

REGIONE LAZIO  
Provincia di VITERBO

PROGETTO:

REALIZZAZIONE DELL' IMPIANTO AGROVOLTAICO "PIANETTI" DA  
30.036,6 kWp E DELLE RELATIVE OPERE ED INFRASTRUTTURE  
CONNESSE NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI NEPI (VT)

*Potenza Nominale Impianto: 30.036,6 kWp*

*Potenza Immissione: 30.139,0 kW*

**PROGETTO DEFINITIVO**

TITOLO:

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA,  
IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E SISMICA**

COMMITTENTE

**ILOS** **INE Pianetti S.r.l.**  
Piazza di Sant'Anastasia, 7  
00186 Roma (RM)  
P. IVA 16557891005  
P.e.c. [inepianettisrl@legalmail.it](mailto:inepianettisrl@legalmail.it)

A Company of ILOS New Energy Italy

**INE PIANETTI S.R.L.**  
a company of ILOS New Energy Italy  
P.IVA e C.F.: IT 16557891005

Sede legale: Piazza di Sant'Anastasia 7, 00186 Roma  
[inepianettisrl@legalmail.it](mailto:inepianettisrl@legalmail.it)

*[Handwritten Signature]*  
Firmato Digitalmente

Formato A4	SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI	
	Commessa L2204	Documento RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E SISMICA
		N. Doc. <b>Rel 05</b>

## Comune di NEPI (VT)



**PROGETTO:** REALIZZAZIONE DELL' IMPIANTO AGROVOLTAICO "PIANETTI" DA 30.036,6 kWp E DELLE RELATIVE OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI NEPI (VT)

*Potenza Nominale Impianto: 30.036,6 kWp*

*Potenza Immissione: 30.139,0 kW*

**Committente:** INE Pianetti Srl Piazza di Sant'Anastasia, 7 00186 Roma (RM) P. IVA 16557891005; P.e.c. [inepianettisrl@legalmail.it](mailto:inepianettisrl@legalmail.it)

## RELAZIONE GEOLOGICA e SISMICA

**Geol. Nicola PELLECCCHIA**



## **1. PREMESSA**

Io sottoscritto Dott. Geol. Nicola PELLECCCHIA, regolarmente iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi della Puglia col n. 360, ho eseguito lo studio geologico dell'area interessata dal seguente **Progetto: REALIZZAZIONE DELL' IMPIANTO AGROVOLTAICO "PIANETTI" DA 30.036,6 kWp E DELLE RELATIVE OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI NEPI (VT), in località "Pianetti" in territorio comunale di NEPI (VT)**, al fine di caratterizzarla dal punto di vista geologico e sismico.

**Committente: INE Pianetti Srl** Piazza di Sant'Anastasia, 7 00186 Roma (RM) P. IVA 16557891005;  
P.e.c. [inepianettisrl@legalmail.it](mailto:inepianettisrl@legalmail.it)

La normativa di riferimento è rappresentata da:

- D.M. del 11/03/1988;
- "Norme Tecniche per le Costruzioni" (NCT) di cui al D.M. 17/01/2018 che hanno come obiettivi: la descrizione della litostratigrafia, dell'idrologia superficiale, dell'idrogeologia sotterranea, della natura e origine delle formazioni geologiche affioranti nell'area di studio, della geomorfologia, dell'andamento strutturale delle rocce in sito e delle caratteristiche geologiche del terreno di fondazione;
- Eurocode 8 (1998) – "Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte V: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici".
- Eurocode 7.1 (1997) – "Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali" – UNI.
- Eurocode 7.2 (2002) – "Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio" – UNI.
- Eurocode 7.3 (2002) – "Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito" – UNI.
- D.Lgs. 03.04.2006 n. 152 – "Norme in materia di ambiente".
- D.L. 21.06.2013 n. 69 – "Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia".
- Regolamento Sismico Regionale 27 luglio 2016, n.15.

La caratterizzazione geologica del/i terreno/i di fondazione del sito in studio, è il risultato: a) dell'utilizzazione di dati ricavati dalla consultazione della bibliografia esistente, b) dell'estrapolazione dei risultati d'indagini geognostiche eseguite in sito.

**Le APPENDICI 1 e 2 fanno parte integrante ed imprescindibile della presente relazione.**

## **2. UBICAZIONE SITO**

L'area in studio ricade nel territorio comunale di **Nepi (VT)** in località "**Pianetti**". Topograficamente ricade nel *Fg. n. 355 "Ronciglione" della Carta Geologica d'Italia - Progetto CARG* e si trova ad una quota compresa tra m 240 e m 255 s.l.m. L'impianto agrovoltico sarà di potenza nominale di 30.036,6 kWp e realizzato su suolo privato in Zona Agricola le cui coordinate catastali sono: NCT Foglio 27, P.IIe 677, 684, 761, 713, 714, 836 e Foglio 32, P.IIa 297. Si indicano coordinate geografiche di riferimento (*fonte Google Earth*): Lat.: 42°11'54.07"N; Long.: 12° 19'07.37 "E; *cfr. Figg. in APPENDICE 1.*

## **3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

Dal punto di vista geologico-strutturale la zona compresa nel *Foglio Ronciglione* rientra in una più vasta area che, dopo essere stata interessata dalle fasi di tettonica distensiva del Pliocene medio, è coinvolta nel sollevamento a scala regionale della Toscana meridionale e del Lazio settentrionale. Le serie magmatiche presenti nel foglio geologico, appartengono a tre diversi Distretti Vulcanici (Cimino, Sabatino, Vicano) e sono riferibili al vulcanismo dell'area tosco-laziale, impostatasi in una

fascia depressa parallela alla fasci tirrenica e compresa tra il settore più elevato della catena appenninica e le zone costiere, al margine del bacino tirrenico. Le vulcaniti dell'area tosco-laziale sono attribuibili a diverse serie comprendenti rocce con composizione che vanno da acide ad intermedie e rocce caratterizzate da un chimismo tipicamente potassico.

Il Distretto Vulcanico Sabatino inizia la sua attività più di 600 ka, contemporaneamente agli altri distretti alcalino-potassici del Lazio. Il vulcanismo del Distretto Sabatino presenta una notevole distribuzione areale all'interno del graben del Tevere ed è caratterizzato da una serie di centri eruttivi e strutture calderiche che si susseguono dai margini orientali a quelli occidentali del distretto. Anche in questo caso, l'attività vulcanica è in gran parte connessa a fratture regionali dirette NE-SO e NO-SE.

#### **4. MODELLAZIONE GEOLOGICA**

L'area in esame dal punto di vista geologico-stratigrafico è caratterizzata dalla presenza della *lava della Palombara* che è rappresentata da un'unica colata di colore grigio scuro, a grana fine, molto compatta (vescicularità < 2%) e poco o niente fratturata, con rari grossi fenocristalli di Leucite (Lct) spesso alterati.

La colata lavica della Palombara forma un ampio *plateau* che si sviluppa nel settore meridionale del Foglio, a NE di Monterosi (in cui ricade l'area in esame), e rappresenta il prodotto di un'attività effusiva riferibile alle manifestazioni del Distretto Vulcanico Sabatino. Il fronte della colata affiora nell'estremo settore SE del Foglio, a NE dell'abitato di Monterosi, ed è chiaramente osservabile lungo il Fosso della Palombara dove presenta (al suo fronte) uno spessore massimo di qualche metro. *Pleistocene medio p.p.*

Di seguito i parametri geotecnici indicativi, dell'ammasso roccioso in esame:

peso di volume,  $\gamma = 12 - 15$  [kN/m<sup>3</sup>]

coesione,  $c' = 0 - 5$  [kPa]

angolo d'attrito  $\phi' = 29 - 33$  [°]

modulo di elasticità,  $E_d = 7 - 14$  [MPa].

