



PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI

MESSA IN SICUREZZA DEL SISTEMA ACQUEDOTTISTICO DEL PESCHIERA PER L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO DI ROMA CAPITALE E DELL'AREA METROPOLITANA

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO ING. PhD MASSIMO SESSA

SUB COMMISSARIO ING.

acea
acqua
ACEA ATO 2 SPA



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. PhD Alessia Delle Site

SUPPORTO AL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Avv. Vittorio Gennari

Sig.ra Claudia Iacobelli

Ing. Barnaba Paglia

acea
Ingegneria
e servizi



CONSULENTE

Ing. Biagio Eramo

ELABORATO

A254PDS R003 1

COD. ATO2 ROM11105

DATA MARZO 2022

SCALA ----

Progetto di sicurezza e ammodernamento
dell'approvvigionamento della città
metropolitana di Roma

"Messa in sicurezza e ammodernamento del sistema
idrico del Peschiera",

L.n.108/2021, ex DL n.77/2021 art. 44 Allegato IV

AGG. N.	DATA	NOTE	FIRMA
1	05/22	AGGIORNAMENTO ELABORATI CSLLPP	
2			
3			
4			
5			
6			

Sottoprogetto
ADDUTTRICE OTTAVIA – TRIONFALE
(con il finanziamento dell'Unione
europea – Next Generation EU)

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA
ED ECONOMICA**

TEAM DI PROGETTAZIONE

RESPONSABILE PROGETTAZIONE

Ing. Angelo Marchetti

CAPO PROGETTO

Ing. Viviana Angeloro

GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA

Geol. Stefano Tosti

Hanno collaborato:

Ing. Geol. Eliseo Paolini

Geol. PhD Paolo Caporossi

Geol. Filippo Arsie



RELAZIONE GEOLOGICA

INDICE

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	8
3.1	Assetto geologico di dettaglio	10
3.1.1	Unità ubiquitarie	11
3.1.1.1	<i>Deposito antropico (h)</i>	11
3.1.2	Sintema Fiume Tevere	11
3.1.2.1	<i>Deposito alluvionale (SFTba)</i>	11
3.1.3	Sintema del Torrino	12
3.1.3.1	<i>Tufi stratificati varicolori di La Storta (LTT)</i>	12
3.1.4	Sintema Villa Glori	13
3.1.4.1	<i>Tufi stratificati varicolori di Sacrofano (SKF)</i>	13
3.1.5	Sintema Flaminia	15
3.1.5.1	<i>Unità Tor de' Cenci (TDC)</i>	15
3.1.6	Sintema Magliana	16
3.1.6.1	<i>Formazione di Ponte Galeria (PGL)</i>	16
3.2	Inquadramento geologico locale	21
3.3	Conoscenze pregresse tratte dagli strumenti urbanistici della città di Roma	23
4	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	28
4.1	Cavità sotterranee di Roma	42
5	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	46
6	CENNI DI SISMICITÀ E RIFERIMENTI ALLA VIGENTE NORMATIVA ANTISISMICA	50
7	DATI GEOGNOSTICI E GEOFISICI DISPONIBILI	56
7.1	Dati geognostici e geofisici di repertorio	56
7.2	Indagini geognostiche e geofisiche eseguite	58
7.2.1	Stratigrafie	61
7.2.2	Lecture piezometriche	61
7.2.3	Prove geotecniche in situ	61
7.2.4	Prove SPT (Standard Penetration Test)	62
7.2.5	Prove geotecniche di laboratorio	63
7.2.6	Prove penetrometriche dinamiche DPSH	63
7.2.7	Prova penetrometrica statica CPTU	70
7.2.8	Prospezioni sismiche a rifrazione con tecnica tomografica	71
7.2.9	Prospezioni sismiche con metodologia MASW	74

7.2.10	Prospezioni sismiche in foro Down-Hole.....	75
7.2.11	Misure di frequenza fondamentale con metodo HVSR.....	77
8	UNITA' LITOTECNICHE	81
9	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	82

ALLEGATI :

- Sondaggio S3, S4, prove di laboratorio: da pag. 87 a pag. 400;
- Sondaggio S1, S2, prove di laboratorio, DPSH, MASW, HVSR, sismica a rifrazione: da pag. 401 a pag. 679;
- Sondaggio S12, DPSH, CPTU, MASW, HVSR: da pag. 680 a pag. 736;
- Sondaggio S0, prove di laboratorio, DH: da pag. 737 a pag. 809;
- Sondaggi S6.1- S6.2, DPSH, HVSR, MASW, DH, prove di laboratorio: da pag. 810 a pag. 991;
- Sondaggi S5.2 - S5.3, DPSH, HVSR, MASW, DH, prove di laboratorio: da pag. 992 a pag. 1119;
- Sondaggio S5, MASW, HVSR, DPSH, sismica a rifrazione, prove di laboratorio: da pag. 1120 a pag. 1181.

1 PREMESSA

La presente Relazione Geologica, facente parte del Progetto di Fattibilità Tecnica **ed Economica (PFTE) dell'Adduttrice Ottavia-Trionfale**, è redatta in conformità a quanto stabilito dal D.Lgs. n.50 del 18 aprile 2016 e regolamenti attuativi collegati e nel rispetto delle Linee Guida per la redazione del PFTE approvate dal C.S.LL.PP. in data 29/07/2021 (par. 3.2 – punto 1).

Come previsto dalle Linee Guida sopra citate, il PFTE rappresenta un primo livello di progettazione, rinnovato per contenuti e metodologia, anche mediante **l'utilizzo di adeguati strumenti a supporto delle decisioni**.

Per le "grandi opere" dell'allegato IV al citato decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, nell'ambito delle quali si colloca il presente progetto, il PFTE si incardina su un modello procedimentale integrato del tutto innovativo (parere del Comitato speciale del Consiglio superiore dei lavori pubblici + eventuale dibattito pubblico + procedimento di VIA + verifica preventiva dell'interesse archeologico + conferenza di servizi), finalizzato a concludersi con una rigorosa verifica di ottemperanza alle prescrizioni impartite sul progetto prima dell'avvio della fase di affidamento, a garanzia della effettiva cantierabilità dell'opera.

In sintesi, il progetto prevede una nuova linea di collegamento dal C.I. di Ottavia fino ad un nuovo centro idrico denominato Pineta Sacchetti creando un by-pass del centro idrico Trionfale esistente.

L'intervento di progetto prevede la realizzazione di una prima condotta adduttrice DN2500 mm in acciaio dal C.I. Ottavia fino ad un manufatto denominato Casale del Marmo; la partenza da Ottavia è prevista direttamente dall'opera di presa in modo da essere funzionale allo schema futuro che assumerà il centro idrico a seguito della sua ristrutturazione.

Dal Manufatto Casale del Marmo in cui è prevista una predisposizione per **l'allaccio di altre future condotte verrà posata una condotta in acciaio DN2500 mm** fino al parcheggio della stazione ferroviaria Monte Mario, in tale punto è previsto un partitore denominato Monte Mario da cui usciranno due condotte;

una con DN2000 **che proseguirà verso il nuovo centro idrico e l'altra condotta** con DN800 che verrà posata lungo via Cesare Castiglioni per collegarsi alla condotta DN700 esistente che va verso Ponte Galeria. La lunghezza complessiva degli interventi è circa 5200 metri.

Si descrive di seguito il tracciato di progetto costituito principalmente da due tratte:

- C.I. OTTAVIA (OTT) – MANUFATTO CASALE DEL MARMO (MCM): tratto di **lunghezza pari a circa 1200 m che dall'opera di presa del C.I. Ottavia all'interno del confine di proprietà** del centro idrico arriva al manufatto che verrà realizzato in prossimità del Casale del Marmo, in cui è prevista la posa in opera di una condotta DN2500 mm in acciaio, posata a cielo aperto.

La tubazione attraverserà la recinzione del centro idrico e Via Isidoro Carlini per proseguire con un tratto in campagna parallelo al fosso di Marmo Nuovo.

- MANUFATTO CASALE DEL MARMO (MCM) – C.I. PINETA SACCHETTI (CIPS): tratto di lunghezza pari a circa 4000 m che dal manufatto Casale Del Marmo di progetto arriva al nuovo centro idrico Pineta Sacchetti, in tale tratto è prevista la posa in opera di una condotta DN2500 mm, una condotta DN2000 mm ed una condotta DN800 mm tutte in acciaio. Lo scavo e la posa di tali condotte sono previsti a cielo aperto ed attraverso la tecnologia di scavo in microtunnelling.

La tubazione partirà dal manufatto Casale del Marmo in area di campagna, per proseguire verso Via Giuseppe Barellai ed attraversando la valle Fontana sempre con scavo a cielo aperto; dopodiché si raggiungerà via Sebastiano Vinci dove, in prossimità della stazione Monte Mario, si prevede la realizzazione di un partitore denominato Monte Mario da cui uscirà una tubazione DN800 mm che verrà posata con scavo a cielo aperto lungo via Cesare Castiglioni per collegarsi alla **condotta DN700 esistente, l'altra tubazione che uscirà dal partitore di progetto** Monte Mario sarà una condotta DN2000 mm posata per un tratto in

microtunnelling **per una lunghezza pari a circa 180 m per l'attraversamento della** linea ferroviaria Roma-Viterbo, con sbocco in una area libera confinata tra Via Trionfale e la ferrovia medesima; successivamente, si proseguirà sempre con tecnologia in microtunnelling lungo la corsia destra di Via Trionfale e poco prima di arrivare al nodo Trionfale esistente si attraverserà la via Trionfale prevedendo **un pozzo di uscita intermedio per poi continuare fino all'incrocio con viale dei** Monfortani dove è previsto il pozzo di uscita, da questo punto fino al nuovo centro idrico si prevede la posa con scavo a cielo aperto. Si prevede un tubo foderato DN2500 per tutto il tratto con posa in MT.

Dal nuovo centro idrico Pineta Sacchetti sono previste due condotte in uscita; una con DN 1400 mm che si collegherà alle condotte esistenti DN1000 mm e DN1400 mm su via Enrico Pestalozzi, **l'atra condotta con DN1600 sarà posata** parallelamente alla galleria stradale Giovanni XXIII prevedendo la posa con scavo a cielo aperto fino a collegarsi alla condotta esistente DN2020 che va verso il C.I. Monte Mario.

Per ulteriori dettagli in merito alla descrizione delle opere di progetto si rimanda **all'Elab. A254 PDS R001 – Relazione Generale.**

La presente Relazione Geologica è redatta, inoltre, ai sensi del D.M. 11/03/1988 *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"* e del nuovo D.M. 17/01/2018 *"Norme Tecniche per le Costruzioni"*.

Lo studio svolto è stato articolato in una preliminare raccolta di dati bibliografici e studi pregressi, integrati con una mirata campagna di indagini geognostiche e geofisiche, finalizzata alla ricostruzione di un modello geologico-tecnico del sottosuolo, con particolare riguardo alle opere di progetto, come di seguito descritta:

- N. 11 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti ad una profondità compresa tra 20 e 50 m dal p.c.;
- N. 6 prove penetrometriche dinamiche di tipo DPSH;
- N. 1 prova penetrometrica statica di tipo CPTU;
- N. 5 prospezioni di sismica a rifrazione 2D con tecnica tomografica;
- N. 3 misure di rumore sismico ambientale (HVSr);
- N. 10 prospezioni sismiche con metodologia MASW;
- N. 2 prospezioni sismiche in foro Down-Hole.

La presente Relazione Geologica è tesa a sviluppare la soluzione progettuale individuata sulla scorta delle analisi effettuate nel Documento di Fattibilità delle Alternative Progettuali (DOCFAP), al quale si rimanda per ogni necessario approfondimento, ed illustra il quadro litostratigrafico, geomorfologico, **idrogeologico e sismico dell'area in esame ed i risultati delle prove geognostiche, geofisiche e di laboratorio geotecnico** effettuate.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area di studio investigata per la nuova opera rientra nell'ambito del territorio del Comune di Roma, interessando dal punto di vista amministrativo il Municipio XIV (ex XIX). L'area di studio rientra nei Fogli n. 374012, 374051 e 374064 della CTR alla scala 5.000 e nel Foglio n. 149 I-NE - Monte Mario della cartografia ufficiale I.G.M. serie 25V alla scala 1: 25.000.



Figura 1. Inquadramento territoriale dell'opera di progetto. Stralcio fuori scala. Il tracciato di progetto è evidenziato in nero.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Per **meglio comprendere la conformazione geologica attuale dell'area di studio vengono di seguito descritti gli ultimi eventi dell'evoluzione paleogeografica regionale.**

Circa 5 milioni di anni fa il margine tirrenico viene coinvolto da una tettonica distensiva che determina un assottigliamento crostale e la creazione di ampie aree depresse invase dal mare. Tali condizioni paleogeografiche permangono per un lungo periodo di tempo, dal Pliocene al Pleistocene inferiore, durante il quale si verificano ripetute oscillazioni del livello marino, correlate sia a fenomeni **tettonici, che alle variazioni dell'estensione delle calotte polari durante le epoche glaciali**, che determinano delle temporanee emersioni dei fondali marini.

In particolare, vengono identificati tre principali cicli marini. Il primo durante il **Pliocene (tra 3,40 e 1,79 Ma) determina la deposizione dell'Unità del Monte Vaticano ("Marne vaticane" o "Argille azzurre" Auct.)**, che dal punto di vista idrogeologico costituiscono il livello impermeabile di base **di tutta l'area romana**. Il secondo ed il terzo ciclo si verificano nel Pleistocene inferiore (tra 1,79 e 0,88 Ma) e presentano caratteri sedimentari che testimoniano una progressiva diminuzione di profondità dei bacini ad essi associati. Durante tutto questo **periodo l'area retrostante l'attuale costa tirrenica è soggetta**, infatti, ad un lento e progressivo sollevamento, che alla fine del Pleistocene inferiore porta ad un **cambiamento delle condizioni paleogeografiche ed all'impostazione di un ambiente continentale**, in cui si depongono sedimenti di facies fluvio-palustre. **Nell'area romana i sedimenti continentali vengono depositi dal "Paleo Tevere" e dai suoi affluenti durante diversi cicli deposizionali legati alle variazioni del livello di costa, in connessione con l'alternarsi delle condizioni climatiche, e sono caratterizzati da frequenti variazioni litologiche e da complessi rapporti stratigrafici.**

A partire da 0,60 Ma ha inizio l'attività dei vulcani laziali (Barberi *et al.*, 1994). Il carattere prevalentemente esplosivo dei due principali distretti vulcanici che **circondano l'area romana (il Distretto Vulcanico Sabatino a nord-ovest ed il Distretto Vulcanico dei Colli Albani a sud-est)** determina la messa in posto in

tempi brevi di una notevole quantità di prodotti, sia sotto forma di piroclastiti di ricaduta, che ammantano la morfologia preesistente, sia di depositi per colata piroclastica (o "ignimbriti"), che tendono a concentrarsi nelle depressioni e a spianare la morfologia.

La messa in posto delle unità vulcaniche determina una radicale trasformazione del reticolo idrografico.

In corrispondenza dell'ultima fase del periodo glaciale wurmiano, circa 18.000 anni fa, la forte regressione del livello marino provoca una notevole erosione dei terreni deposti sino a quel momento; l'alveo del Tevere, nell'area della città di Roma, si approfondisce fino a quota - 50 m s.l.m., mettendo a nudo il *bedrock* pliocenico lungo il corso della sua valle e in corrispondenza dei propri affluenti. Il successivo innalzamento del **livello marino, continuato fino all'epoca attuale,** determina quindi il colmamento dei paleoalvei precedentemente incisi con depositi alluvionali a carattere prevalentemente argilloso (Figura 2).

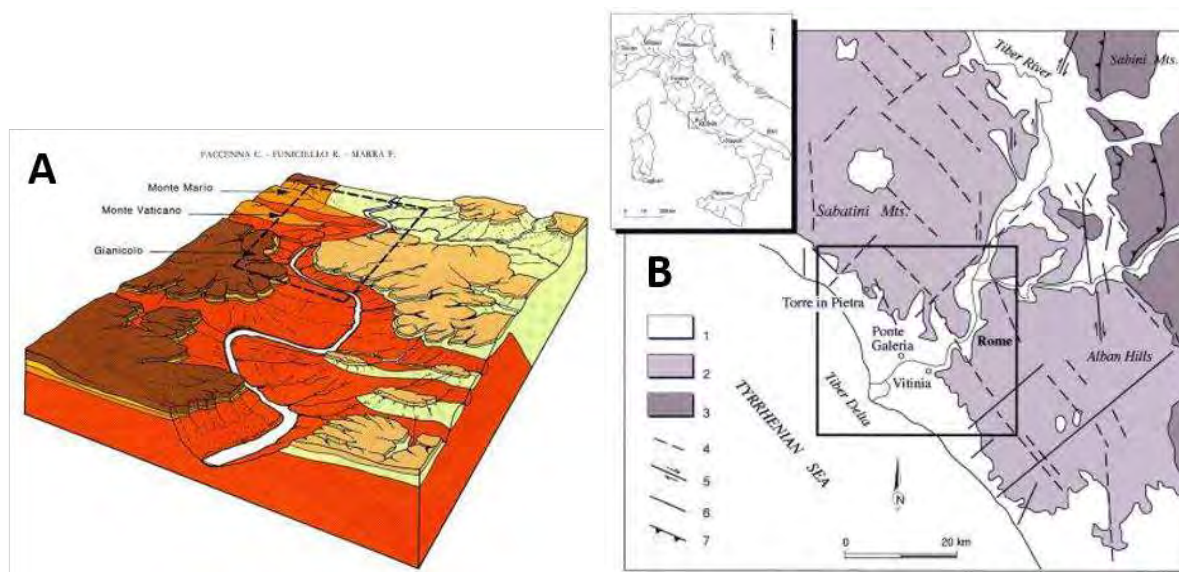


Figura 2. A) Paleomorfologia dell'area romana al termine dell'ultima fase glaciale wurmiana, circa 18.000 anni fa; B) Schema geologico regionale. 1) Depositi sedimentari messiniano-olocenici 2) Depositi vulcanici plio-pleistocenici 3) Depositi sedimentari meso-cenozoici 4) Faglie sepolte 5) Faglie trascorrenti 6) Faglie normali 7) Thrust principali.

