sub-superficiali tamponati da livelli argillificati rinvenibili nella sequenza del complesso vulcanoclastico.

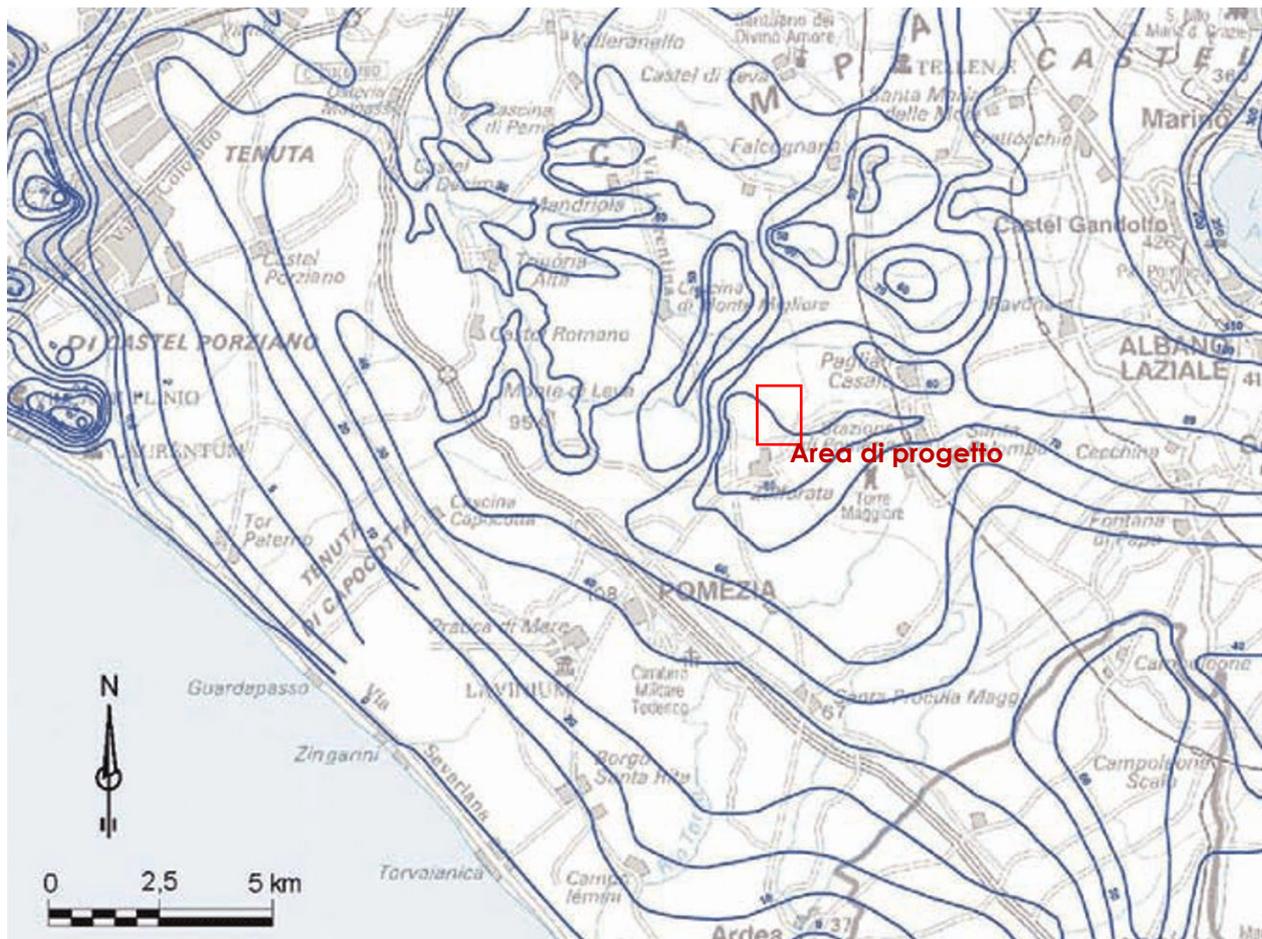


Figura 5-1: Carta delle linee isofreatiche nell'area in esame; da "Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 50000, foglio 387 Albano Laziale" – ed. ISPRA

Dal punto di vista idrologico l'area in esame ricade nelle propaggini meridionali del bacino idrografico del fiume Tevere; il fitto reticolo superficiale impostato nelle litologie vulcaniche drena i propri deflussi idrici in direzione circa Ovest-Nord/Ovest, captando anche le emergenze idriche occidentali alla base dei colli albanici e del rispettivo lago (Figura 5-2).