#### **5. MODELLAZIONE SISMICA**

##### **5.1 – Caratteri sismici del territorio**

Il territorio comunale di **Nepi (VT)** ricade in "**Zona Sismica 3 (sottozone 3A - 3B)**" nella nuova classificazione sismica, ovvero Zona con pericolosità sismica bassa. *Le sottozone 3A - 3B indicano rispettivamente un valore di  $0,10 < a_g \leq 0,15g$ ;  $0,05 < a_g \leq 0,10g$*

**Tab. 1**

Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ $a_g$ ]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ $a_g$ ]
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$a_g > 0,25$ g	0,35 g
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25$ g	0,25 g
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < a_g \leq 0,15$ g	0,15 g
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05$ g	0,05 g

Col DM 17/01/2018, è stata introdotta la classificazione dei suoli per la definizione dell'azione sismica di progetto in 5 categorie principali (dalla A alla E) a cui ne sono aggiunte altre 2 (S1 ed S2 per le quali sono

richiesti studi speciali per definire l'azione sismica da considerare), sulla base del parametro  $V_{s,eq}$ . Quest'ultimo rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S equivalente ed è calcolato mediante la seguente espressione:

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

dove:

$h_i$ : spessore dell' $i$ -esimo strato;

$V_{s,i}$ : velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;

N: numero di strati;

H: profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Viene, in sostanza, enfatizzata l'importanza del parametro  $V_s$  che com'è noto è il parametro geofisico che meglio rappresenta la variabilità geotecnica dei materiali geologici presenti nel sottosuolo.

### **5.2 - Valori Caratteristici dei Parametri Geotecnici e Resistenza di Progetto**

Secondo il detto DM, nella verifica nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione

$$Ed \leq Rd$$

dove  $Ed$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione e dove  $Rd$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico. Nella formulazione della resistenza  $Rd$ ,

$$Rd = \frac{1}{\gamma_R} R$$

dove il coefficiente  $\gamma_R$  opera direttamente sulla resistenza del sistema e varia a seconda del tipo di opera. La verifica deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.

Nel primo approccio progettuale (Approccio 1) sono previste due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti: la prima combinazione è generalmente più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opere a contatto con il terreno, mentre la seconda combinazione è generalmente più severa nei riguardi del dimensionamento geotecnico.

Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) è prevista un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali sia nelle verifiche geotecniche.

Il valore di progetto della resistenza  $Rd$  può essere determinato:

a) in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, diviso per il valore del coefficiente parziale  $\gamma_M$  specificato nella successiva tabella e tenendo conto, ove necessario, dei coefficienti parziali  $\gamma_R$  relativi a ciascun tipo di opera;

b) in modo analitico, con riferimento a correlazioni con i risultati di prove in sito, tenendo conto dei coefficienti parziali  $\gamma_R$  relativi a ciascun tipo di opera;

c) sulla base di misure dirette su prototipi, tenendo conto dei coefficienti parziali  $\gamma_R$  relativi a ciascun tipo di opera.

Tabella 2 \_ DM 17/01/2018 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4

Le verifiche di sicurezza per le fondazioni superficiali devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- collasso per scorrimento sul piano di posa
- stabilità globale

SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali, **accertando che la condizione  $E_d \leq R_d$  sia soddisfatta per ogni stato limite considerato.**

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo l'Approccio 1:

Combinazione 2: (A2+M2+R2) tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabella relativa alle azioni e i parametri geotecnici e nella Tabella relativa alle resistenze globali (DM 17/01/2018). La rimanenti verifiche devono essere effettuate, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali, seguendo almeno uno dei due approcci.

Approccio 1:

Combinazione 1: (A1+M1+R1)

Combinazione 2: (A2+M2+R2)

Approccio 2:

(A1+M1+R3).

Nelle verifiche effettuate con l'approccio 2 finalizzate al dimensionamento strutturale, il coefficiente  $\gamma_R$  non deve essere portato in conto.

Tabella 4\_ DM 17/01/2018 - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di **fondazioni superficiali**.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Per la determinazione della Resistenza ultima del terreno (Rd) si dovrà eseguire il calcolo sia secondo i coefficienti parziali della colonna M1, sia secondo quelli della colonna M2 di cui alla Tab. 3.

A tali valori dovranno quindi applicarsi i coefficienti parziali  $\gamma_m$  di cui alla Tab. 3..

Per il calcolo della resistenza ultima del terreno si può utilizzare la relazione proposta da TERZAGHI per

fondazioni superficiali:  $R = cN_c + \gamma D N_q + 0.5\gamma \cdot B N_\gamma$

in cui  $c$  è la coesione,  $\gamma$  è il peso di volume del terreno,  $B$  la larghezza della fondazione,  $D$  il piano di posa reale,  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$  fattori di capacità portante dipendenti dall'angolo di attrito interno, di cui di seguito

**Tab. 3**

Formula trinomia di Terzaghi:		Tabella dei coefficienti in funzione dell'angolo di attrito $\phi$ del terreno (Vesic 1975):					
$\phi$ (°)	$N_q$	$N_c$	$N_\gamma$	$\phi$ (°)	$N_q$	$N_c$	$N_\gamma$
0	1,00	5,14	0,00	25	10,66	20,72	10,88
1	1,09	5,38	0,07	26	11,85	22,25	12,54
2	1,20	5,63	0,15	27	13,20	23,84	14,47
3	1,31	5,90	0,24	28	14,72	25,80	16,72
4	1,43	6,19	0,34	29	16,44	27,86	19,34
5	1,57	6,49	0,45	30	18,40	30,14	22,40
6	1,72	6,81	0,57	31	20,63	32,67	25,99
7	1,88	7,16	0,71	32	23,18	35,49	30,22
8	2,06	7,53	0,86	33	26,09	38,64	35,19
9	2,25	7,92	1,03	34	29,44	42,16	41,06
10	2,47	8,35	1,22	35	33,30	46,12	48,03
11	2,71	8,80	1,44	36	37,75	50,59	56,31
12	2,97	9,28	1,69	37	42,92	55,63	66,19
13	3,26	9,81	1,97	38	48,93	61,35	78,03
14	3,59	10,37	2,29	39	55,96	67,87	92,25
15	3,94	10,98	2,65	40	64,20	75,31	109,41
16	4,34	11,62	3,06	41	73,90	83,86	130,22
17	4,77	12,34	3,53	42	85,38	93,71	155,55
18	5,26	13,10	4,07	43	99,02	105,11	186,54
19	5,80	13,93	4,68	44	115,31	118,37	224,66
20	6,40	14,83	5,39	45	134,88	133,88	271,76
21	7,07	15,82	6,20	46	158,51	152,10	330,35
22	7,82	16,88	7,13	47	187,23	173,64	403,67
23	8,66	18,05	8,20	48	222,31	199,26	496,01
24	9,60	19,32	9,44	49	265,51	229,93	613,16