3.1 Assetto geologico di dettaglio

Nel presente capitolo vengono riportate le descrizioni litologiche delle unità litostratigrafiche affioranti e cartografate ai fini della ricostruzione geologica dell'area in esame, unitamente al loro assetto stratigrafico e all'area di affioramento in relazione alle principali unità tettoniche riconosciute nell'area.

I nomi delle unità litostratigrafiche utilizzati sono quelli riportati anche nel foglio CARG n. 374 "Roma". Le unità litostratigrafiche affioranti nell'area di studio comprendono depositi che caratterizzano Unità ubiquitarie, Sintema Fiume Tevere, Sintema del Torrino, Sintema Villa Glori, Sintema Flaminia e Sintema Magliana (Figura 3).

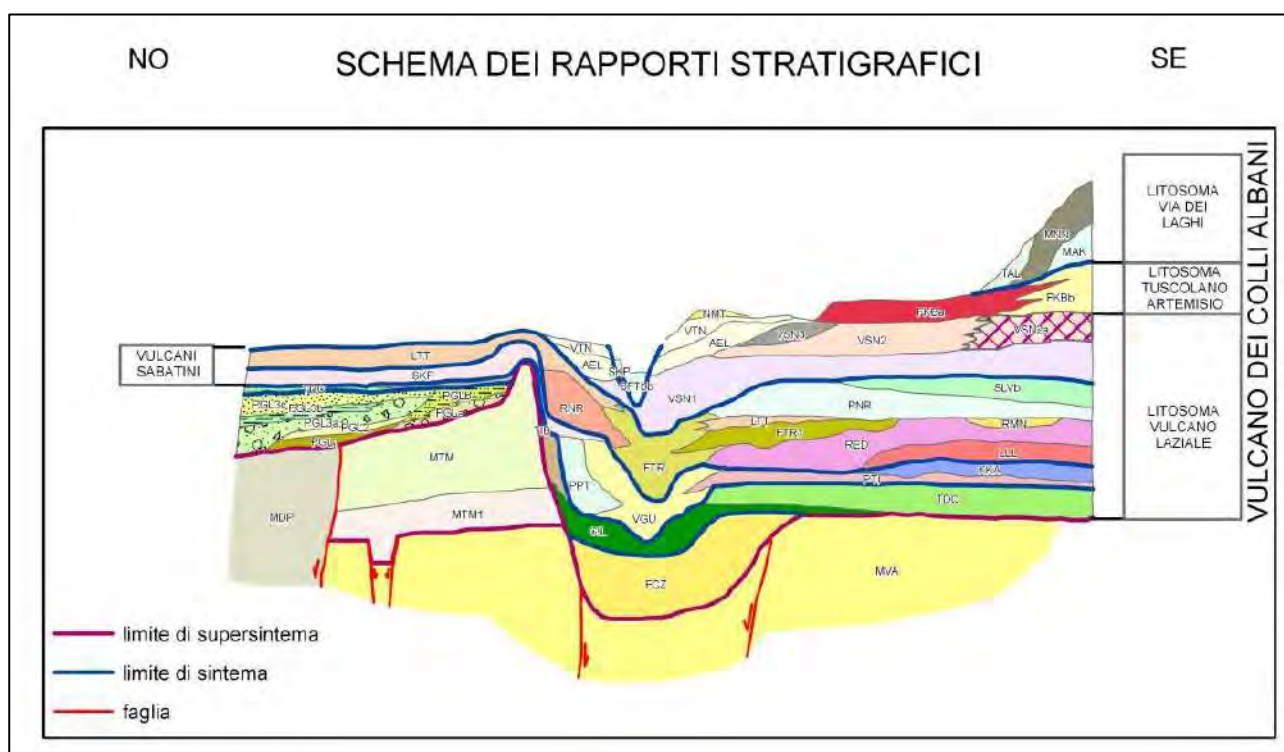


Figura 3. Schema dei rapporti stratigrafici delle unità post-orogeniche quaternarie affioranti nell'area di studio (non in scala) (Funicello & Giordano 2008).

L'assetto geologico descritto viene rappresentato nell'Elaborato A254 PDS G002 0 - Carta Geologica.

3.1.1 Unità ubiquitarie

3.1.1.1 Deposito antropico (h)

Depositi eterogenei dovuti all'ammassamento e allo spostamento dei materiali per rilevati stradali, ferroviari, terrapieni, colmate. Spessore fino a 30 m. **Nell'area del centro storico della città**, ed in molte aree urbanizzate, questi depositi costituiscono una coltre pressoché continua di spessore medio 10 m. Tuttavia per le finalità di questa carta si è ritenuto opportuno non nascondere le unità geologiche sottostanti, riducendo la segnalazione dei riporti a quelle aree dove siano disposti i maggiori spessori o dove le morfologie siano determinate dal loro ammassamento. In questa unità sono state indicate anche tutte le aree di ritombamento delle cave storiche di argille di Monte Vaticano lungo il versante destro della valle del Tevere (Valle Aurelia, Via Gregorio VII, Via delle Fornaci). Si rimanda al Cap. V ed a studi di dettaglio per la definizione degli spessori e delle caratteristiche di questi depositi (Olocene).

3.1.2 Sintema Fiume Tevere

3.1.2.1 Deposito alluvionale (SFTba)

Depositi siltoso-sabbiosi e siltoso-argillosi delle piane alluvionali. Nella piana **alluvionale del Fiume Tevere e del Fiume Aniene l'unità è nota da dati di sondaggio** ed è prevalentemente costituita da depositi fini siltoso-argillosi alternati a livelli sabbiosi e a livelli di torbe a diversa profondità. Alla base sono frequenti livelli ghiaiosi e sabbiosi. Spessore fino a 60 m (Olocene) (Figura 4).

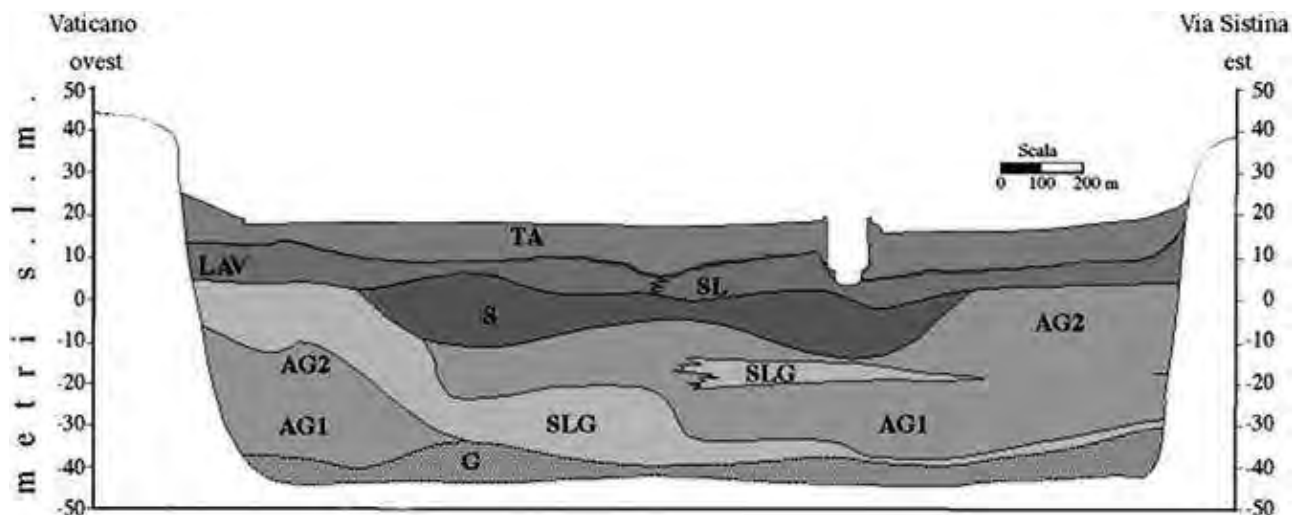


Figura 4. Ricostruzione della stratigrafia generale dei depositi alluvionali della valle del Tevere da stratigrafie di sondaggio. Nell'orizzonte di conglomerati alla base è presente una falda mineralizzata in pressione. Legenda delle sigle: G - Ghiaie; AG1 - argille limose; AG2 - limi argillosi grigiastri; SLG - sabbie limose grigiastre; S - sabbie grigiastre; LAV - argille limose verdastre; SL - limi sabbiosi grigio-verdastri; TA - terreni antropici; da Corazza et alii (1999).

3.1.3 Sintema del Torrino

3.1.3.1 Tufi stratificati varicolori di La Storta (LTT)

Si tratta di una successione complessa composta da livelli pomicei e scoriacei a cui si intercalano livelli cineritici pedogenizzati. Generalmente verso il basso della successione sono presenti due livelli di pomici di ricaduta. Il primo è costituito da pomici bianco-giallastre, fibrose con sanidino e pirosseno in scarsa matrice cineritica. Le pomici hanno una gradazione prima inversa e poi diretta e si presentano sub-arrotondate/sub-sferiche o appiattite. Il secondo livello è costituito da pomici grigio-verdi, micro-vescicolate con vescicole tonde, porfiriche a leucite analcimizzata, pirosseni e sanidino in scarsa matrice cineritica e contiene rari litici lavici. Nel quadrante nord-ovest, al tetto di questa formazione sono presenti una serie di paleosuoli a granulometria sabbioso-limosa di colore dal marrone al grigiastro. La formazione decresce rapidamente di spessore verso sud, ma continua a costituire la porzione superiore della sequenza stratigrafica fino alla zona di Ponte Galeria, nel centro di Roma e lungo la via Tiburtina. I massimi spessori sono stati misurati in corrispondenza dei tagli operati lungo la linea ferroviaria Roma-Viterbo, dove è stato misurato il massimo

spessore di 10 m. Questa formazione (Tufi Stratificati Varicolori di La Storta di Mattias & Ventriglia, 1970) rappresenta la messa in posto di unità di ricaduta da centri posti nel Distretto Vulcanico Sabatino a cavallo di un periodo di tempo **"lungo"** testimoniato dalla presenza di paleosuoli, troncature e materiali rimaneggiati intercalati ai depositi primari. Datazioni $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ di un livello di ricaduta attribuito a questa formazione **indicano un'età di messa in posto di 416 ± 6 ka** (Karner et alii, 2001) (Pleistocene medio p.p.).

3.1.4 Sintema Villa Glori

3.1.4.1 Tufi stratificati varicolori di Sacrofano (SKF)

I Tufi stratificati varicolori di Sacrofano (Mattias & Ventriglia, 1970) affiorano **estesamente in quasi tutto l'areale del Foglio, eccetto il quadrante sudorientale**, e sono ben visibili lungo le trincee della parte settentrionale del G.R.A. e lungo le vie consolari che escono da Roma verso nord e verso est tra la Via Aurelia e la Via Tiburtina. La successione è composta da una alternanza di depositi piroclastici lapilloso-cineritici in strati contenenti scorie e litici lavici di dimensioni centimetriche da ricaduta, intercalati a livelli vulcanoclastici rimaneggiati, orizzonti pedogenizzati e depositi limno-palustri. Alcuni depositi da ricaduta **presenti all'interno della successione costituiscono, per le caratteristiche di messa in posto, degli orizzonti guida per l'identificazione dell'unità e delle sue porzioni inferiore, intermedia e superiore**. Questi depositi sono in genere costituiti da bancate continue che mantellano la topografia sottostante, ma possono sovente presentarsi sfilacciati in funzione del grado di pedogenizzazione al tetto. Nella porzione inferiore i livelli *reperè* sono due bancate stratiformi a granulometria lapillosa, composte da scorie grigie porfiriche a leucite analcimizzata (con diametro massimo attorno a 2-3 cm), e subordinatamente **litici lavici ed olocristallini a leucite e clinopirosseno passanti verso l'alto a paleosuoli rossastri**. Nella parte intermedia sono presenti due, più raramente tre, bancate separate da paleosuoli, costituite da pomice centimetriche, ben classate, di forma angolare, di colore bianco-giallastro, porfiriche a sanidino e clinopirosseno (Fig. 16). Gli spessori delle singole bancate sono da decimetrici a

pluri-decimetrici. Questi depositi a pomici sono noti in letteratura come Granturchi Aucct. Nella parte superiore della successione il livello *reper* è rappresentato da una bancata, spesso **fino a 1 m, costituita dall'alternanza di livelli centimetrici di scorie grigie a granulometria lapillosa e a granulometria cineritica**. Tutti i depositi da ricaduta descritti si assottigliano da nord a sud e sono interpretabili come relativi ad eruzioni **da centri situati nell'area del vulcano Sabatino**. La presenza a varie altezze stratigrafiche di paleosuoli e di depositi intercalati rimaneggiati, di orizzonti ossidati, nonché di frequenti troncature, illustra che questa formazione si è deposta durante un lungo intervallo di tempo. Spessori fino a 14 m. La datazione di uno dei livelli di pomici di ricaduta ha fornito un'età di 488 ± 2 ka (Karner & Renne, 1998; Karner et alii, 2001) (Pleistocene medio p.p.) (Figura 5).

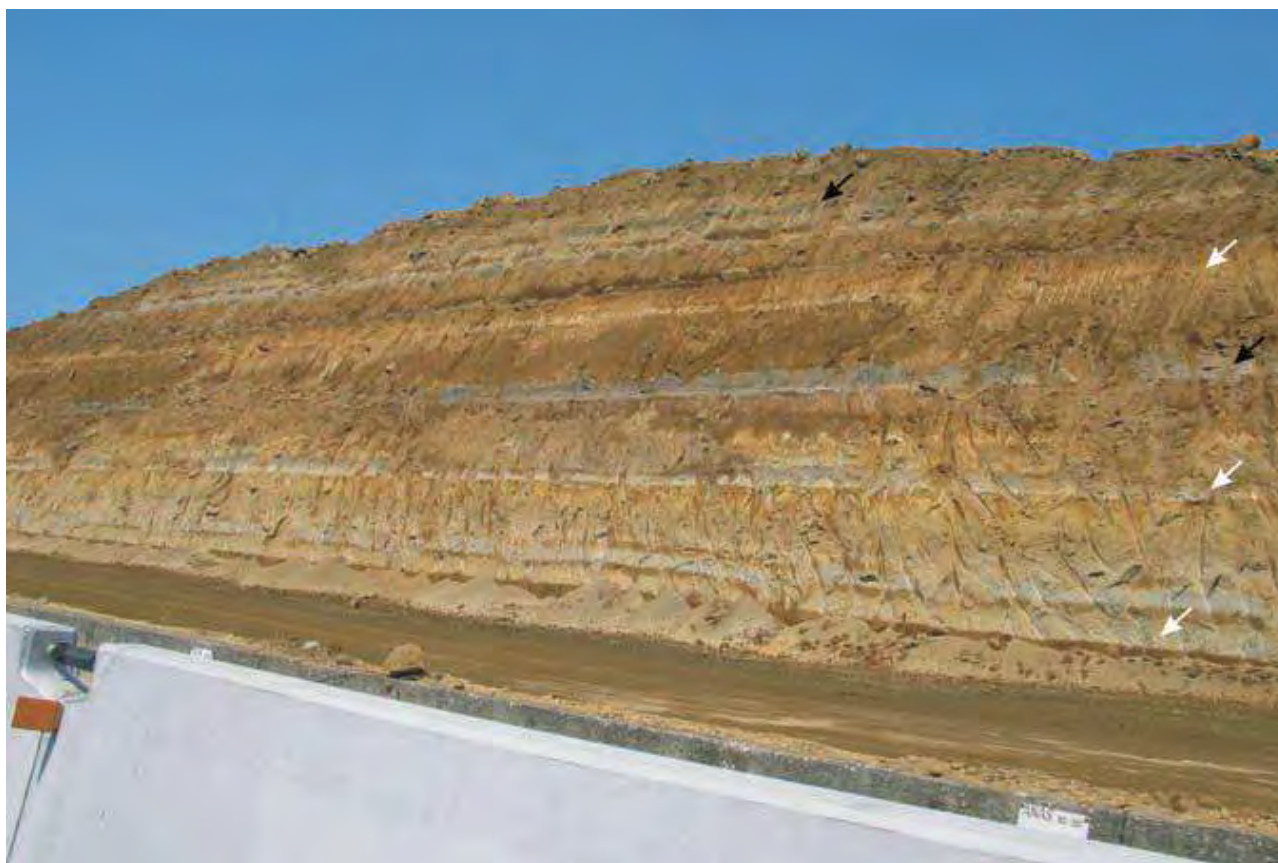


Figura 5. I livelli di pomici di ricaduta noti come "Granturchi" (freccie bianche) e di scorie (freccie nere) intercalati nella porzione media dei Tufi Stratificati Varicolori di Sacrofano presso Selva Candida (lavori di costruzione terza corsia del GRA, zona Cassia) (Note Illustrative Carta Geologica d'Italia, foglio 374 "Roma").