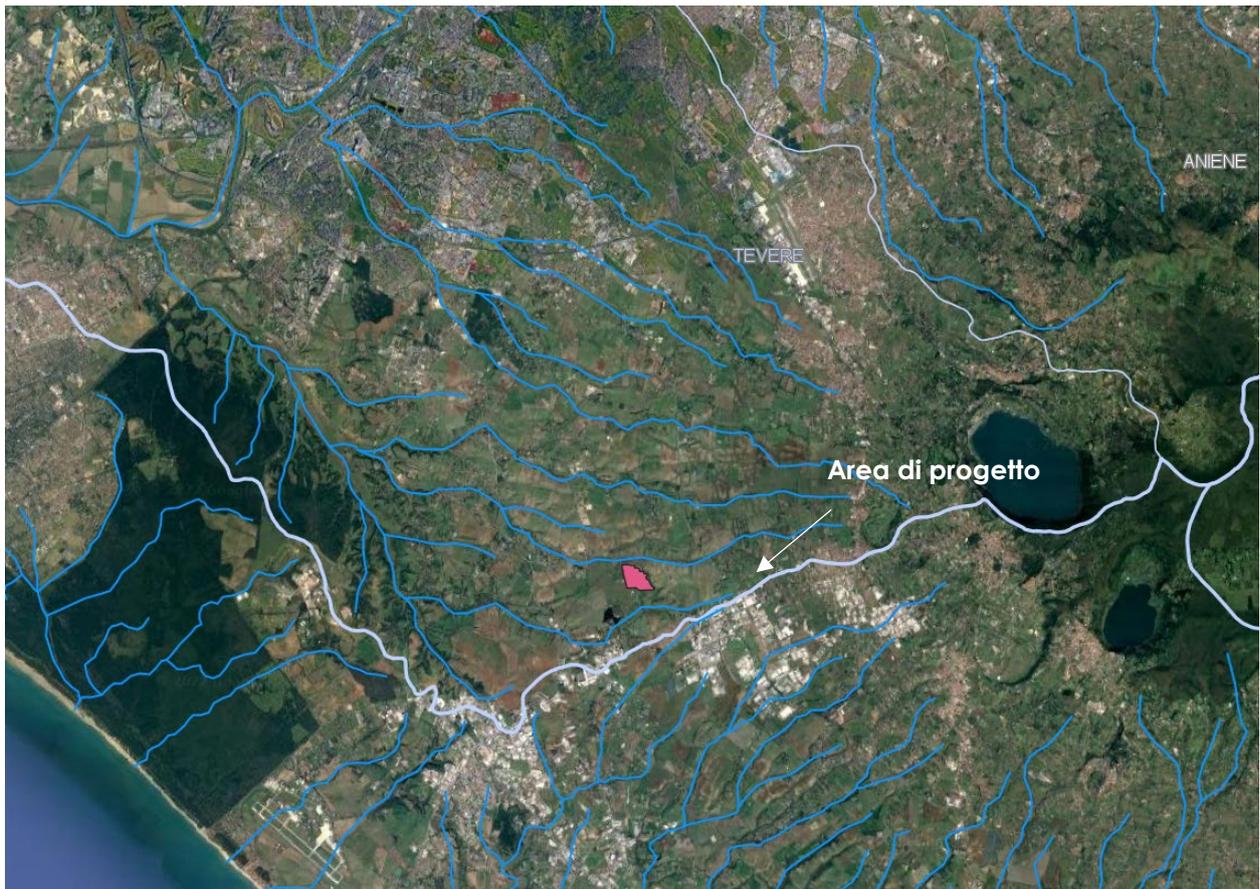


Figura 5-2: schema del reticolo idrografico dell'area

6 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO – PAI

Il PAI si configura come lo strumento di pianificazione territoriale attraverso il quale l'Autorità di Bacino si propone di determinare un assetto territoriale che assicuri condizioni di equilibrio e compatibilità tra le dinamiche idrogeologiche e la crescente antropizzazione del territorio ed di ottenere la messa in sicurezza degli insediamenti ed infrastrutture esistenti e lo sviluppo compatibile delle attività future. Il confronto successivo all'adozione, in sede di conferenze programmatiche, secondo l'iter previsto dalla L.365/00, ha permesso poi di tarare le soluzioni proposte rispetto alle attese di sviluppo delle popolazioni del bacino.

Il PAI persegue il miglioramento dell'assetto idrogeologico del bacino attraverso interventi strutturali (a carattere preventivo e per la riduzione del rischio) e disposizioni normative per la corretta gestione del territorio, la prevenzione di nuove situazioni di rischio, l'applicazione di misure di salvaguardia in casi di rischio accertato. Ciò secondo tre linee di attività:

- il Rischio idraulico (aree inondabili delle piane alluvionali),
- il Rischio geologico (dissesti di versante e movimenti gravitativi),
- l'efficienza dei bacini montani in termini di difesa idrogeologica.

Il Piano è stato infatti sviluppato sulle seguenti linee di attività:

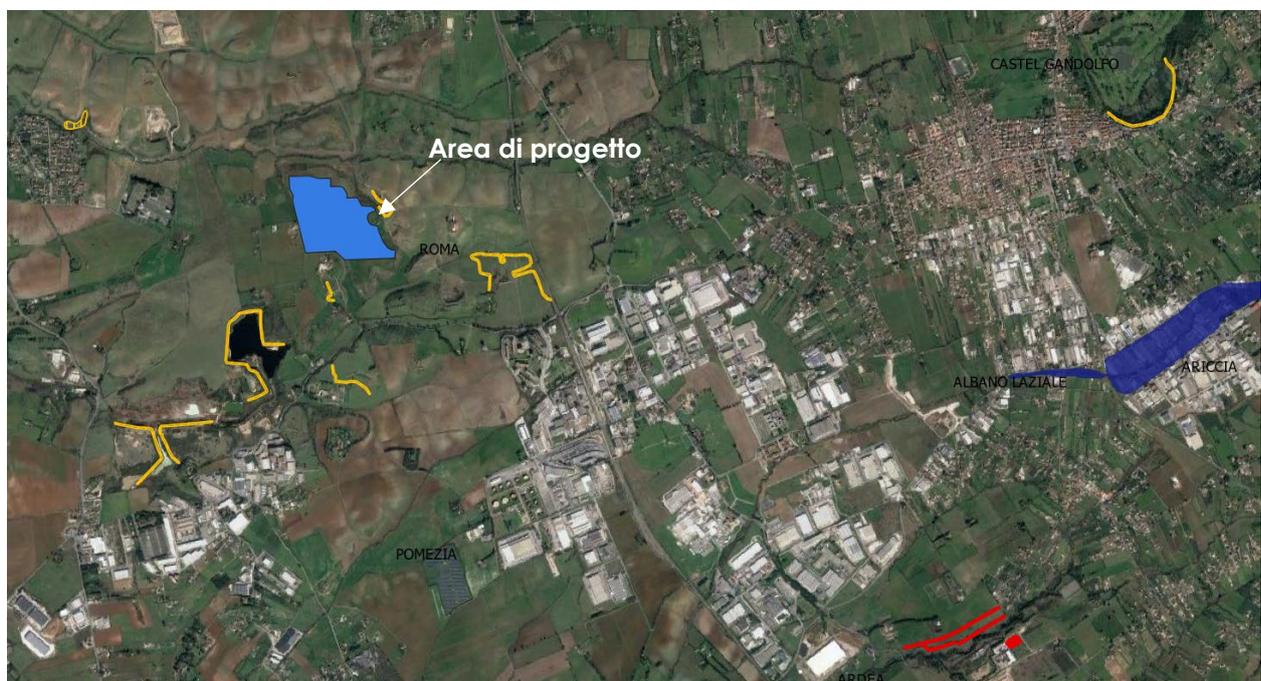
- l'individuazione della pericolosità da frana e la perimetrazione delle situazioni di maggior rischio;
- l'individuazione della pericolosità e del rischio idraulico con riferimento al reticolo principale, secondario e minore, attraverso la perimetrazione delle aree inondabili per diversi tempi di ritorno e la valutazione del rischio degli elementi esposti;
- la valutazione dell'efficienza idrogeologica dei versanti del bacino, con riferimento a 181 sottobacini considerati come unità territoriali di riferimento;
- l'analisi dei trend delle dinamiche idrogeologiche e dell'antropizzazione del territorio onde individuare le maggiori criticità e delineare le priorità di intervento;
- la definizione di un complesso di interventi a carattere strutturale e normativo.