Il suolo di fondazione pertanto, sulla base delle indicazioni e dati di cui ai paragrafi precedenti, è ascrivibile alla **Categoria B** ovvero: ***“Rocce tenere e depositi a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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 ovvero NSPT***

***30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina”***; di cui alle N.T.C. del D.M. 17/01/2018.

### **5.3 - Parametri caratteristici di pericolosità sismica**

**Tipo di elaborazione: FONDAZIONI**

Sito in esame

latitudine: 42,200039  
longitudine: 12,314328  
Classe: 2  
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 27177	Lat: 42,1784	Lon: 12,2757	Distanza: 3988,344
Sito 2	ID: 27178	Lat: 42,1791	Lon: 12,3432	Distanza: 3323,262
Sito 3	ID: 26956	Lat: 42,2291	Lon: 12,3423	Distanza: 3969,291
Sito 4	ID: 26955	Lat: 42,2284	Lon: 12,2747	Distanza: 4540,017

Parametri sismici

**Categoria sottosuolo: B**

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,036 g

Fo: 2,619

Tc\*: 0,242 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,043 g

Fo: 2,635

Tc\*: 0,265 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0,080 g

Fo: 2,827

Tc\*: 0,336 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

ag: 0,095 g

Fo: 2,870

Tc\*: 0,354 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,200

Cc: 1,460

St: 1,000

Kh: 0,009

Kv: 0,004

Amax: 0,429

Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200

Cc: 1,430

St: 1,000

Kh: 0,010

Kv: 0,005

Amax: 0,505

Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,200

Cc: 1,370

St: 1,000

Kh: 0,019

Kv: 0,010

Amax: 0,936

Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,200

Cc: 1,350

St: 1,000

Kh: 0,023

Kv: 0,011

Amax: 1,118

Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru; *Coordinate WGS84*

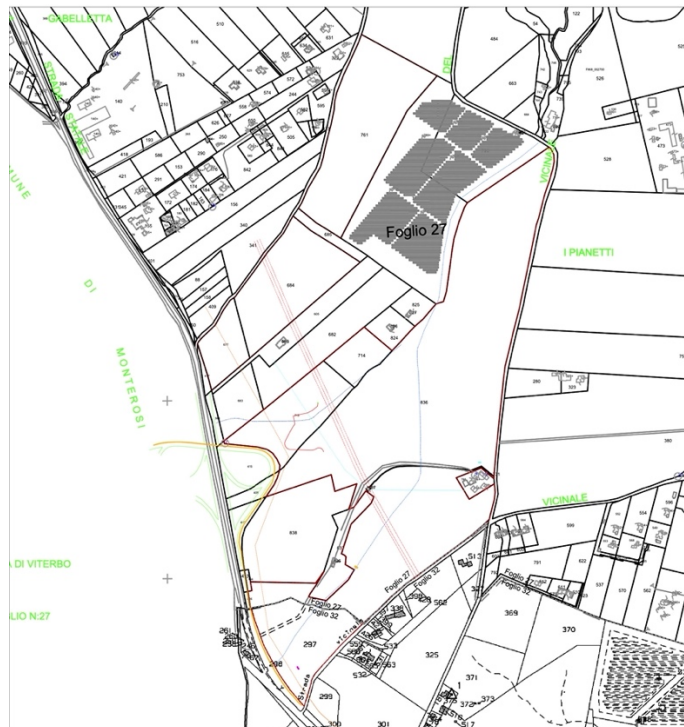
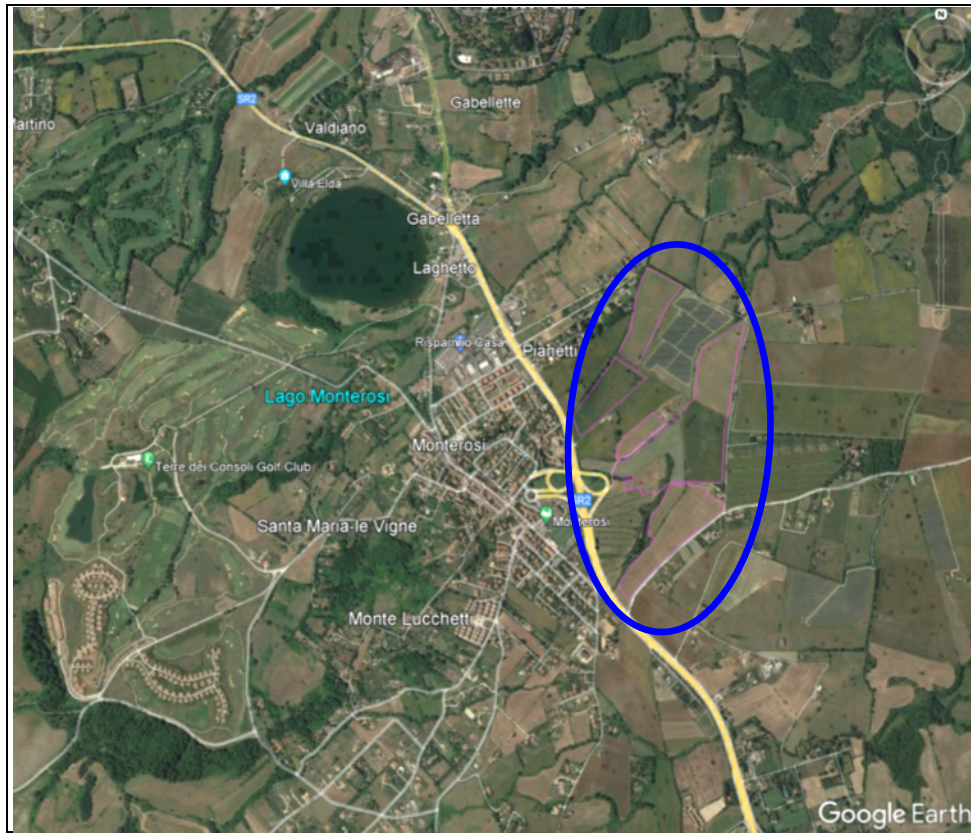
*latitudine: 42.199054*