3.1.5 Sintema Flaminia

3.1.5.1 Unità Tor de' Cenci (TDC)

Nell'area del Foglio 374 "Roma", l'unità di Tor de' Cenci è il deposito piroclastico più antico che presenti una buona continuità e cartografabilità alla scala del rilevamento. Esso si presenta come un deposito grigio-giallastro cineritico. Lo scheletro è composto da litici lavici e scorie di diametro < 3 cm e cristalli di leucite analcimizzata, clinopirosseno e biotite (<=1% vol). Alla base, sopra un paleosuolo, è presente un deposito ben classato e massivo di scorie da ricaduta di diametro millimetrico, per uno spessore medio complessivo di 10 cm. Al di sopra del deposito di ricaduta basale si possono trovare due litofacies principali: la prima è caratterizzata da bancate di spessore da decimetrico a metrico, con aspetto massivo e caotico, con lapilli accrezionari fino a 3 cm in diametro dispersi nella matrice, litoide per zeolitizzazione, a frattura da concoide a scheggiosa (Fig. 12); la seconda litofacies è caratterizzata da sottili livelli cineritici stratificati, a stratificazione prevalentemente piano-parallela ma anche incrociata a basso angolo, con livelli a concentrazione di lapilli accrezionari. Queste due litofacies si trovano sia interstratificate che in transizione laterale. **Frequenti sono le impronte d'albero. La geometria del deposito è variabile in** funzione della paleotopografia; gli spessori massimi si realizzano nelle zone di paleovalle dove, nel settore meridionale del Foglio, lungo la paleovalle del Tevere (zona EUR-**Fosso dell'Acquacetosa**) e **lungo i fossi di destra della Valle dell'Aniene** possono raggiungere i 10-15 m. Nelle zone di paleoalto topografico invece, **l'unità si presenta con spessori costanti, in genere inferiori al metro** (quadrante nord-ovest del Foglio, nella zona compresa tra Ponte Galeria, Casalotti e Valle Aurelia). Il chimismo è K-foiditico (Palladino et alii, 2001). Il deposito è riferibile ad una eruzione freato-pliniana di grande volume con meccanismi di deposizione da colata piroclastica del vulcano dei Colli Albani (De Rita et alii, 2002). Il livello cineritico che si trova con spessori costanti anche nelle zone di paleoalto è interpretabile come deposito da ricaduta da nube **coignimbritica. L'unità è datata** con il metodo $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ a 561 ± 1 ka (Karner et alii, 2001) (Tufi Antichi e Tufi Pisolitici Auctt p.p.; I colata piroclastica del Tuscolano-Artemisio di De Rita et

alii, 1988; unità piroclastica di Tor de Cenci di ROSA, 1995; Tufo di Trigoria-Tor de Cenci di Palladino et alii, 2001; Tor de Cenci unit di De Rita et alii, 2002) (Pleistocene medio p.p.) (Figura 6).



Figura 6. Facies litoide dell'unità di Tor de' Cenci presso il quartiere Torrino (Note Illustrative Carta Geologica d'Italia, foglio 374 "Roma").

3.1.6 Sintema Magliana

3.1.6.1 Formazione di Ponte Galeria (PGL)

- Membro della Pisana - Litofacies sabbiosa (PGL_{3c})

Sabbie e sabbie limose, formate da granuli di quarzo e silice, locali *stone lines* composti da ciottoli silicei, con frequenti patine di ossidazione, rubefatte o grigiastre, caratterizzati anche da concrezioni calcaree bamboliformi. Questa litofacies comprende sia gli orizzonti sabbiosi relativi alle Sabbie e ghiaie a laminazione incrociata Auctt.p.p., sia, soprattutto, il pacco di sabbie che chiude al tetto la formazione di Ponte Galeria, corrispondente alle Sabbie salmonate Auctt. Gli spessori sono compresi tra 10 m, nella zona di Casalotti, e 4-5 m, nell'area compresa tra La Giustiniana e Palmarola. La superficie di base è posta

tra 45 e 52 m nella zona Magliana-Ponte Galeria e sale dolcemente verso NE. Al tetto è sempre presente un suolo piuttosto sviluppato, con strutture prismatiche, cutans stone line ed aggregati carboniosi nerastri di ossidi **ferrosi**. L'ambiente di sedimentazione va da spiaggia, a duna, a retroduna e piana braided (Pleistocene medio p.p.) (Figura 7, Figura 8).

- Membro della Pisana - Litofacies argilloso-sabbiosa (PGL_{3b})

Alternanze irregolari di argille e argille sabbiose grigie, limi quarzosi da grigi a avana, più sabbiosi verso il tetto. I livelli più sabbiosi presentano laminazioni da piano-parallele ad incrociate. Ambiente da lagunare a litorale; abbondanti i resti di *Cerastoderma lamarkii*, *Ostrea edulis* e *Venerupis senescens*. Spessori di 5-7 m, con una superficie di base posta a circa 40 m s.l.m. (Argille a *Venerupis senescens* Auctt.) (Pleistocene medio p.p.) (Figura 7, Figura 8).



Figura 7. Sezione stratigrafica tipo della formazione di Ponte Galeria presso una cava lungo la Via Portuense all'altezza del GRA (Note Illustrative Carta Geologica d'Italia, foglio 374 "Roma").

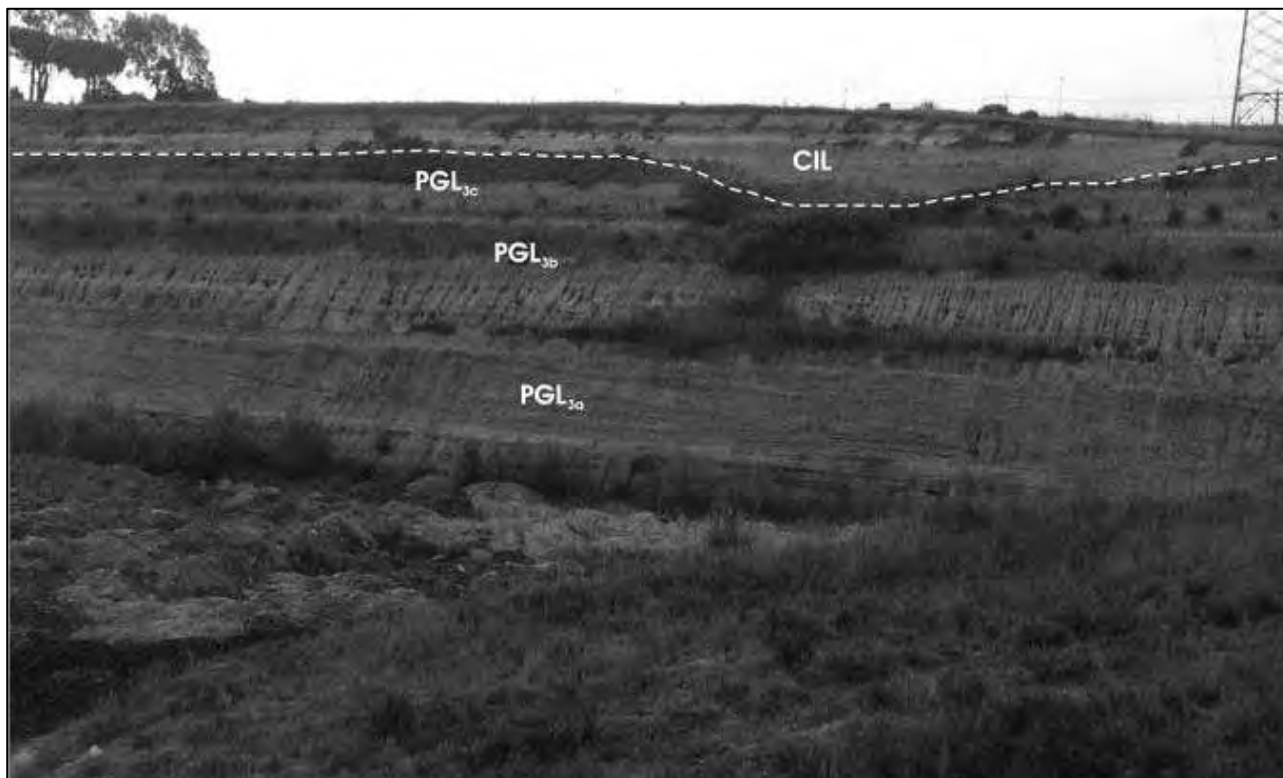


Figura 8. Superficie di base del sistema Flaminia caratterizzata da un paleosuolo al tetto dell'unità PGL e depositi della formazione di S. Cecilia (CIL) presso la tenuta omonima lungo Via della Pisana (Note Illustrative Carta Geologica d'Italia, foglio 374 "Roma").

- Unità di Monte Ciocchi - Litofacies conglomeratica (PGL_a)

I depositi continentali attribuibili alla formazione di Ponte Galeria a più alta quota che si rinvennero lungo le pendici di Monte Mario, affiorano con superficie di base posta tra i 60 m s.l.m. lungo la Valle Aurelia-Balduina ed i 50 m di Gianicolo-Monteverde. Sono costituiti da ghiaie a elementi calcarei e di selce attribuibili alla successione Sabina meso-cenozoica, eterometriche, a clasti appiattiti molto evoluti con embriciatura. L'ambiente è di spiaggia. Le ghiaie sono intercalate a livelli di sabbie quarzose grossolane, arrossate, a laminazione incrociata (Fig. 8). Spessore massimo 30 m, rilevato nella zona della Balduina. Dal punto di vista dell'attribuzione cronostratigrafica, non sono presenti marker utili alla datazione. Per tale motivo non è possibile determinare la correlazione laterale con i membri della formazione definiti nell'areale di Ponte Galeria. (Unità di Monte Ciocchi, Marra & Rosa, 1995) (Pleistocene medio p.p.?) (Figura 9).



Figura 9. Litofacies conglomeratica della formazione di Ponte Galeria (PGL_a) in Via Di Pietro vicino Via Gregorio VII, caratterizzata dall'alternanza di orizzonti conglomeratici di spiaggia e livelli sabbiosi grossolani arrossati (Note Illustrative Carta Geologica d'Italia, foglio 374 "Roma").

3.2 Inquadramento geologico locale

L'opera di progetto attraversa prevalentemente la formazione dei Tufi Stratificati Varicolori di La Storta (LTT) e la formazione dei Tufi Stratificati Varicolori di Sacrofano (SKF). Queste due formazioni sono composte in prevalenza da depositi piroclastici con presenza di scorie, pomici da ricaduta e livelli vulcanoclastici rimaneggiati. Dove il tracciato intercetta il reticolo fluviale secondario, invece, vengono incontrati i Depositi Alluvionali (SFT) caratterizzati generalmente da livelli siltoso-sabbiosi e siltoso-argillosi, le litofacies argilloso-sabbiose della Formazione di Ponte Galeria (PGL_{3b} e PGL_b) (Figura 10).

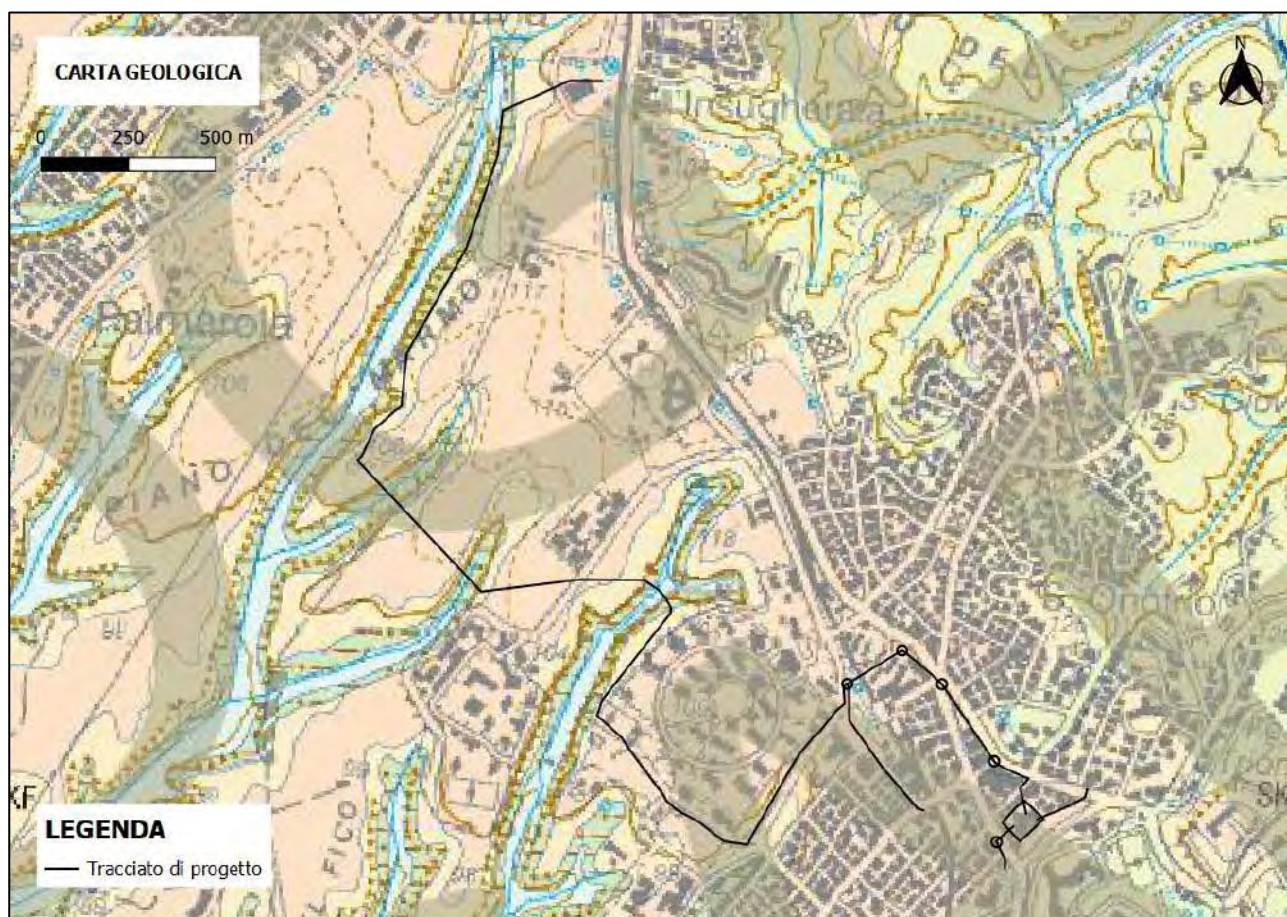




Figura 10. Stralcio della Carta Geologica d'Italia, Foglio 374 Roma. Il tracciato di progetto è evidenziato in nero.

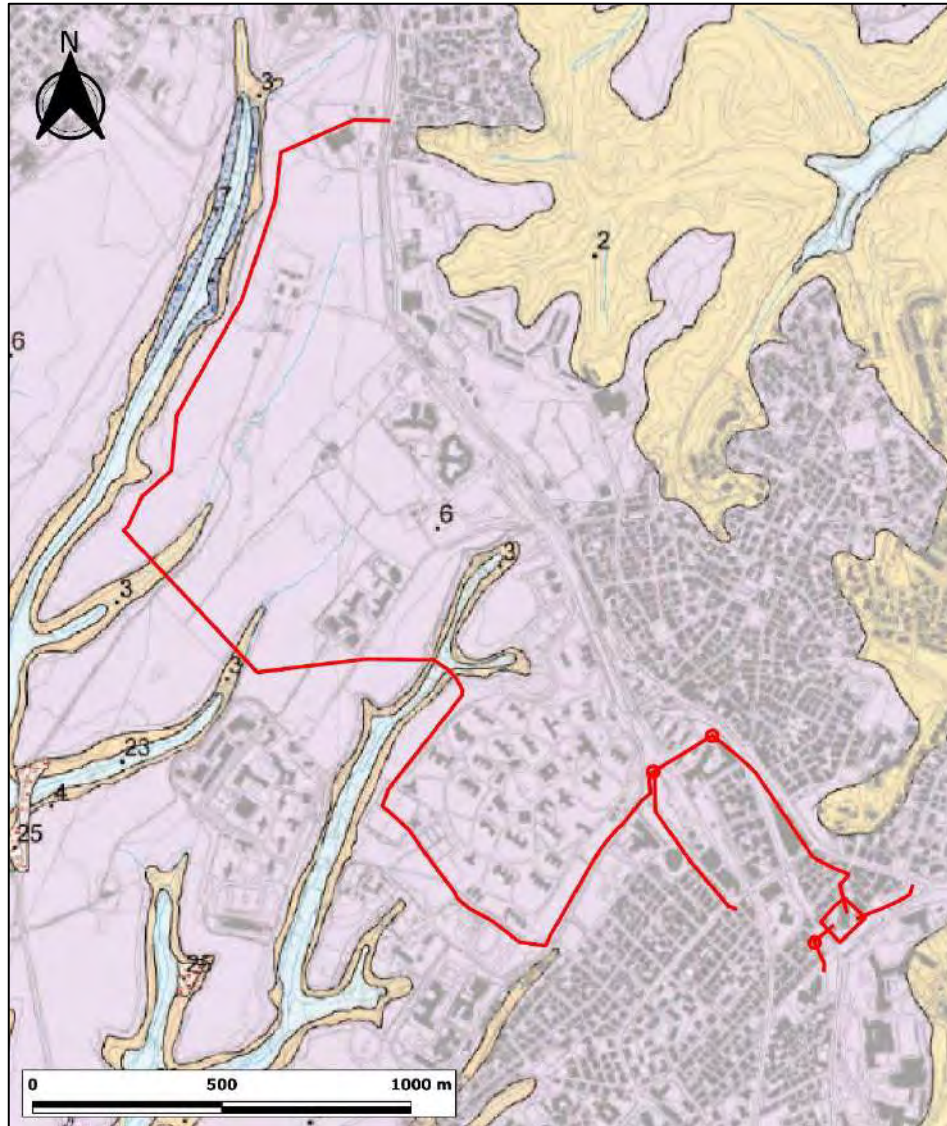
3.3 Conoscenze pregresse tratte dagli strumenti urbanistici della città di Roma

La consultazione del Nuovo Piano Regolatore Generale (P.R.G.) della città di Roma ha permesso di evidenziare diverse conoscenze pregresse legate agli aspetti geologico-litostratigrafici, geomorfologici ed inerenti alla pericolosità e vulnerabilità geologica, che caratterizzano le aree interessate dalle opere di progetto.

