



REGIONE LAZIO
PROVINCIA DI VITERBO
COMUNE DI VETRALLA



**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
DENOMINATO "VETRALLA",
DI POTENZA DI PICCO PARI A 24,528 MWp E POTENZA
NOMINALE PARI A 24,528 MWac,
DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI VETRALLA.**



**Procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale
ai sensi del D Lgs. 152/2006 e s.m.i.**

Società proponente

 **ICA SEI SRL**
Via Giuseppe Ferrari, 12
00195 Roma (Italia)
C.F. / P.IVA 16294501008



Codice	Scala	Titolo elaborato			
ICA_087_REL11	-	Relazione geologica			
Revisione	Data	Descrizione	Eseguito	Verificato	Approvato
0.0	18/08/2023	Prima emissione per procedura di VIA	PB	CS	DLP

Le informazioni incluse in questo documento sono proprietà di Ingenium Capital Alliance, S.L. (Spain). Qualsiasi totale o parziale riproduzione è proibita senza il consenso scritto di Capital Alliance.

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA.16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

I N D I C E

1.	PREMESSA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	pag. 3
2.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	pag. 4
	<i>Allegati: Inquadramento territoriale.</i>	
	<i>Planimetrie con opere previste e prove in situ.</i>	
3.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	pag. 11
4.	MODELLAZIONE GEOLOGICA CON CARATTERIZZAZIONE	
	GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA	pag.17
	<i>Allegati: Carta geologica in scala 1:5.000.</i>	
	<i>Carta Idrogeologica.</i>	
	<i>Stralcio cartografico PAI.</i>	
	<i>Carta geologica e carta geomorfologica tracciato cavidotto in scala 1:40.000.</i>	
5.	INDAGINI DIRETTE: DPSH, INDAGINI GEOFISICHE MASW MISURE	
	HVSR	pag. 25
5.1	Definizione della Vulnerabilità dell’opera e programma delle indagini in base a quanto disposto dalla D.G.R. Lazio n. 189/2021.	pag. 29
5.2	Prove penetrometriche dinamiche Dpsh,	pag. 29
5.3	- Indagini geofisiche masw, metodi di acquisizione e risultati MASW	pag. 40
5.4	- Indagini geofisiche masw, metodi di acquisizione e risultati MASW	pag. 47
	<i>Allegati: Stralcio cartografico MS Livelli I. Documentazione fotografica indagini in situ. Report di indagine.</i>	
6.	CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E GEOTECNICA, SUOLO DI FONDAZIONE.	pag.50
6.1	– Categoria suolo di fondazione	pag. 51
6.2	- Modello lito-tecnico del volume significativo dell’indagine.	pag. 52
7.	CONCLUSIONI	pag.54

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

COMUNICAZIONE ASSICURAZIONE RISCHI PROFESSIONALI D.P.R. n. 137/12

Ai sensi del D.P.R. n 137/12 il sottoscritto Paolo Bottamedi, nato a Viterbo il 04/04/1978, geologo iscritto all'Albo Regionale dei Geologi del Lazio al n. 1674, dichiara di essere in possesso della seguente polizza assicurativa di responsabilità civile:

Polizza N° HCC21-W0065381 stipulata con TOKYO MARINE EUROPE S.A.

Massimale assicurato: € 500.000,00 (CINQUECENTOMILA).



1. PREMESSA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO.

Su incarico della committenza, Ica Sei Srl, è stata eseguita, dal sottoscritto Dr. Geologo Paolo Bottamedi, un'indagine geologica sui terreni interessati dal progetto per la realizzazione di un parco agrivoltaico, su una superficie di circa 27 ettari, della potenza di 24.53 MWp. L'opera prevede la posa in opera di strutture metalliche a sostegno di pannelli fotovoltaici basculanti, come da stralci progettuali allegati di seguito. L'opera prevede inoltre la realizzazione di un cavidotto, fino alla centrale Terna Spa di Tuscania, a tal proposito è stata elaborata una carta geologica utilizzando come base la Carta Geologica D'Italia, ed una Carta Geomorfologica, utilizzando come base la cartografia del PAI, al fine di effettuare uno studio di fattibilità preliminare, ed individuare le principali criticità geomorfologiche attraversate dall'elettrodotto. L'indagine, finalizzata alla definizione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, geostratigrafiche e geologico – tecniche dei terreni di fondazione, redatta in conformità al D.P.R. 328/01 art. 41, delle Norme Tecniche per le Costruzioni (N.T.C.) di cui al D.M. 17.01.2018, *ai sensi del Regolamento regionale n. 26/20 – D.G.R. 189/2021*, è stata condotta mediante:

Rilevamento geologico e geomorfologico esteso all'area interessata dalle indagini geologico tecniche, caratterizzazione e modellazione geologica del sito;

1. Definizione del livello di vulnerabilità e del programma delle indagini geotecniche e sismiche in base a quanto disposto dalla *Regolamento regionale n. 7 del 16.04.2021 – D.G.R. 189/2021* è riportata al cap. 5.1;

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

2. Indagini in situ, nell'area interessata dal parco agrivoltaico, mediante esecuzione di N.4 sondaggi penetrometrici super-pesanti DPSH, N.4 indagini sismiche di superficie di tipo indiretto attivo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves); N.2 misure HVSR. Verifica stratigrafica e geotecnica sulla scorta delle prove eseguite e del rilevamento geologico tecnico. Documentazione fotografica allegata.
3. Caratterizzazione e modellazione geotecnica mediante elaborazione dei risultati delle prove geotecniche e sismiche e dei sondaggi, caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica dei terreni di fondazione con definizione del modello lito-tecnico del volume significativo dell'indagine, dell'area interessata dalla posa in opera dei pannelli agrivoltaici; caratterizzazione di massima dell'area interessata dal cavidotto.
4. Zonazione sismica ai sensi dell'Ordinanza n. 3274, della Delibera G.R. Lazio n. 387 e delle N.T.C. D.M. 17.01.18, sulla scorta dei risultati delle prove in situ;
5. Considerazioni conclusive.

2. UBICAZIONE GEOGRAFICA.

L'area di indagine, interessata dal parco agrivoltaico, si colloca in un'area basso collinare sita nei pressi della Loc. Carrozza, nel territorio comunale di Vetralla, alla quota media di circa 190 m s.l.m.. L'elettrodotto attraverserà territori ascrivibili ai Comuni di: Vetralla, Viterbo, Toscana.

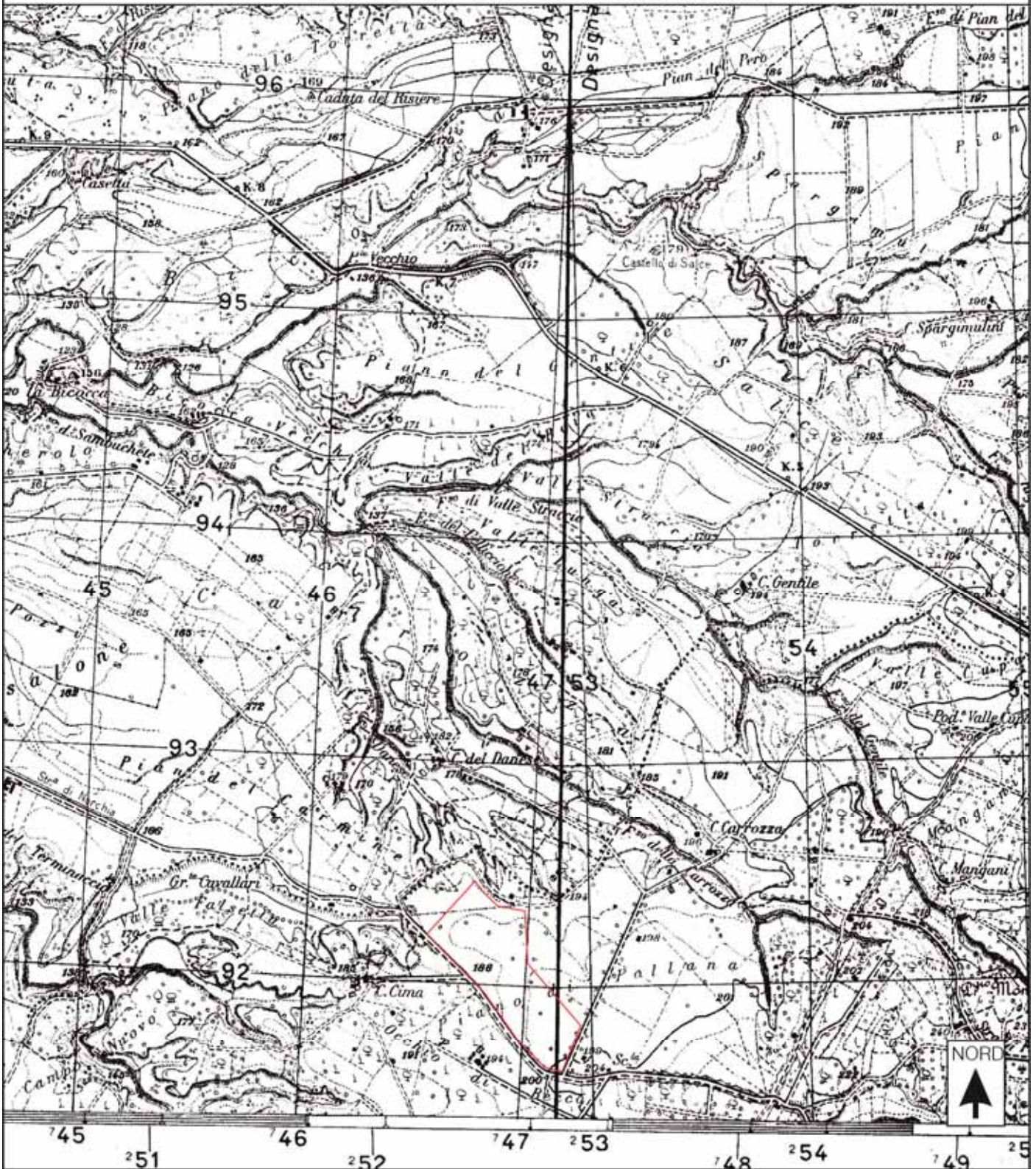
L'area interessata dal parco agrivoltaico è distinta catastalmente al F. 1 particelle 62-63, F. 237 p.lla 178.

Nelle pagine seguenti vengono allegate le seguenti cartografie con l'individuazione dell'area di intervento:

- *Stralcio IGM in scala 1:25.000;*
- *Stralcio CTR Lazio in scala 1:10.000;*
- *Stralcio planimetria catastale in scala;*
- *Stralcio planimetria di progetto con ubicazione indagini eseguite;*
- *Stralcio elaborati progettuali della struttura;*
- *Stralcio ubicazione su ortofoto tracciato cavidotto, fornito dalla committenza.*

COROGRAFIA IGM Scala 1:25.000

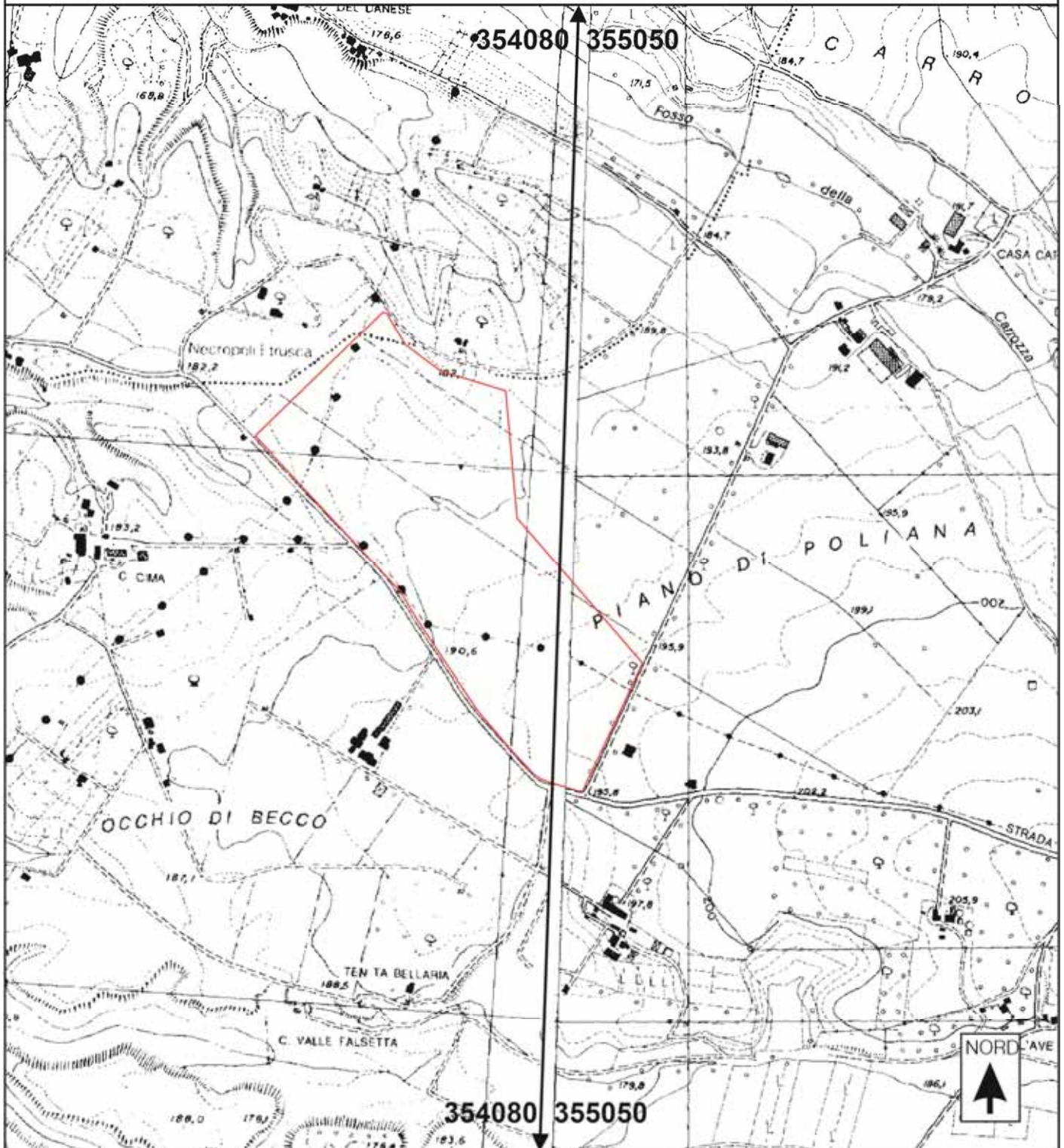
Stralcio F° 137 Tav. III S.O. "CASTEL D'ASSO"