La regione Lazio si è dotata del proprio strumento di pianificazione e normativo in prima elaborazione con delibera del Comitato Istituzionale n. 80 del 28 settembre 1999. Il Piano è stato adottato in II adozione con delibera n. 114 del 5 Aprile 2006 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Tevere, dopo aver superato la prevista fase delle "Osservazioni al Piano" anche ad esito delle Conferenze Programmatiche Regionali.

Come osservabile nella seguente Figura 6-1 riportata di seguito, si evidenzia che non sussistono sull'area in esame condizioni di pericolo che possono limitare e/o nuocere alle opere in progetto in relazione al pericolo alluvione.

Per quanto riguarda la condizione di stabilità, non si osservano fenomeni con cinematismi importanti direttamente insistenti sul sito; si osserva solo che il confine Nord-Est delle aree individuate, risulta adiacente ad un'area in condizione di erosione accelerata; per mezzo di verifica di foto storiche sul sito è possibile osservare che l'evoluzione della scarpata per frana è in atto. Inoltre, si sono verificati eventi di abbancamento di materiali di riporto che successivamente per mezzo del dilavamento da parte delle acque meteoriche si sono riversate nell'impluvio.

Tuttavia la condizione di pericolo non insiste direttamente sulle opere in progetto e non si prevede che queste ultime possano portare all'aggravio delle condizioni di instabilità esistenti, in quanto saranno progettato appositi sistemi di drenaggio delle acque; inoltre, sarà mantenuto l'idoneo buffer di rispetto dai bordi di questa area.



Pericolo Frana

- MOLTO ELEVATA
- ELEVATA
- MEDIA
- MODERATA
- SITO DI ATTENZIONE
- N.D.
- ALTRO

Pericolo Alluvione

- MOLTO ELEVATA
- ELEVATA
- MEDIA
- MODERATA
- SITO DI ATTENZIONE
- N.D.
- ALTRO

Figura 6-1: stralcio cartografico con indicazione delle aree di pericolo idrogeologico;

Di seguito è possibile osservare la variazione della condizione di erosione dei pendii dell'impluvio in oggetto di studio:

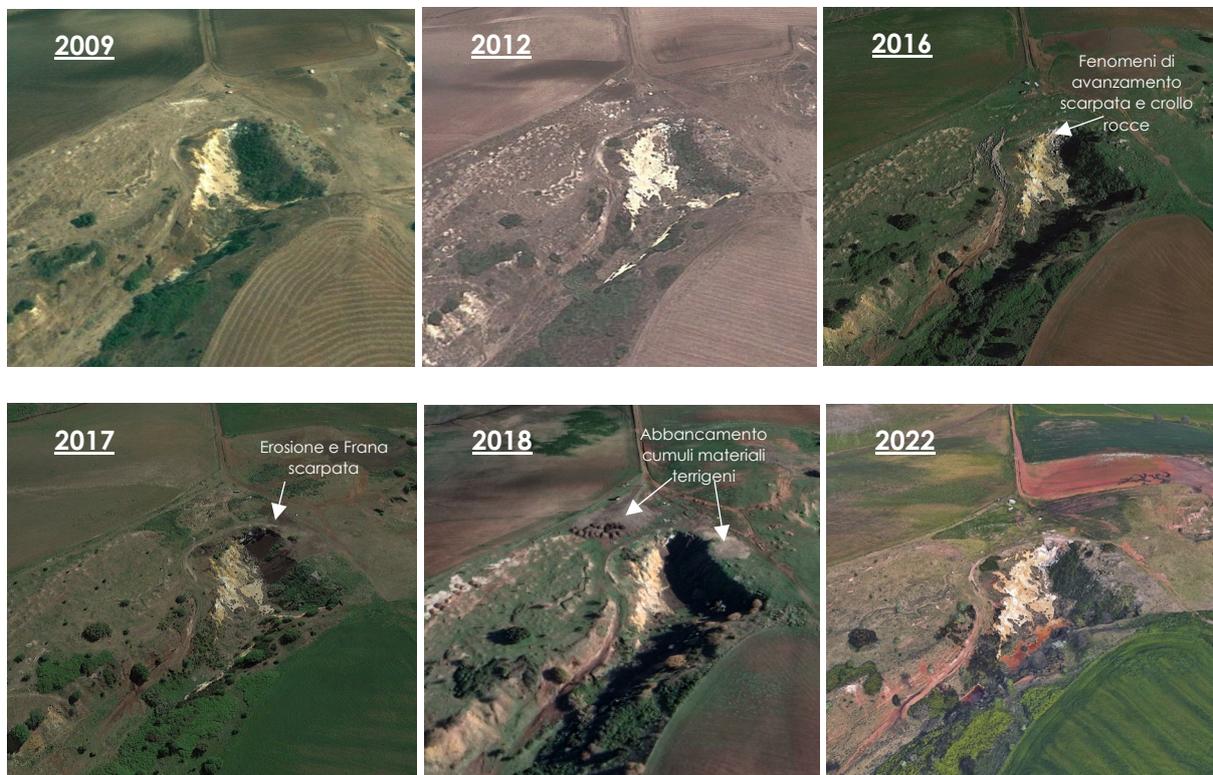


Figura 6-2: scansione storica dell'area oggetto di instabilità

7 INQUADRAMENTO GEOTECNICO E ASSETTO STRATIGRAFICO LOCALE

Di seguito vengono riportate le considerazioni di tipo geotecnico per i terreni caratterizzanti il sito in esame. Le informazioni riportate si basano sui dati ottenuti da fonti bibliografiche, le quali presentano dati di prove geotecniche in sito e in laboratorio condotte sulle medesime litologie affioranti nell'area di progetto.

Le indagini riportate in bibliografia hanno previsto l'esecuzione di n.3 sondaggi a carotaggio continuo per la raccolta di campioni indisturbati da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico; inoltre, tali attività sono state supportate anche dall'esecuzione di prove penetrometriche dinamiche SPT (Standard Penetration Test) in foro con campionatore Raymond e da n. 2 prove penetrometriche dinamiche medie con penetrometro Pagani DPM 30-20.

7.1 Resoconto delle indagini di campagna

Di seguito sono riportate le evidenze e le risultanze di ciascuna tipologia di prova eseguita:

7.1.1 Standard Penetration Test

Campionatore Raymond diam. 50.8 mm

Scarpa aperta diam. 50.8 mm / punta conica diam. 50.8

Massa battente 63.5 Kg

Sistema di sganciamento tipo Pilcon

H caduta 0.75 m

Id sondaggio	Prof. p.c. (m)	N1	N2	N3	Nspt
S1	6.8 – 7.25	8	12	13	25
S2	3.0 – 3.45	3	18	25	43
S3	6.0 – 6.45	7	11	14	25

7.1.2 Prove penetrometriche dinamiche

Condotte con penetrometro DPM 30-20 dalla profondità di 7,8 m a 9,5 m da p.c. *in piroclastiti pozzolanacee addensate*

N. medio colpi: 34.68

γ nat: 18.6 KN/m³

γ sat: 20.5 KN/m³

C drenata: 0 KPa

ϕ : 41.34° (Owasaki & Iwasaki)

Modulo di Young: 27.2 MN/m² (Schmertmann 1978)

Modulo Edometrico: 9.7 MN/m² (Begemann 1974)

Modulo di taglio: 178.7 MN/m² (Ohsaki)

Modulo di Poisson: 0.29 (norme AGI)

Coeff. Winkler: 61.1 MN/m³ (Navfac 1982)

7.1.3 Prove geotecniche di laboratorio

Sono state eseguite, oltre alle prove di identificazione fisico-meccanico dei terreni, delle prove di taglio in scatola di Casagrande, su tre campioni prelevati nel corso di sondaggi a varie quote mediante fustella a pareti sottili di tipo Shelby.

S1.C1 / Prof. 3.1 – 3.6 m da p.c. : Terreno vulcanico, argilloso limoso, debolmente sabbioso colore marrone

γ nat: 17.3 KN/m³

γ dry: 13.2 KN/m³

C drenata = 40 KPa

ϕ : 23°

Contenuto acqua naturale (W): 31.6 %

S2.C1 / Prof. 6.0 – 6.5 m da p.c. : Terreno vulcanico, argilloso limoso sabbioso, debolmente ghiaioso, colore marrone

γ nat: 15.8 KN/m³

γ dry: 10.9 KN/m³

C drenata = 13.3 KPa

ϕ : 36.9°

Contenuto acqua naturale (W): 44.4 %

S3.C1 / Prof. 3.0 – 3.6 m da p.c. : Terreno vulcanico, argilloso limoso sabbioso, debolmente ghiaioso, colore marrone

γ nat: 16.1 KN/m³

γ dry: 11.1 KN/m³

C drenata = 28.6 KPa

ϕ : 29.2°

Contenuto acqua naturale (W): 44.4 %

7.2 Stratigrafia e parametri geotecnici di progetto

A seguito dei riscontri delle indagini di campo e dei dati di bibliografia è possibile definire la seguente stratigrafia geotecnica di riferimento:

- 1) 0.0 – 1.5 m da p.c.: suolo agrario – Non caratterizzato in bibliografia
- 2) 1.5 – 7.5 m da p.c.: Argille e limi debolmente sabbioso, colore marrone; aumento di componente granulare ghiaiosa con la profondità; mediamente addensati
- 3) > 7.5 m da p.c.: Argille e limo sabbiosi, debolmente ghiaiosi colore marrone; addensati

Tabella 7-1: parametri geotecnici di riferimento; *valori tipici da bibliografia

ID STRATO	γ nat (KN/m ³)	ϕ (°)	C dry (KPa)	v	Mod. Young (MPa)	G0 (MPa)	Modulo edometrico (MPa)
1	-	-	-	-	-	-	-
2	16.1	28	28.6	0.3	25	50	7.0
3	18.6	36	13.3	0.3	27.2	178.7	9.7

La soggiacenza della falda di progetto è ubicata tra circa 40 e 50 m dal p.c., impostata ad una quota tra 80 e 70 m slm, come osservabile nella carta isofreatimetrica fornita dalla cartografia dell'area di interesse. Si evidenzia, tuttavia, la possibilità di presenza di circolazione idrica superficiale in falde sospese, all'interno di particolari livelli della successione vulcanoclastica.