In particolare, sono stati consultati i seguenti elaborati inseriti nel nuovo P.R.G. della città di Roma:

- Elab. G9.A: Relazione Geologica Generale;
- Elab. G9.1.05: Carta Geolitologica del territorio comunale (scala 1: 20.000) (Figura 11);
- Elab. G9.2.05: Carta Geomorfologica del territorio comunale (scala 1: 20.000) (Figura 12);
- Elab. G9.3.05: Carta Idrogeologica del territorio comunale (scala 1: 20.000) (Figura 13);
- Elab. G9.5.05: Carta della Pericolosità e Vulnerabilità geologica del territorio comunale (scala 1: 20.000) (Figura 14).

Tali conoscenze pregresse risultano perfettamente concordi con le conoscenze di carattere geologico, litostratigrafico e geomorfologico, acquisite tramite misurazioni e/o indagini dirette ed indirette, le quali sono poste alla base dello studio geologico eseguito.



Unità litostratigrafica	Descrizione	Alt. (m)
25	Terreno di riporto Materiale eterogeneo, in prevalente matrice sabbioso-argillosa, poco adensato ma consistente, elementa compressibilità. Discariche di scavi, riordinamenti di case, argini fluviali, trincerati ed altri rinvasi (Dalla Aniene), culture di bonifica.	
23	Depositi alluvionali recenti ed attuali Alternanza di strati di terreno argilloso, limo-sabbioso e sabbioso con intercalati feni di argilla torbosa. I materiali torbosi sono prevalenti nelle valli in sponda orografica del Tevere. Alla base è presente un livello di ghiaia, eterogenea, poligonica in matrice sabbiosa. I terreni alluvionali si presentano poco o per nulla consolidati, saturi d'acqua, con proprietà geotecniche scadenti dovuta alla scarsa coesione e/o adensamento ed all'elevata compressibilità.	
4	Complesso dei depositi proclivari del Distretto Sabotino Depositi proclivari presenti prevalentemente nel settore occidentale formati dall'alto verso il basso dai seguenti litotipi: 5) Colata lenticolare torbosa, di colore grigio, compatta; 6) Proclivati stratificati di colore da marrone a giallo a grigio, costituiti in prevalenza da ciottoli e ciottoli con intercalati livelli ricchi in pomice bianco giallastro; presenza di livelli argillificati e clastomiosi (Tut stratificati sottotipi di La Storta); 7) Colata pendicosa ghiaie-arenacciose, a matrice sabbiosa, compatta, con grosse scorie nere vesiculose pomice laterali ad una facies micromerica grigio-olivastra (Tut rosso a scorie nere); 8) Proclivati stratificati di colore dal giallo al grigio, prevalentemente omogenei, incrociati, con livelli di pomice giallastro e, depositi limo-sabbiosi clastomiosi e vulcanici argillificati (Tut stratificati varicolori di Sacrofano).	416 ± 6 433 486 ± 2
4	Complesso delle Valanzoni del distretto Sabotino e Albano Proclivati di ricchezza costituiti da alternanze di livelli eterotipi, pomice o scorie in parte ritracciate e pedoglossati, provenienti dal distretto vulcanico Sabotino a cui si sono appoggiate e intercalate con colate procliviche provenienti dal distretto vulcanico Albano e, in minima parte, da quello Sabotino. Principali litotipi presenti: colata proclivica, massiva caratterizzata da pomice gialle disperse in una matrice clastica (con lapilli (Tut pasolico), orizzonti lapilloso scorieo (più o meno intercalati), contenenti piccoli feni torbosi (feni granulari); deposito massivo e liscio, costituito da scorie grigie o nere disperse in una matrice clastica ricca in bruciosillati di calcio, presenza, tardiva (Pepertio della Via Flaminia), ghiaiee massiva, prevalentemente liscio, costituita da pomice continentali ricche in liscio, in una matrice orientato-pomice con cristalli di sanidino, leucite e perovskite.	514 ± 3 533 ± 5 548 ± 4 550 561 ± 1
5	Formazione di Ponte Galeria Sequenza di depositi fluvo-deltaici e lacustri (palazzi formati dal basone verso l'alto dai seguenti litotipi: ghiaie e ghiaie con sabbie, talvolta a laminazione incrociata, sabbie, argille grigio-azzurre consistenti, con livelli di materiale organico nerastro o sciolto a frammenti di gusci di gastropodi dulcicoli (argille e Anfiboliti); ghiaie, sabbie ghiaiose e sabbie ghiaie, localmente embonate a testate, a toppe lisciate, con lenti di sabbie avverse, argille e argille limose grigio-azzurre con livelli di colore verde chiaro, con abbondante launa a molluschi tra cui <i>Levinschia senecorum</i> (Argille e Interargille); sabbie giallastre e arena talvolta arenosa, a stratificazione incrociata, alternate di sabbie e feni ad elementi vulcanici e clastomiosi con frammenti di gastropodi dulcicoli, in lenti un livello decrescente di sabbie eterotipiche.	
2	Complesso dei depositi sabbiosi Sabbie ghiaie pressate verso l'alto a sabbie ghiaie con intercalazioni di arenarie in livelli eterotipi, di modesto spessore, di natura biclastica in strati, di spessore compreso tra 1 e 2 metri. Nella sequenza sono presenti anche argille e argille sabbiose grigio-verdastre con rari livelli sabbiosi (Formazione di Monte Mario). Il letto della serie, nelle zone di Monte Mario, Gianicolo e Monteverde, è presente una sequenza di terreni frangibili formati da sabbie quarzose fini, con livelli di ghiaia molto evolute eterotipiche ed eterogenee, la serie si chiude con feni sabbiosi bruciosati ed uno strato di sabbie quarzose opalescenti (litata di Monte Giochi).	

Figura 11. Stralcio della Carta Geolitologica del territorio comunale, estratta dal Nuovo P.R.G. della città di Roma. Il tracciato di progetto è indicato in rosso.

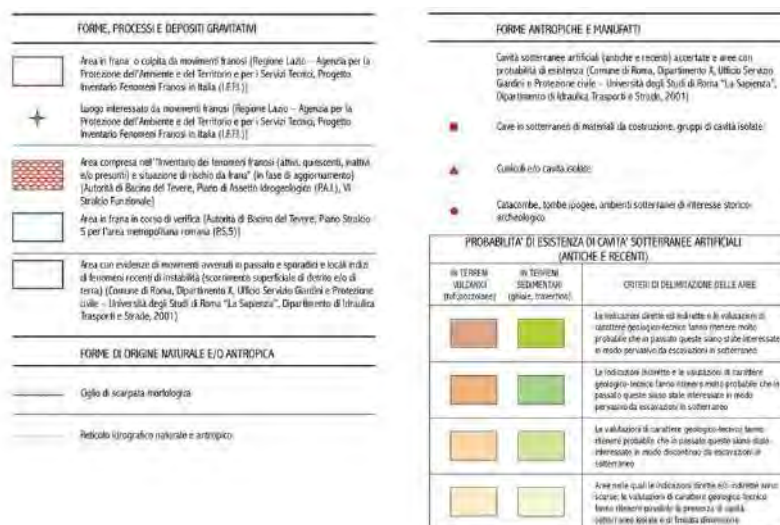
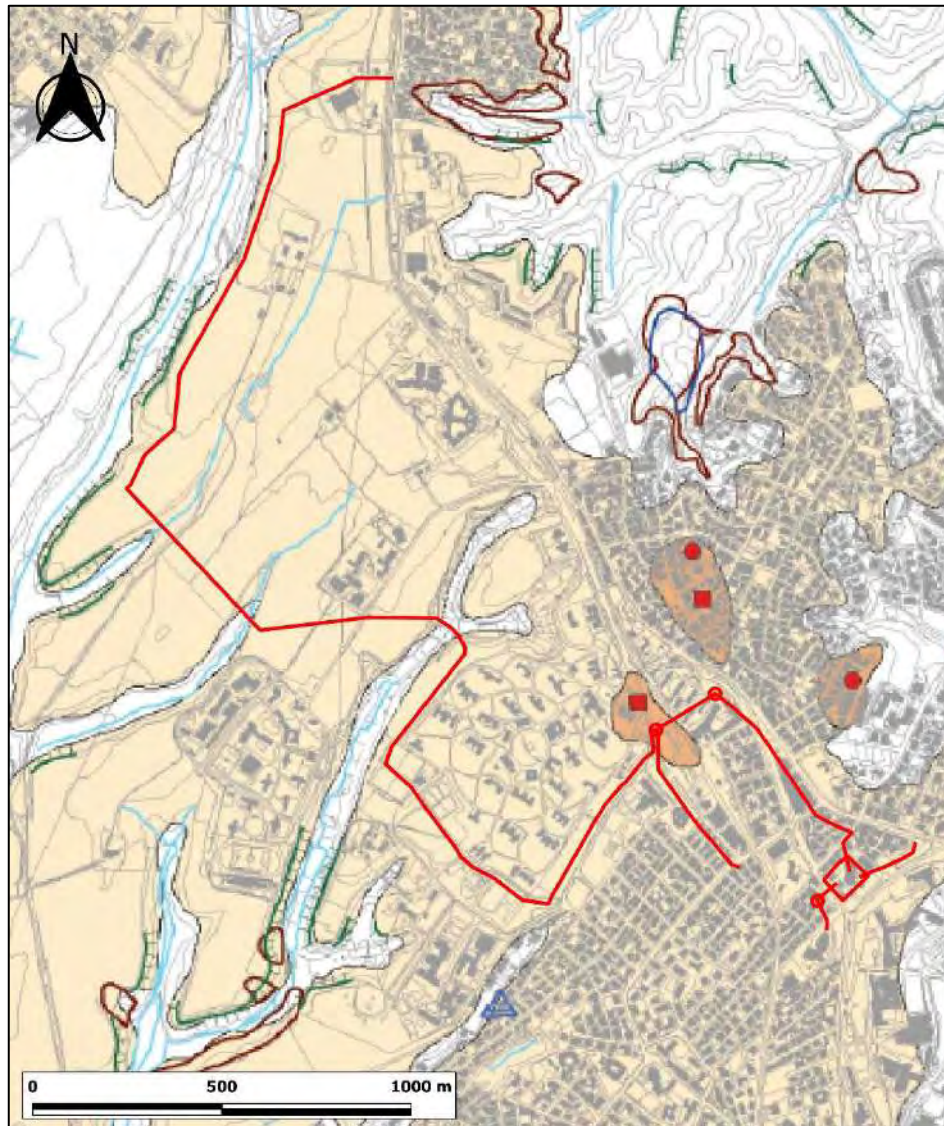


Figura 12. Stralcio della Carta Geomorfologica del territorio comunale, estratta dal Nuovo P.R.G. della città di Roma. Il tracciato di progetto è indicato in rosso.

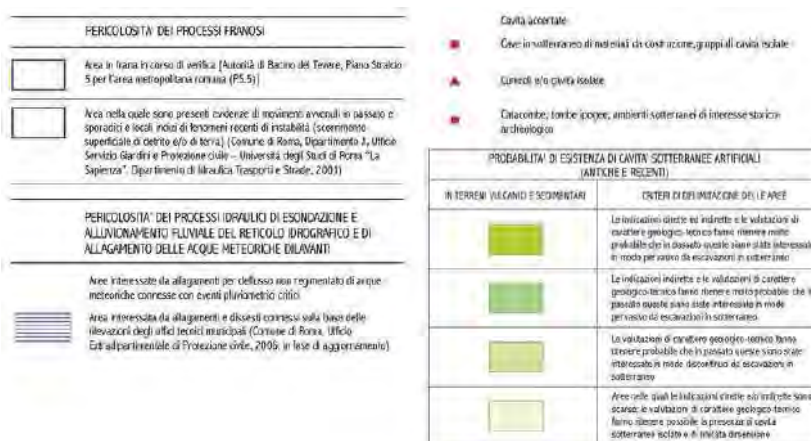
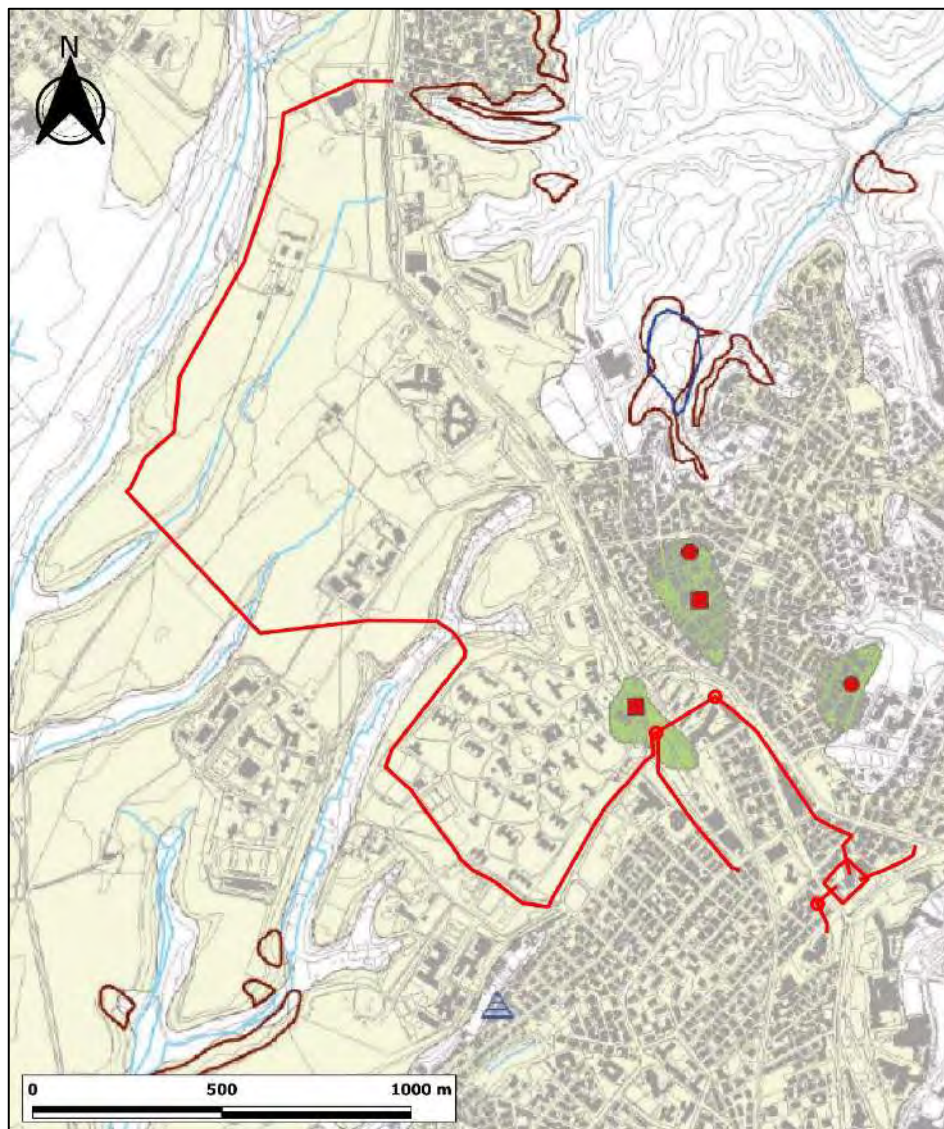


Figura 14. Stralcio della Carta della pericolosità e vulnerabilità geologica del territorio comunale, estratta dal Nuovo P.R.G. della città di Roma. Il tracciato di progetto è indicato in rosso.