AREA DI INDAGINE

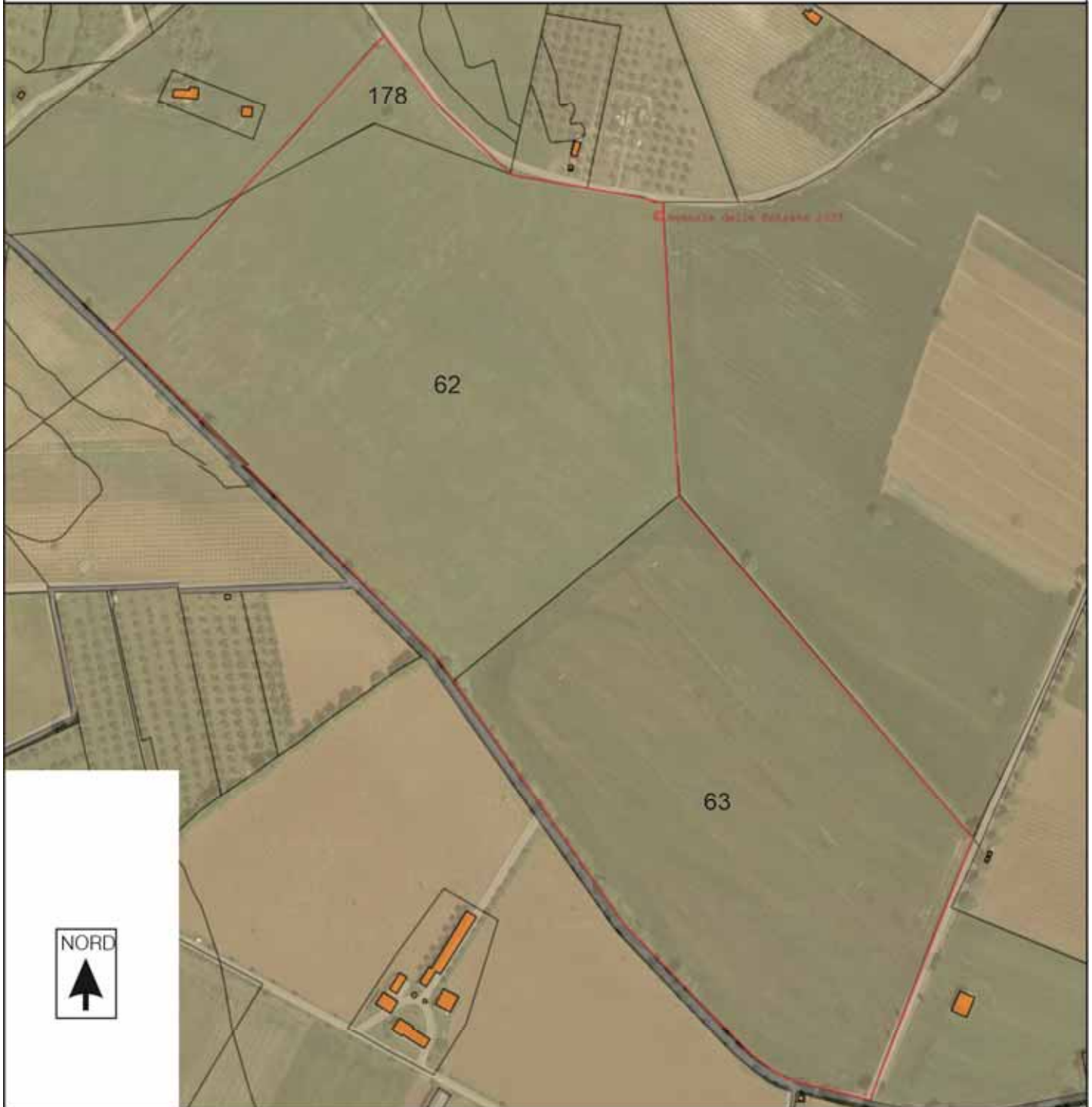
COROGRAFIA C.T.R. Lazio Scala 1:10.000

Sez. N°354080 - 355050



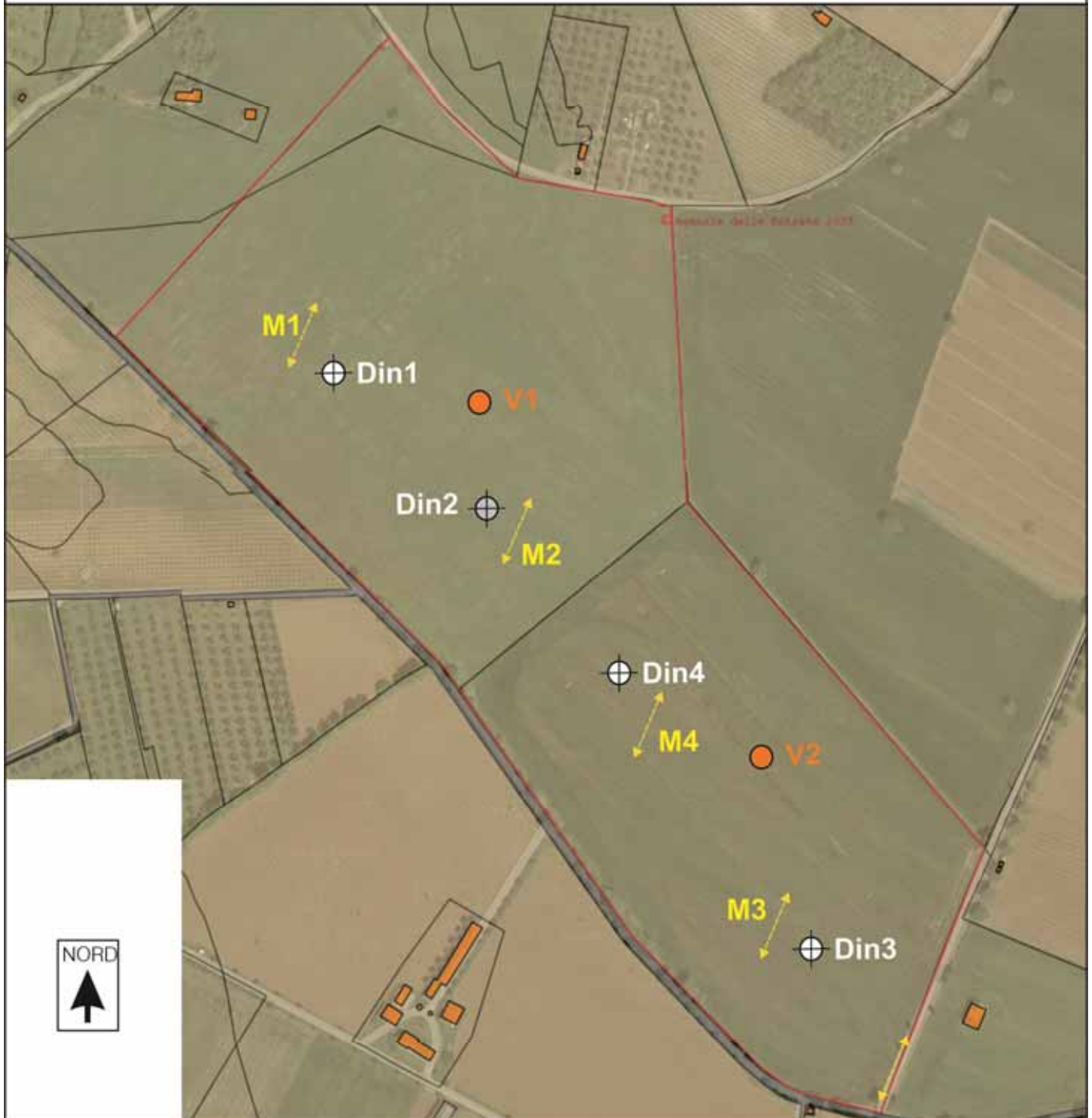
AREA DI INDAGINE

STRALCIO PLANIMETRIA CATASTALE CON SOVRAPPOSIZIONE ORTOFOTO
COMUNE DI VETRALLA (VT) - F. 1 P.LLE 62-63. F.237 P.LLA 178.



AREA DI INDAGINE

STRALCIO PLANIMETRIA CATASTALE CON SOVRAPPOSIZIONE ORTOFOTO
 COMUNE DI VETRALLA (VT) - CON UBICAZIONE INDAGINI ESEGUITE.



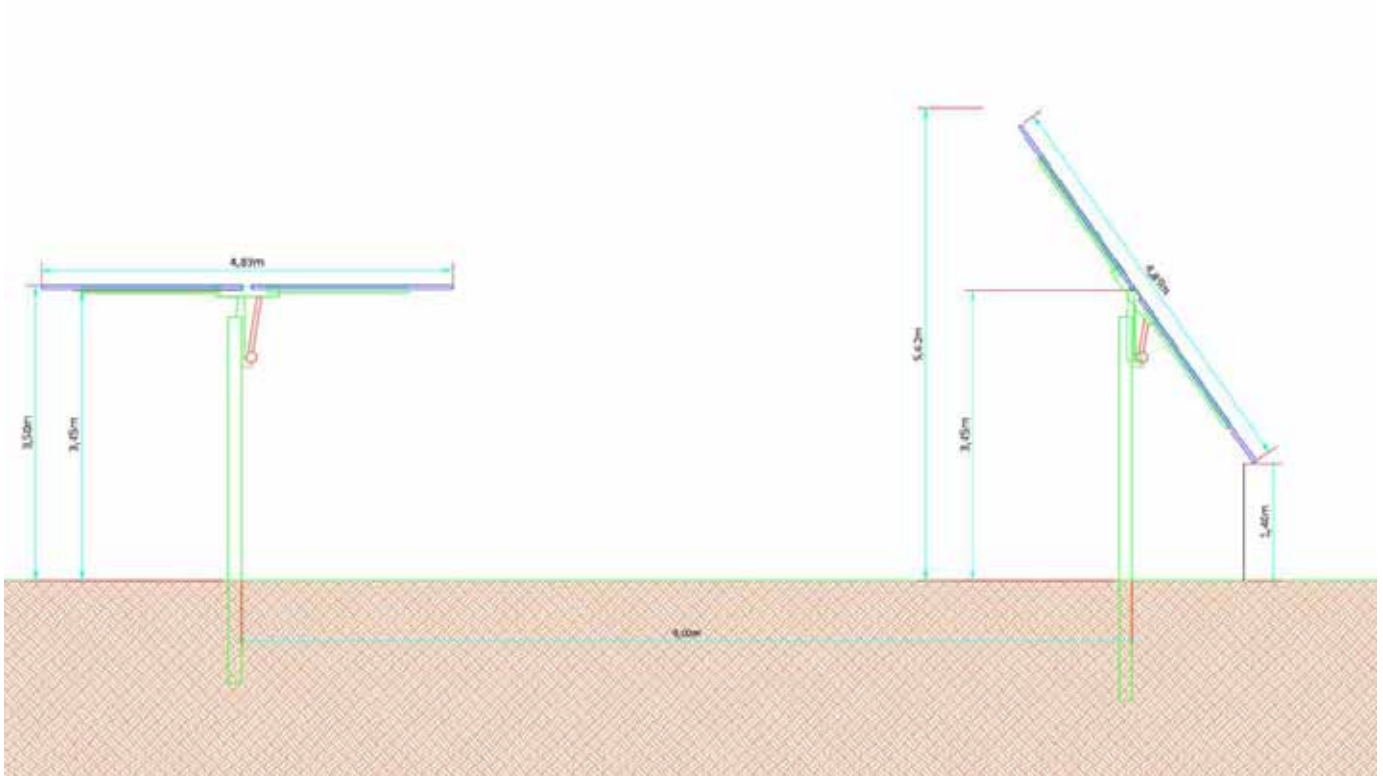
Legenda

⊕ Din1 Sondaggi DPSH.

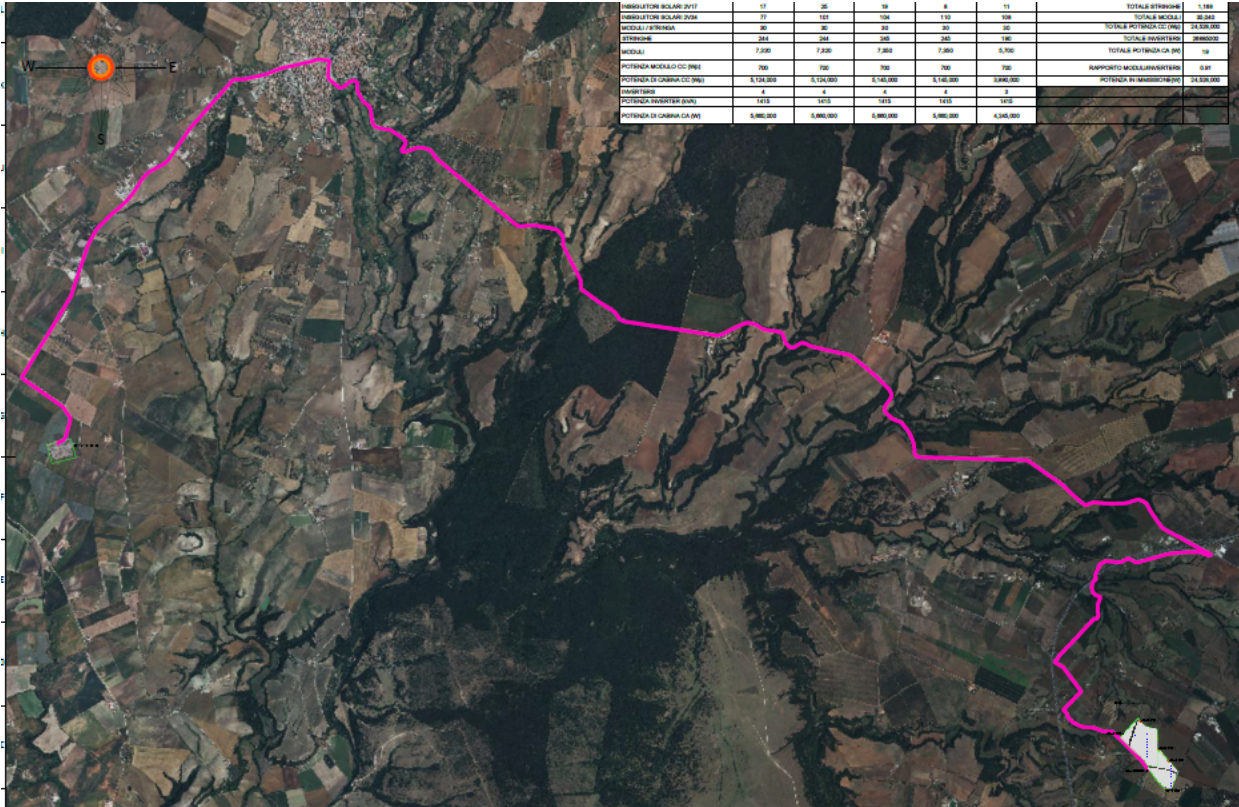
● V1 Misura HVSR

↔ M1 Stendimento Masw

PARTICOLARE STRUTTURA AGRIVOLTAICA.



UBICAZIONE TRACCIATO ELETTRDOTTO – STRALCIO ELABORATO PREGETTUALE.



Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.

L'area di indagine, rientra in un quadro geologico legato principalmente all'attività dei locali apparati vulcanici plio- pleistocenici, ed insiste per la gran parte su terreni vulcanici, provenienti dal sistema- igneo Vicano (Pleistocene) che sovrastano quelli dell'apparato Vulcanico Vulsino e Cimino più in profondità.

Secondo gli studi più recenti, che hanno interessato i complessi vulcanici in questione, i prodotti vulcanici localmente affioranti vengono attribuiti a due diversi cicli:

- Il ciclo della provincia petrografica toско – laziale cui appartiene il centro vulcanico Cimino;
- Il ciclo della provincia petrografica romano – campana cui appartiene l'apparato vicano.

I due complessi vulcanici cui hanno dato luogo i due cicli sopracitati, il Cimino ed il Vicano, pur essendosi sviluppati molto vicini tanto da appartenere dal punto di vista geografico alla stessa regione Cimina, si differenziano nettamente tra loro per la storia, per la loro attività, per la qualità dei prodotti eruttati ed infine per la morfologia stessa che li caratterizza.

Mentre il vulcano di Vico è uno strato-vulcano alimentato da “magma leucitico” con caratteristiche che non si differenziano sostanzialmente dagli altri apparati contigui, il vulcano Cimino, notevolmente più antico, si ricollega a quelle attività “trachitiche” ben sviluppatesi sia in Toscana che nel Lazio nord-occidentale.

L'attività del vulcano di Vico va da 0,4 a 0,14 M.A. con prodotti di base freatomagmatici datati a 0,99 M.A. si distacca anche temporalmente da quella del vulcano Cimino, la cui attività è compresa nell'intervallo 1,35 – 0,95 M.A.

Nella ricostruzione degli eventi che hanno portato all'assetto attuale dell'intera regione Cimina, l'identificazione delle differenti fasi dell'attività vulcanica locale viene in gran parte semplificata dal fatto che, almeno per quanto riguarda Vico, il vulcanismo principale centralizzato ha portato alla costruzione di un apparato unitario pur avendo dato luogo nel corso dei tempi a svariati prodotti fra cui predominano le ignimbriti (tufi litoidi della vecchia letteratura) che si associano anche a depositi lavici e tufacei di vario tipo.

In sintesi l'attività vulcanica locale si esplica nel modo seguente:

Per quanto riguarda l'apparato Cimino si ha:

- Messa in posto di facies ignimbritiche;
- Attività effusiva con formazione di “domi” di lava;
- Attività effusiva con emissione di colate di lava.

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

Per quanto riguarda invece l'apparato di Vico si ha:

- Messa in posto di facies ignimbratiche;
- Emissioni laviche, alternate a fasi esplosiva, con costruzione di un cono;
- Emissioni di facies ignimbratiche;
- Sprofondamento vulcano-tettonico con formazione di una caldera, accompagnato da emissioni piroclastiche e di tipo ignimbratico;

Costruzione di un cono eccentrico (Monte Venere) all'interno della caldera con emissione di lave e piroclastiti.

Successiva e in parte sovrapposta all'attività dell'apparato Cimino, l'attività dei vulcani Vulsini, che è stata effusiva e lenta, determinando la messa in posto di vasti espandimenti lavici sovrapposti direttamente al substrato sedimentario.

Dette lave sono evidenziate dall'erosione solo alla periferia dell'apparato o nelle zone di alto dove mancano i termini ignimbratici; altrove le vulcaniti iniziali furono obliterate da fenomenologie parossistiche susseguenti. Non mancano comunque, in questa fase iniziale livelli ignimbratici anche se subordinati alle lave.

Successivamente l'attività vulcanica si concentrò in corrispondenza dell'attuale caldera di Latera.

Collassi vulcano – tettonici susseguenti alla messa in posto delle ignimbriti determinarono la formazione delle due vaste depressioni di Bolsena e di Latera.

In un terzo periodo vennero a giorno all'interno della caldera di Latera, all'esterno ed in corrispondenza del recinto calderico, magmi che determinarono la messa in posto di vasti espandimenti lavici e di grandi coni di scorie.

Il vulcanismo iniziale si ricostruisce dai dati delle perforazioni profonde eseguite per ricerche geotermiche nella zona e da qualche relitto che affiora sui contrafforti orientali del Lago di Bolsena.

Alla prima fase vulcanica si riconduce la formazione dei bacini vulcano-sedimentari; le direzioni di corrente in tali bacini permettono di configurare l'esistenza di un rilievo vulcanico che, con sviluppo principale in direzione N-S, occupava il settore centro-orientale della zona vulsina. La serie vulcano-sedimentaria poggia contro sedimenti plio- pleistocenici dislocato da faglie dirette che delimitano ad est il bacino di subsidenza. Le formazioni vulcaniche che si

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

appoggiano alle pareti di faglia pleistoceniche sono state effuse in un periodo compreso tra 1 e 0,5 M.A.

Successivo, ma sempre di età precedente a 0,5 M.A. è il gruppo vulcanico di Montefiascone, serie di vulcani centrali e di eruzioni fissurali che occupano il settore SE dell'area vulsina. Segue quindi una fase vulcano-tettonica lungo faglie di direzione NW-SE, N-S, E-W, che

dislocano i precedenti edifici vulcanici. In questa fase avviene lo sprofondamento della conca di Bolsena e l'innalzamento di una struttura lungo faglie a gradinata di direzione prevalente N-S, struttura che viene a dividere la nuova depressione dai bacini vulcano-sedimentari orientali. I

bacini stessi vengono dislocati ed abbassati in direzione Est verso la Valle del Tevere. Tali movimenti tettonici sono accompagnati da un vulcanismo fissurale, datato a partire da 0,4 M.A. e caratterizzato da enormi effusioni.

La coltre vulcanica ricopre i bacini marginali ad E ed a NE, e si estende oltre, sul substrato sedimentario di contenimento del precedente bacino.

La fase di subsidenza che ha determinato l'accumulo di terreni vulcano - sedimentari si interrompe quindi in questo periodo (0,5-0,4 M.A~) durante il quale avviene il sollevamento di una struttura il cui massimo corrisponde ai rilievi orientali e settentrionali del lago, e che delimita la nuova zolla di sprofondamento corrispondente appunto alla depressione di Bolsena.

Il vulcanismo si sposta ad Est e viene a concentrarsi nel grande strato-vulcano di Latera, a partire da 0,3 M.A. I prodotti di tale vulcano occupano tutta l'area occidentale del distretto vulsino. A circa 0,1 M.A. risale la formazione della grande caldera di Latera, cui segue ancora attività vulcanica fino a tempi molto recenti. I prodotti di Latera fluiscono in parte nella conca di Bolsena ricoprendo le strutture tettoniche che la delimitano ad Ovest.