8 ANALISI SISMICA DEL TERRITORIO

Per quanto riguarda gli aspetti sismici la Normativa prende atto della classificazione fornita in prima approssimazione dall'O.P.C.M. N. 3274/03 ed impone l'obbligo della progettazione antisismica per i comuni che ricadono nelle zone 2, 3 e 4 esclusivamente per gli edifici considerati strategici e/o rilevanti ad uso pubblico.

In base alla classificazione sismica del comune di Roma, nel quale territorio ricadono le opere in progetto è classificato come Zona Sismica 2 – Sottozona 2B: Livello di pericolosità medio dove possono verificarsi forti terremoti.

La normativa di settore, la N.T.C. 2018 suddivide edifici e strutture in 4 categorie al § 2.4.3. Per quanto concerne la valutazione sismica, fa esplicito riferimento a dette classificazioni per quanto riguarda il "livello di valutazione" da adoperare nella assegnazione dei parametri sismici di riferimento.

L'analisi sismica predisposta a livello geotecnico sarà quindi limitata alla così detta "Fase di secondo livello", verrà quindi semplicemente riportata una valutazione numerica dei parametri a_g ed F_0 sulla base del tempo di ritorno T_c relativamente al punto centrale dell'areale in studio.

Con l'emanazione della DGR n. 155 del 07/07/2020 la regione Lazio ha aggiornato e approvato gli abachi regionali per gli studi di Livello 2 di Microzonazione Sismica, al fine di garantire una più approfondita valutazione della compatibilità sismo-stratigrafica e geomorfologica in prospettiva sismica nella pianificazione territoriale.

8.1 Inquadramento macrosismico

Di seguito viene riportata la categoria sismica per il territorio del comune di Roma – Municipio IX, indicata nell'Ordinanza del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003.

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'OPCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche come in Tabella 8-1 sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima (a_g) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di esser superata in 50 anni.

Tabella 8-1: Descrizione delle zone sismiche - OPCM 3519/2006

Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [a _g]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [a _g]	numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	a _g > 0,25 g	0,35 g	703
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	0,15 < a _g ≤ 0,25 g	0,25 g	2.224
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	0,05 < a _g ≤ 0,15 g	0,15 g	3.002
4	È la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	a _g ≤ 0,05 g	0,05 g	1.982

Nello specifico, per le zona di interesse i valori di accelerazione al suolo (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) sono compresi nell'intervallo 0.150<a_g<0.175, come riportato nella seguente mappa di pericolosità sismica (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

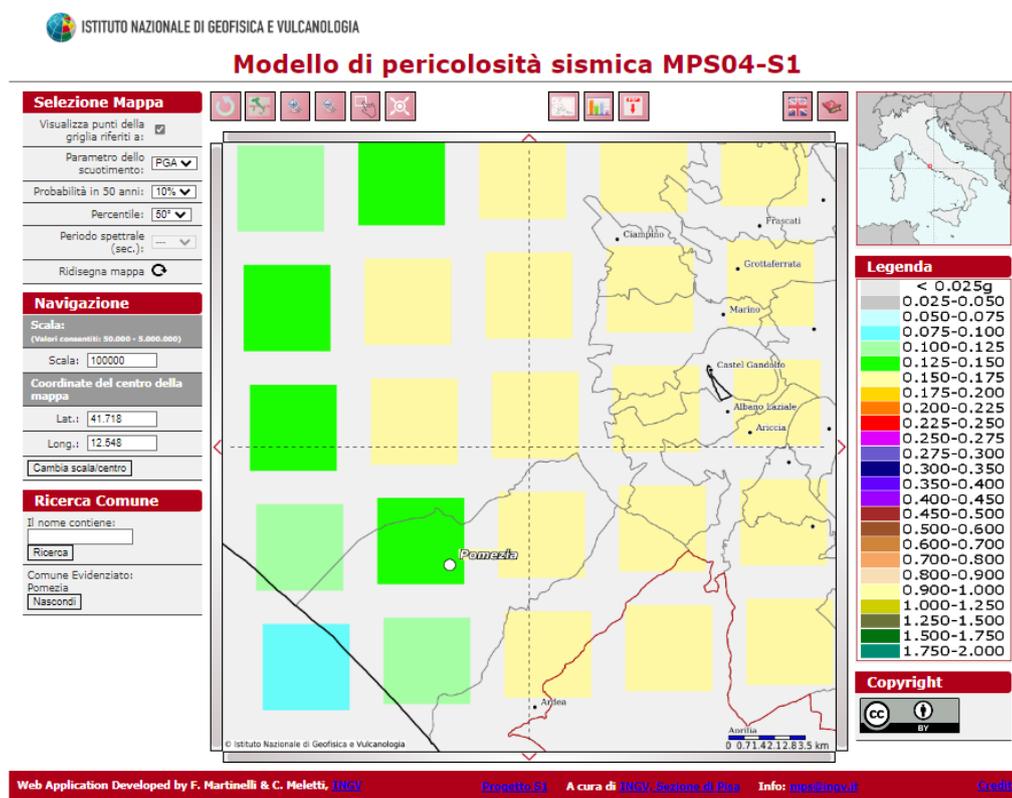


Figura 8-1: modello di pericolosità sismica MPS04-S1 dell'INGV rispetto all'area in esame

8.2 Zonazione sismogenetica

Le sorgenti sismogenetiche composite sono una rappresentazione semplificata in 3D di una faglia crostale contenente un non specificato numero di sorgenti sismogenetiche che non possono essere distinte singolarmente. Questi elementi sono fondamentali nella valutazione della pericolosità sismica dell'area in quanto sono le zone di origine di importanti manifestazioni sismiche.