4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

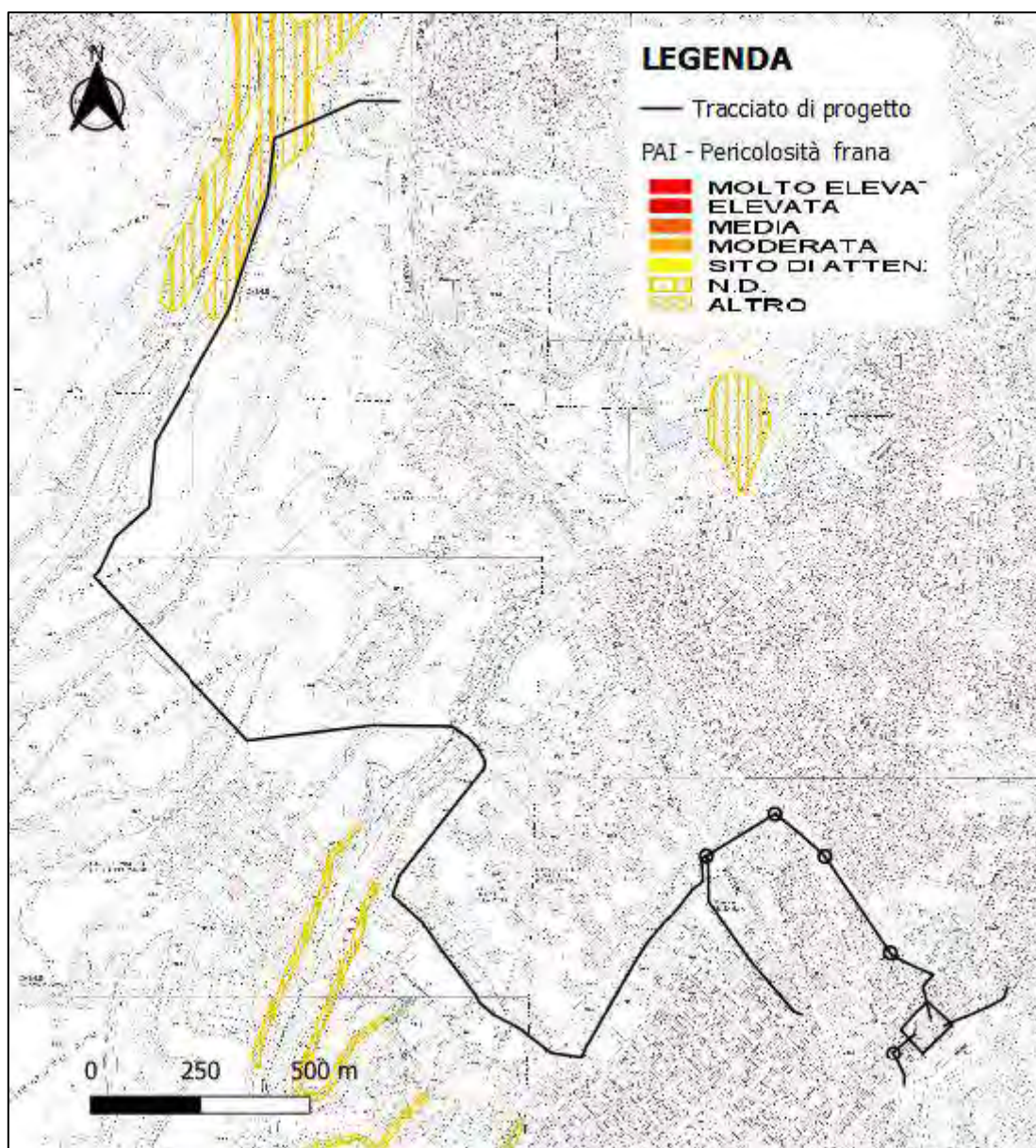
La morfologia del territorio comunale di Roma è stata influenzata in maniera **diretta sia dalle vicissitudini geologiche del Pleistocene che dai corsi d'acqua**, primo tra tutti il Fiume Tevere, che con **l'incessante attività erosiva, di trasporto e deposito**, hanno modellato i rilievi e agito sulle valli e sulle pianure, modificandole continuamente. Le caratteristiche morfologiche del territorio comunale di Roma sono, nel loro insieme, abbastanza uniformi. **Nell'area romana** è presente in maniera pressoché continua una copertura di terreni di origine vulcanica sulla quale si è impostato un sistema idrografico molto ben sviluppato. **Il Tevere ed il suo principale affluente, l'Aniene, costituiscono i principali assi di drenaggio della circolazione idrica sia superficiale che sotterranea.** Il Tevere ha una lunghezza complessiva di circa 403 km ed in esso confluiscono 42 affluenti principali. La superficie totale del bacino ammonta complessivamente a circa 17.156 km². **Sul territorio del bacino del Tevere si ha (dall'analisi degli Annali idrologici degli anni 1921-1990) una piovosità media di circa 1.044 mm. La portata media del Tevere all'interno di Roma è pari a circa 232,49 mc/s con portate minime di 53 mc/s e massime di circa 3.300 mc/s (piena del 2 dicembre 1900).** La variabilità delle portate del Tevere è tale da poterlo assimilare ad un **corso d'acqua a regime torrentizio.**

La consultazione del Progetto Sinkholes, sviluppato dall'ISPRA, ha permesso di **osservare come l'area in esame non sia ubicata in vicinanza di aree soggette a fenomeni di sinkhole.**

La consultazione del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico, Inventario dei fenomeni franosi e situazioni a rischio di frana – Autorità di Bacino del Fiume Tevere – Tavola 34, mostra come il tracciato di progetto non sia interessato dalla presenza di **eventi di instabilità di versante, ad eccezione di un'area a franosità diffusa quiescente localizzata a W-SW del C.I. Ottavia.**

Sono in ogni caso evidenziati degli orli di scarpata localizzati in corrispondenza di **Valle Fontana, prossima all'ex Ospedale Santa Maria della Pietà (Figura 15).**

Le perimetrazioni del PAI non trovano riscontro nella cartografia edita dal progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), la quale mostra come l'area in esame sia stabile dal punto di vista geomorfologico, non essendo al suo interno censite aree a rischio frana.



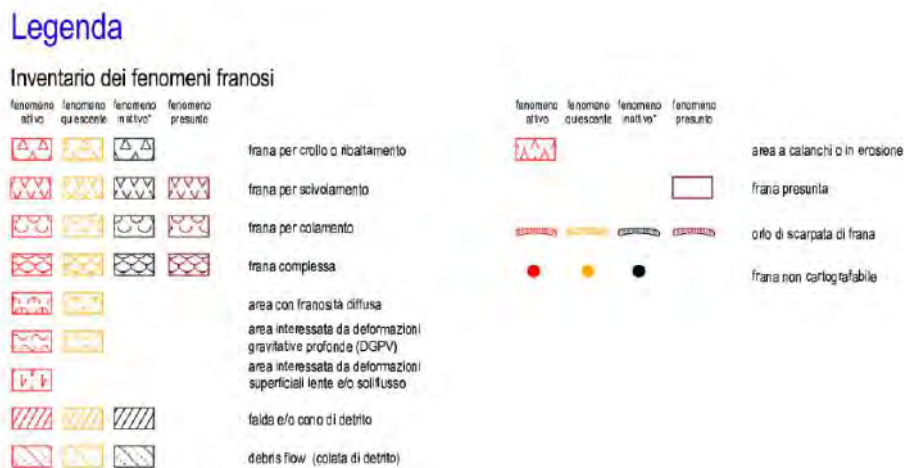


Figura 15a. Stralcio PAI dell’Autorità di Bacino del Fiume Tevere - *Inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana*. Tracciato di progetto evidenziata in nero.

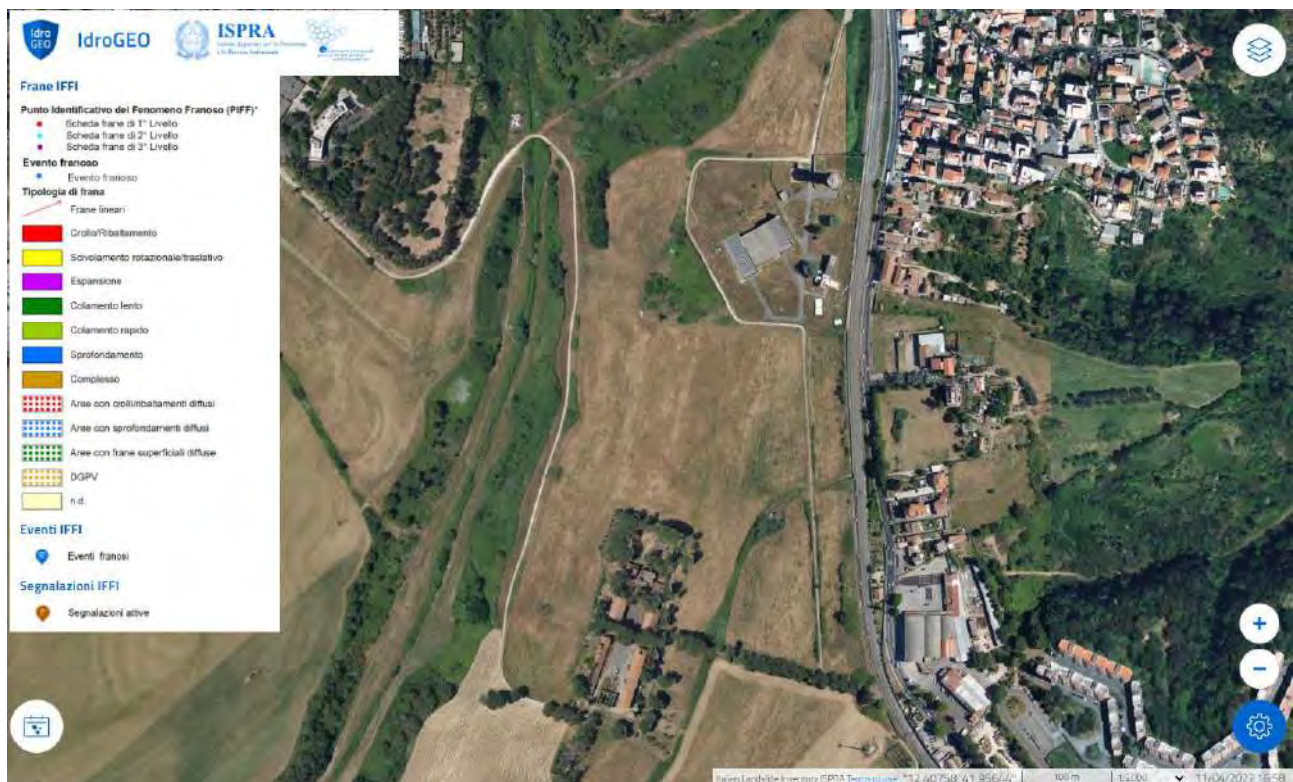


Fig. 15b - Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI)

L’area oggetto della perimetrazione PAI, presso la quale è stato eseguito un accurato rilevamento geomorfologico, presenta, per il primo tratto di posa della condotta, una pendenza compresa tra il 5 ed il 15% e successivamente, laddove l’asse della condotta è parallelo al Fosso di Marmo Nuovo, un andamento sub-pianeggiante.

Come osservato sul campo e testimoniato dal report fotografico di seguito riportato, l'area si presenta assolutamente stabile sotto il profilo geomorfologico e non presenta alcuna evidenza di forme o processi gravitativi quiescenti o potenziali.

La fenomenologia riportata dal PAI, che peraltro non trova alcun riscontro nella cartografia IFFI (vedi Figura 15.b), è ragionevolmente riconducibile a processi di soliflusso della coltre vegetale che tuttavia non trovano evidenza presso le aree oggetto di intervento.

Il Fosso di Marmo Nuovo è delimitato da cigli di scarpata ben vegetati, anch'essi risultati dalle osservazioni condotte in campagna assolutamente stabili.

Rispetto a tali cigli la condotta di progetto, che verrà posata con scavo a sezione obbligata, si mantiene ad una distanza minima compresa tra 6 ed 8m



Planimetria fotografie eseguite e relativo cono di vista.

FOTO C



Tratteggiato in rosso il tracciato di progetto.

FOTO A



FOTO B



Tratteggiato in rosso il tracciato di progetto

FOTO D



Tratteggiato in rosso il tracciato di progetto

FOTO E



Tratteggiato in rosso il tracciato di progetto

FOTO F



Tratteggiato in rosso il tracciato di progetto

FOTO G



Tratteggiato in rosso il tracciato di progetto

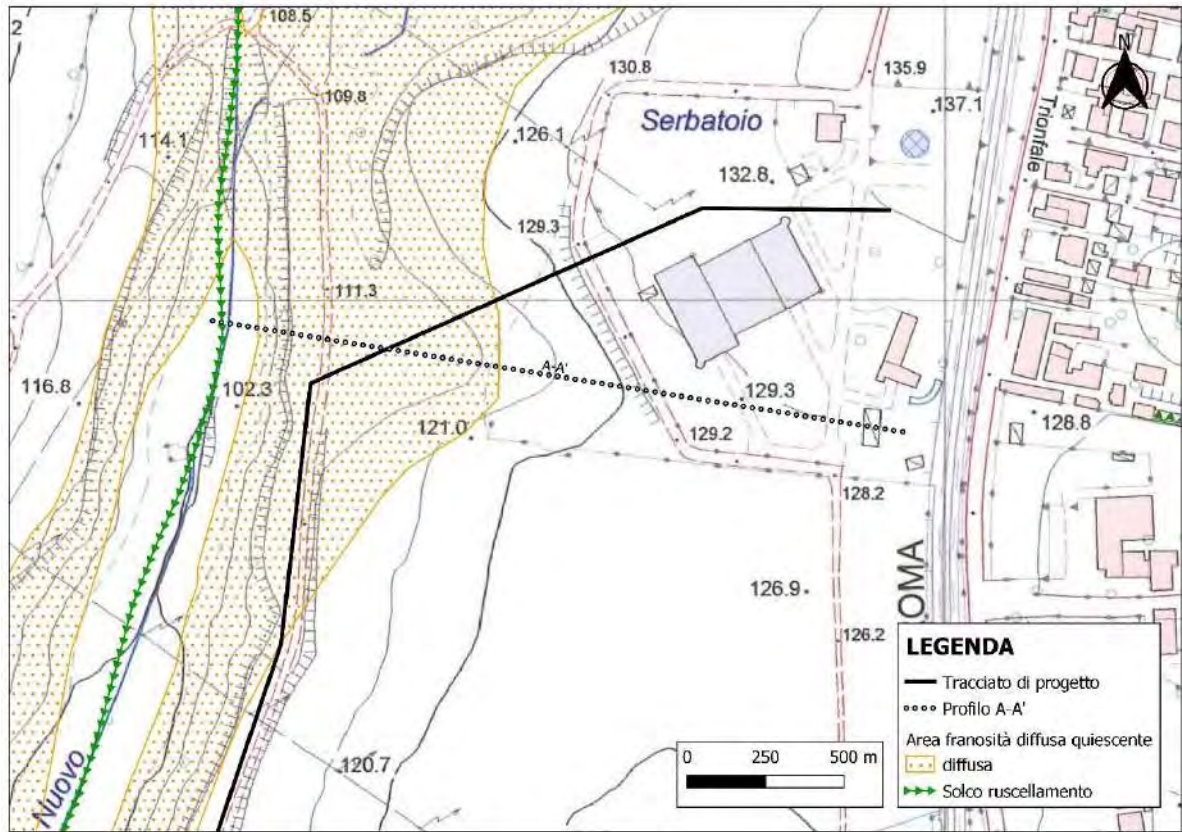
FOTO H



FOTO I



Nelle figure seguenti è riportato, sia in planimetria sia in sezione, il profilo geologico schematico costruito lungo la massima pendenza. Come si evince dal profilo, l'opera di progetto risulta essere inclusa nei depositi dei Tufi stratificati varicolori di Sacrofano al di sopra del livello di falda idrica misurato nei piezometri realizzati.



- Deposito alluvionale (SFTba)**
 Depositi silicoso-sabbiosi e silicoso-argillosi delle pianure alluvionali. Nella
 piana alluvionale del fiume Tevere e del Fiume Aniene l'unità è
 litologicamente nota da dati di sondaggio ed è prevalentemente
 costituita da depositi fini silicoso-argillosi alternati a livelli sabbiosi e a
 livelli di torbe a diversa profondità. Alla base sono frequenti livelli
 ghiaiosi e sabbiosi, che possono ospitare una falda in pressione.
 Spessore fino a 60 m. OLOCENE
- Tufi stratificati varicolori di La Storta (LTT)**
 Successione costituita da alternanze di pirroclasti primarie
 cineritico-lapillarie di scorie grigie e pomice da ricaduta e livelli
 vulcanoclastici rimaneggiati, con orizzonti pedogenetici. Spessori fino
 a 10 m. La provenienza dei depositi è dal Distretto Vulcanico Sabatino.
 L'età radiometrica di uno dei livelli di pomice da ricaduta è stimata
 41654 ka. PLEISTOCENE MEDIO p.p.
- Tufi stratificati varicolori di Sacrofano (SKF)**
 Successione di depositi piroclastici lapillari e cineritici in strati
 contenenti scorie e fango lavici di dimensioni centimetriche da ricaduta,
 intercalati a livelli vulcanoclastici rimaneggiati, orizzonti pedogenetici
 e depositi limo-paludosi. Nella parte inferiore della successione i
 livelli ghiaiosi sono costituiti da pomice di ricaduta bianco-giallastre a
 sabbioso e limopressensio in tre banche con anelli di sfioramento
 differenziati. La provenienza prevalente dei depositi di questa
 successione è dai vulcani sabatini. Spessori fino a 14 m. L'età
 radiometrica di uno dei livelli di pomice da ricaduta è stimata 68824 ka.
 PLEISTOCENE MEDIO p.p.
- Formazione di Ponte Galeria (PGL)**
 Membro della Pisana (PGL3)
 PLEISTOCENE MEDIO p.p. - INFERIORE p.p.
 - Ulofales argilloso-sabbiosa (PGL3b).** Alternanze irregolari di argille
 grigie e fango sabbiosi, più sabbiose verso il tetto, con abbondanti resti
 di Caradoceras lamarkii, Ostrea edulis e Venusis senesens.
 Ambiente da lagunare a litorale. Spessore 5 m (Argille a Venusis
 senesens? Auctt.)
 - PLEISTOCENE INFERIORE**
Ulofales argilloso-sabbiosa (PGL3a). Depositi argillosi con Venusis
 senesens e sabbie grossolane orotate a stratificazione incrociata di
 ambiente eolico e sabbie-limose ossidate. Spessore massimo 24 m.
 nella zona di via Gregorio VII.