Riassumendo, durante il periodo di attività vulcanica, i massimi movimenti di collassamento si sono avuti tra 1 e 0,5 M.A.. A circa 0,5-0,4 M.A. risale l'innalzamento del settore orientale e l'abbassamento della zona occidentale corrispondente al Lago di Bolsena. Le due zone sono separate da un sistema di faglie a gradinata. L'evento tettonico del periodo 0,5-0,4 M.A., oltre che nell'area vulsina, è segnalato nei gruppi vulcanici di Vico e dei Sabatini dalla effusione di enormi colate piroclastiche, attraverso le quali sono state emesse in brevissimo

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

tempo decine di chilometri di magma, ed alle quali sono succeduti grandi sprofondamenti vulcano-tettonici.

4. MODELLAZIONE GEOLOGICA CON CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA.

4.1 – Modellazione geologica.

L'area di posa dei pannelli agrivoltaici è interessata da terreni di origine vulcanica legati alle varie fasi esplosive pleistoceniche dell'Apparato Vicano, a luoghi coperti da depositi sedimentari di origine palustre. La successione stratigrafica è di seguito riassunta:

Alluvioni recenti ed attuali e depositi palustri:

Depositi alluvionali dei principali corsi d'acqua, di epoca recente ed attuale. La formazione, è costituita principalmente da livelli sabbiosi e limosi a luoghi ghiaiosi di spessore molto variabile. Affiora nella valle antistante l'area di indagine.

Ignimbrite III Vicana:

Appartenente all'apparato Vicano è databile al Pleistocene. La formazione, si presenta principalmente in due diverse facies, una di colore dal nerastro al violaceo, semilitoide, con alternanze di livelli da addensati a mediamente addensati, localmente nota come "pozzolana" ed una litoide di colore rossastro con scorie nere, nota come tufo rosso a scorie nere. Affiora su gran parte dell'area di indagine e zone circostanti.

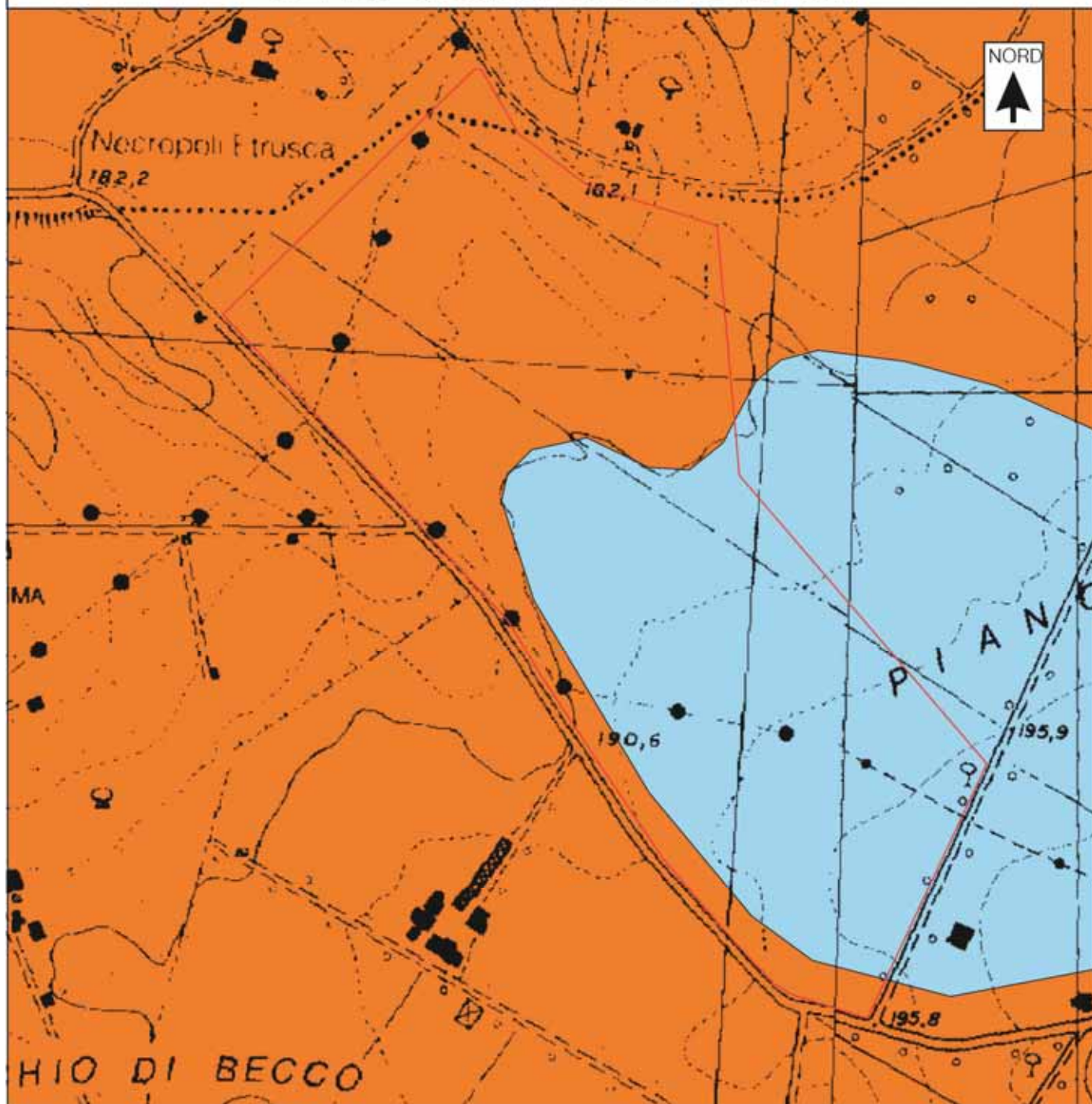
Unità Tufacea Composita:

Appartenente all'apparato Vicano è databile al Pleistocene. La formazione, si presenta principalmente in facies, di colore grigio-marrone, tufaceo terrosa, con alternanze di livelli da poco addensati a mediamente addensati.

Lo spessore totale delle vulcaniti è, nella zona, di circa 45 metri e sovrasta i terreni sedimentari dei vari cicli marini plio-pleistocenici che costituiscono il substrato sedimentario ed hanno una natura prevalentemente impermeabile.

Nella pagina seguente è riportata una carta geologica in scala 1/5.000 dell'area di campo agrivoltaico, e in scala 1:40.000 dell'area interessata dall'elettrodotta, che evidenzia graficamente la situazione degli affioramenti precedentemente descritta.

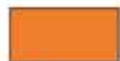
CARTA GEOLOGICA Scala 1:5.000



Legenda



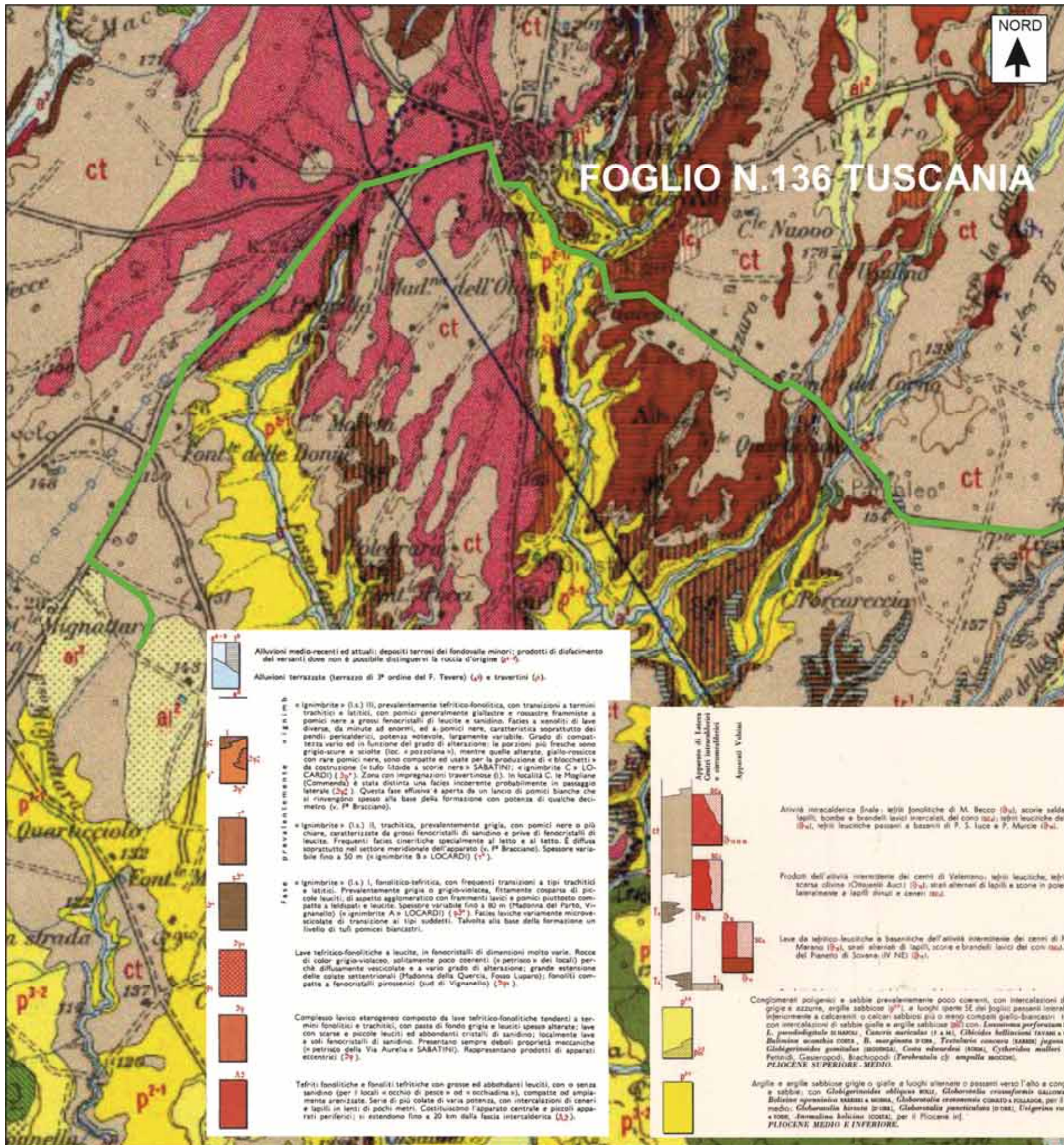
Depositi palustri e alluvionali: sabbie limose e limi.



Depositi vulcanici: Ignimbrite III vicana facies tufo rosso a scorie nere e pozzolanica.



AREA DI INDAGINE



CARTOGRAFIA GEOLOGICA
 SCALA 1:40.000
 STRALCIO CARTA GEOLOGICA D'ITALIA
 F.136 TUSCANIA E F.137 VITERBO

Tracciato elettrodotto.
 Lotto interessato dal parco agrivoltaico.



Alluvioni medio-recenti ed attuali; depositi terrosi dei fondovalle minori; prodotti di disfacimento dei versanti dove non è possibile distinguervi la roccia d'origine (1^a).

Alluvioni terrazzate (terrazzo di 3^o ordine del F. Tevere) (2^a) e travertini (3^a).

«Ignimbrite» (1.a) III, prevalentemente tefritico-fonolitica, con transizioni a termini trachitici e latitici, con pomice generalmente giallastre e rossastre frammitte a pomice nera a grossi fenocristalli di leucite e sanidino. Facies a venutoli di lave diverse, da minute ad enormi, ed a pomice nera, caratteristica soprattutto dei pendii penicillari; potenza notevole, largamente variabile. Grado di compattezza vario ed in funzione del grado di alterazione: le porzioni più fresche sono grigio-scure e sciolte (loc. «pozziana»), mentre quelle alterate, giallo-rossice con rare pomice nere, sono compatte ed usate per la produzione di «blocchetti» da costruzione («tuffo fionde a scorie nere» SABATINI); «ignimbrite C» (LOCARDI) (1.3^a). Zona con impregnazioni travertinose (1). In località C. le Magliane (Comunella) è stata distinta una facies incenerita probabilmente in passaggio laterale (2.2). Questa fase effusiva è aperta da un lancio di pomice bianche che si rinvengono spesso alla base della formazione con potenza di qualche decimetro (v. P. Bracciano).

«Ignimbrite» (1.a) II, trachitica, prevalentemente grigia, con pomice nere o più chiare, caratterizzate da grossi fenocristalli di sanidino e prive di fenocristalli di leucite. Frequenti facies cineritiche specialmente al letto e al tetto. È diffusa soprattutto nel settore meridionale dell'apparato (v. P. Bracciano). Spessore variabile fino a 50 m («ignimbrite B» LOCARDI) (1.2^a).

«Ignimbrite» (1.a) I, fonolitico-tefritica, con frequenti transizioni a tipi trachitici e latitici. Prevalentemente grigia o grigio-violetta, fitamente cosparsa di piccole leucite; di aspetto agglomeratico con frammenti lavici e pomice piuttosto compatta a leucitici e leucite. Spessore variabile fino a 80 m (Madonna del Parto, Vignanello) («ignimbrite A» LOCARDI) (1.3^a). Facies leucite variamente microvescolate di transizione ai tipi suddetti. Talvolta alla base della formazione un livello di tuffi pomice biancastri.

Lave tefritico-fonolitiche a leucite, in fenocristalli di dimensioni molto varie. Rocce di color grigio-violetto, solitamente poco coerenti («petricio» dei locali) perché diffusamente vescicolate e a vario grado di alterazione; grande estensione delle scorie settentrionali (Madonna della Quercia, Fosso Lupare); fonoliti compatte a fenocristalli giresseolati (sud di Vignanello) (2.2).

Complesso lavico stereogeno composto da lave tefritico-fonolitiche tendenti a termini fonolitici e trachitici, con pasta di fondo grigia e leucite spesso alterate; lave con scorie e piccole leucite ed abbondanti cristalli di sanidino; localmente lave a soli fenocristalli di sanidino. Presentano sempre deboli proprietà meccaniche («petricio della Via Aurelia» SABATINI). Rappresentano prodotti di apparati esteriori (2.2).

Tefriti fonolitiche e fonoliti tefritici con grosse ed abbondanti leucite, con o senza sanidino (per i locali «occhio di pesce» od «occhiodina»), compatte ed ampiamente arenizzate. Serve di più colate di varia potenza, con intercalazioni di cenere e lapilli in lenti di pochi metri. Costituiscono l'apparato centrale e piccoli apparati periferici; si estendono fino a 20 km dalla fascia intercalderica (1.2).

Apparato di Lave Coerenti Intracalderici e extracalderici

Apparati Vulcanici

Attività intracalderica (finale): tefriti fonolitiche di M. Becco (1.4), acorie saldare e stratiforme, lapilli, bombe e brandelli lavici intercalati, del cono (1.4); tefriti leucitiche del Malino d'Ischia (1.4); tefriti leucitiche passate a basalti di P. S. Luca e P. Murice (1.4).

Prodotti dell'attività intercalderica dei centri di Valentano: tefriti leucitiche, tefriti leucitiche con scarsa clivazione (1.4); stratiforme di lapilli e scorie in potenti conii, passanti lateralmente a lapilli divisi e cenere (1.4).

Lave da tefritico-leucitiche e basaltiche dell'attività intercalderica dei centri di M. Calera e M. Marano (1.4); stratiforme di lapilli, acorie e brandelli lavici del cono (1.4). Tefriti leucitiche del Paneto di Sovana (IV NE) (1.4).

Condizionamenti poligenici e sabbie prevalentemente poco coerenti, con intercalazioni di argille grigie e azzurre, argille sabbiose (1.2), e luoghi ipoceni SE del Joghio: passanti lateralmente e internamente a calcareniti o calcari sabbiosi più o meno compatti giallo-biancastri. Intecati, con intercalazioni di sabbie grigie e argille sabbiose (1.2) con *Limonium perforatum* di RANCI, *L. pseudodigitale* di RANCI, *Cerastium arvense* (1.4), *Giloidia bellouana* (TAVANI e GIAMINI), *Bolivina quonchis* COZZI, *B. marginata* D'URB., *Terebraria conovera* (RANCI) JAPONA & SILV., *Globigerinoides goniatilis* (BOETTCH.), *Casta subarvensis* (RANCI), *Cythereida mulleri* (MIRRI), *Perrinitis*, *Gasteropodi*, *Bivalvi* (*Terebratalia* cf. *ampulla* sicca).

PLIOENE SUPERIORE - MEDIO.

Argille e argille sabbiose grigie o gialle e luoghi alternati o passanti verso l'alto a conglomerati e sabbie; con *Globigerinoides obliquus* RANCI, *Globobulimina crassaformis* RANCI e var., *Bolivina apertissima* RANCI e MIRA, *Globobulimina conovera* RANCI e FOLLADO, per il Pliocene medio; *Globobulimina* *lucida* (RANCI), *Globobulimina punctulata* (RANCI), *Uvigerina* *rudis* COZZI e RANCI, *Tanalinella bolivina* (COZZI); per il Pliocene inferiore.

PLIOENE MEDIO E INFERIORE.

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

4.2 – Geomorfologia, idrografia di superficie e idrogeologia.

L'area oggetto della presente indagine, interessata dal parco agrivoltaico, è ubicata nelle campagne site in Loc. Carrozza, a Ovest del centro abitato di Vetralla. La quota è media e di circa 190 m s.l.m..

L'area di intervento si colloca in una zona basso collinare, nel tavolato ignimbrítico vetrallese, la topografia generale dei terreni è caratterizzata da superfici sub pianeggianti, interrotte da profonde incisioni vallive con andamento principale Est-Ovest, delimitate a luoghi da gradoni rocciosi, come quello cui è addossato il fabbricato in questione. Le aree sono occupate per lo più da campi coltivati e insediamenti agricoli; spostandosi all'interno del lotto la morfologia è caratterizzata da pendenze moderate. L'area in oggetto rientra nell'ambito del bacino imbrifero del Fosso della Carrozza, affluente del Fosso dell'Acqua Alta, a carattere torrentizio; il Fiume Marta, rappresenta il bacino idrografico principale.