Dal punto di vista sismogenetico a grande scala, l'area si trova a poca distanza (<10 km) dalla sorgente sismogenetica "castelli romani" id ITCS086; questa sorgente composta si trova a cavallo della spalla meridionale e sud-occidentale del Complesso Vulcanico dei Colli Albani, a circa 30 km a SE di Roma. Rappresenta una faglia normale ad alto angolo, inclinata verso NW e perpendicolare al margine tirrenico della regione laziale con tendenza NW-SE. Il segmento principale di questa fonte è stato associato al terremoto del 26 agosto 1806, a cui diversi autori hanno associato un valore di M_w pari a 5,6.

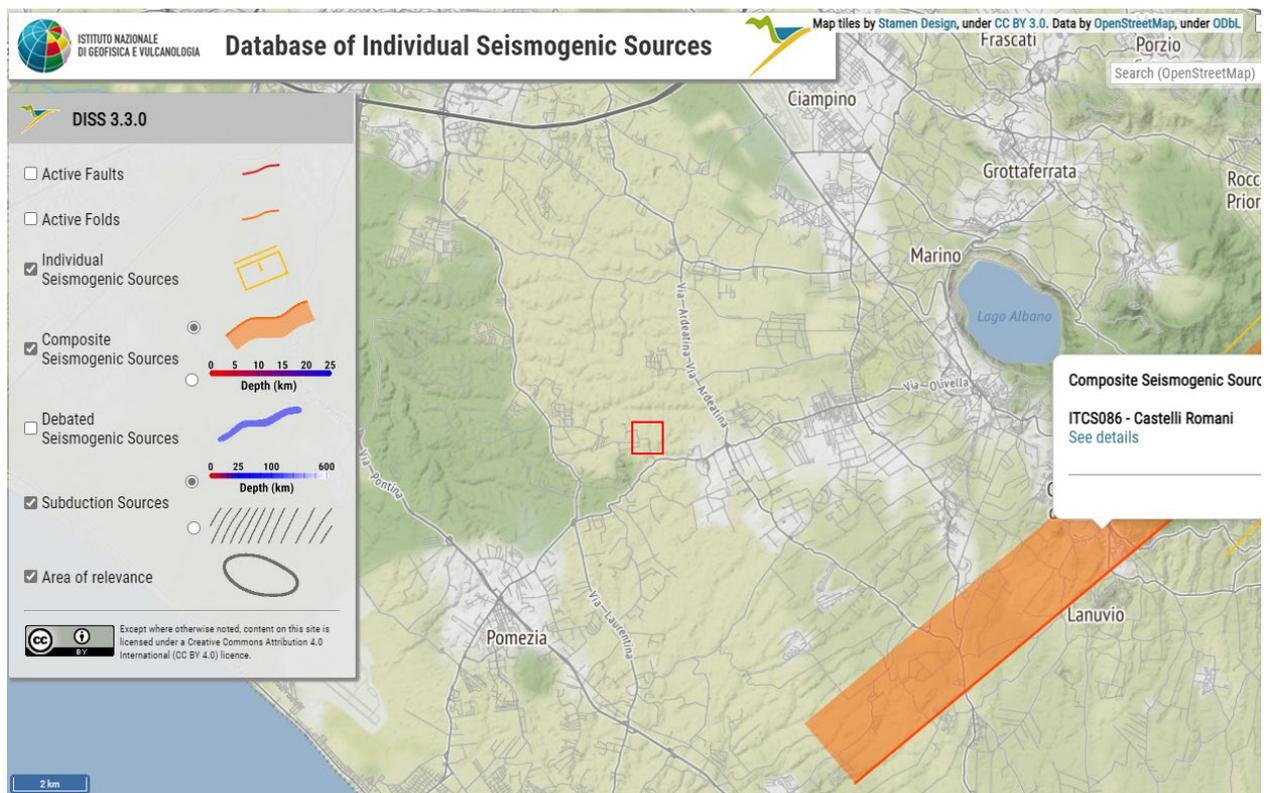


Figura 8-2: zone sismogenetiche nelle vicinanze dell'area di studio (rettangolo rosso) (fonte: DISS 3.3.0)

8.3 Sismicità storica e pericolosità sismica del territorio comunale

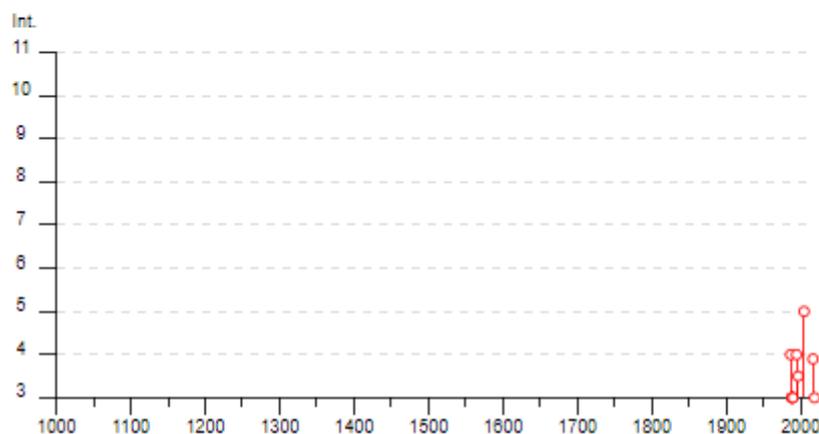
L'area in esame risulta essere storicamente interessata da fenomeni sismici discreti; il database macrosismico, utilizzato nel 2004 per la compilazione del catalogo CPTIO4 (Gruppo di lavoro CPTI, 2004), permette di visionare la storia sismica delle località italiane presenti almeno tre volte in DBMI04 (5325 località in totale).