*longitudine: 12.313393*

**N.B.: segue APPENDICE 1 di cui in premessa**

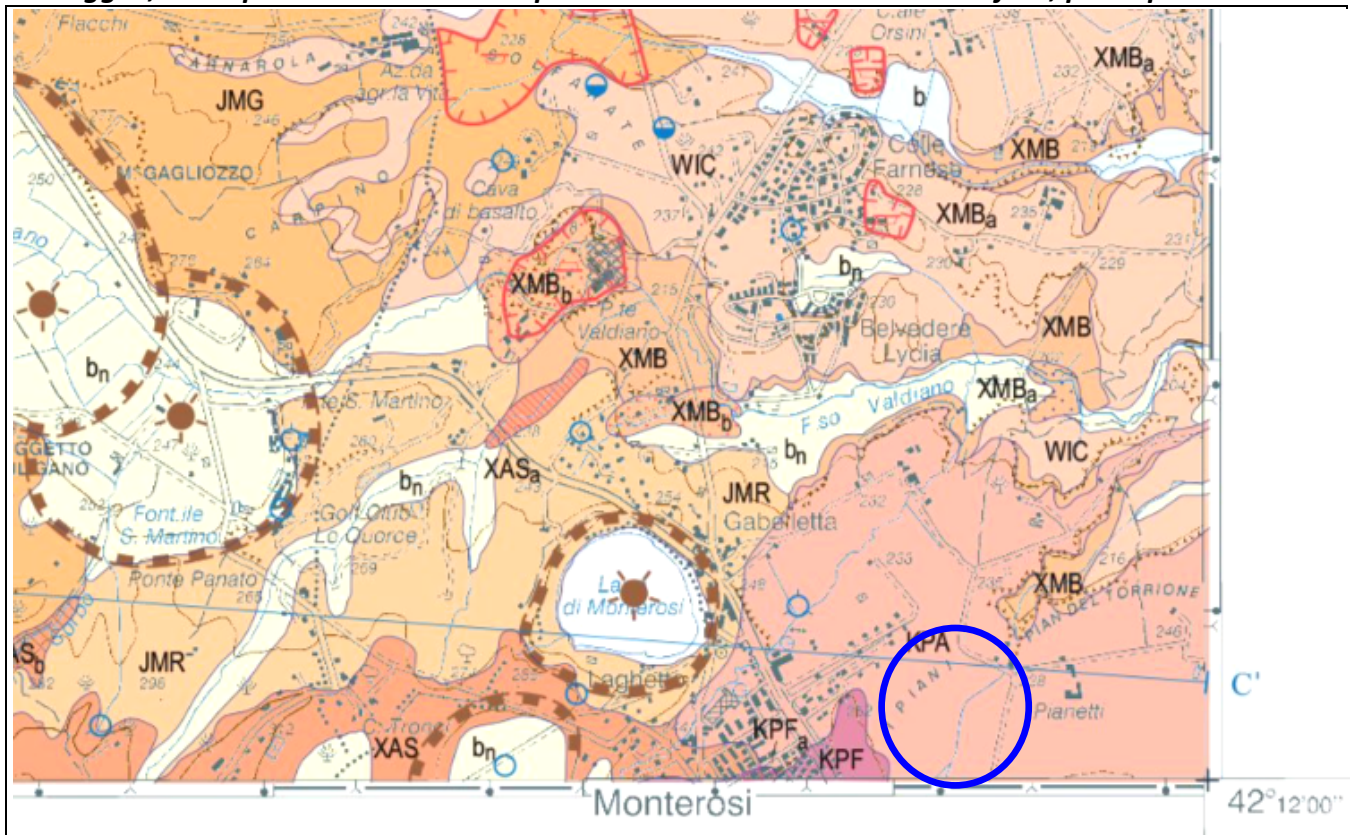


## APPENDICE 1

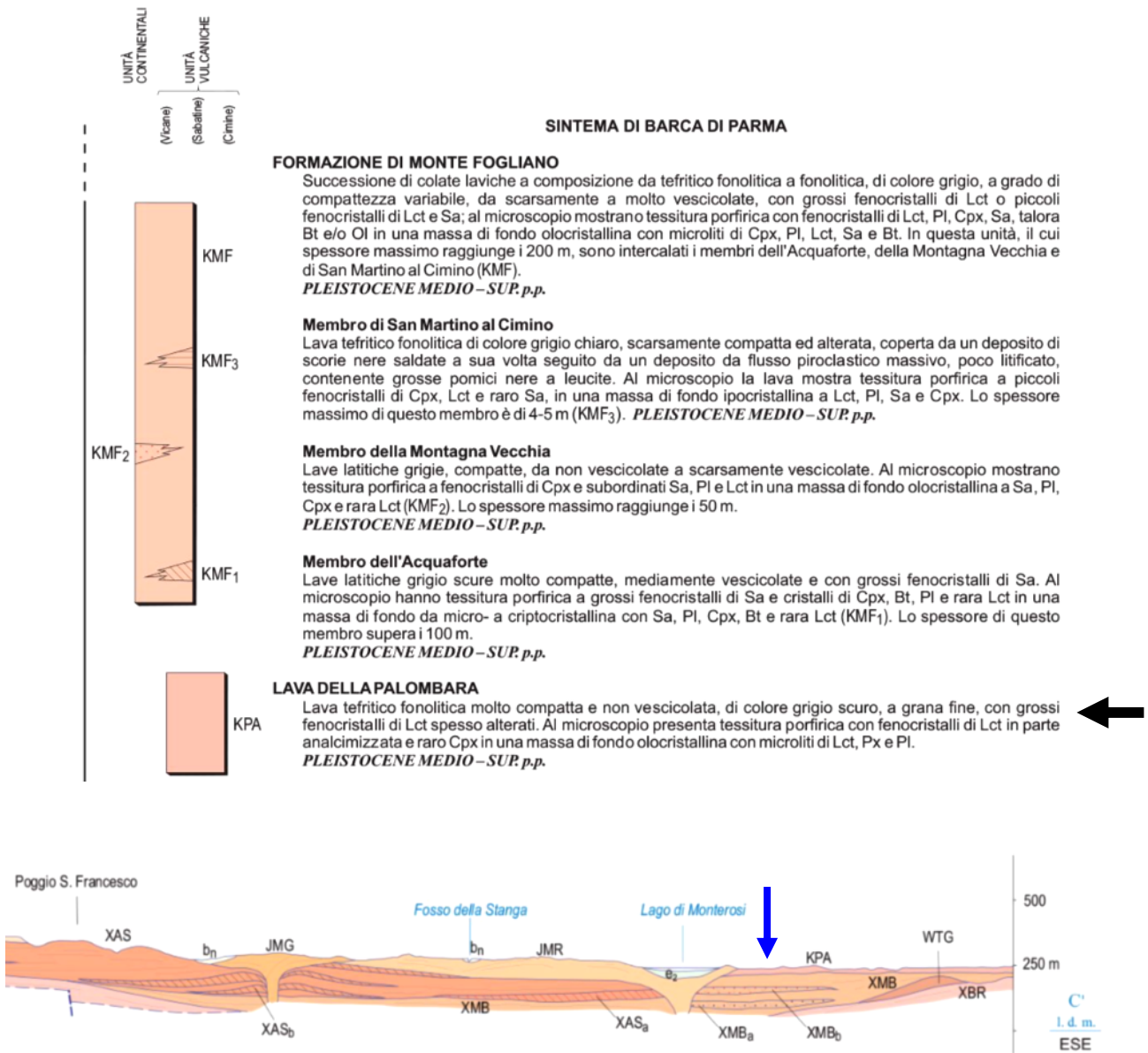


**Figg. 1, 2 - Stralci rispettivamente di ortofoto (fonte Google Earth) e planimetrico su catastale, ante operam**

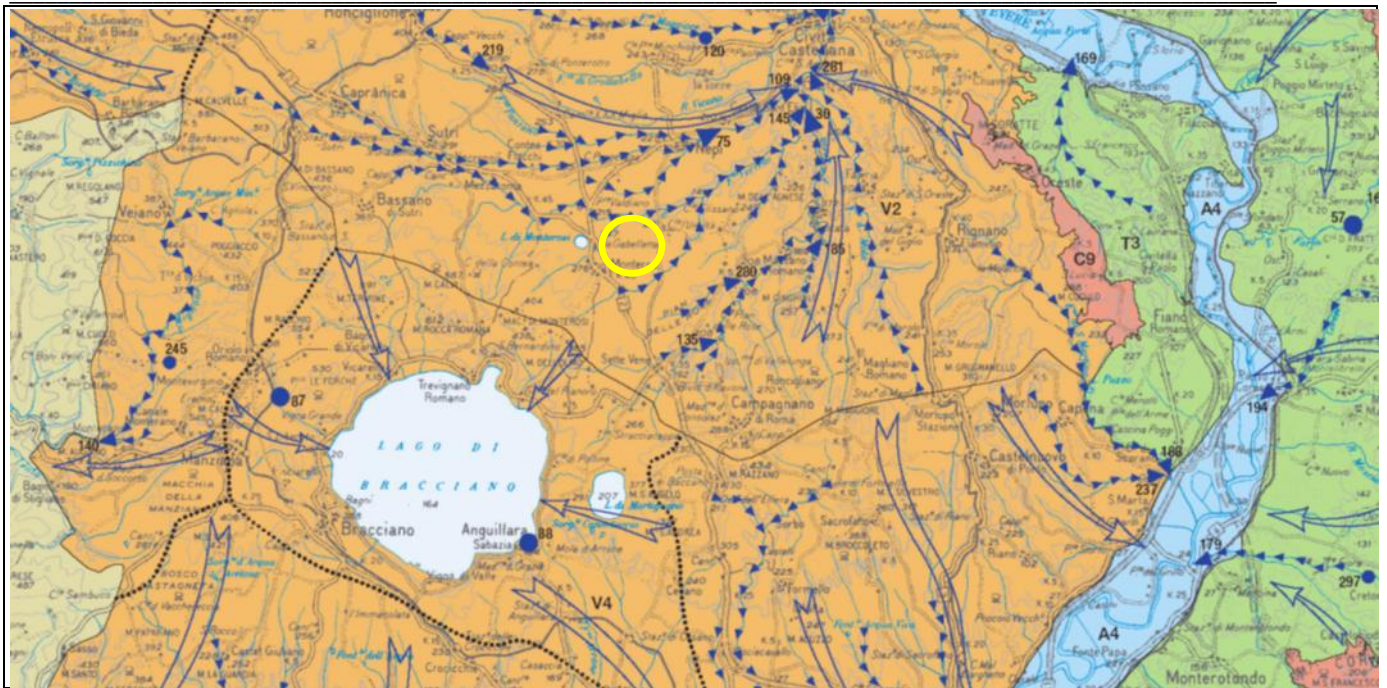
**Fig. 3, 4 – rispettivamente stralcio planimetrico su Catastale e su ortofoto, post operam**



**Fig. 5 - Stralcio del Fg. n. 355 "RONCIGLIONE" della Carta Geologica d'Italia – Progetto CARG; segue stralcio della relativa Legenda, d'interesse per l'area in esame.**



**Fig. 5a - Sezione geologica rappresentativa dell'area in esame**



**Fig. 6 – stralci della CARTA DELLE UNITA' IDROGEOLOGICHE DELLA REGIONE LAZIO; d'interesse per l'area (circolettata) in cui ricadono i lotti in esame; segue stralci della relativa LEGENDA.**

## UNITÀ IDROGEOLOGICHE

Nel territorio regionale del Lazio sono state riconosciute 47 unità idrogeologiche. Ciascuna unità idrogeologica corrisponde ad un sistema idraulicamente definito, in cui la presenza di limiti idraulici, di natura generalmente nota, delimita le aree di ricarica di questi grandi serbatoi regionali. Le unità idrogeologiche, distinte con colori differenti in base alla prevalente natura litologica degli acquiferi in esse contenuti, sono caratterizzate da un valore medio di infiltrazione efficace espressione della ricarica media annua (mm/anno) che, secondo i principi dell'idrogeologia quantitativa, corrisponde alla valutazione delle risorse idriche sotterranee rinnovabili di ciascuna unità idrogeologica (L/s).

Nelle aree definite "con risorsa idrica trascurabile", evidenziate dal colore grigio, non è nota l'esistenza di circolazione idrica sotterranea significativa.