Non sussistono, per l'area interessata dal parco agrivoltaico, problematiche legate ad eventuali esondazioni o frane in quanto il territorio rientra nell'ambito del bacino idrografico del Fiume Marta ed è stato sottoposto agli studi per il PSAI e per il PAI. Per quanto riguarda il tracciato del cavidotto, esso interesserà principalmente le fasce laterali di carreggiata stradale, tuttavia attraverserà molte zone segnalate sul Pai come a pericolo di frana e inondazione, per effettuare i lavori andrà pertanto richiesto specifico nulla osta all'autorità di bacino competente, corredata da uno studio geologico di approfondimento sui processi morfogenetici in atto.

L'idrogeologia dell'area vulcanica viterbese è strettamente correlata alla presenza di un basamento sedimentario Plio-Pleistocenico, di natura argillosa a bassissima permeabilità, che confina inferiormente le falde acquifere.

La paleomorfologia del basamento sedimentario, a bassissima permeabilità, che trattiene la falda freatica, influenza le direzioni di deflusso idrico ipogeo, creando delle zone di spartiacque profondo diverse da quelle superficiali. Il deflusso idrico ipogeo si verifica generalmente dalle zone di alto morfologico del substrato verso le depressioni, come quella occupata dal Lago di Vico, in questo quadro idrogeologico trova spiegazione l'alimentazione del lago, altrimenti impossibile con il solo contributo delle acque di scorrimento superficiale.

Il substrato sedimentario è influenzato dalla presenza degli apparati vulcanici acidi dei Monti Cimini. Nelle aree occupate da questi rilievi il substrato presenta un sollevamento, verificatosi in concomitanza con l'inizio dell'attività vulcanica, ciò determina un deflusso centrifugo delle acque sotterranee dalla zona in oggetto, ad alimentare le aree più depresse.

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

Il complesso dei depositi vulcanici descritti presenta, condizioni generali di buona permeabilità.

In particolare, dal punto di vista idrogeologico si distinguono due complessi:

- Complesso delle Piroclastiti, (tufi litoidi, scoriacei e cineritici, colate piroclastiche, tufi); dotato di buona permeabilità e capacità di immagazzinamento, sede molto spesso falde di notevole importanza.
- Complesso delle ghiaie pre-vulcaniche. Costituito da depositi ghiaiosi e brecciosi, permeabili per porosità, contengono falde in generale mediamente produttive, con acque di buona qualità.

La falda acquifera basale, contenuta nel complesso delle ghiaie pre-vulcaniche e trattenuta dai di natura argillitica, livella staticamente a profondità di oltre 15-20 m da p.c.. Tuttavia, in periodi particolarmente piovosi, si verifica la formazioni di falde acquifere sospese di modesta entità, a profondità inferiori, specialmente al contatto tra tufi sabbio-limosi e litotipi più consistenti, ne è testimonianza il pozzo romano scavato all'interno della proprietà, nei pressi dell'area di indagine.

Di seguito allegati uno stralcio cartografico P.A.I ed una Carta Idrogeologica in scala 1:100.000.

Nella pagina seguente è riportato uno stralcio cartografico del PAI, ed una carta idrogeologica in scala 1:100.000 che schematizza la situazione della zona di indagine precedentemente descritta.

CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA



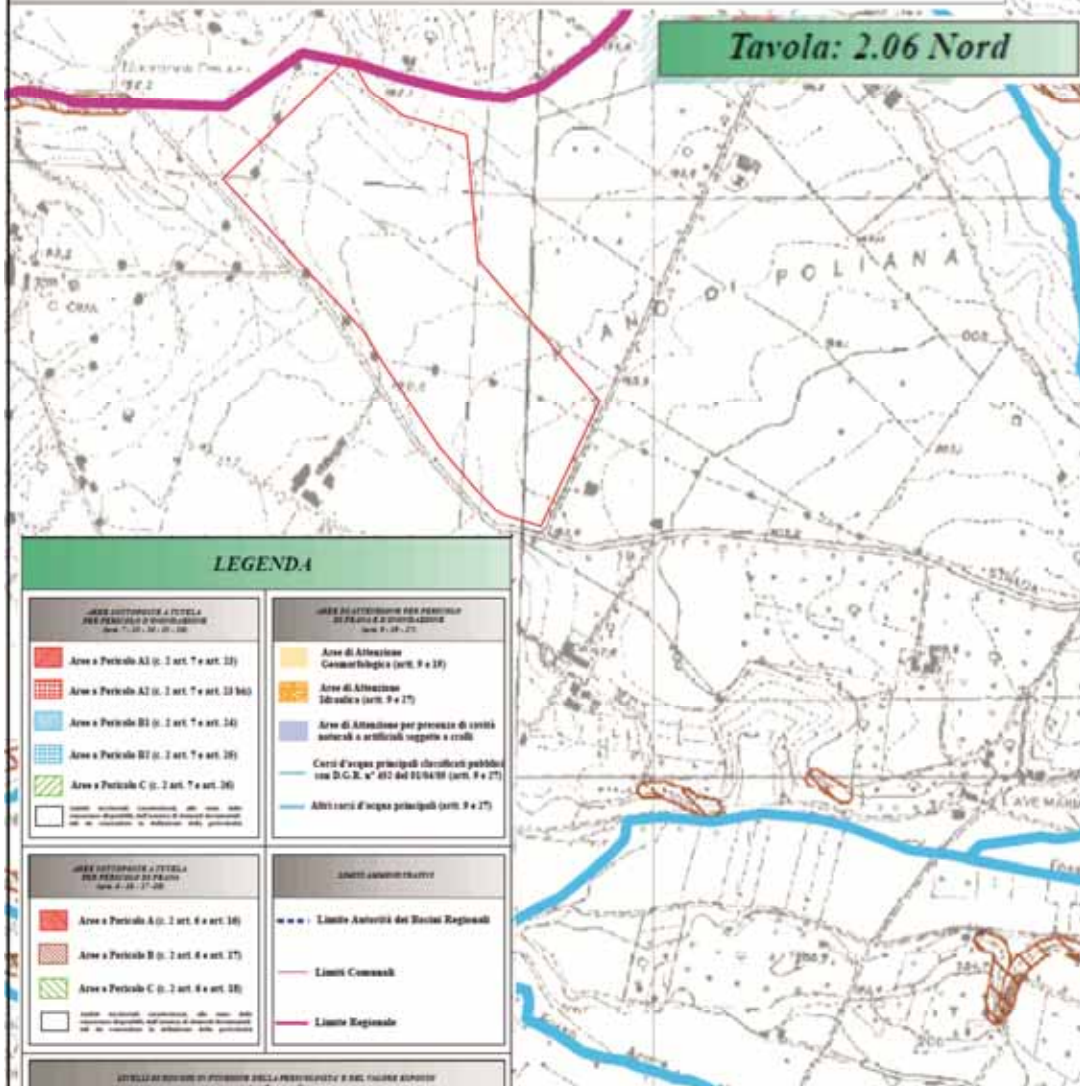
AUTORITA' DEI BACINI REGIONALI DEL LAZIO

legge regionale 39/96 art. 11.

PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)

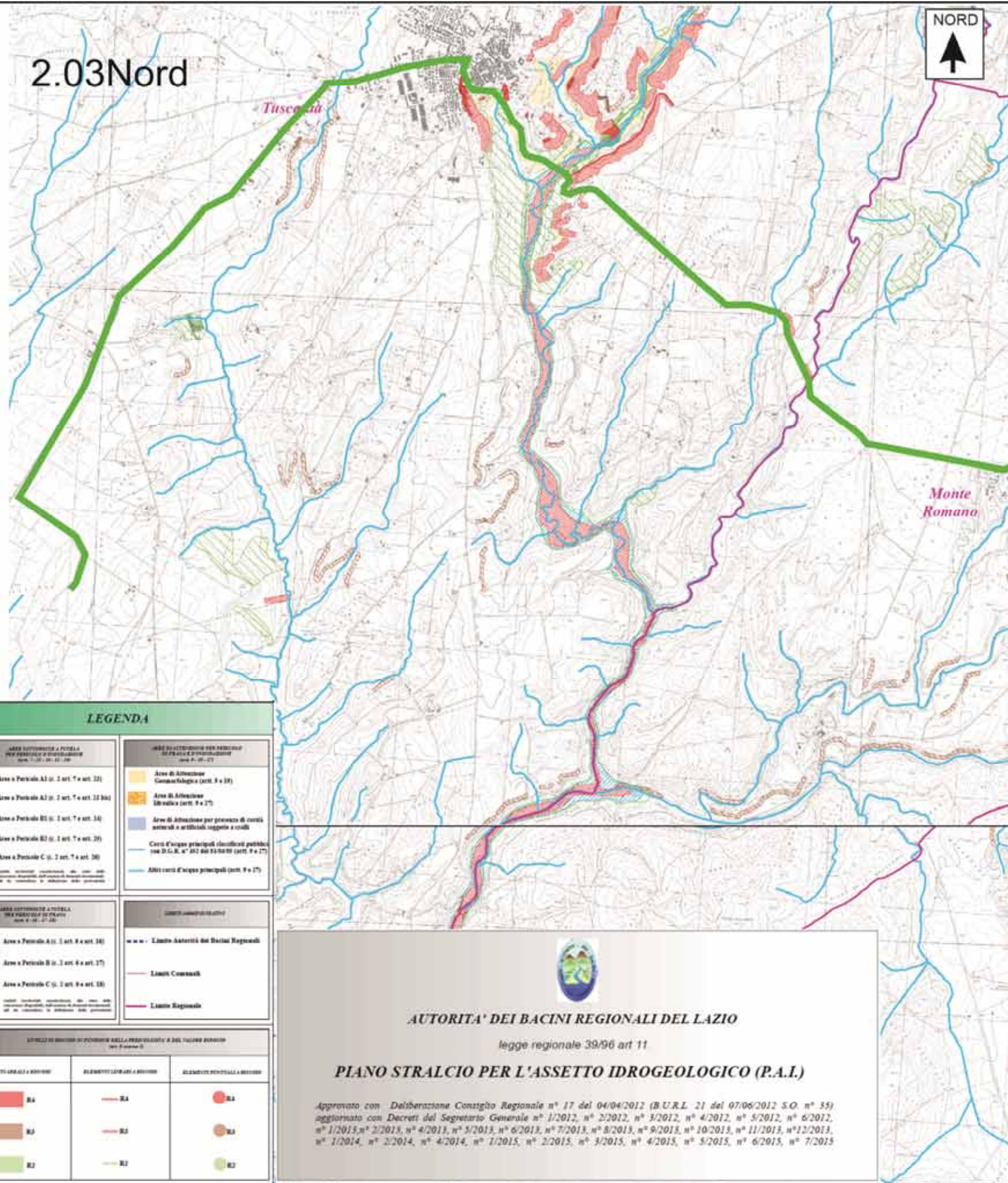
Approvato con Deliberazione Consiglio Regionale n° 17 del 04/04/2012 (B.U.R.L. 21 del 07/06/2012 S.O. n° 35) aggiornato con Decreti del Segretario Generale n° 1/2012, n° 2/2012, n° 3/2012, n° 4/2012, n° 5/2012, n° 6/2012, n° 1/2013, n° 2/2013, n° 4/2013, n° 5/2013, n° 6/2013, n° 7/2013, n° 8/2013, n° 9/2013, n° 10/2013, n° 11/2013, n° 12/2013, n° 1/2014, n° 2/2014, n° 4/2014, n° 1/2015, n° 2/2015, n° 3/2015, n° 4/2015, n° 5/2015, n° 6/2015, n° 7/2015

Tavola: 2.06 Nord





Area di indagine

2.03Nord



























CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA
 SCALA 1:40.000
 STRALCIO TAVOLE 2.03-2.04-2.06 NORD DEL PAI.

-  Tracciato elettrodotta.
-  Lotto interessato dal parco agrivoltaico.

2.04Nord

2.06Nord

LEGENDA

AREE SOTTOPONTE A PERICOLO PER PERICOLI D'INQUINAMENTO <small>art. 11, 12, 13, 14, 15</small>		AREE DI ATTENZIONE PER PERICOLI D'INQUINAMENTO <small>art. 16, 17</small>	
 Area a Pericolo A1 (art. 11, art. 12)	 Area di Attenzione Generalizzata (art. 16)	 Area a Pericolo B1 (art. 13, art. 14)	 Area di Attenzione Idraulica (art. 17)
 Area a Pericolo B2 (art. 13, art. 14)	 Area di Attenzione per presenza di corredi naturali e artificiali, soggetti a crisi	 Area a Pericolo C (art. 15, art. 16)	 Corsi d'acqua principali classificati pubblici (art. 17, art. 18)
 Area a Pericolo C (art. 15, art. 16)	 Altri corsi d'acqua principali (art. 17)	AREE SOTTOPONTE A PERICOLO PER PERICOLI D'INQUINAMENTO <small>art. 19, 20, 21</small>	
 Area a Pericolo A (art. 19, art. 20)	 Area a Pericolo B (art. 20, art. 21)	CORSI IDROGRAFICI	
 Area a Pericolo C (art. 21, art. 20)	 Area a Pericolo C (art. 21, art. 20)	 Limite Autorità dei Bacini Regionali  Limite Comunale  Limite Regionale	
STABILIMENTO DI POTENZIO DELLA PRESERVATIVITA' E DEL VALORE IDRICO <small>art. 22, 23</small>			
 B4	 B4	 B4	
 B5	 B5	 B5	
 B2	B2	B2	



AUTORITA' DEI BACINI REGIONALI DEL LAZIO

legge regionale 39/96 art 11

PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)

Approvato con Deliberazione Consiglio Regionale n° 17 del 04/04/2012 (B.U.R.L. 21 del 07/06/2012 S.O. n° 55)
 aggiornato con Decreti del Segretario Generale n° 1/2012, n° 2/2012, n° 3/2012, n° 4/2012, n° 5/2012, n° 6/2012,
 n° 1/2013, n° 2/2013, n° 4/2013, n° 5/2013, n° 6/2013, n° 7/2013, n° 8/2013, n° 9/2013, n° 10/2013, n° 11/2013, n° 12/2013,
 n° 1/2014, n° 2/2014, n° 4/2014, n° 1/2015, n° 2/2015, n° 3/2015, n° 4/2015, n° 5/2015, n° 6/2015, n° 7/2015

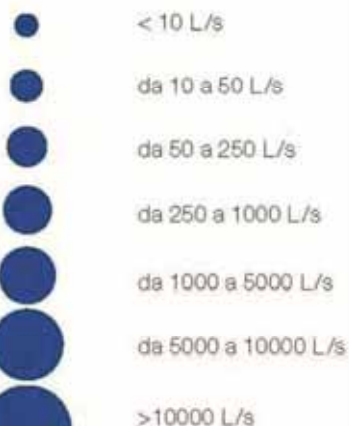
CARTA IDROGEOLOGICA

DEL TERRITORIO della REGIONE LAZIO

FOGLIO 4



Classi di portata portata media



Area di indagine

COMPLESSI IDROGEOLOGICI

1

COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI - potenzialità acquifera da bassa a medio alta

Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture eluviali e colluviali (OLOCENE). Spessore variabile da pochi metri ad oltre un centinaio di metri. Dove il complesso è costituito dai depositi alluvionali dei corsi d'acqua perenni presenta gli spessori maggiori (da una decina ad oltre un centinaio di metri) e contiene falde multistrato di importanza regionale. I depositi alluvionali dei corsi d'acqua minori, con spessori variabili da pochi metri ad alcune decine di metri, possono essere sede di falde locali di limitata estensione.

6

COMPLESSO DEI DEPOSITI FLUVIO PALUSTRI E LACUSTRI - potenzialità acquifera bassa

Depositi prevalentemente limo - argillosi in facies palustre, lacustre e salmastra con locali intercalazioni ghiaiose e/o travertinose (PLEISTOCENE - OLOCENE). Spessore variabile da pochi metri ad alcune decine di metri. La prevalente componente argillosa di questo complesso impedisce una circolazione idrica sotterranea significativa; la presenza di ghiaio, sabbie e travertini può dare origine a limitate falde locali. Il complesso può assumere il ruolo di acquiclud confinando la circolazione idrica sotterranea degli acquiferi carbonatici (Piana Pontina e di Cassino).

7

COMPLESSO DELLE LAVI, LACCOLITI E CONI DI SCORIE - potenzialità acquifera medio alta

Scorie generalmente saldate, lave e laccoliti. (PLEISTOCENE). Spessori da qualche decina a qualche centinaio di metri. Questo complesso contiene falde di importanza locale ad elevata produttività, ma di estensione limitata.

8

COMPLESSO DELLE POZZOLANE - potenzialità acquifera media

Depositi da colata piroclastica, genericamente massivi e caotici, prevalentemente litoidi. Nel complesso sono comprese le ignimbriti e tufi (PLEISTOCENE). Spessore da pochi metri ad un migliaio di metri.

Questo complesso è sede di una estesa ed articolata circolazione idrica sotterranea che alimenta la falda di base dei grandi acquiferi vulcanici regionali.

9

COMPLESSO DEI TUFII STRATIFICATI E DELLE FACIES FREATOMAGMATICHE - potenzialità acquifera bassa

Tufi stratificati, tufi terrosi, breccie piroclastiche, pomici, lapilli e blocchi lavici in matrice cineritica (PLEISTOCENE). I termini del complesso si presentano interdigitati 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

ISOPIEZE

La piezometria è stata ricostruita solo per gli acquiferi vulcanici e alluvionali



SORGENTI PUNTUALI

●²⁵ Sorgente con numero di riferimento
(Le sorgenti con portata inferiore a 10 L/s non sono numerate)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.



Sondaggi penetrometrici dpsh Din 1-2-3-4.



Stendimenti sismici Masw M 1-2-3-4.

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		



Misure HVSR V 1-2.

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

5- INDAGINI DIRETTE: DPSH, MASW, HVSR.

5.1 – Definizione della Vulnerabilità dell’opera e programma delle indagini in base a quanto disposto dalla D.G.R. Lazio n. 375 del 05.07.2016.

Il Regolamento sismico regionale n.26 del 26-10-2020 e successivamente il Regolamento regionale n. 7 del 16.04.2021 – D.G.R. 189/2021, ha introdotto la necessità di definire il livello di vulnerabilità dell’opera; a questa è stato associato un programma di indagini geognostiche da eseguire per una completa ed esaustiva definizione delle condizioni geologiche e geotecniche del sedime locale.