La cartografia tematica relativa al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Fasce e rischio idraulico sul reticolo secondario e minore - elaborato dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, contenente le perimetrazioni adottate con Decreto Segretariale n. 32 del giugno 2015, evidenzia che il tracciato di progetto non ricade nelle fasce di esondazione del reticolo secondario del Fiume Tevere (Figura 16).

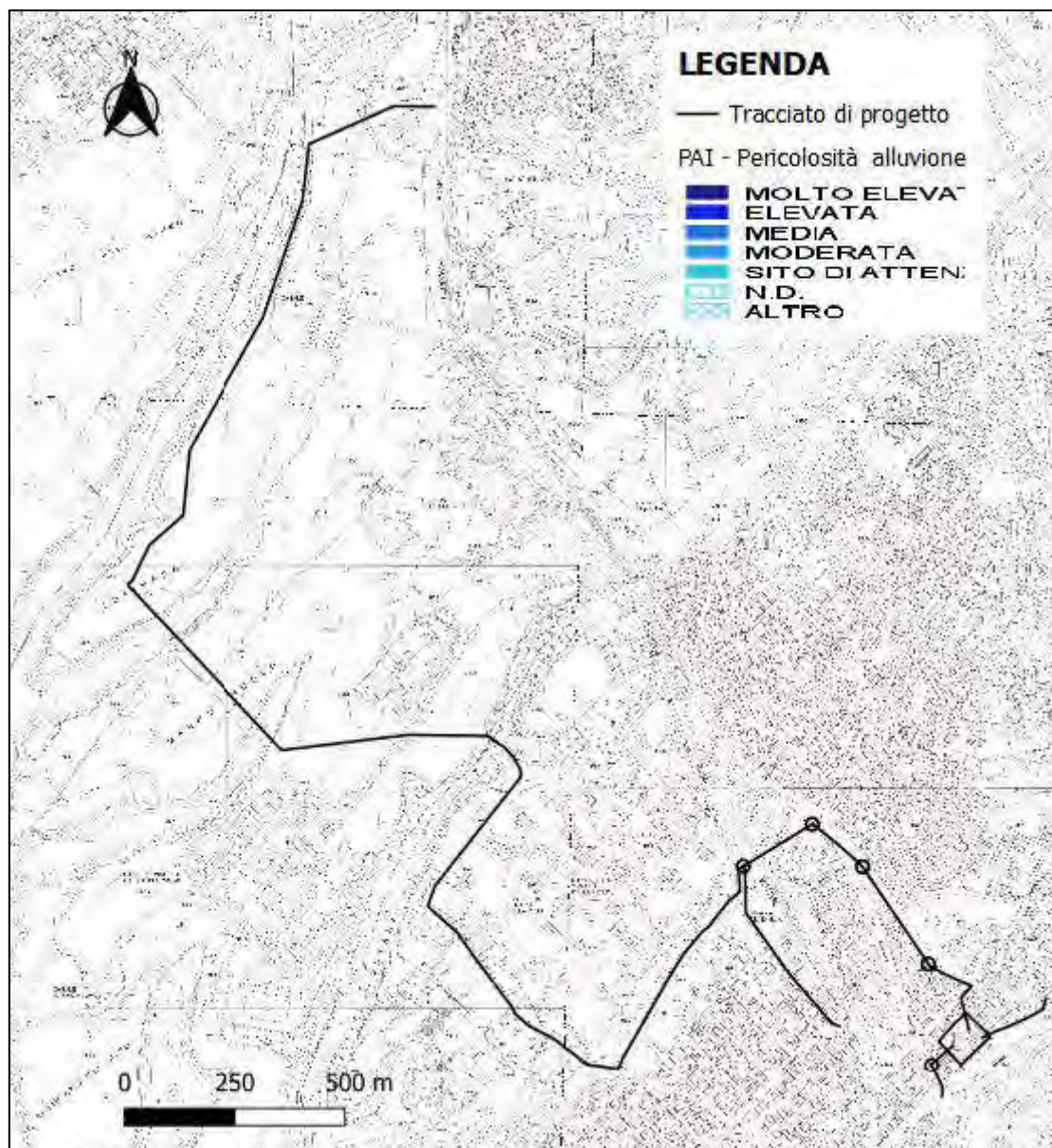


Figura 16. Stralcio PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere – Fasce e rischio idraulico sul reticolo secondario e minore. Tracciato di progetto evidenziata in nero.

4.1 Cavit  sotterranee di Roma

La consultazione della Carta delle Cavit  sotterranee di Roma (Nisio et al., 2017), ha permesso di osservare come il tracciato di progetto intercetti un’area caratterizzate da una densit  di cavit  pari a 5-25 punti/km², nei pressi dell’ex Ospedale Santa Maria della Piet , Via Sebastiano Vinci e di Via Trionfale (Figura 17).

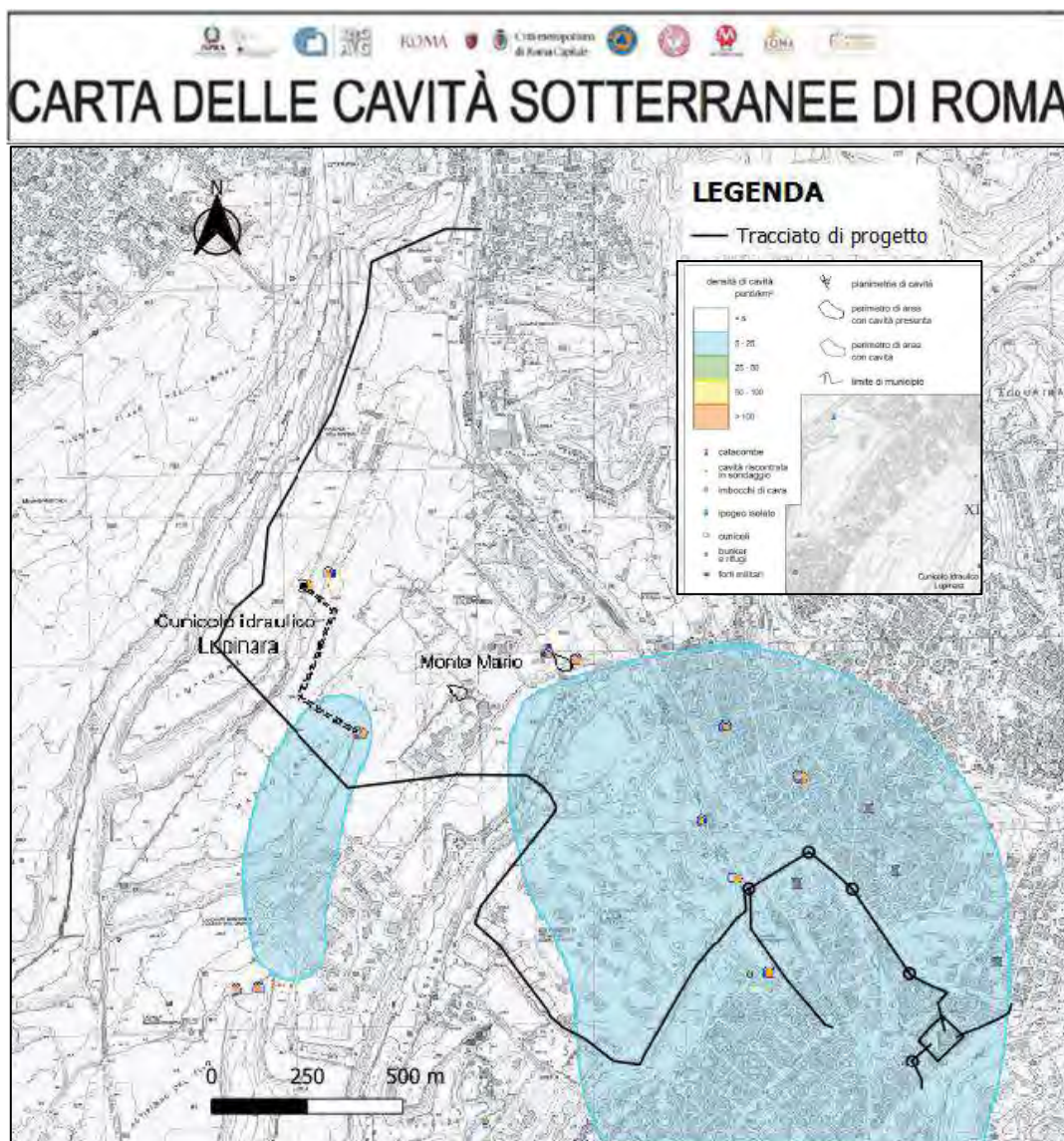


Figura 17. Stralcio della Carta delle cavit  sotterranee di Roma (Nisio et al., 2017). Il tracciato di progetto   evidenziato in nero.

In Figura 17 è riportato un elemento lineare caveale denominato "Canale Idraulico Lupinara", il quale è ubicato nelle vicinanze del tracciato di progetto, nella località Casal del Marmo. Dalla consultazione della scheda n. 85 de "I geositi del territorio di Roma Capitale" (SIGEA, 2014), degli Atti dei Convegni Lincei 218 (ECOSISTEMA ROMA, 2004) e della Rivista di Topografia Antica XIV (Atti del IV Congresso di Topografia Antica, Insediamenti e strutture rurali nell'Italia Romana - Parte III, 2004), tale canale idraulico di origine etrusca viene dettagliatamente descritto, evidenziando geometrie e profondità dal piano campagna, come riportato nelle figure seguenti, non interessando in ogni caso il tracciato di progetto.

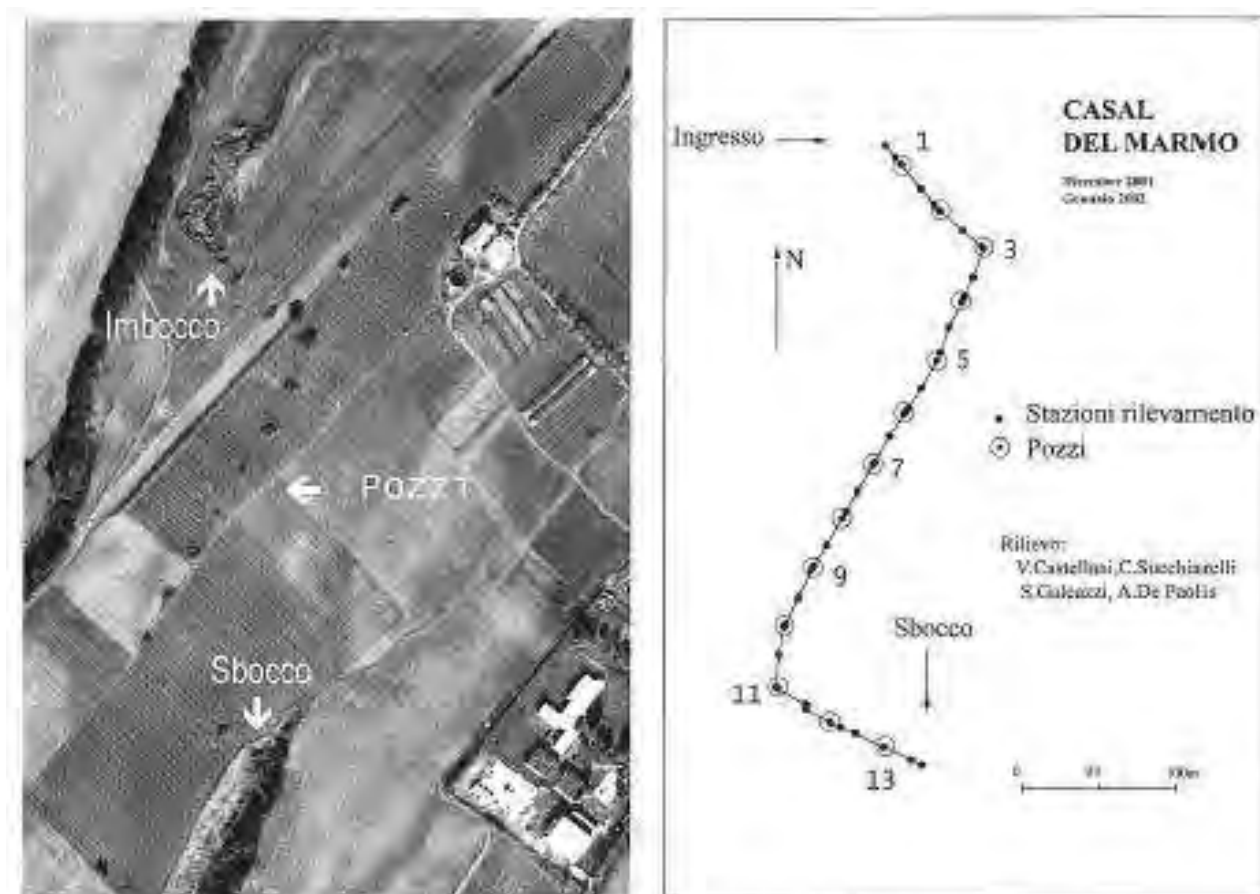


Fig. 3 - Foto aerea dell'area interessata dal condotto sotterraneo con indicate le principali evidenze.

Fig. 4 - Pianta del condotto sotterraneo con indicata la numerazione adottata per la serie di pozzi.

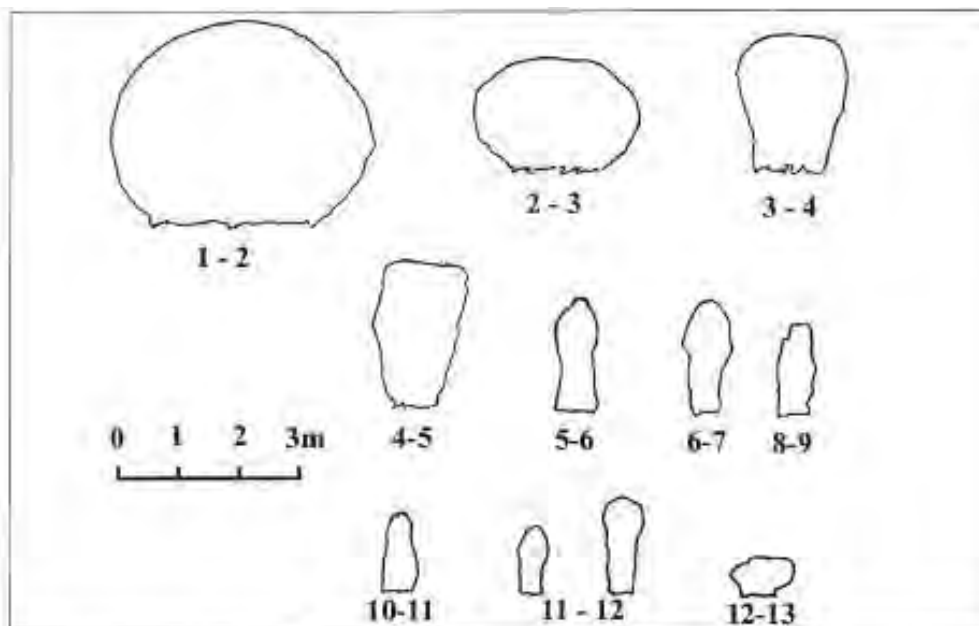


Fig. 5 - Tipiche sezioni del condotto sotterraneo nei tratti che collegano i pozzi i cui numeri sono riportati presso le varie sezioni.

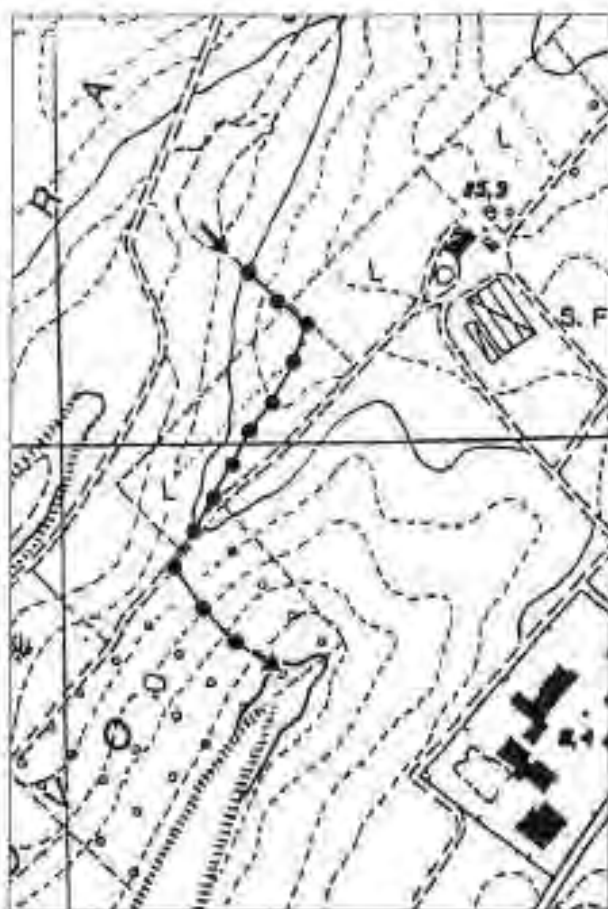
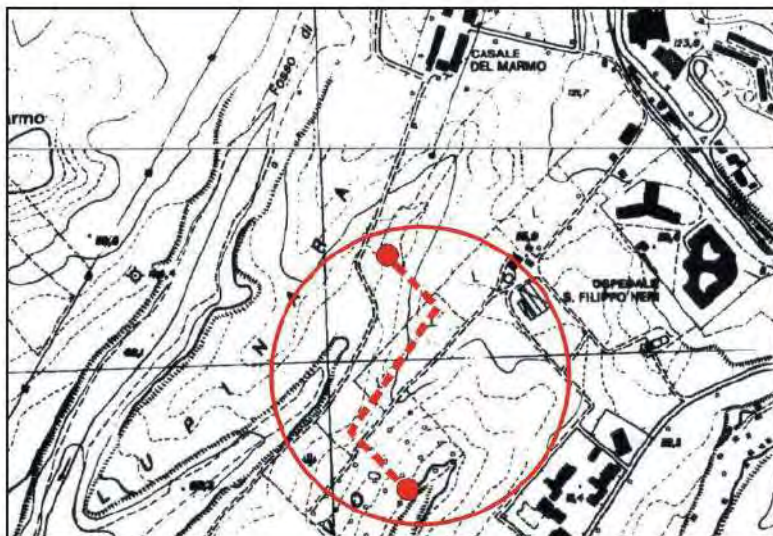


Fig. 8 - Lo sviluppo del condotto sotterraneo nel contesto della Cartografia Tecnica Regionale

Fig. 9 - Il condotto sotterraneo (linea continua) ed il canale collettore (linea a punti) nel quadro della topografia della zona interessata.