Di seguito sono descritti gli eventi principali di forte intensità che dal XX secolo hanno avuto effetti macrosismici significativi sull'area di studio. L'area di interesse è stata storicamente interessata anche da sismi di media-forte intensità. Le informazioni contenute nel database hanno consentito una prima individuazione dei "centri sismici" rilevanti per il sito in esame e delle relative potenzialità in termini di intensità epicentrali storicamente documentate.

Pomezia



PlaceID IT_53984
 Coordinate (lat, lon) 41.669, 12.501
 Comune (ISTAT 2015) Pomezia
 Provincia Roma
 Regione Lazio
 Numero di eventi riportati 12



► Personalizza il diagramma

Effetti	In occasione del terremoto del						NMDP	Io	Mw
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale		
NF	1980	10	01	00	57	3	Frusinate	41	5 4.26
4	1987	04	11	02	26	2	Colli Albani	72	6 4.35
3	1989	04	23	23	32	2	Colli Albani	23	5 3.64
3	1989	10	19	23	33	2	Colli Albani	54	5-6 4.23
3	1989	10	23	21	19	1	Colli Albani	65	6 4.32
3	1989	12	19	14	28	2	Colli Albani	39	5-6 3.90
3	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375	5.77
4	1995	06	12	18	27	4	Campagna romana	125	5-6 3.79
3-4	1997	09	26	09	40	2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9 5.97
5	2005	08	22	12	02	0	Costa laziale	57	5-6 4.78
F	2017	01	18	10	14	0	Aquilano	280	5.70
3	2019	06	23	20	43	4	Colli Albani	40	5 3.76

Figura 8-3: Terremoti storici che hanno interessato l'area oggetto di studio.

8.4 Definizione della sismicità dell'area

Di seguito viene fornito un inquadramento generale sulla classificazione sismica dell'area in esame nel rispetto delle disposizioni delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del Decreto Ministeriale del 17/01/2018.

Secondo la norma vigente la tipologia del suolo di fondazione è dipendente dal valore $V_{S,eq}$ definito dalla seguente equazione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le verifiche strutturali nei diversi stati limiti vanno condotte adottando le azioni sismiche che sono funzione della "pericolosità sismica" dell'area in esame. La "pericolosità sismica" è definita a partire dall'accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su suolo rigido, con piano campagna orizzontale.

Le azioni di progetto dovute al sisma si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali definite in funzione dei parametri:

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

I valori di tali parametri sono riportati nella tabella esposta nell'Allegato A del decreto, grazie alla quale i parametri dell'area in esame vengono ottenuti per interpolazione lineare tra quattro punti di una griglia di punti prefissati sul territorio.

Utilizzando il software dedicato si ricavano gli spettri di risposta elastica delle componenti orizzontali di moto, per i diversi periodi di ritorno considerati dal D.M.

8.4.1 Effetti di amplificazione topografica

Le verifiche sugli effetti di amplificazione topografica si basano puramente su criteri di tipo morfometrico/morfologico riportati nelle NTC 2018; per le sezioni e le misurazioni si è fatto riferimento alla cartografia disponibile.

L'area in esame è collocata in un contesto geomorfologico pianeggiante di raccordo tra la linea di costa e i monti Albani verso est.

Categoria topografica	Ubicazione opera	St
T1 (sup. pianeggiante, pendii e rilievi isolati con incl. media $\leq 15^\circ$)	-	1.0
T2 (pendii con inclinazione media $> 15^\circ$)	Sommità del pendio	1.2
T3 (rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media compresa tra $15-30^\circ$)	Cresta del rilievo	1.2
T4 (rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media $> 30^\circ$)	Cresta del rilievo	1.4

Figura 8-1: Valori di amplificazione topografica e ubicazione opera in funzione della categoria topografica.

8.4.2 Categoria del suolo di fondazione

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, ai fini della definizione della azione sismica di progetto definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione.

Tabella 8-2: categorie di sottosuolo ai fini della definizione dell'azione sismica – NTC 2018

-
- A Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi** 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 Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti**, 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 Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti** 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 Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti**, 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 Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente** riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con *profondità del substrato non superiore a 30 m*.
-

Nell'area di indagine non sono state eseguite delle prove geofisiche atte a valutare l'entità delle velocità delle onde di taglio che permettono di identificare la corrispondente categoria di sottosuolo. Prendendo a riferimento le evidenze sul contesto geologico riportate in bibliografia, che identificano successioni vulcaniche in materiali limoso argillosi e componente variabile in granulometria grossolana sabbioso – ghiaiosa, si può affermare che la categoria di sottosuolo si possa cautelativamente indicare come di seguito riportato:

Categoria C: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti 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.*

8.4.3 Pericolosità sismica di base

In seguito alle evidenze precedentemente riportate, è possibile procedere alla valutazione dei parametri sitospecifici da applicare in analisi sismica; il calcolo va effettuato su base normativa e sarà finalizzato a fornire al Progettista informazioni il più complete possibile sui parametri sismici da applicare in sede di progetto.

La categoria sismica di appartenenza dei terreni di fondazione è definita di tipo "C", a seguito di valutazioni condotte in riferimento alla stratigrafia sitospecifica.

Di seguito si allegano i tabulati relativi al calcolo dei vari parametri eseguiti con software specifico.