- L’opera in progetto, da quanto appreso dal progettista e ai sensi DGR Lazio 489/2012 è collocato in **classe d’uso 2**.
- La riclassificazione sismica della Regione Lazio, di cui alla DGR 387/09 in recepimento della OPCM 3274/03 e s.m.i., ha catalogato il territorio comunale di Vetralla in categoria **2B**.
- Per il territorio comunale di Vetralla è stata validata dalla Regione Lazio la Microzonazione Sismica di Livello di cui di seguito si riporta uno stralcio. L’area rientra in Zona stabile suscettibile di amplificazione.
- Il livello di pericolosità dell’opera date le informazioni di cui sopra e di seguito riportate è di tipo **Medio**.

PROGETTI	PERICOLOSITA'				
	Zona Sismica				
	1	2a	2b	3a	3b
classi d'uso I e II	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO
classe d'uso III	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
classe d'uso IV	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO

Da DGR 189-2021 Allegato C.

Viste le caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito interessato dal parco agrivoltaico, si è pertanto proceduto alla scelta del programma di indagine tenendo conto delle indagini minime obbligatorie di tipo geologico, geofisico e geotecnico indicate nell'Allegato C della DGR n. 189-2021.

La stima di eventuali fattori condizionanti dal punto di vista geologico, sulla base delle caratteristiche geologiche del sito in precedenza descritte, porta alle seguenti conclusioni:

- La zona non presenta rischi di liquefazione (D.M. 17.01.18).
- La zona non manifesta fenomeni di subsidenza, cedimenti differenziali, dovuti alla presenza di terreni fortemente compressibili, e/o sinkhole.
- La zona non appare in condizioni di dissesto e/o di frana.
- L'area ricade in Zona stabile suscettibile di amplificazione.
- La zona non è compresa in aree R3 o R4 dei Piani della Autorità di Bacino competente (ABR).
- La zona non si trova entro 50 metri da faglie attive e capaci segnalate dall'INGV.

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

Pertanto, per quanto sopra esposto, in conformità della DGR 189-2021 Allegato C e in relazione alla estensione areale ed all'altezza dell'opera sono state programmate ed eseguite le seguenti indagini in situ:

- a) **N. 4** sondaggi penetrometrici DPSH;
- b) **N. 4** prove sismiche indirette attive MASW;
- c) **N.2** misura HVSR.

La stratigrafia del sito è stata ricostruita fino ad oltre trenta metri di profondità, data la continuità stratigrafica del banco tufaceo, tramite le indagini geofisiche eseguite, il rilevamento geologico tecnico ed i dati relativi alla perforazione di alcuni pozzi per acqua.

Di seguito uno stralcio cartografico tratto dallo studio di Microzonazione di Livello 1.



Regione Lazio
U.A.S. di Vetralla
 Provincia di Viterbo



MICROZONAZIONE SISMICA DI I° LIVELLO
 D.G.R. Lazio n. 545 del 26 Novembre 2010

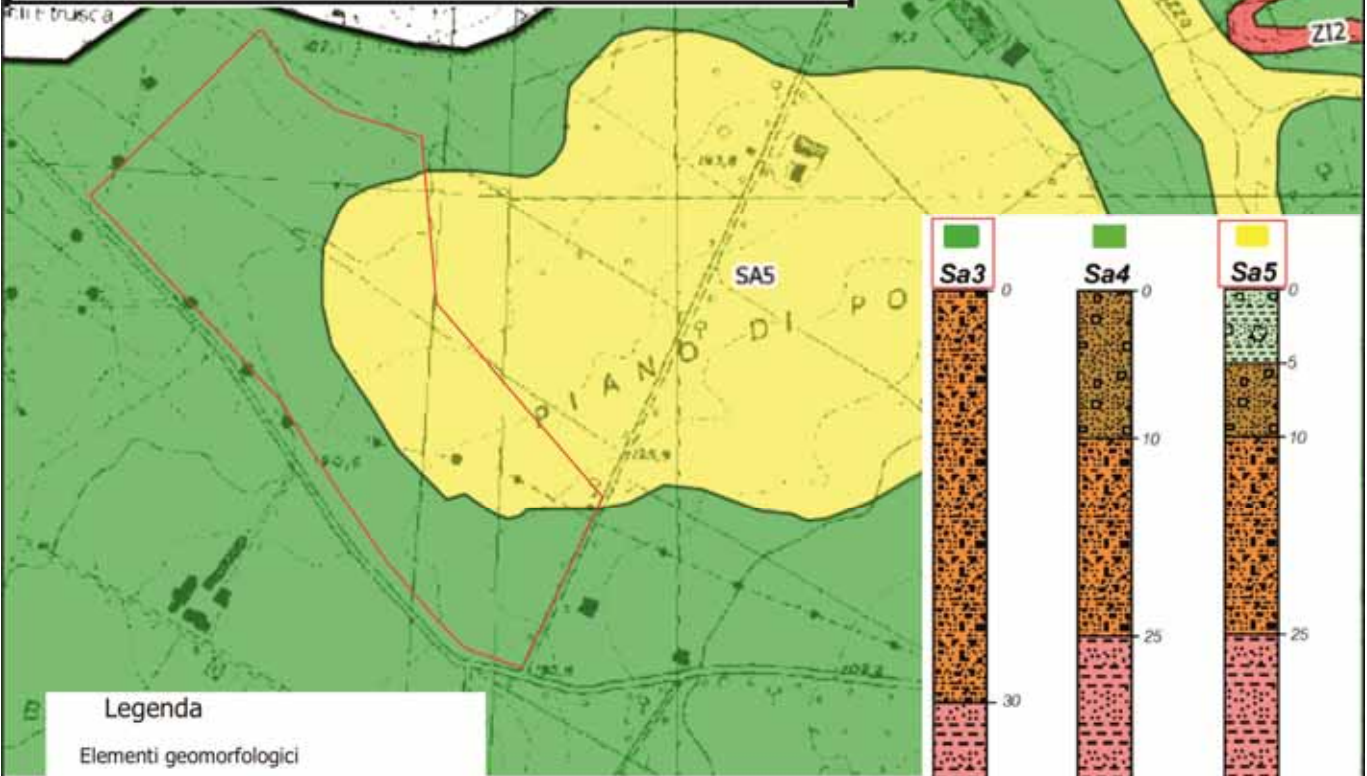
Committenete:
 Comune di Vetralla

Professionista incaricato:
 dott. Geologo Francesco delle Monache

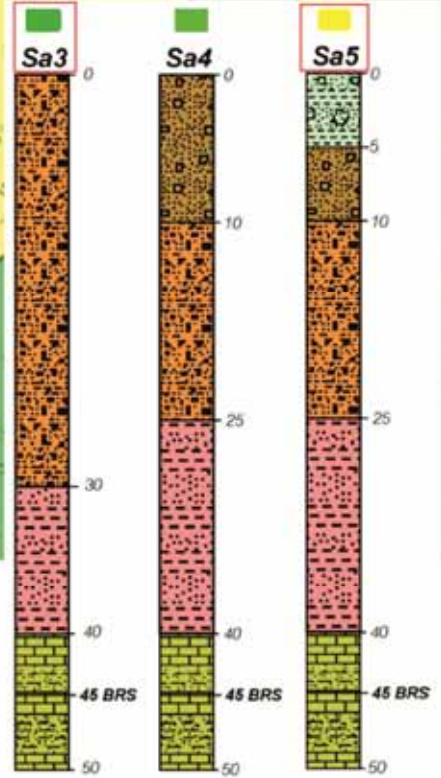
Gruppo di Lavoro:
 dott. geologo Simone Amato
 dott. geologo Aurelio Baleani
 dott. geologo Paolo Bottamedi
 dott. Geologo Francesco delle Monache
 dott. geologo Gianfranco Graziotti

data: 18/02/2013

TAV.1- CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA
 (2 di 3)

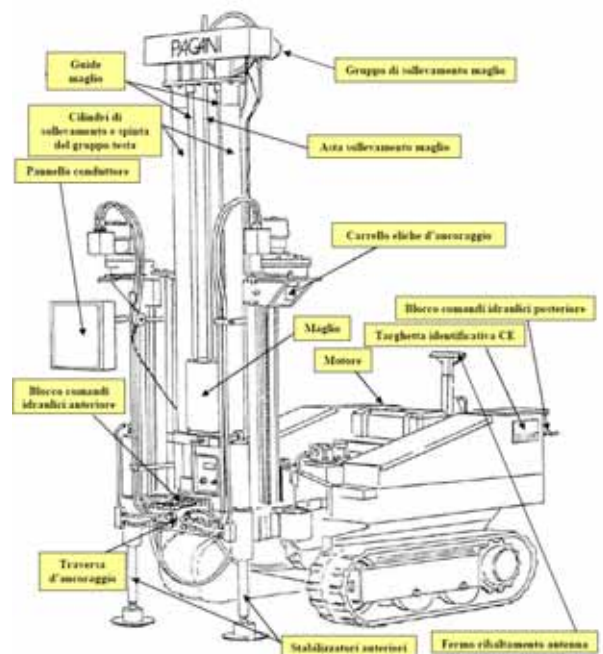


- Legenda**
- Elementi geomorfologici**
- Orlo di scarpata geomorfologica (10-20 m).
- Zone suscettibili d'instabilità**
- Z11 - Instabilità di versante / stato: attivo - tipologia: non definita
 - Z12 - Instabilità di versante / stato: quiescente - tipologia: crollo
 - Z13 - Instabilità di versante / stato: quiescente - tipologia: non definita
 - Z14 - Instabilità di versante / stato: inattiva - tipologia: colata
 - Z15 - Instabilità di versante / stato: inattiva - tipologia: non definita



5.2 – Prove DPSH.

La macchina Mod. TG63-10 cingolata di costruzione Pagani Geotechnical Equipment (Ved. Figura seguente e documentazione fotografica) è un penetrometro in grado di effettuare prove penetrometriche statiche (CPT-CPTU-SCPTU, cioè tradizionali con punta meccanica o elettrica, che dinamiche. Nel caso di prove dinamiche, la macchina può essere configurata per svolgere prove tipo DPSH, DPH e DPM in accordo con le seguenti normative internazionali: ASTM 3441 per prove CPT; Eurocode. L'indagine sui terreni di fondazione in oggetto è stata effettuata mediante esecuzione di prove penetrometriche dinamiche continue DPSH (super-pesante) ubicate come riportato nella planimetria generali precedentemente allegata. Le caratteristiche tecniche del penetrometro DPSH (S. Heavy) utilizzato sono riportate nello schema che precede i grafici con i risultati delle prove ed è osservabile anche nella documentazione fotografica precedentemente allegata. I risultati della prova vengono riportati in una tabella e in un grafico con il valore del numero dei colpi registrato ogni 20 cm di avanzamento della punta conica $N_{(20)}$ in funzione della profondità in m, il grafico comprende anche la valutazione della resistenza dinamica alla punta in funzione del numero dei colpi secondo la formula degli Olandesi (riportata sullo schema che precede i risultati). Viene poi fornita una elaborazione statistica dei risultati con la formazione dei diversi strati caratterizzati dallo stesso valore medio di $N_{(20)}$ e il relativo valore di N_{SPT} derivante dalla correlazione; l'ultima tabella presentata è riferita alla elaborazione dei risultati secondo diversi autori per la definizione delle caratteristiche geomeccaniche dei vari strati in condizioni drenate (natura granulare).



PENETROMETRO DINAMICO IN USO : DPSH (S. Heavy)

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : DPSH (S. Heavy)

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 30,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,00 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 8,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 11,91 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$ (teoricamente : Nspt = β_t N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
 e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
 P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)
1 kg/cm ² = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m ² = 10.197 kg/cm ²
1 bar = 1.0197 kg/cm ² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 1

- committente :	Ica sei Srl	- data :	08/08/2023
- lavoro :	Parco Agrivoltaico	- quota inizio :	p.c.
- località :	Carrozza - Vetralla - VT.	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	10	74,5	----	1	0,60 - 0,80	19	141,5	----	1
0,20 - 0,40	11	81,9	----	1	0,80 - 1,00	38	262,4	----	2
0,40 - 0,60	11	81,9	----	1	1,00 - 1,20	60	414,3	----	2

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 2

- committente :	Ica sei Srl	- data :	08/08/2023
- lavoro :	Parco Agrivoltaico	- quota inizio :	p.c.
- località :	Carrozza - Vetralla - VT.	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	10	74,5	----	1	0,60 - 0,80	26	193,7	----	1
0,20 - 0,40	11	81,9	----	1	0,80 - 1,00	60	414,3	----	2
0,40 - 0,60	18	134,1	----	1					

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 3

- committente :	Ica sei Srl	- data :	08/08/2023
- lavoro :	Parco Agrivoltaico	- quota inizio :	p.c.
- località :	Carrozza - Vetralla - VT.	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	7	52,1	----	1	1,00 - 1,20	11	75,9	----	2
0,20 - 0,40	11	81,9	----	1	1,20 - 1,40	26	179,5	----	2
0,40 - 0,60	9	67,0	----	1	1,40 - 1,60	30	207,1	----	2
0,60 - 0,80	8	59,6	----	1	1,60 - 1,80	30	207,1	----	2
0,80 - 1,00	8	55,2	----	2	1,80 - 2,00	60	386,1	----	3

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 4

- committente :	Ica sei Srl	- data :	08/08/2023
- lavoro :	Parco Agrivoltaico	- quota inizio :	p.c.
- località :	Carrozza - Vetralla - VT.	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- pagina :	1

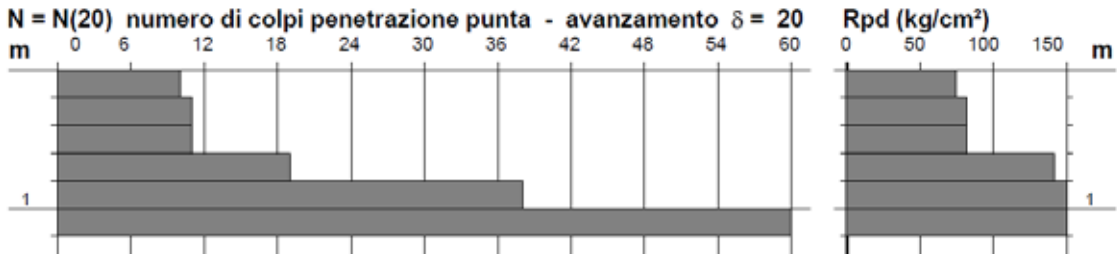
Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	10	74,5	----	1	4,40 - 4,60	2	11,3	----	5
0,20 - 0,40	8	59,6	----	1	4,60 - 4,80	2	11,3	----	5
0,40 - 0,60	7	52,1	----	1	4,80 - 5,00	5	26,7	----	6
0,60 - 0,80	7	52,1	----	1	5,00 - 5,20	6	32,1	----	6
0,80 - 1,00	8	55,2	----	2	5,20 - 5,40	6	32,1	----	6
1,00 - 1,20	8	55,2	----	2	5,40 - 5,60	11	58,8	----	6
1,20 - 1,40	12	82,9	----	2	5,60 - 5,80	8	42,7	----	6
1,40 - 1,60	10	69,0	----	2	5,80 - 6,00	10	50,6	----	7
1,60 - 1,80	12	82,9	----	2	6,00 - 6,20	12	60,7	----	7
1,80 - 2,00	11	70,8	----	3	6,20 - 6,40	15	75,9	----	7
2,00 - 2,20	8	51,5	----	3	6,40 - 6,60	21	106,2	----	7
2,20 - 2,40	6	38,6	----	3	6,60 - 6,80	16	80,9	----	7
2,40 - 2,60	6	38,6	----	3	6,80 - 7,00	16	76,8	----	8
2,60 - 2,80	6	38,6	----	3	7,00 - 7,20	15	72,0	----	8
2,80 - 3,00	7	42,2	----	4	7,20 - 7,40	8	38,4	----	8
3,00 - 3,20	7	42,2	----	4	7,40 - 7,60	7	33,6	----	8
3,20 - 3,40	2	12,0	----	4	7,60 - 7,80	4	19,2	----	8
3,40 - 3,60	2	12,0	----	4	7,80 - 8,00	5	22,8	----	9
3,60 - 3,80	2	12,0	----	4	8,00 - 8,20	5	22,8	----	9
3,80 - 4,00	2	11,3	----	5	8,20 - 8,40	5	22,8	----	9
4,00 - 4,20	2	11,3	----	5	8,40 - 8,60	30	137,0	----	9
4,20 - 4,40	2	11,3	----	5	8,60 - 8,80	60	274,1	----	9

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 1

Scala 1: 50

- committente : Ica sei Srl
 - lavoro : Parco Agrivoltaico
 - località : Carrozza - Vetralla - VT.
 - note :
 - data : 08/08/2023
 - quota inizio : p.c.
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

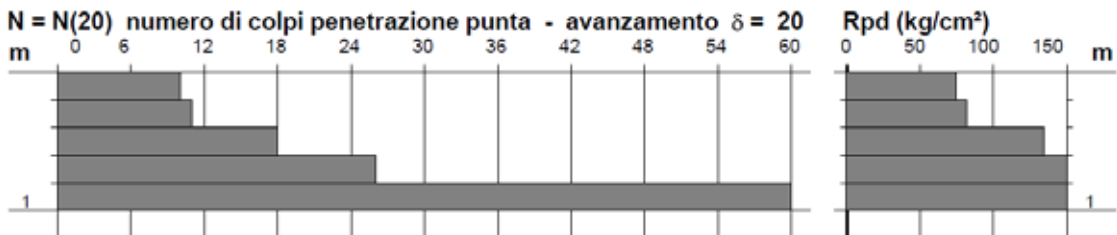


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 2

Scala 1: 50

- committente : Ica sei Srl
 - lavoro : Parco Agrivoltaico
 - località : Carrozza - Vetralla - VT.
 - note :
 - data : 08/08/2023
 - quota inizio : p.c.
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