L'effettiva disponibilità di risorse idriche sotterranee, riportata in tabella, è generalmente inferiore alla valutazione delle risorse idriche sotterranee rinnovabili. La valutazione proposta, infatti, non tiene conto dell'incidenza dell'utilizzazione di tali risorse necessaria per soddisfare il fabbisogno idrico regionale. La disponibilità idrica sotterranea tende all'esaurimento nelle unità idrogeologiche in cui il fabbisogno idrico risulta pari o superiore all'entità della ricarica valutata.

UNITÀ IDROGEOLOGICA			Area (km <sup>2</sup> )		Infiltrazione efficace media	
			totale	regionale	(mm/anno)	(L/s)
UNITÀ VULCANICHE	C20	Monte Circeo	11	11	430	150
	V1	Monti Vulsini	1607	1325	240	12230
	V2	Monti Cimini e Vicani	1342	1342	240	10210
	V3	Tolfa - Allumiere	46	46	230	330
	V4	Monti Sabatini	1249	1249	240	9500
	V5	Colli Albani	1461	1461	260	12040
UNITÀ DETRITICO-ALLUVIONALI	T1	Depositi costieri terrazzati settentrionali	340	299	170	1830
	T2	Depositi costieri di Santa Severa	110	110	200	700
	T3	Versante destro della media valle del Tevere	79	79	190	470
	T4	Versante sinistro della media valle del Tevere	-	616	-	-
	T5	Piana di Rieti	126	126	-	-
	T6	Piana di Leonessa	24	24	-	-
	T7	Conglomerati plio-pleistocenici	255	255	-	-
	T8	Delta del Fiume Tevere	280	280	160	1420
	T9	Valli dei Fiumi Sacco, Liri e Garigliano	1205	1205	-	-
	T10	Depositi costieri terrazzati meridionali	336	336	220	2340
	T11	Piana Pontina	705	705	-	-
	T12	Piana di Sora	18	18	-	-
	T13	Piana di Fondi	103	103	-	-
	T14	Piana di Formia	-	70	-	-

### SORGENTI PUNTUALI

 <sup>25</sup> Sorgente con numero di riferimento

Classi di portata portata media misurata (L/s)

-  da 50 a 250 L/s
-  da 250 a 1000 L/s
-  da 1000 a 5000 L/s
-  da 5000 a 10000 L/s
-  >10000 L/s

### SORGENTI SOTTOMARINE

Classi di portata portata media stimata (L/s)

 < 100 L/s

### SORGENTI LINEARI

 <sup>14</sup> Sorgente con numero di riferimento

Classi di portata portata media misurata (L/s)