Vita nominale (Vn):	50	[anni]
Classe d'uso:	II	
Coefficiente d'uso (Cu):	1.0	
Periodo di riferimento (Vr):	50	[anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLO:	30	[anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD:	50	[anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV:	475	[anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC:	975	[anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	41.717896	[°]
Longitudine (WGS84):	12.547176	[°]
Latitudine (ED50):	41.718890	[°]
Longitudine (ED50):	12.548098	[°]

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.047	2.471	0.255
SLD	50	0.065	2.377	0.266
SLV	475	0.159	2.602	0.269
SLC	975	0.203	2.550	0.275

Pericolosità sismica di sito

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico η : 1.000

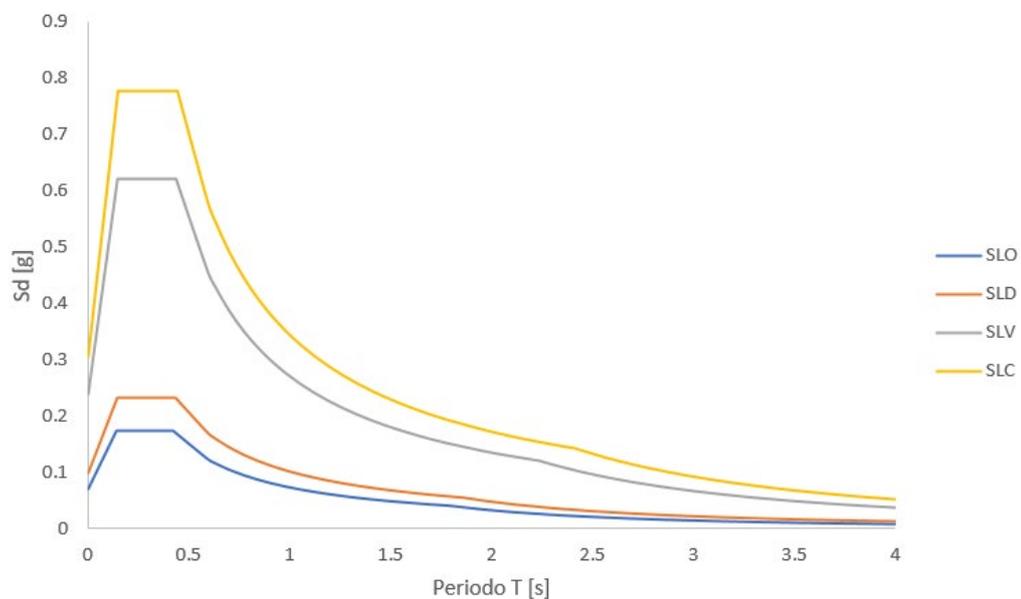
Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1: Pendii con inclinazione media maggiori di 15°

Stabilità dei pendii e fondazioni – NTC 2018

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.017	0.023	0.057	0.073
kv	0.008	0.012	0.029	0.037
amax [m/s ²]	0.071	0.098	0.239	0.305
Beta	0.240	0.240	0.240	0.240

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali – Spettro di Progetto e relativi coefficienti



S.L.	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1	0.047	2.471	0.255	1.5	1.648	1	1.5	1	0.14	0.42	1.788	0.071	0.174
SLD	1	0.065	2.377	0.266	1.5	1.625	1	1.5	1	0.144	0.432	1.86	0.098	0.232
SLV	1	0.159	2.602	0.269	1.5	1.619	1	1.5	1	0.145	0.436	2.236	0.239	0.62
SLC	1	0.203	2.55	0.275	1.5	1.608	1	1.5	1	0.147	0.442	2.412	0.305	0.775

8.5 Verifica della liquefazione dei terreni

A causa della mancanza di dati sitospecifici relativi alle proprietà fisico-meccaniche dei terreni non è possibile svolgere un'analisi di suscettibilità dei terreni al fenomeno della liquefazione; per questa ragione, si rimanda tale studio ad una successiva e più approfondita fase di progettazione.

9 CONCLUSIONI

L'analisi del contesto idrogeomorfologico dell'area in esame ha permesso di trarre le seguenti considerazioni:

I terreni presenti sono depositi di origine vulcanica risalenti ad epoca recente, caratterizzati da piroclastici in litologia fine limose argillose con presenza di componenti sabbiose-ghiaiose. Tale successione non risulta presentare grande variazione litologica con la profondità, ma si osserva un positivo miglioramento delle proprietà geotecniche.

A scala locale del sito la circolazione presenta una direzione di deflusso all'incirca Nord-Est/Sud-Ovest ed isopieze comprese tra 80 e 70 m s.l.m.; pertanto, nell'area di specifico interesse saranno da attendersi profondità della falda di importanza regionale comprese tra 40 e 50 m da p.c. È però possibile l'impostazione di falde di piccola entità comprese tra 100 e 110 m s.l.m., dovute ad una circolazione discontinua a pelo libero rinvenibile nei primi metri della sequenza vulcanoclastica.

Non risultano presenti fenomeni di pericolosità idrogeologica insistenti sul sito, sia dal punto di vista delle frane, sia dal rischio alluvioni. Risulta solo presente una situazione di erosione attiva di un alveo in posizione nord-orientale alle aree di impianto, condizione però non insistente sulle stesse e non suscettibile di aggravio delle condizioni di instabilità a causa della eventuale realizzazione delle opere in progetto.

Dal punto di vista sismico, l'area di impianto ricade in zona sismica 2 – sottozona 2B, rispetto alla classificazione eseguita dall'INGV per il territorio nazionale, caratterizzata da una pericolosità sismica media; il sito in esame risulta ubicato in una zona con accelerazione al suolo attesa massima pari a 0.175 g. Non sono disponibili esiti di prove geofisiche per la definizione della categoria sismica di sottosuolo, che però, rispetto alle litologie presenti si ipotizza essere la C.

Al fine della caratterizzazione geotecnica dei terreni interessanti le opere fondazionali si consiglia l'esecuzione di prove geotecniche e geofisiche, così da permettere il corretto dimensionamento delle opere in progetto e le opportune verifiche di pericolosità sismica.