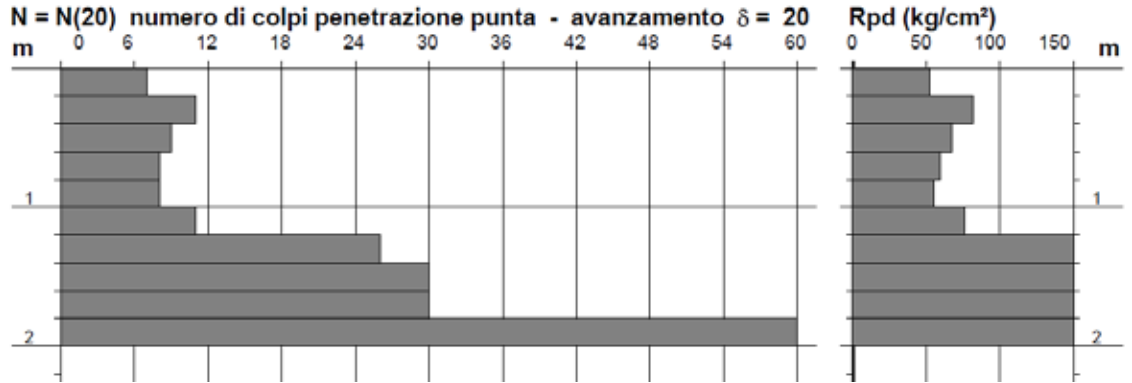


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 3

Scala 1: 50

- committente :	Ica sei Srl	- data :	08/08/2023
- lavoro :	Parco Agrivoltaico	- quota inizio :	p.c.
- località :	Carrozza - Vetralla - VT.	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- pagina :	1



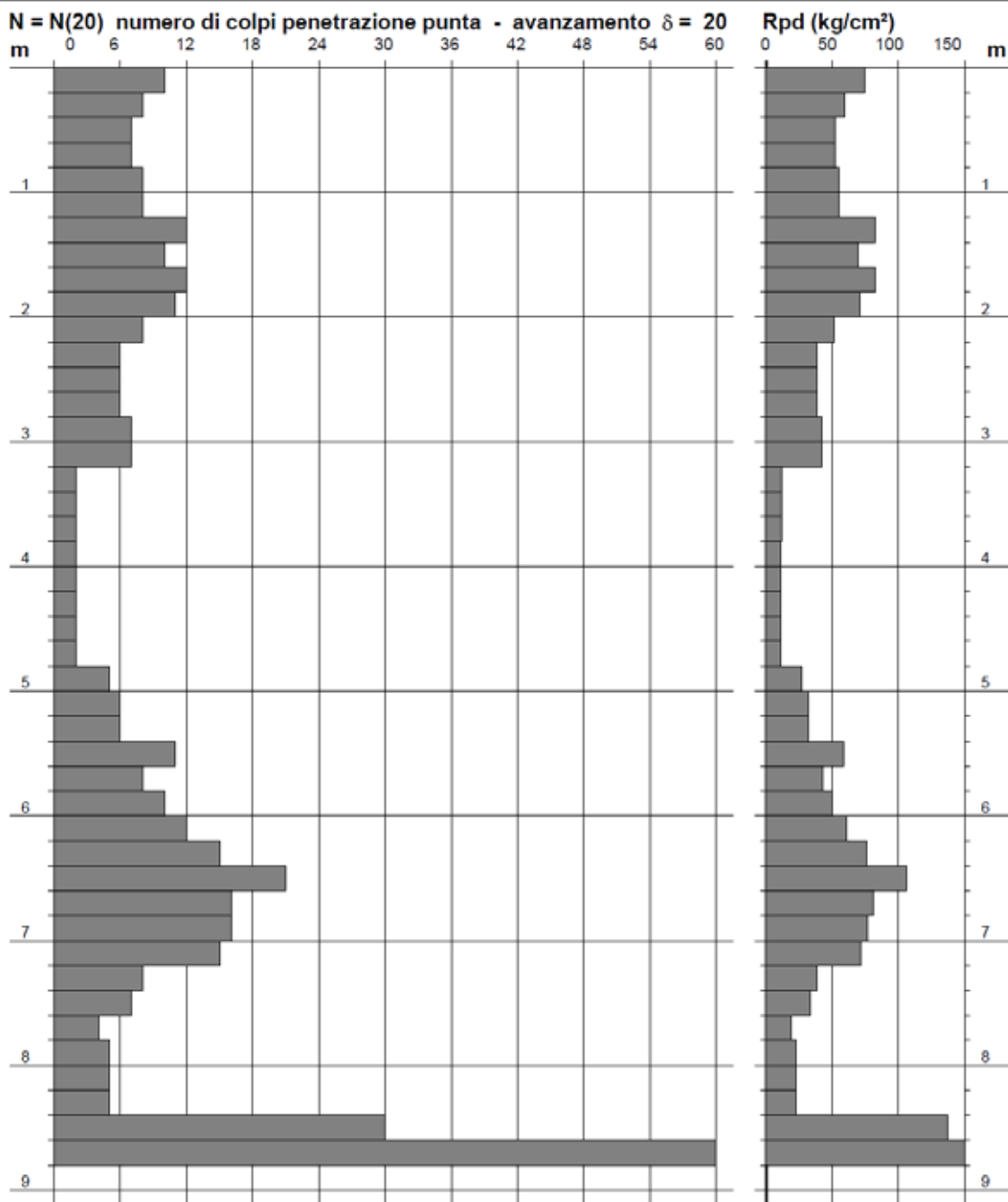
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 4

Scala 1: 50

- committente : Ica sei Srl
- lavoro : Parco Agrivoltaico
- località : Carrozza - Vetralla - VT.
- note :

- data : 08/08/2023
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1



Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 1

- committente : Ica sei Srl	- data : 08/08/2023
- lavoro : Parco Agrivoltaico	- quota inizio : p.c.
- località : Carrozza - Vetralla - VT.	- prof. falda : Falda non rilevata
- note :	- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,60	N	10,7	10	11	10,3	---	---	---	11	1,52	17
		Rpd	79,5	75	82	77,0	---	---	---	82		
2	0,60 1,00	N	28,5	19	38	23,8	---	---	---	28	1,52	43
		Rpd	201,9	142	262	171,7	---	---	---	198		
3	1,00 1,20	N	60,0	60	60	60,0	---	---	---	60	1,52	91
		Rpd	414,3	414	414	414,3	---	---	---	414		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta^t = 1,52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- committente : Ica sei Srl	- data : 08/08/2023
- lavoro : Parco Agrivoltaico	- quota inizio : p.c.
- località : Carrozza - Vetralla - VT.	- prof. falda : Falda non rilevata
- note :	- pagina : 1

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	σ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 0.60		17	45.5	31.0	322	1.97	1.56	---	---	---	---
2	0.60 1.00		43	78.0	40.4	523	2.11	1.79	---	---	---	---
3	1.00 1.20		91	100.0	51.9	893	2.24	1.99	---	---	---	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa σ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 2

- committente : Ica sei Srl - lavoro : Parco Agrivoltaico - località : Carrozza - Vetralla - VT. - note :	- data : 08/08/2023 - quota inizio : p.c. - prof. falda : Falda non rilevata - pagina : 1
--	--

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,60	N	13,0	10	18	11,5	----	----	----	13	1,52	20
		Rpd	96,8	75	134	85,7	----	----	----	97		
2	0,60 1,00	N	43,0	26	60	34,5	----	----	----	43	1,52	65
		Rpd	304,0	194	414	248,8	----	----	----	304		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- committente : Ica sei Srl - lavoro : Parco Agrivoltaico - località : Carrozza - Vetralla - VT. - note :	- data : 08/08/2023 - quota inizio : p.c. - prof. falda : Falda non rilevata - pagina : 1
--	--

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA				
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e	
1	0,00 0,60		20										
				50,0	32,3	346	1,99	1,59	----	----	----	----	
2	0,60 1,00		65										
				90,6	46,2	692	2,18	1,90	----	----	----	----	

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN 3

- committente : Ica sei Srl	- data : 08/08/2023
- lavoro : Parco Agrivoltaico	- quota inizio : p.c.
- località : Carrozza - Vetralla - VT.	- prof. falda : Falda non rilevata
- note :	- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 0,60	N	9,0	7	11	8,0	----	----	----	9	1,52	14
		Rpd	67,0	52	82	59,6	----	----	----			
2	0,60 1,20	N	9,0	8	11	8,5	----	----	----	9	1,52	14
		Rpd	63,6	55	76	59,4	----	----	----			
3	1,20 1,80	N	28,7	26	30	27,3	----	----	----	29	1,52	44
		Rpd	197,9	180	207	188,7	----	----	----			
4	1,80 2,00	N	60,0	60	60	60,0	----	----	----	60	1,52	91
		Rpd	386,1	386	386	386,1	----	----	----			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- committente : Ica sei Srl	- data : 08/08/2023
- lavoro : Parco Agrivoltaico	- quota inizio : p.c.
- località : Carrozza - Vetralla - VT.	- prof. falda : Falda non rilevata
- note :	- pagina : 1

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0,00 0,60		14	41,0	29,5	299	1,96	1,53	----	----	----	----
2	0,60 1,20		14	41,0	29,5	299	1,96	1,53	----	----	----	----
3	1,20 1,80		44	79,0	40,7	531	2,12	1,80	----	----	----	----
4	1,80 2,00		91	100,0	51,9	893	2,24	1,99	----	----	----	----

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 4

- committente : Ica sei Srl	- data : 08/08/2023
- lavoro : Parco Agrivoltaico	- quota inizio : p.c.
- località : Carrozza - Vetralla - VT.	- prof. falda : Falda non rilevata
- note :	- pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	0,40	N	9,0	8	10	8,5	---	---	---	9	1,52	14
			Rpd	67,0	60	75	63,3	---	---	---	67		
2	0,40	3,20	N	8,2	6	12	7,1	2,2	6,1	10,4	8	1,52	12
			Rpd	55,1	39	83	46,9	15,6	39,5	70,7	54		
3	3,20	5,40	N	3,0	2	6	2,5	1,7	1,3	4,7	3	1,52	5
			Rpd	16,7	11	32	14,0	8,8	7,9	25,5	17		
4	5,40	7,40	N	13,2	8	21	10,6	4,1	9,1	17,3	13	1,52	20
			Rpd	66,3	38	106	52,3	20,3	46,0	86,6	65		
5	7,40	8,40	N	5,2	4	7	4,6	---	---	---	5	1,52	8
			Rpd	24,3	19	34	21,7	---	---	---	23		
6	8,40	8,80	N	45,0	30	60	37,5	---	---	---	45	1,52	68
			Rpd	205,6	137	274	171,3	---	---	---	206		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- committente : Ica sei Srl	- data : 08/08/2023
- lavoro : Parco Agrivoltaico	- quota inizio : p.c.
- località : Carrozza - Vetralla - VT.	- prof. falda : Falda non rilevata
- note :	- pagina : 1

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0,00	0,40		14	41,0	29,5	299	1,96	1,53	---	---	---	---
2	0,40	3,20		12	38,0	28,4	284	1,94	1,52	---	---	---	---
3	3,20	5,40		5	18,3	23,7	230	1,88	1,41	---	---	---	---
4	5,40	7,40		20	50,0	32,3	346	1,99	1,59	---	---	---	---
5	7,40	8,40		8	28,3	26,0	253	1,91	1,46	---	---	---	---
6	8,40	8,80		68	91,8	46,9	716	2,19	1,91	---	---	---	---

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

5.3 - Risultati MASW.

La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a rifrazione. Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (V_s) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- acquisizione dei dati sperimentali (ground roll);
- estrazione della curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s , che descrive la variazione di V_s con la profondità.

L'analisi delle onde superficiali è stata eseguita utilizzando Il DoReMi che è un sismografo a trasmissione digitale del segnale concepito per garantire la massima flessibilità di utilizzo in tutte le indagini geofisiche; costituito da unità miniaturizzate e indipendenti distribuisce l'elettronica lungo tutto stendimento.

L'interfaccia del sismografo è alimentata con una piccola batteria al piombo (12V 2A) ed è collegata ad un geofono start. Lungo lo stendimento sono connessi 12 canali con il primo collegato all'interfaccia di testa. I geofoni sono applicati direttamente ai digitalizzatori posizionati lungo lo stendimento

Per la prospezione sismica a rifrazione si è disposto sul terreno un array lineare da 12 geofoni con spaziatura pari a 4.0 m. Per aumentare il rapporto segnale/rumore si è proceduto alla somma di più energizzazioni (processo di stacking) La sorgente è stata posta ad una distanza di 4 m dal primo geofono (Optimum Field Parameters of an MASW Survey”, Park et al., 2005; Dal Moro, 2008).

Di seguito si riassumono le principali caratteristiche della strumentazione utilizzata:

1 Unità di acquisizione sismografo DoReMi a 24 canali e 16 bit della SARA Electronic Instruments di Perugia

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

12 Geofoni verticali “Geospace” GS11D 4.5Hz 4kΩ.

1 Cavi sismici L = 150 m - 1 Sorgente Mazza da 10 Kg battente su piattello metallico

Spaziatura tra i geofoni 2.0 m - Distanza sorgente 1° geofono 4 m

Tempo di campionamento 1.0 ms - Tempo di registrazione 2 s

Di seguito sono restituiti i risultati delle prove MASW, contraddistinte con le sigle M1ed M2, la cui ubicazione è riportata nella planimetria generale precedentemente allegata.

Nel riquadro in alto a destra è riportato il sismogramma e sotto l’immagine di dispersione dell’energia sismica. In basso è visualizzata l’estrazione della curva di dispersione eseguita sull’immagine precedente. Sulla sinistra sono riportati i grafici relativi al modello del terreno sotto forma di stratificazione V_s in m/s.

Dalla curva si può ricavare il valore della velocità progressiva V_{sX} (linea verde) relativa alle diverse profondità investigate V_{s10} , V_{s20} e così via incluso il valore di V_{s30} , quest’ultimo ovviamente calcolato fino alla profondità di 30 m.

A destra è visibile il sismogramma mentre nella parte centrale in basso è riportato il valore del parametro V_{s30} calcolato utilizzando la stratigrafia V_s e la formula

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} h_i / V_i}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori, per depositi con profondità H del substrato ($V_s > 800$ m/s) superiore a 30m.

Il sito viene classificato sulla base del valore di V_{s30} come riportato nella seguente tabella:

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

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

Categoria	Descrizione
A	<i>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.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>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.</i>
D	<i>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.</i>
E	<i>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.</i>

Le stratigrafie V_s riportate nelle tavole allegate sono quelle utilizzate per il calcolo del V_{s30} e sono sismicamente equivalenti e ragionevolmente prossime alla stratigrafia reale ma non esattamente coincidente.

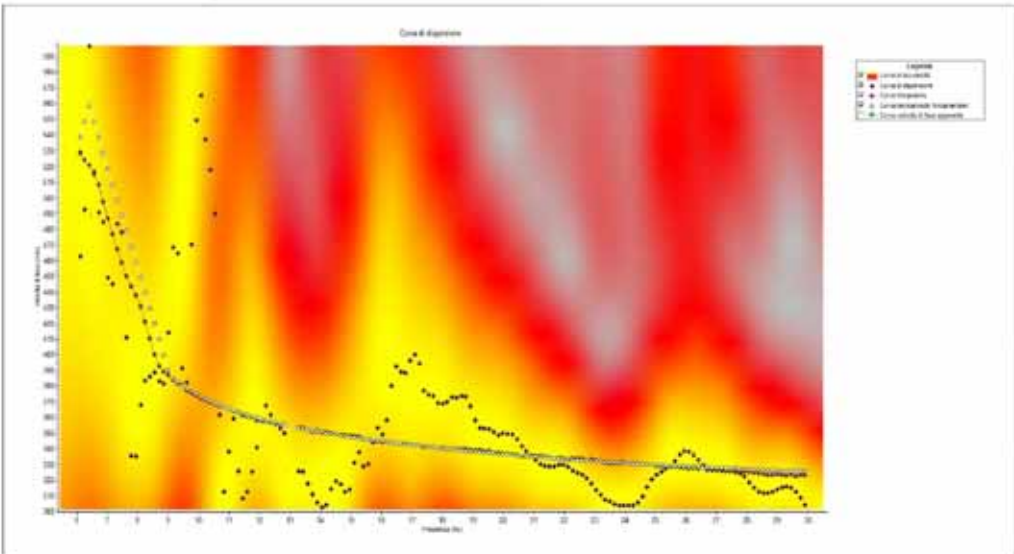
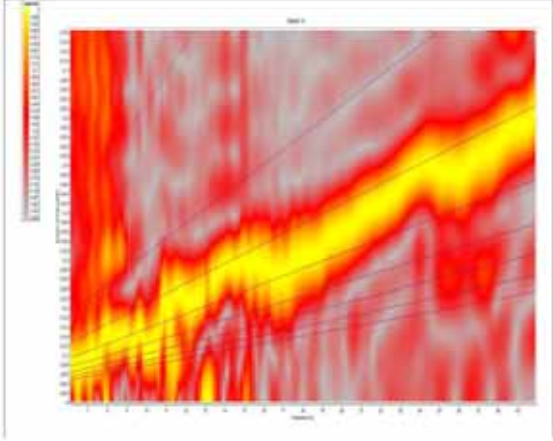
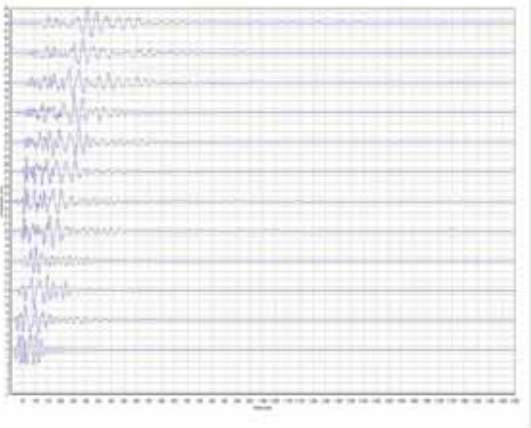
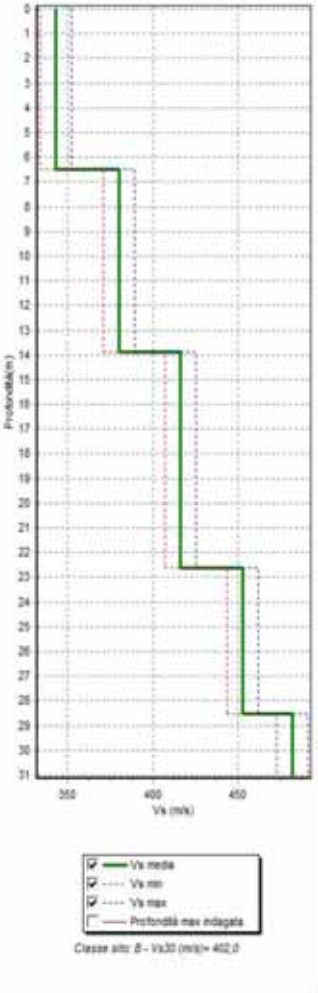
Secondo l'OPCM il sito, avendo un valore di V_{s30} prossime ai 350-480 m/s è classificabile come suolo di tipo **B/C** (ved. report allegati nelle pagine seguenti), non essendo presente substrato ($V_s > 800$ m/s) a profondità inferiore a 30m.