Scheda n. 85 >> Cunicolo idraulico di epoca etrusca a Casal del Marmo >> Geosito Urbano di Attenzione



Dati identificativi	
RILEVATORE	Claudio Succhiarelli, Vittorio Castellani (+)
ACQUISIZIONE DATI	Rilevamento geomorfologico
DATA SCHEDA	Maggio 2011
VIA/PIAZZA	Via Giuseppe Barellai
CTR 1:10.000	374050
COORDINATE GEOGRAFICHE	Long.: 0° 02' 40" W Lat.: Nord 41° 46' 50"
COORDINATE GAUSS-BOAGA	X: 2305130 Y: 4647250
QUOTA DI BASE	Ingresso (108 m s.l.m.) Uscita (100 m s.l.m.)

DESCRIZIONE AFFIORAMENTO NEL CONTESTO URBANO

Il *geosito* urbano fa riferimento ad una struttura caveale sotterranea situata all'interno di un'area dell'agro romano non urbanizzata denominata di Casal del Marmo, la quale si estende nel settore periurbano nord ovest della città di Roma, che, pur sottoposta a pressioni ambientali del limitrofo sistema antropico, mantiene ancora caratteristiche naturalistiche.

Il cunicolo idraulico, con buona probabilità, è da attribuire ad epoca etrusca non posteriore al V secolo a. C. ed è stato scoperto nel settembre 2001 durante i rilievi territoriali condotti nell'ambito di un progetto di riqualificazione e risanamento ambientale per la realizzazione di un parco agricolo (SUCCHIARELLI, 2002; CASTELLANI, SUC-

CHIARELLI, 2001, 2003, 2004, 2006). L'accesso è localizzato lungo il corso d'acqua di un fosso secondario; successivamente il cunicolo sotterraneo attraversa l'altopiano piroclastico dell'area, mettendo idraulicamente in comunicazione i tratti vallivi iniziali di due fossi che hanno tra di loro un andamento parallelo

L'intero cunicolo esplorato (foto a, b) presenta una lunghezza di circa 517 metri e un'altezza variabile da 2 a 3 metri ed è regolarmente intervallato da 13 pozzi di scavo e di ispezione, 11 ancora in comunicazione con la superiore superficie di campagna (foto c) e due oblitterati da sedimenti, ma liberi in corrispondenza della base del cunicolo. Lo sviluppo ed il piano dell'opera è evidentemente di drenaggio, finalizzato ad impedire al deflusso idrico naturale di interessare una porzione di valle per trasferirlo in un altro fosso limitrofo.

Per quanto riguarda, invece, l'area limitrofa all'ex Ospedale Santa Maria della Pietà, essa presenta una bassa densità di cavità censite (5-25 punti/km²), le quali peraltro sono perlopiù riferibili a cunicoli o bunker non legati all'antica pratica dell'estrazione delle pozzolane. Infatti, tale pratica ha interessato maggiormente la porzione E-SE del territorio comunale, favorita da una maggior presenza di orizzonti coltivabili riferibili alle unità piroclastiche del Distretto Vulcanico dei Colli Albani (eg. Tufo Lionato), come si evince dalla "Carta delle cavità sotterranee" (Ventriglia, 2002) e dalla "Carta delle cavità sotterranee di Roma" (Nisio et al., 2017).

5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Le caratteristiche idrogeologiche del territorio romano sono molto variabili in rapporto alla variabilità delle caratteristiche litologiche o giaciture dei terreni presenti. La serie argillosa marina delle *Unità di Monte Vaticano* e di quella di *Monte Mario*, con la sua permeabilità praticamente nulla, rappresenta la base di **ogni circolazione idrica sotterranea in tutta l'area. Al di sopra di tale substrato impermeabile** poggiano le serie sedimentarie pre-vulcaniche con orizzonti più o meno sabbiosi permeabili alternati ad argille e quindi le serie vulcaniche dei **Sabatini e dell'apparato dei Colli Albani, che mostrano successioni di livelli molto permeabili con livelli francamente impermeabili.** Il sedimentario post-vulcanico è da considerarsi molto poco permeabile, mentre le alluvioni, presentano intercalazioni lenticolari di orizzonti grossolani permeabili confinati entro limi ed argille.

Le frequenti variazioni di permeabilità, sia in senso orizzontale che in senso verticale, rendono la situazione idrogeologica del territorio romano abbastanza complessa per la presenza di numerose circolazioni idriche sotterranee, spesso in contatto idraulico tra loro. Quasi ovunque si hanno più circolazioni idriche sovrapposte a vari livelli, con quelle profonde che presentano spesso acque con modesta pressione. Le circolazioni superficiali hanno un andamento fortemente **influenzato dalla topografia e dalla morfologia superficiale.** L'andamento di quelle profonde è di difficile determinazione in quanto le rare perforazioni che le **raggiungono mostrano livelli statici "miscelati" con quelli delle falde superficiali.** Tutti i sistemi idrici sotterranei sono condizionati e controllati sia dalle argille di base, che spesso affiorano a quote elevate determinando emergenze sorgentizie sospese, che dal reticolo idrografico, che corre a quote assolute molto basse, e si raccorda con il gradiente generale delle circolazioni idriche, aventi in esso il ricettore principale, con sorgenti lineari a volte di grande importanza.

I corsi d'acqua principali rappresentano assi di drenaggio perenni nei confronti delle circolazioni idriche sotterranee, anche di quelle relativamente profonde. In tal modo gli acquiferi delle alluvioni sono alimentati, oltre che dalle piogge dirette, anche lateralmente da circolazioni idriche sotterranee contenute negli acquiferi confinanti.

La potente sequenza delle alluvioni del Tevere e dell'Aniene costituisce un acquifero multistrato che vede intercalati ai depositi prevalentemente limo-argillosi, di ridotta permeabilità, orizzonti sabbioso-ghiaiosi, più permeabili, che ospitano circolazioni idriche a volte in leggera pressione. Alla base della sequenza alluvionale è presente un orizzonte ghiaioso, pressoché continuo, con spessore variabile da qualche metro ad oltre dieci metri, sede di una importante circolazione idrica in pressione. Questo orizzonte poggia direttamente sulle **argille plioceniche, che in tutta l'area costituiscono** il substrato impermeabile, immergendosi verso sud con quote che in corrispondenza della foce del fiume raggiungono -70/-80 m s.l.m. La profondità della falda idrica più superficiale, **ospitata dall'acquifero alluvionale, è stata rilevata, nel corso delle** differenti campagne di indagini geognostiche eseguite tra gli anni 1989 e 2012, a profondità variabili tra i 6 ed i 10 m circa dal piano campagna. Si evidenzia in ogni caso che, in concomitanza con gli eventi di piena del Fiume Tevere, la superficie della falda idrica può risalire fino a quote prossime al piano campagna.

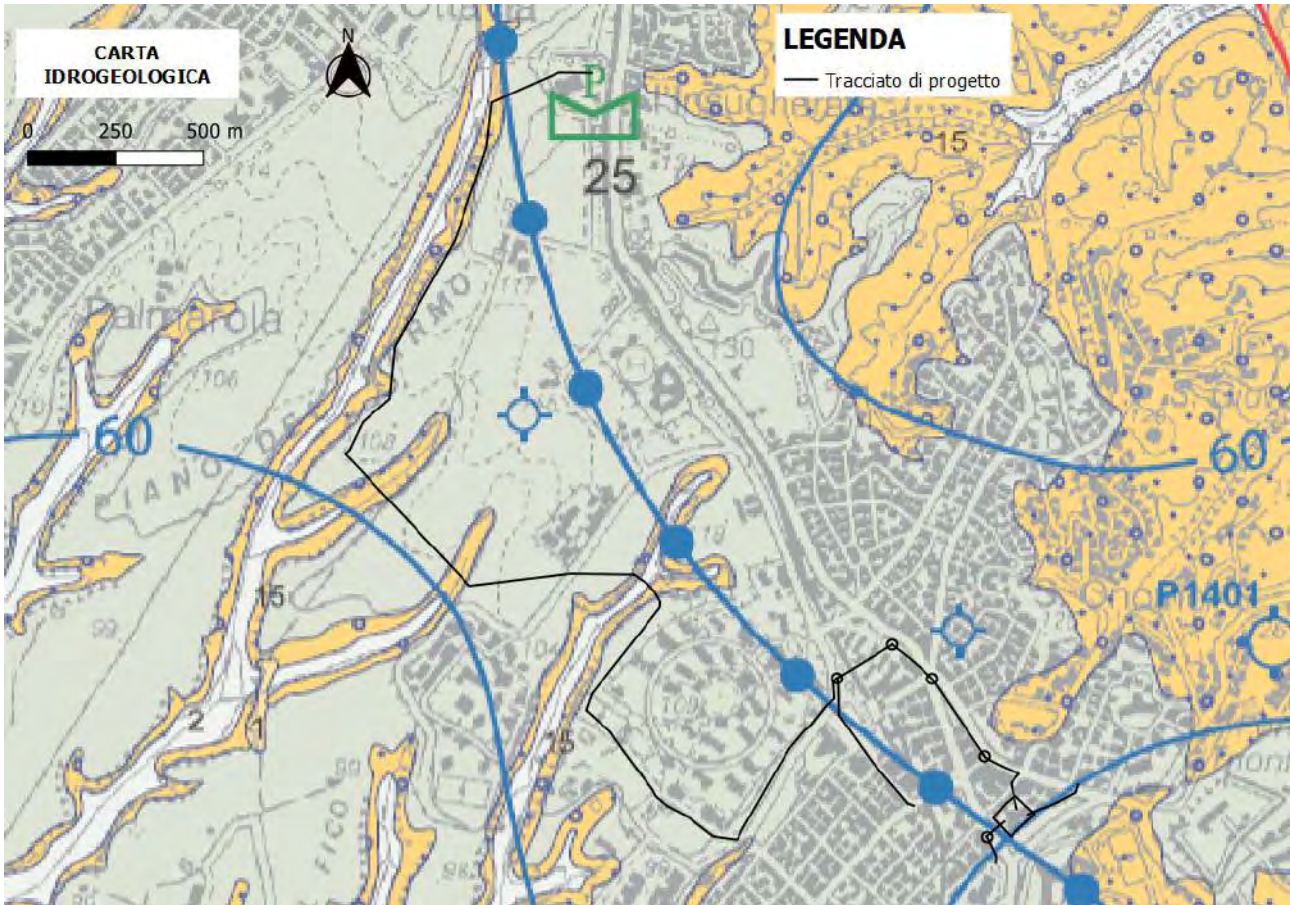
In base alla *Carta Idrogeologica del Territorio della Regione Lazio* (Foglio n. 3 scala 1:100.000, 2012), il tracciato di progetto è quasi esclusivamente interessato dalla presenza del Complesso dei Tufi Stratificati e delle Facies Freatomagmatiche, con potenzialità acquifera bassa.

Dalla consultazione della *Carta Idrogeologica di Roma* (scala 1:50.000), **nell'area** di progetto è presente quasi esclusivamente un solo complesso (*Complesso Vulcanico Sabatino*), caratterizzato da potenzialità acquifera bassa soprattutto nel centro urbano (Figura 18).

Tuttavia, il tracciato interseca ripetutamente il *Complesso delle sabbie grossolane di Monte Mario e Ponte Galeria*, il *Complesso delle Vulcaniti Albane* e il *Complesso delle alluvioni*. Questi due complessi presentano un grado di permeabilità variabile da medio a scarso.

Inoltre, come è possibile osservare dalla *Carta Idrogeologica di Roma* sopra riportata, **nell'area di studio la falda idrica** principale si trova ad una profondità

compresa tra i 60 ed i 40 m s.l.m., con quote piezometriche decrescenti verso SW (Figura 17).



COMPLESSI IDROGEOLOGICI - HYDROGEOLOGICAL COMPLEXES

Le sigle riportate all'interno della descrizione di ogni singolo complesso fanno riferimento alle sigle CARC nella Carta Geologica del Comune di Roma (Mem. Descr. Carta Geol. d'it. 90, 2008) e nei cartelli informativi del progetto.

Complesso dei depositi antropogenici

È costituito da depositi eterogenei dovuti all'ammassamento e allo spostamento di materiali per rilevati stradali, ferroviari, terrapieni e colmate (h) e di materiali di risulta delle cave (h₁) e delle opere di bonifica (h₂). Le caratteristiche granulometriche, la geometria e gli spessori possono essere molto variabili. Questi ultimi vanno da qualche metro a qualche decina di metri. Nonostante tali depositi affiorino nella maggior parte del territorio urbanizzato sono stati riportati in carta solo in quei settori dove gli spessori conosciuti sono notevoli. Il complesso può essere sede di una circolazione idrica che in generale non riveste interesse idrogeologico. Data la sua continuità e la sua posizione superficiale, ad essendo sede delle reti di sottosevizi, questa circolazione idrica riveste invece importanza nell'interferenza con le modificazioni urbane. Per quanto la permeabilità sia variabile tra i vari tipi di depositi, il grado di permeabilità relativa è stimato come medio (MP).

Anthropogenic deposit Complex

This complex consists of heterogeneous deposits due to accumulation and movement of materials for road and railway embankments and filled areas (h), quarry waste materials (h₁) and reclamation sediments (h₂). The granulometric characters, the geometry and the thickness can be highly variable, with thickness ranging from few metres to few tens of metres. Even though these deposits normally crop out in most of the urbanized territory, they have been reported on the map only where they show remarkable thickness. The complex can host a shallow and generally not hydrogeologically significant groundwater circulation. Given its continuity and shallow position, and since it hosts the location of underground networks, this groundwater circulation plays meanwhile an important role in the interference with the urban context. As the permeability is variable among different types of deposits constituting the complex, an intermediate degree (MP) of relative permeability is estimated.

Complesso delle alluvioni e dei depositi lacustri

Comprende i depositi lacustri in località Marco Simone (SFT₁), quelli alluvionali dei principali corsi d'acqua (SFT₂) e quelli alluvionali in evoluzione all'interno delle arginature artificiali del Fiume Tevere e del Fiume Aniene (SFT₃). Nell'insieme si tratta di depositi di riempimento, siliceo-sabbiosi con discreta componente pellica e livelli di torbe. Lo spessore di questi depositi raggiunge circa 60-65 m lungo gli assi depocentrali delle valli principali. Il complesso è in connessione con i corpi idrici superficiali che costituiscono il ricambio della circolazione principale del settore rappresentata. Alla base dei depositi alluvionali sono presenti, solo nel sottosuolo, livelli di ghiaie, più o meno potenti (Complesso delle ghiaie di base delle alluvioni fluviali, rappresentati solo nelle sezioni idrogeologiche), che possono raggiungere spessori di circa 10 m e sono stati raggiunti in sondaggio a profondità tra i 40 e i 50 m dal piano campagna. Il Complesso delle ghiaie di base delle alluvioni fluviali è sede di una circolazione idrica prevalentemente confinata nel settore centrale della città ed è ricaricato nel settore nord della città. I depositi alluvionali olocenici hanno continuità idraulica con il Complesso della formazione del Fosso della Crescenza. Questo concausa generano una buona produttività, favorita anche dalla risalita del livello in pressione nei pozzi che a volte supera i 50 m. Il grado di permeabilità relativa del complesso nel suo insieme è scarso (SP), mentre per il deposito ghiaioso basale è alto (AP).

Alluvial and lacustrine deposit Complex

This complex includes the lacustrine deposits of the "Marco Simone" area (SFT₁), the alluvial deposits of the main rivers and streams (SFT₂) and the alluvial deposits evolving within artificial embankments of Tiber and Aniene Rivers (SFT₃). It is overall characterized by silty-sandy filling deposits, with common pellic, clayey and peat levels. The thickness of these deposits reaches about 60-65 m along the axes of the main valleys. The complex is in hydraulic connection with the surface water bodies that constitute the final delivery destination of groundwater discharge. The degree of relative permeability of the Alluvial and lacustrine deposit complex is low (SP). A gravel layer is distinguished at the base of the alluvial valley (Alluvial basal gravel complex, represented only in the hydrogeological sections), with thickness of about 10 m. The deposit can be drilled at depths between 40 and 60 m below the ground surface. The Alluvial basal gravel complex hosts a groundwater circulation mainly confined in the central sector of the city and recharged in the northern sector of the city, where the Holocene alluvial deposits can be hydraulically connected with the gravels of the Crescenza Creek Form Complex. This basal confined aquifer presents a very good productivity favored by rising piezometric levels in deep wells, exceeding 50 m. The degree of relative permeability for this complex is high (AP).