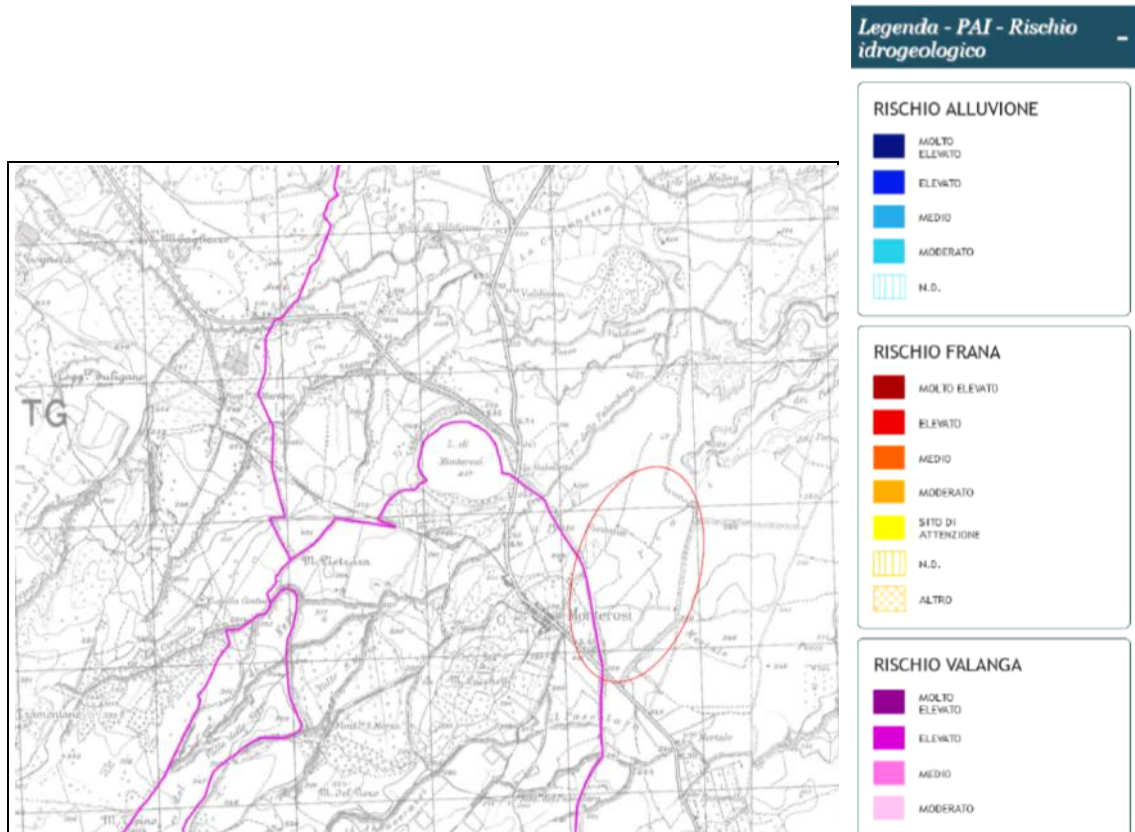
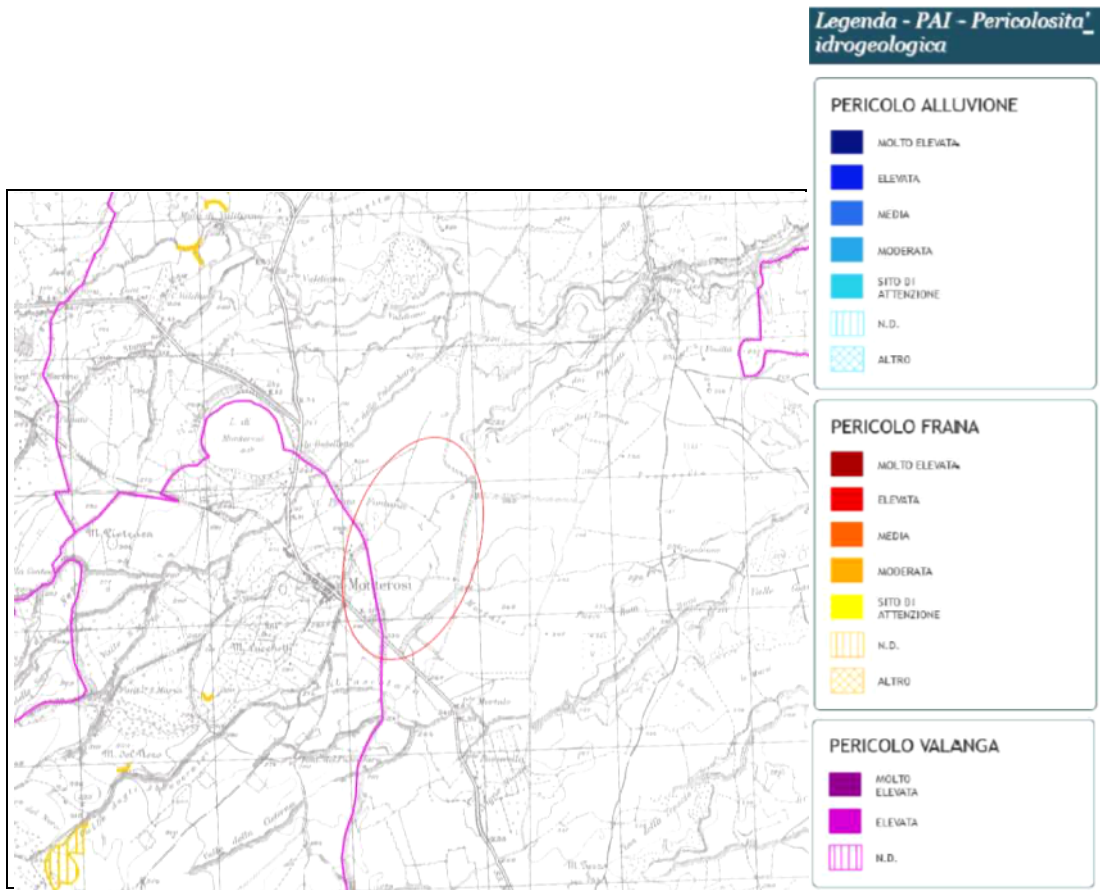
-  da 50 a 250 L/s
-  da 250 a 1000 L/s
-  da 1000 a 5000 L/s
-  da 5000 a 10000 L/s

 Decremento di portata in alveo

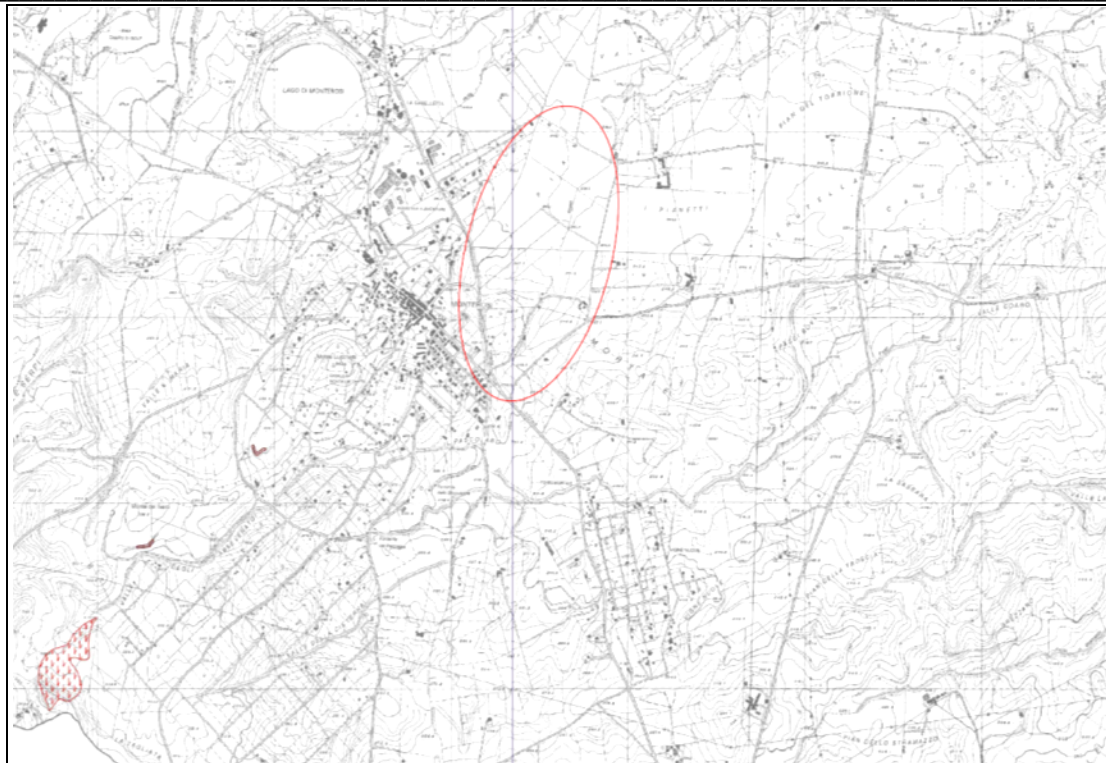
 Principale direttrice di flusso idrico sotterraneo