Sono state elaborate le V_{s30} per profondità comprese tra 0 e 30 m. La stratigrafia riportata nella tabella seguente è quella utilizzata per il calcolo della V_{s30} ed è sismicamente equivalente e ragionevolmente prossima alla stratigrafia reale ma non esattamente coincidente.

Nella pagina seguente viene allegato il report finale con le elaborazioni delle prove Masw con il calcolo delle V_{s30} per la determinazione della categoria del suolo di fondazione.

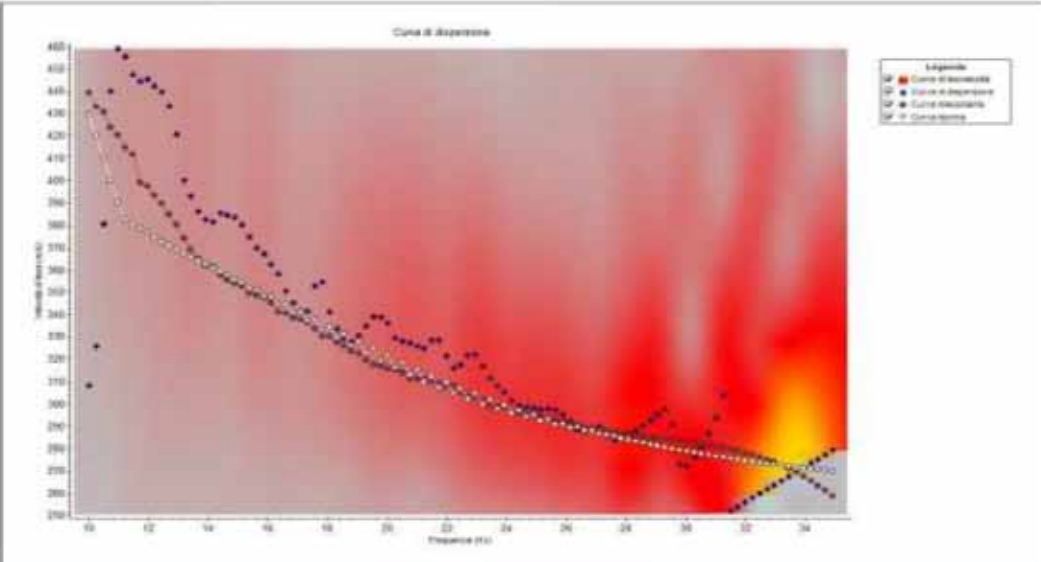
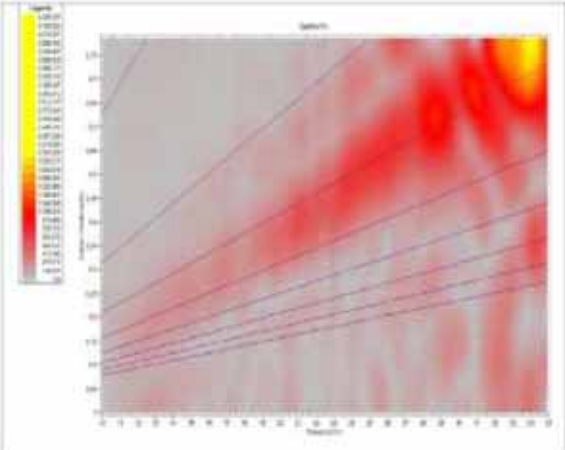
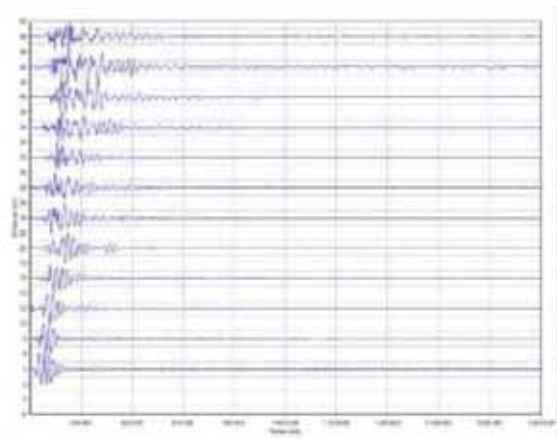
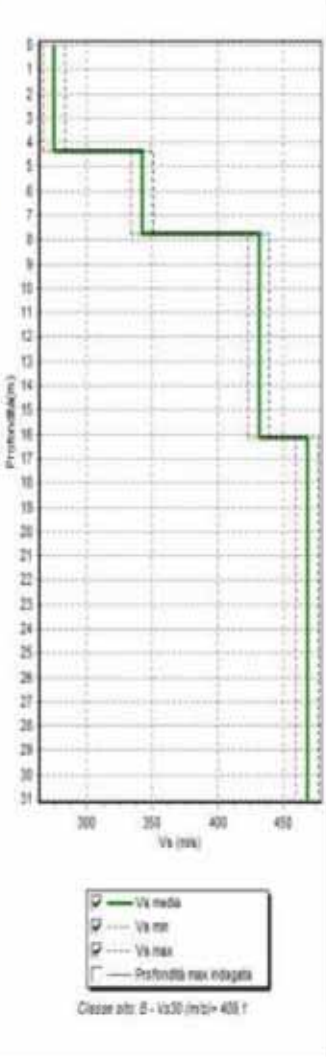
REPORT MASW M1 – LOC. CARROZZA – VETRALLA – VT.

N.	H(m)	Vs(m/s)
1	6,5	343,0
2	13,9	380,0
3	22,6	416,0
4	28,5	453,0
5	31,0	482,0

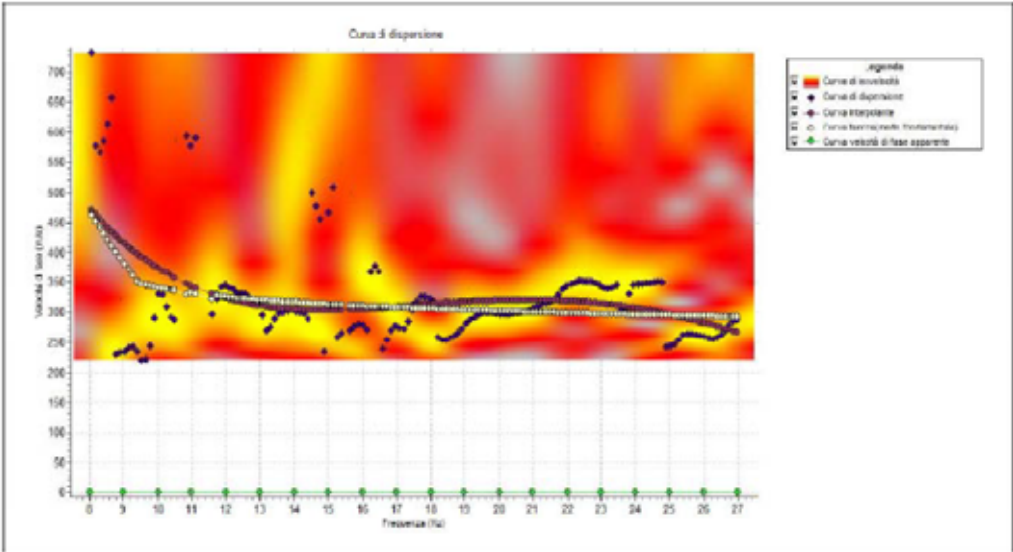
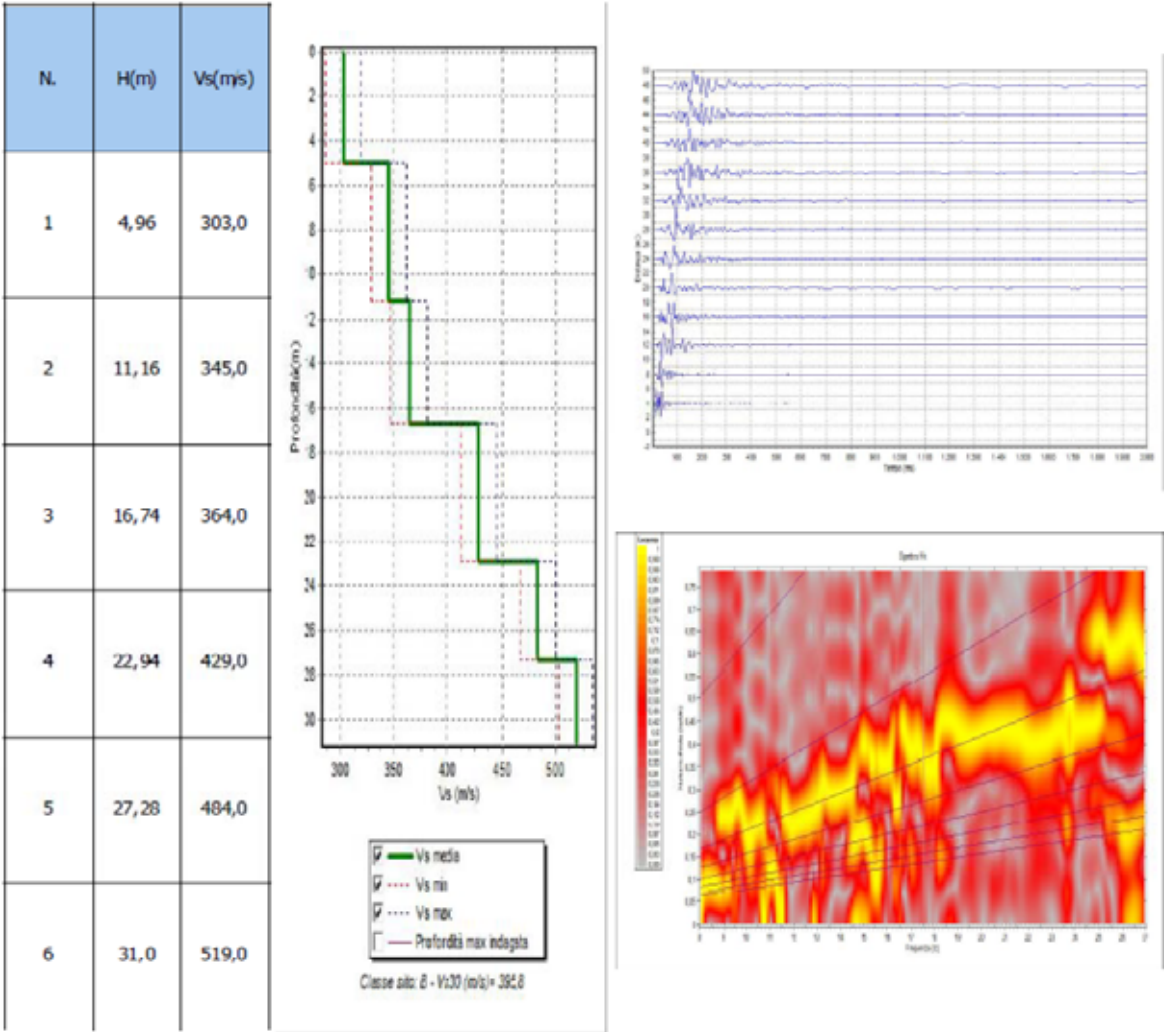


REPORT MASW M2 – LOC. CARROZZA – VETRALLA – VT.

N.	H(m)	Vs(m/s)
1	4,34	275,0
2	7,75	342,0
3	16,12	431,0
4	31,0	468,0



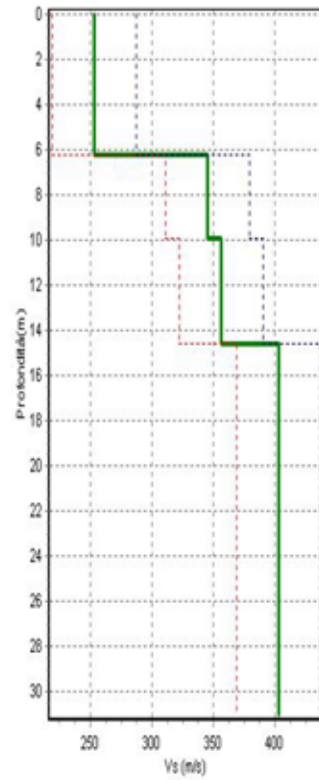
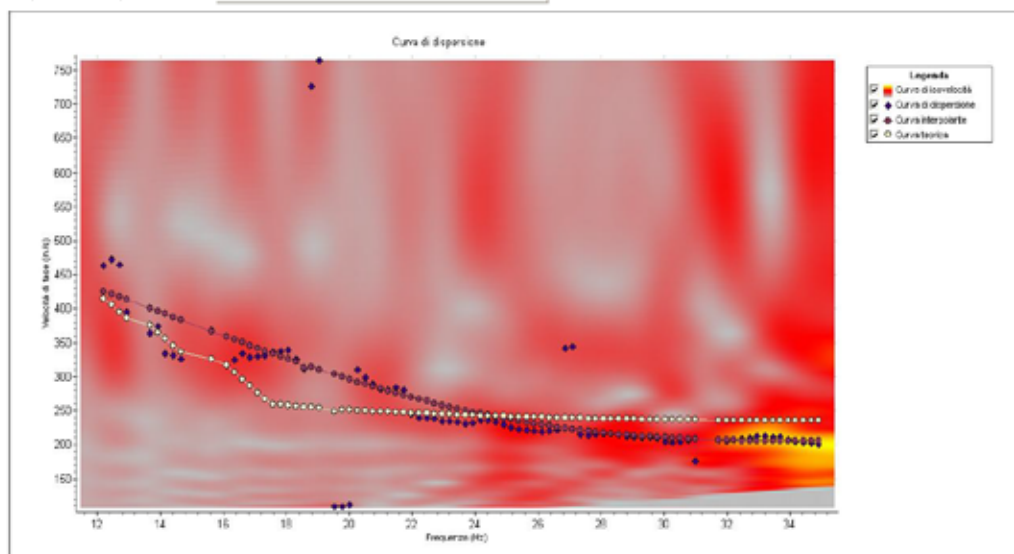
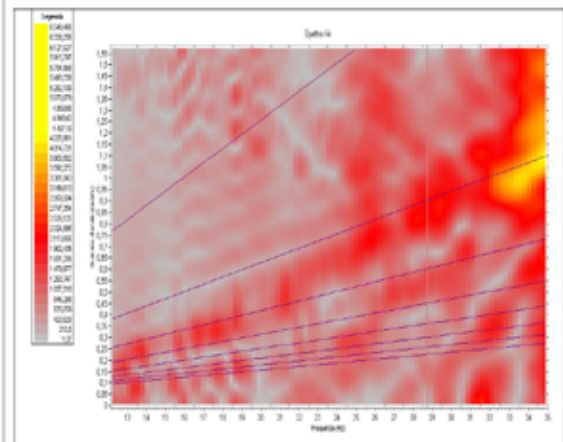
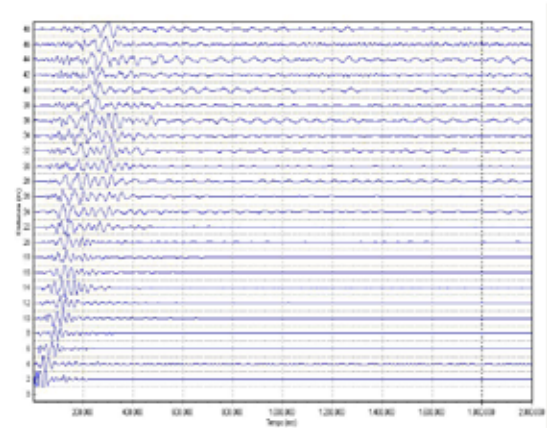
REPORT MASW M3 – LOC. CARROZZA – VETRALLA – VT.



Dott. geol. Paolo Bottamedi.

REPORT MASW M4 – LOC. CARROZZA – VETRALLA – VT.

N.	H(m)	Vs(m/s)
1	6,2	253,0
2	9,92	345,0
3	14,57	356,0
4	31,0	403,0

Classe sito: C - V_{s30} (m/s) = 352,2

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

5.4 - Risultati HVSR.

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) consiste nel misurare direttamente, sfruttando il rumore di fondo ambientale (microtremori), le frequenze di risonanza degli edifici e dei terreni costituenti il sottosuolo, allo scopo di stimare gli effetti di sito e la vulnerabilità sismica dell'opera. Per rumore ambientale di fondo s'intende l'insieme delle vibrazioni che si propagano nel terreno dovute sia a fenomeni naturali, moto ondoso, perturbazioni atmosferiche, ecc., sia all'azione antropica, traffico veicolare, macchinari, ecc.. Si è riconosciuto, a partire dagli anni settanta, che i microtremori tendono a eccitare le frequenze naturali di oscillazione dei terreni, permettendone l'individuazione. In pratica ciò che viene misurato sono, in certo intervallo di frequenze, solitamente 0.1-100 Hz, le velocità dei microtremori lungo il piano orizzontale e verticale (H e V) e il rapporto fra le due componenti (H/V). I valori di massimo locale (picchi positivi) di H/V ai quali corrispondono minimi locali di V individuano le frequenze di risonanza degli strati di terreno lungo la verticale di misura. Più elevato è il valore del rapporto H/V maggiore è il contrasto di impedenza sismica e quindi la variazione di velocità delle onde S fra livelli stratigrafici contigui.