 Limite delle unità idrogeologiche

 Limite dinamico dei sottobacini delle unità vulcaniche



**Figg. 7, 8 – rispettivamente stralcio della CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO d'interesse per l'area (circolettata) in cui ricadono i lotti in esame e relativa LEGENDA.**



 **Autorità di Bacino del Fiume Tevere**  
via Barchetti 12 - 00195 - ROMA - 06482491 - [www.abctevere.it](http://www.abctevere.it)

Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico

**Inventario dei fenomeni franosi  
e  
situazioni di rischio da frana**

scala 1:10.000

## Legenda

### Inventario dei fenomeni franosi

fenomeno attivo	fenomeno quiescente	fenomeno inattivo*	fenomeno presunto	
				frane per crollo o ribaltamento
				frane per sovrallentamento
				frane per colamento
				frane complesse
				area con franosità diffusa
				area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV)
				area interessata da deformazioni superficiali lente e/o sofflusso
				falda e/o cono 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

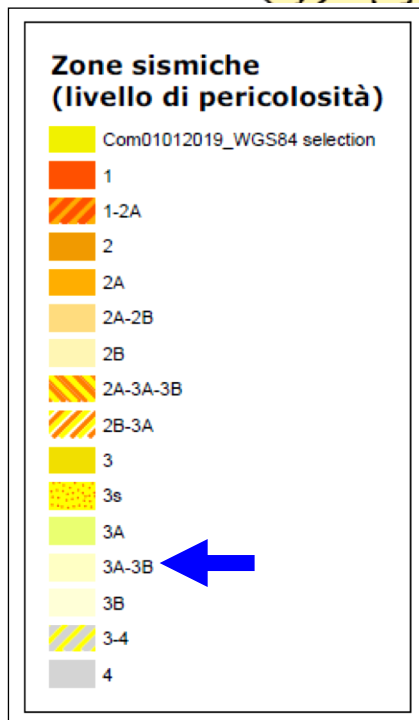
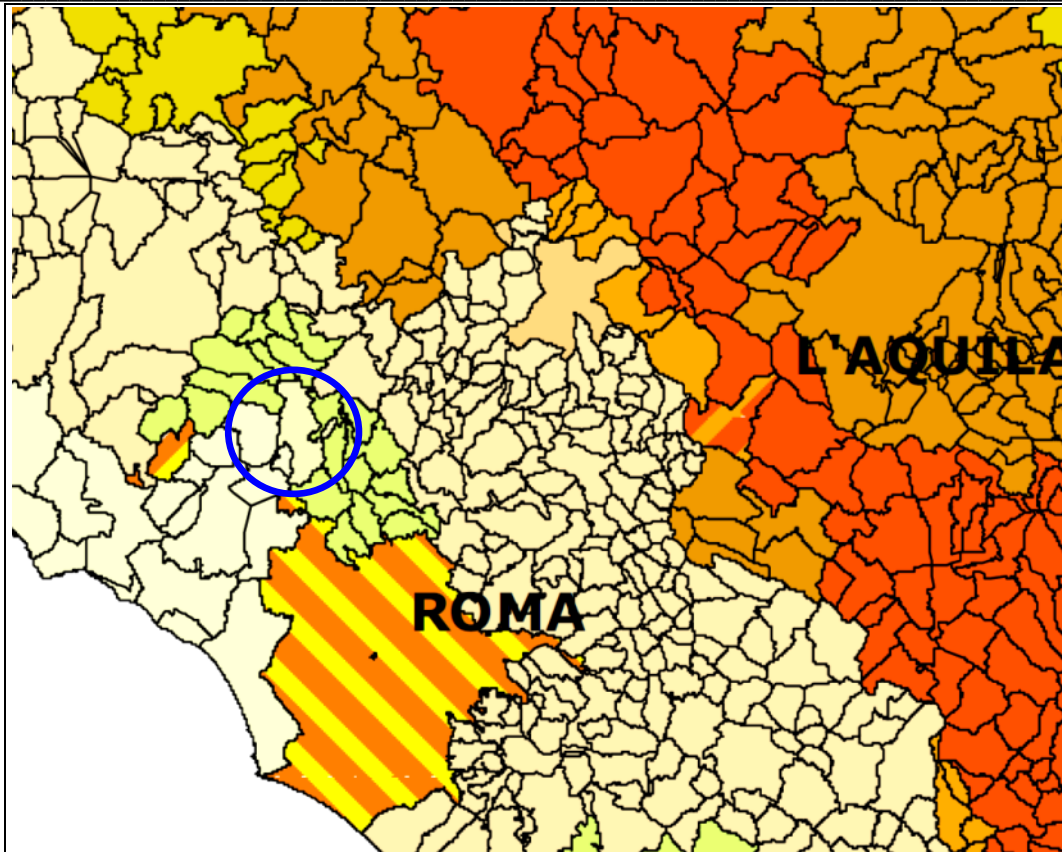
### Situazioni di rischio da frana

	R4 - 'molto elevato'
	R3 - 'elevato'

\* - sembrano in questa categoria i fenomeni stabilizzati con interventi di bonifica

0 200 400 600 800 1000 metri

**Fig. 9 – stralcio cartografico dell'Inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana (a cura dell'AdB del Fiume Tevere), d'interesse per l'area (circolettata) in cui ricadono i lotti in esame e relativa LEGENDA.**



Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g$ )
1	$a_g > 0.25$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	$a_g \leq 0.05$

**Fig. 10 - Stralcio della mappa della classificazione sismica d'Italia, in particolare della Regione Lazio in cui ricade il territorio comunale di NEPI (VT), dunque, in cui ricade l'area interessata dal presente studio; si è in Zona sismica 3 con pericolosità sismica bassa. Le sottozone 3A e 3B indicano rispettivamente un valore di  $0,10 < a_g \leq 0,15g$ ;  $0,05 < a_g \leq 0,10g$**



**Circolettato il territorio del Comune di NEPI (VT)**



## APPENDICE 2

### A2.2 - Suolo di fondazione e Pericolosità Sismica (nota relativa alle NTC 2018)

#### Sicurezza e prestazioni attese

Nel paragrafo 2.4 delle NTC 2018 si definiscono alcuni importanti aspetti delle costruzioni quali la Vita Nominale, le Classi d'uso e il periodo di riferimento. La vita nominale di progetto  $V_N$  di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali. I valori minimi di  $V_N$  da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I e tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

**Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni**

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in 4 classi d'uso definite come di seguito riportato.

*Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

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

*Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

*Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ :

$$V_R = V_N * C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II.

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

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

Nel caso in esame e da quanto fin ora riportato si ottengono i seguenti dati:

- Vita nominale  $V_N = 50$  anni
- Classe d'uso = II
- Coefficiente d'uso  $C_U = 1,0$
- Periodo di riferimento  $V_R = 50$  anni

#### Pericolosità sismica di base

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al § 3.2.2),

nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento  $V_R$ , come definito nel § 2.4. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica locale dell'area della costruzione. Per la vigente normativa le forme spettrali sono definite, per ogni probabilità di superamento  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c^*$  valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tab. 3.2.I.

**Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento  $P_{VR}$  in funzione dello stato limite considerato**

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

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

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

#### Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_S$ . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità  $V_S$  per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2. La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), cioè:

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

dove:

$h_i$ : spessore dell' $i$ -esimo strato;

$V_{S,i}$ : velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;

$N$ : numero di strati;

$H$ : profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_S$  non inferiore a 800 m/s.

(\*) Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità

equivalente delle onde di taglio è definita dal parametro  $V_{seq}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
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	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.
D	Depositi 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.

Per le NTC 2018 il terreno di fondazione rientra nella Categoria di suolo "B" (calcolata in maniera cautelativa e favorevole per la sicurezza, in corrispondenza del p.c.); quindi rientra tra: "Rocce tenere e depositi a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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."

#### Categorie topografiche e amplificazione topografica

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale mentre per configurazioni superficiali semplici si può adottare la Tab. 3.2.III.

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

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

Nel caso specifico in esame il sito di intervento ricade nella Categoria T1 trattandosi di "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i < 15^\circ$ ". Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$  riportati nella Tab. 3.2.V, in funzione delle categorie topografiche definite nel § 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento. La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o del rilievo, dalla sommità o dalla cresta, dove  $S_T$  assume il valore massimo riportato sempre nella Tab. 3.2.V, fino alla base, dove  $S_T$  assume valore unitario.

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a $30^\circ$	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di $30^\circ$	1,4

Nel caso specifico in esame ricadendo il sito di intervento nella Categoria T1 avrà un coefficienti di amplificazione topografica  $S_T$  pari a 1,0.

### Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti  $S_S$  e  $C_C$  valgono 1. Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti  $S_S$  e  $C_C$  possono essere calcolati, in funzione dei valori di  $F_0$  e  $T_C^*$  relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.IV, nelle quali  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  è l'accelerazione di gravità e  $T_C^*$  è espresso in secondi.

Tab. 3.2.IV – Espressioni di  $S_S$  e di  $C_C$

Categoria sottosuolo	$S_S$	$C_C$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

### Fattori di amplificazione - Risposta Sismica Locale

In condizioni stratigrafiche e morfologiche schematizzabili con un modello mono-dimensionale e per profili stratigrafici riconducibili alle categorie di cui alla Tab. 3.2.II, il moto sismico alla superficie di un sito è definibile mediante l'accelerazione massima ( $a_{max}$ ) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa.

Il valore di  $a_{max}$  può essere ricavato dalla relazione:

$$a_{max} = S_S \cdot a_g$$

dove  $a_g$  è l'accelerazione massima su sito di riferimento rigido ed  $S_S$  è il coefficiente di amplificazione stratigrafica. Per condizioni topografiche riconducibili alle categorie di cui alla Tab. 3.2.III, la valutazione dell'amplificazione topografica può essere effettuata utilizzando il coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$ . Il parametro  $S_T$  deve essere applicato nel caso di configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, di altezza superiore a 30 m. Gli effetti topografici possono essere trascurati per pendii con inclinazione media inferiore a  $15^\circ$ , altrimenti si applicano i criteri indicati nel § 3.2.2.

### Sintesi dei valori dei vari fattori per il sito di interesse

- Vita nominale  $VN = 50$  anni
- Classe d'uso = II
- Coefficiente d'uso  $C_U = 1,5$
- Periodo di riferimento  $VR = 50$  anni
- Categoria di suolo = B
- Categoria topografica = T1
- Coefficienti di amplificazione topografica  $S_T = 1,2$
- Coefficienti di amplificazione stratigrafica  $S_S = 1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1,20$
- Coefficiente  $C_C = 1,10 \times (T_C^*)^{-0,20}$

(\* ) Per la valutazione dell'Azione sismica e degli spettri di risposta elastico in accelerazione si rimanda a quanto riportato nel paragrafo 3.2.3 - Valutazione dell'azione sismica delle NTC 2018.

Tab. 3.2.IV – Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_{\xi}}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_{\xi}}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_{\xi}}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_{\xi}}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Considerando il profilo stratigrafico dall'attuale piano campagna, è possibile calcolare il parametro  $V_{seq}$ , applicando l'espressione riportata nel detto DM:

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

di conseguenza si può caratterizzare il sito in esame in una delle categorie di suolo di fondazione che nel nostro caso, nelle nuove NTC della Normativa Sismica, corrisponde ad un suolo di classe "B", definito come: ***"Rocce tenere e depositi a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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 ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina"*** di cui alle dette "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018".

## **6. PRESCRIZIONI**

Durante lo scavo si consiglia d'intercettare l'ammasso roccioso descritto. In ogni caso la *direzione lavori* dovrà informare il *progettista delle strutture* ed il *geologo* per un sopralluogo generale e, nel caso di riscontro di situazioni geologiche scarsamente definibili e anomale, si prescrive sin d'ora *campagna d'indagini geognostiche* che potrà essere articolata nell'esecuzione di *indagini dirette* come *saggi di scavo*, *sondaggi a carotaggio continuo* e/o *indagini indirette* di tipo *geofisico-geosismico* e/o *geoelettrico* e/o indagini con *georadar* (oltre prove di laboratorio su campioni rappresentativi dell'ammasso roccioso stesso). Essa sarà finalizzata ad accertare a livello puntuale la qualità dello stesso ammasso roccioso, in particolare per verificare l'assenza di cavità carsiche o "sacche di terra rossa"; queste infatti possono inficiare sulle proprietà geomeccaniche dell'ammasso roccioso in esame e di ciò bisogna tenerne in debito conto per i calcoli propedeutici al corretto dimensionamento delle fondazioni e contestuale adozione di soluzioni tecniche integrative e/o alternative a quelle di progetto. Si specifica, inoltre, che il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con *conglomerato magro* o *altro materiale idoneo*, come intervento di miglioramento del terreno di fondazione stesso.

## **7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

Lo studio, sulla base dei dati disponibili in bibliografia e nei relativi siti web online, ha consentito di ben caratterizzare i terreni interessati dalle opere edilizie in progetto.

La caratterizzazione geologico-geotecnica ha permesso d'inserire il *litotipo del substrato di fondazione*, nella **categoria B di suolo di fondazione** cui è assegnato il parametro *Vseq con valori compresi tra 360 m/s e 800 m/s*; di cui alle NTC 2018.

Si prescrive la progettazione antisismica.

In conclusione, fermo restando il rispetto di quanto indicato al paragrafo n.° 6, non ci sono controindicazioni tecniche, pertanto **si esprime parere geologico favorevole**.

*Tanto in assolvimento all'incarico professionale conferitomi.*

**Geol. Nicola Pellecchia**