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

- Digitalizzatore sismico SARA electronic instruments srl;
- Risoluzione 24 bit;
- Orologio: sincronizzato tramite ricevitore GPS
- Campionamento: Simultaneo sui 3 canali pilotato dal microcontrollore
- Frequenze di campionamento: 10,20,25,50,100,200 SPS
- Filtro anti-alias 1 pole 8.8 Hz
- Soglia di rumore ≤ -124 dB @ 100 SPS

Settaggio utilizzato per l'acquisizione

- Frequenza: 150 Mhz
- Baude Rate: 115200
- Durata misurazione: 1200 s
- Formato file acquisizione: SAF Sesame

Risultati ottenuti

Programma di elaborazione utilizzato GeoHVSR della Geosoft di Carpendolo (BS)

L'elaborazione delle indagini, sono riportate di seguito.

HVSR V1.

Tabella parametri picchi stratigrafici da spettro H/V delle onde di Ray

Criteri SESAME (2005) per una curva HV attendibile S1: $f_p > 10/L_w$ - S2: $L_w \times N_w \times f_p > 200$ - S3: $s_a > 2$ per $0.5f_p < f < 2f_p$

LEGENDA: L_w =lunghezza della finestra (s) - N_w =n. finestre - f_p (Hz)=frequenza del picco stratigrafico - s_a =deviazione standard

N.	f_p (Hz)	H/V	K_g	H1(m)	H2(m)	H3(m)	S1	S2	S3
1	1,17	1,45	1,79	43,9	25,57	21,54	SI	SI	SI
2	13,23	1,50	0,08	1,73	1,01	0,85	SI	SI	SI

HVSR V2.

Tabella parametri picchi stratigrafici da spettro H/V delle onde di Rayleigh e Love

Criteri SESAME (2005) per una curva HV attendibile S1: $f_p > 10/L_w$ - S2: $L_w \times N_w \times f_p > 200$ - S3: $s_a > 2$ per $0.5f_p < f < 2f_p$

LEGENDA: L_w =lunghezza della finestra (s) - N_w =n. finestre - f_p (Hz)=frequenza del picco stratigrafico - s_a =deviazione standard

N.	f_p (Hz)	H/V	K_g	H1(m)	H2(m)	H3(m)	S1	S2	S3
1	0,7	1,26	2,3	87,95	51,23	43,36	SI	SI	SI
2	2,38	0,78	0,26	17,07	9,94	8,41	SI	SI	SI
3	4,03	1,39	0,48	8,47	4,93	4,17	SI	SI	SI
4	23,77	0,66	0,02	0,79	0,46	0,39	SI	SI	SI
5	23,77	0,66	0,02	0,79	0,46	0,39	SI	SI	SI

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

6. CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E GEOTECNICA.

6.1 - Categoria suolo di fondazione e fattore di fondazione.

Il territorio del Comune di Vetralla è stato inserito dalla normativa antisismica del 20 marzo 2003 - Ordinanza n. 3474 (G.U. N° 105 del 08/05/2003 s.o. n. 72) e nella successiva riclassificazione sismica della Regione Lazio di cui alla D.G.R. Lazio n. 387 del 22/05/2009 in zona sismica **2B**. Le NTC per la costruzione prevedono la determinazione della categoria del suolo di fondazione per la definizione dell'azione sismica di progetto.

Per ricavare i parametri sismici significativi del sito in esame, secondo quanto disposto dalle N.T.C. di cui al DM 17/01/2018, si fa specifico riferimento alle coordinate geografiche (WGS84) del sito risultano le seguenti:

WGS84: Lat 42.339790 - Lng 11.996613

Il terreno di fondazione, dell'area interessata dal parco agrivoltaico, come si è potuto determinare dai risultati prove sismiche, risulta caratterizzato da un valore di V_{s30} prossimo ai 350-500 m/s, ed è classificabile come suolo di **categoria B** “*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_s equivalente, compresi fra 360 m/s e 800 m/s*”, oppure **C** “*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_s equivalente, compresi fra 180 m/s e 360 m/s*”.

Ciò a seconda che sia presente o meno, un importante livello di depositi limo-sabbiosi, intercettato anche nel sondaggio penetrometrico dpsh Din1, con spessori prossimi ai 10m da p.c..

Le condizioni topografiche sono di tipo semplice per cui si può ricorrere alla categorie topografiche riportate nella tabella 3.2.V della NTC 2018. Il sito rientra nella categoria topografica **T1**, cioè pendii e rilievi isolati con inclinazione media $< 15^\circ$.

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

6.2 - Modello lito-tecnico del volume significativo dell'indagine.

L'area interessata dal parco agrivoltaico, è costituita da un tavolato sub-pianeggiante, interessato per lo più da depositi tufacei appartenenti alla formazione dell'Ignimbrite III Vicana, in facies pozzolanica e/o tufo rosso a scorie nere. A luoghi i tufi, da ben addensati fino a litoidi, sono coperti da livelli poco consistenti sabbio-limosi, di genesi probabilmente alluvionale e/o palustre. Lo spessore di tale livello varia da circa un metro fino a quasi i nove metri (riscontrati nella prova Din4). Le caratteristiche fisiche e geotecniche, in termini di valori medi, rilevate dalle prove geotecniche in situ DPSH, sono riportati nelle tabelle sottostanti, in cui è stato elaborato il Modello litologico e geotecnico del volume significativo dell'indagine.

SONDAGGI PENETROMETRICI DPSH DIN 1-2.

<i>Litologia</i>	<i>Quota M da p.c.</i>	<i>ϕ gradi</i>	<i>y t/mc</i>	<i>E Kg/cmq</i>	<i>Dr %</i>	<i>C' Kpa</i>	<i>Nspt</i>
Suolo vegetale	0.0-0.60	/	/	/	/	/	/
Tufo sabbioso ben addensato	0.60-1.0	40°	1.6	500	78	-	43
Tufo sabbioso da ben addensato a litoide	>1.0	>40°	1.5	>500	>78	-	>43 Rifiuto

N = numero di colpi medio equivalente a NSPT; *K*: coefficiente di sottofondo (Winkler); *ϕ* = angolo di attrito interno in cond. drenate; *y*=peso di volume; *E*= modulo deformazione drenato; *Dr*=Densità relativa; *C'*= coesione drenata.

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

SONDAGGIO PENETROMETRICO DPSH DIN 3.

<i>Litologia</i>	<i>Quota M da p.c.</i>	φ <i>gradi</i>	γ <i>t/mc</i>	<i>E</i> <i>Kg/cmq</i>	<i>Dr</i> <i>%</i>	<i>C'</i> <i>Kpa</i>	<i>Nspt</i>
Suolo vegetale	0.0-0.60	/	/	/	/	/	/
Sabbie limose med. addensate	0.60-1.2	29°	1.6	300	41	-	14
Tufo sabbioso addensato	1.2-1.8	40°	1.6	530	79	-	44
Tufo sabbioso da ben addensato a litoide	>1.8	>40°	1.5	>500	>78	-	>43 Rifiuto

N = numero di colpi medio equivalente a NSPT; *K*: coefficiente di sottofondo (Winkler); φ = angolo di attrito interno in cond. drenate; γ =peso di volume; *E*= modulo deformazione drenato; *Dr*=Densità relativa; *C'*= coesione drenata.

SONDAGGIO PENETROMETRICO DPSH DIN 4.

<i>Litologia</i>	<i>Quota M da p.c.</i>	φ <i>gradi</i>	γ <i>t/mc</i>	<i>E</i> <i>Kg/cm^q</i>	<i>Dr</i> <i>%</i>	<i>C'</i> <i>Kpa</i>	<i>Nspt</i>
Suolo vegetale	0.0-0.60	/	/	/	/	/	/
Sabbie limose med. addensate	0.60-3.2	28°	1.6	280	38	-	12
Limi sabbiosi scarsamente consistenti	3.2-5.4	23.5°	1.6	230	18	-	5
Sabbie limose mediamente consistenti	5.4-7.4	32°	1.6	340	50	-	20
Limi sabbiosi poco consistenti	7.4-8.4	26°	1.6	250	28	-	8
Tufo sabbioso addensato	8.4-9.0	40°	1.5	500	78	-	43

N = numero di colpi medio equivalente a NSPT; *K*: coefficiente di sottofondo (Winkler); φ = angolo di attrito interno in cond. drenate; γ =peso di volume; *E*= modulo deformazione drenato; *Dr*=Densità relativa; *C'*= coesione drenata.

Per i depositi tufacei litoidi cui localmente possono essere alternati dei livelli tufaceo - sabbiosi meno consistenti, ma di spessore limitato, prove di resistenza a compressione uniassiale su provini, di tali materiali, anche cavati in zona per la realizzazione di blocchetti da costruzione, evidenziano dei valori di rottura prossimi ai 40-45 Kg/cm^q. La successione delle vulcaniti tufacee, più o meno addensate, raggiunge e supera abbondantemente i trenta metri da p.c.. La falda acquifera livella a circa 25-30 m

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

da p.c.. Tuttavia in periodi particolarmente piovosi non è da escludersi la formazione di falde sospese di modesta entità, al contatto tra litotipi a diversa consistenza (limi-sabbiosi e tufi).

La verifica a liquefazione è stata omessa, in ottemperanza alle previsioni delle NTC18, in quanto è stato riscontrato il manifestarsi di alcune delle 4 condizioni previste; in particolare si tratta in parte di litotipi semilitoidi, e si può comunque escludere la presenza di falda acquifera a quote inferiori ai 15m da p.c..

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

7. CONCLUSIONI.

Il territorio del Comune di Vetralla è stato inserito dalla normativa antisismica del 20 marzo 2003 - Ordinanza n. 3474 (G.U. N° 105 del 08/05/2003 s.o. n. 72) e nella successiva riclassificazione sismica della Regione Lazio di cui alla D.G.R. Lazio n. 387 del 22/05/2009 in zona sismica **2B**. Le NTC per la costruzione prevedono la determinazione della categoria del suolo di fondazione per la definizione dell'azione sismica di progetto.

Per ricavare i parametri sismici significativi del sito interessato dal parco agrivoltaico in esame, secondo quanto disposto dalle N.T.C. di cui al DM 17/01/2018, si fa specifico riferimento alle coordinate geografiche (WGS84) del sito risultano le seguenti:

WGS84: Lat 42.339790 - Lng 11.996613

Il terreno di fondazione, dell'area interessata dal parco agrivoltaico, come si è potuto determinare dai risultati prove sismiche, risulta caratterizzato da un valore di V_{s30} prossimo ai 350-500 m/s, ed è classificabile come suolo di **categoria B** “*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_s equivalente, compresi fra 360 m/s e 800 m/s*”, oppure **C** “*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_s equivalente, compresi fra 180 m/s e 360 m/s*”.

Ciò a seconda che sia presente o meno, un importante livello di depositi limo-sabbiosi, intercettato anche nel sondaggio penetrometrico dpsh Din1, con spessori prossimi ai 10m da p.c..

Le condizioni topografiche sono di tipo semplice per cui si può ricorrere alla categorie topografiche riportate nella tabella 3.2.V della NTC 2018. Il sito rientra nella categoria topografica **T1**, cioè pendii e rilievi isolati con inclinazione media $< 15^\circ$.

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

L'area interessata dal parco agrivoltaico, è costituita da un tavolato sub-pianeggiante, interessato per lo più da depositi tufacei appartenenti alla formazione dell'Ignimbrite III Vicana, in facies pozzolanica e/o tufo rosso a scorie nere. A lugh i tufi, da ben addensati fino a litoidi, sono coperti da livelli poco consistenti sabbio-limosi, di genesi probabilmente alluvionale e/o palustre. Lo spessore di tale livello varia da circa un metro fino a quasi i nove metri (riscontrati nella prova Din4). Le caratteristiche fisiche e geotecniche, in termini di valori medi, rilevate dalle prove geotecniche in situ DPSH, sono riportati nelle tabelle sottostanti, in cui è stato elaborato il Modello litologico e geotecnico del volume significativo dell'indagine.

SONDAGGI PENETROMETRICI DPSH DIN 1-2.

<i>Litologia</i>	<i>Quota M da p.c.</i>	φ <i>gradi</i>	γ <i>t/mc</i>	<i>E</i> <i>Kg/cm^q</i>	<i>Dr</i> <i>%</i>	<i>C'</i> <i>Kpa</i>	<i>Nspt</i>
Suolo vegetale	0.0-0.60	/	/	/	/	/	/
Tufo sabbioso ben addensato	0.60-1.0	40°	1.6	500	78	-	43
Tufo sabbioso da ben addensato a litoide	>1.0	>40°	1.5	>500	>78	-	>43 Rifiuto

N = numero di colpi medio equivalente a NSPT; *K*: coefficiente di sottofondo (Winkler); φ = angolo di attrito interno in cond. drenate; γ =peso di volume; *E*= modulo deformazione drenato; *Dr*=Densità relativa; *C'*= coesione drenata.

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

SONDAGGIO PENETROMETRICO DPSH DIN 3.

<i>Litologia</i>	<i>Quota M da p.c.</i>	φ <i>gradi</i>	γ <i>t/mc</i>	<i>E</i> <i>Kg/cm^q</i>	<i>Dr</i> <i>%</i>	<i>C'</i> <i>Kpa</i>	<i>Nspt</i>
Suolo vegetale	0.0-0.60	/	/	/	/	/	/
Sabbie limose med. addensate	0.60-1.2	29°	1.6	300	41	-	14
Tufo sabbioso addensato	1.2-1.8	40°	1.6	530	79	-	44
Tufo sabbioso da ben addensato a litoide	>1.8	>40°	1.5	>500	>78	-	>43 Rifiuto

N = numero di colpi medio equivalente a NSPT; *K*: coefficiente di sottofondo (Winkler); φ = angolo di attrito interno in cond. drenate; γ =peso di volume; *E*= modulo deformazione drenato; *Dr*=Densità relativa; *C'*= coesione drenata.

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

SONDAGGIO PENETROMETRICO DPSH DIN 4.

<i>Litologia</i>	<i>Quota M da p.c.</i>	φ <i>gradi</i>	γ <i>t/mc</i>	<i>E</i> <i>Kg/cmq</i>	<i>Dr</i> <i>%</i>	<i>C'</i> <i>Kpa</i>	<i>Nspt</i>
Suolo vegetale	0.0-0.60	/	/	/	/	/	/
Sabbie limose med. addensate	0.60-3.2	28°	1.6	280	38	-	12
Limi sabbiosi scarsamente consistenti	3.2-5.4	23.5°	1.6	230	18	-	5
Sabbie limose mediamente consistenti	5.4-7.4	32°	1.6	340	50	-	20
Limi sabbiosi poco consistenti	7.4-8.4	26°	1.6	250	28	-	8
Tufo sabbioso addensato	8.4-9.0	40°	1.5	500	78	-	43

N = numero di colpi medio equivalente a NSPT; *K*: coefficiente di sottofondo (Winkler); φ = angolo di attrito interno in cond. drenate; γ =peso di volume; *E*= modulo deformazione drenato; *Dr*=Densità relativa; *C'*= coesione drenata.

Per i depositi tufacei litoidi cui localmente possono essere alternati dei livelli tufaceo - sabbiosi meno consistenti, ma di spessore limitato, prove di resistenza a compressione uniassiale su provini, di tali materiali, anche cavati in zona per la realizzazione di blocchetti da costruzione, evidenziano dei valori di rottura prossimi ai 40-45 Kg/cmq. La successione delle vulcaniti tufacee, più o meno addensate, raggiunge e supera abbondantemente i trenta metri da p.c.. La falda acquifera livella a circa 25-30 m

Codice elaborato ICA_087_REL11	RELAZIONE GEOLOGICA	 ICA SEI SRL Via Giuseppe Ferrari, 12 00195 Roma (Italia) C.F. / P.IVA. 16294501008
Revisione 00 del 18/08/2023		

da p.c.. Tuttavia in periodi particolarmente piovosi non è da escludersi la formazione di falde sospese di modesta entità, al contatto tra litotipi a diversa consistenza (limi-sabbiosi e tufi).

La verifica a liquefazione è stata omessa, in ottemperanza alle previsioni delle NTC18, in quanto è stato riscontrato il manifestarsi di alcune delle 4 condizioni previste; in particolare si tratta in parte di litotipi semilitoidi, e si può comunque escludere la presenza di falda acquifera a quote inferiori ai 15m da p.c..

La stima di eventuali fattori condizionanti dal punto di vista geologico, sulla base delle caratteristiche geologiche del sito in precedenza descritte, porta alle seguenti conclusioni riguardo l'area di parco agrivoltaico:

- La zona non presenta rischi di liquefazione (D.M. 17.01.18).
- La zona non manifesta fenomeni di subsidenza, cedimenti differenziali, dovuti alla presenza di terreni fortemente compressibili, e/o sinkhole.
- La zona non appare in condizioni di dissesto e/o di frana.
- L'area ricade in Zona stabile suscettibile di amplificazione.
- La zona non è compresa in aree R3 o R4 dei Piani della Autorità di Bacino competente (ABR).
- La zona non si trova entro 50 metri da faglie attive e capaci segnalate dall'INGV.

Per quanto riguarda il tracciato del cavidotto, interesserà delle aree, nei territori comunali di Vetralla, Viterbo e Tuscania; gli scavi saranno impostati principalmente lungo le fasce laterali delle carreggiate stradali. Il tracciato di scavo del cavidotto, attraverserà alcune zone segnalate sul Pai come a pericolo di frana e inondazione, tuttavia da quanto appreso dagli elaborati progettuali preliminari, lo scavo avrà una profondità massima di circa 1,2m ed 0,4m di larghezza, in alcuni tratti, non specificati, sarà effettuato tramite perforazione teleguidata, pertanto le lavorazioni saranno di modesta entità. In ogni caso per effettuare i lavori, anche tenuto conto che alcune zone al piede di scarpate, potrebbero essere interessate da caduta massi (costituendo un pericolo anche per i lavoratori), andrà effettuato uno studio geologico-geomorfologico specifico di approfondimento sui processi morfogenetici in atto, anche per la richiesta nulla osta all'autorità di bacino competente.

Si rimane a disposizione per eventuali sopralluoghi di verifica durante i lavori in questione.