Complesso delle sabbie dunari

Comprende i depositi eolici di duna e interduna (SFT₄) ed i depositi di spiaggia (SFT₅). È costituito da sabbie medio-grossolane e sabbie limose, limi talvolta diatomitici, con ghiaie alla base. Lo spessore può complessivamente raggiungere circa i 25 m. Affiora prevalentemente nella zona del delta del Tevere e nella fascia costiera con andamento parallelo alla costa, che nell'area rappresentata ha un'estensione fino a circa 6 km dalla battigia. Presenta morfologia terrazzata ed è sede di una circolazione idrica che si raccorda a quelle nei complessi limitrofi. Tale falda può essere interessata localmente da fenomeni di intrusione salina. La permeabilità dei depositi costituenti varia in funzione delle differenti caratteristiche granulometriche e di addensamento, che portano a stimare un grado di permeabilità relativa basso (BP).

Dune sand Complex

This complex includes the dune and interdune aeolian deposits (SFT₄) and beach deposits (SFT₅). It consists of medium-coarse sands and silty sands, sometimes diatomitic silts, with gravel at the base. The complex thickness is up to 25 m. It outcrops mainly in the Tiber delta area and in the emerged coastal belt, which has an extension of up to about 6 km from the shoreline in the sketched area. It presents terraced morphology and hosts groundwater circulation, hydraulically connected to those of the neighboring complexes. These aquifers can be locally affected by saline intrusion. The permeability varies as function of different particle size and thickening of the constituent deposits, leading to estimate a low degree of relative permeability (SP).



Figura 18. Stralchio della Carta Idrogeologica di Roma. In nero il tracciato di progetto.

6 CENNI DI SISMICITÀ E RIFERIMENTI ALLA VIGENTE NORMATIVA ANTISISMICA

La sismicità di Roma risulta nel complesso piuttosto modesta, almeno relativamente al contesto nazionale (Molin D. et alii, Sismicità di Roma in **Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia**, Vol. L - 1995). **Nell'ambito dei caratteri di sismicità dell'area si inquadrano:**

- eventi dovuti ad attività di origine locale (area romana compresa in un cerchio di circa 15 km di raggio);
- eventi dovuti ad attività sismica delle aree sismogenetiche prossime a Roma;
- **eventi dovuti ad attività sismica delle aree sismogenetiche dell'Appennino centrale.**

Terremoti di media intensità ma molto frequenti, fino all'VIII° MCS/MSK, avvengono nell'area degli apparati vulcanici del Lazio, Colli Albani e Monti Vulsini, ed in alcune aree del Frusinate e del Reatino; terremoti molto forti, fino al X-XI° della scala macrosismica MCS/MSK, ma relativamente poco frequenti, si hanno nelle conche di origine tettonica di Rieti, Sora e Cassino. Questo andamento a fasce dei terremoti trova riscontro nella distribuzione degli effetti sismici osservabili nei comuni del Lazio, con massimi danneggiamenti nei comuni montani del reatino e del frusinate e gradualmente minori spostandosi verso le aree costiere.

In base alla vigente Classificazione Sismica della Regione Lazio (Delibera di Giunta Regionale n.387 del 22/05/2009) il Municipio XIV (ex XIX) del Comune di Roma ricade in Zona 3, Sottozona A. Come evidenziato in Tabella 1, viene corrisposto **un valore dell'accelerazione** orizzontale di picco su suolo rigido compreso tra 0.10 e 0.15 g.

Tabella 1. Suddivisione delle sottozone sismiche in relazione all’accelerazione di picco su terreno rigido utilizzate per lo scenario di riclassificazione sismica della Regione Lazio.

ZONA SISMICA	SOTTOZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (a_g)
1		$0.25 \leq a_g < 0,278g$ (val. Max per il Lazio)
2	A	$0.20 \leq a_g < 0.25$
	B	$0.15 \leq a_g < 0.20$
3	A	$0.10 \leq a_g < 0.15$
	B	(val. min.) $0.062 \leq a_g < 0.10$

In Figura 19 è rappresentato lo stralcio della riclassificazione proposta per il solo territorio del Comune di Roma suddiviso nelle 20 Unità Amministrative Sismiche (UAS) dei Municipi di Roma.

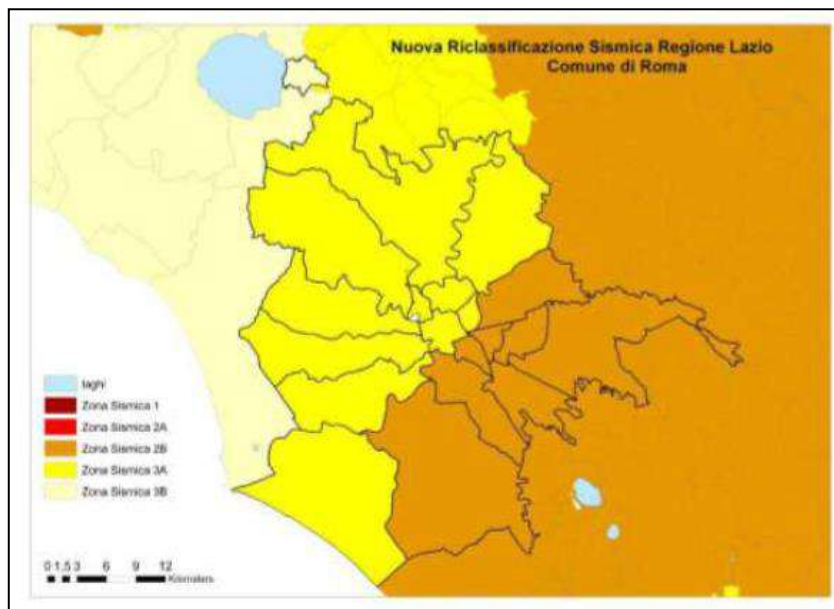


Figura 19. Riclassificazione sismica per il Comune di Roma suddiviso secondo le UAS del Comune di Roma.

Ai sensi del D.M. 17/01/2018 (“Nuove Norme tecniche per le Costruzioni”), 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.

La valutazione dell’azione sismica di progetto, secondo le NTC18, è da condurre attraverso specifiche analisi di Risposta Sismica Locale (RSL). In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà del terreno siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab 3.2.II delle NTC18 (Tabella 2), è

possibile fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s .

Tabella 2. Di seguito, è riportata la Tab 3.2.II delle NTC18, inerente le categorie di sottosuolo che permettono l'impiego dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
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>

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

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), definita dall'espressione (3.2.1 delle NTC18):

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad [3.2.1]$$

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

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tabella 3):

Tabella 3. Di seguito, è riportata la Tab 3.2.III delle NTC18, inerente le caratteristiche della superficie topografica.

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 $15^\circ \leq i < 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Per una valutazione locale degli effetti dovuti a risentimento tellurico, seppur indotto da una zona epicentrale esterna all'area, risulta di notevole importanza la specifica situazione sia litologica che morfologica del sito; in tal senso si ritiene che la morfologia pianeggiante rappresenti un elemento positivo mentre la presenza in loco di una potente coltre di terreni di copertura determini fenomeni di amplificazione sismica locale.

Ai sensi del D.G.R. 545/2010 che definisce le linee guida per gli studi di microzonazione sismica nel territorio della Regione Lazio, per il Municipio XIV (ex XIX) del Comune di Roma, entro i quali ricade il tracciato di progetto, sono stati pubblicati gli studi di Livello 1 di microzonazione sismica relativo

all'elaborazione della *Carta delle aree suscettibili di effetti locali o delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)* (Figura 20).

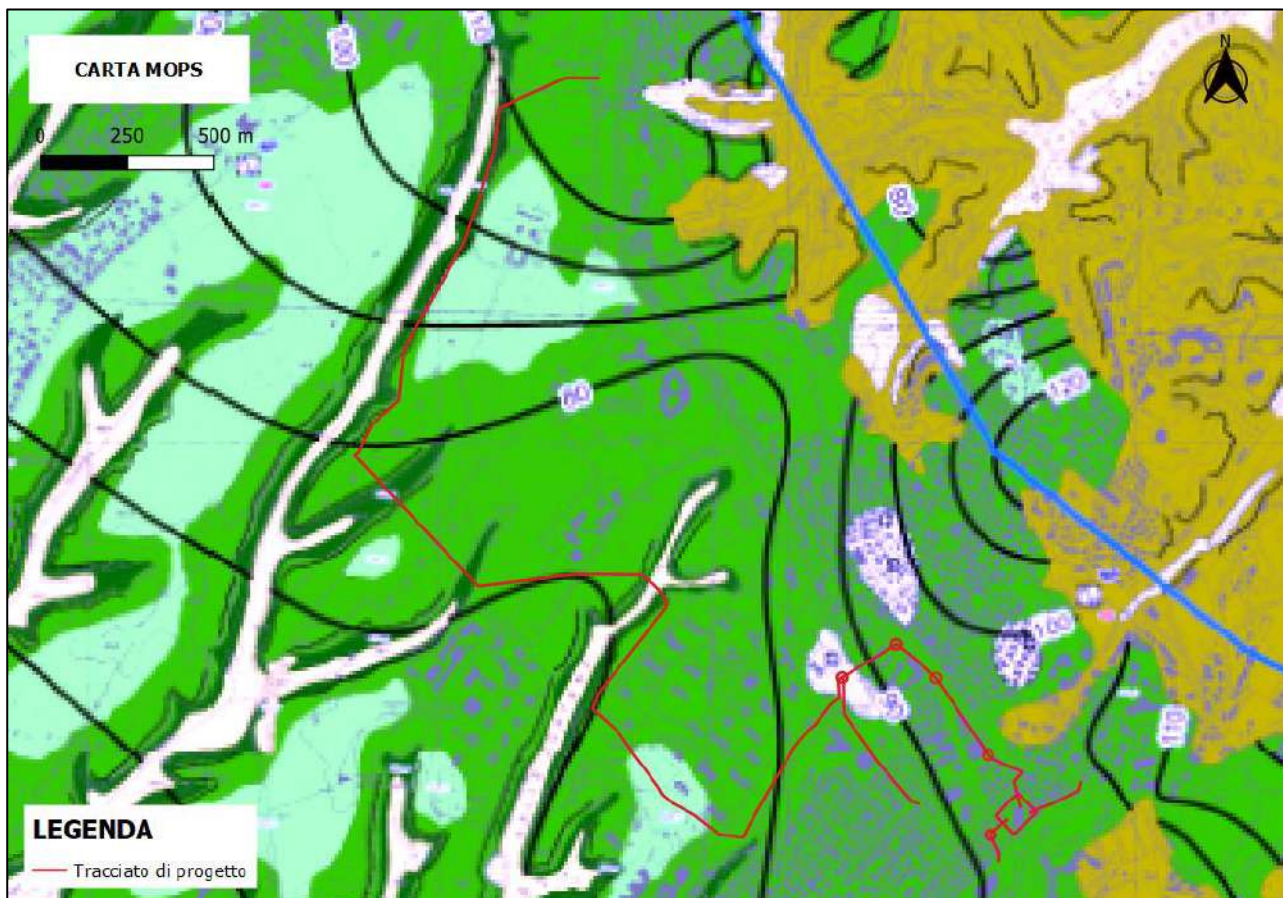




Figura 20. Stralci fuori scala della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica per il Municipio XIV (ex XIX) del Comune di Roma. In rosso è evidenziato il tracciato di progetto.

Nel dettaglio, il tracciato di risulta situato prevalentemente in corrispondenza della *zona stabile suscettibile di amplificazione locale (ZAS 3)*, la quale è caratterizzata da terreni di copertura piroclastica riferibile all'attività del distretto vulcanico Sabatino (spessori < 20 m) posizionati su depositi della copertura fluvio-deltizia e lacustro-palustre o poggianti direttamente sul substrato non rigido del Plio - Pleistocene. Vengono comunque intercettate anche le *zone suscettibili di amplificazione locale ZAS 2, ZAS 4 e ZAS 6*.

7 DATI GEOGNOSTICI E GEOFISICI DISPONIBILI

7.1 Dati geognostici e geofisici di repertorio

A supporto della definizione del modello geologico delle aree relative alle opere di progetto, si è provveduto alla ricerca della documentazione storica e della bibliografia tecnica disponibile, di preesistenti campagne di indagini geognostiche presenti **nell'area di studio**. Nel dettaglio, come osservabile in Figura 21, si possono sintetizzare le differenti campagne di indagini geognostiche come di seguito riportato:

- Indagini geognostiche a supporto di progetti pregressi ACEA SpA (n. 3 sondaggi geognostici);
- Indagini geognostiche disponibili su portale online ISPRA (n. 1 sondaggio geognostico);
- Indagini geognostiche disponibili su pubblicazione **"GEOLOGIA DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI ROMA"**, U. Ventriglia, 2002 - Foglio litotecnico n.5 (n. 9 sondaggi geognostici).

Le stratigrafie ricostruite sulla verticale dei sondaggi pregressi confermano in **linea generale l'assetto geologico evidenziato dalla cartografia geologica** disponibile e del rilievo geologico di campagna effettuato. Di seguito si riportano solo alcuni dei logs stratigrafici disponibili, localizzati lungo il tracciato di progetto. In particolare, si riporta la stratigrafia di alcuni sondaggi prelevati da **"GEOLOGIA DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI ROMA"**, U. Ventriglia, 2002. In ogni caso, nell'Allegato 1 si riportano in dettaglio tutti i logs stratigrafici.

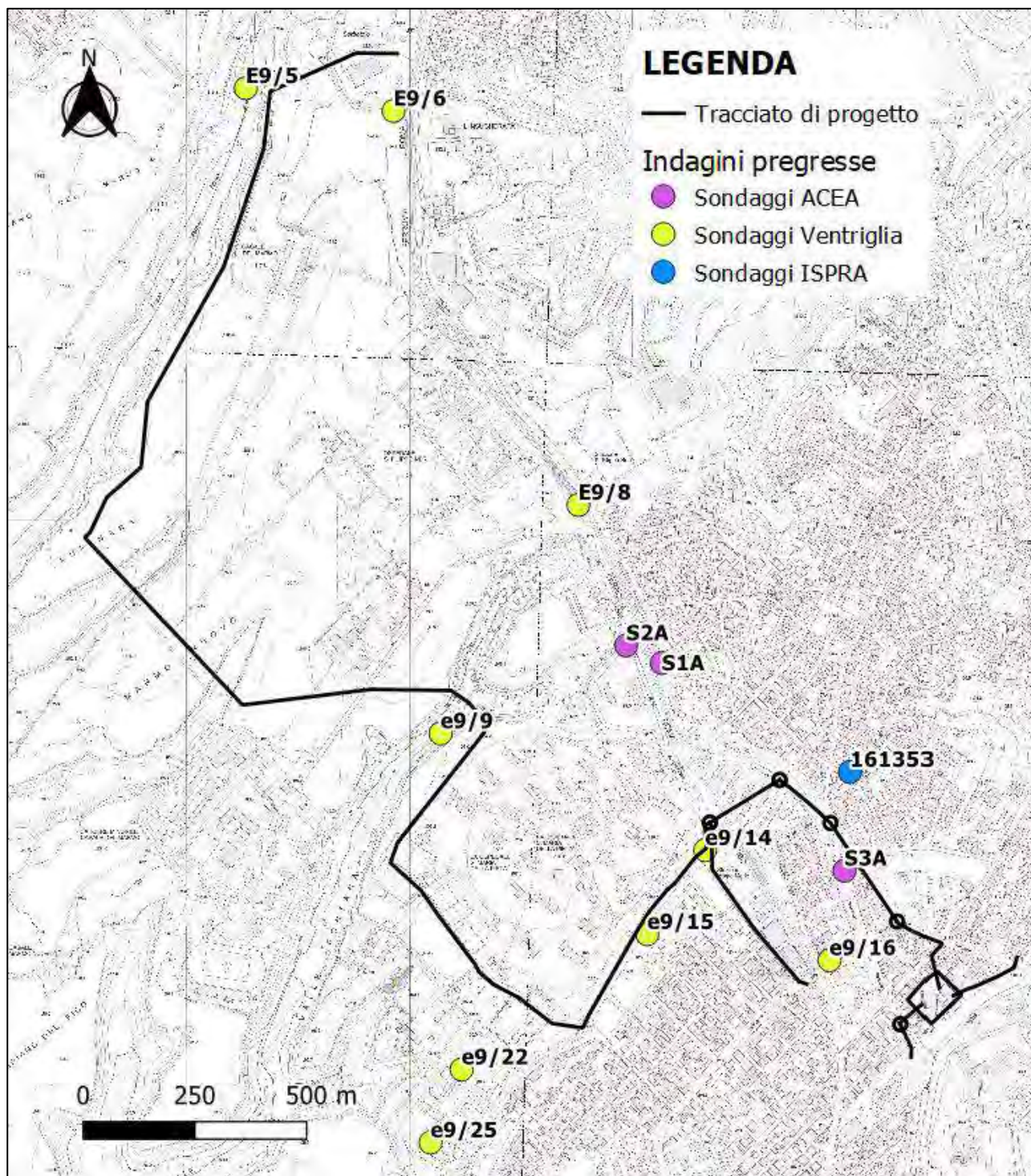


Figura 21. Ubicazione delle indagini geognostiche pregresse e disponibili in bibliografia. In nero è evidenziato il tracciato di progetto.

Sondaggi geognostici da "GEOLOGIA DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI ROMA", u. Ventriglia, 2002					
ID Sondaggio	Profondità (m)	Descrizione	ID Sondaggio	Profondità (m)	Descrizione
E9/5	0-1	terreno vegetale	e9/14	0-1	terreno di riporto
	1-3	tufo incoerente		2-10	tufo incoerente
	3-4	limo sabbioso	e9/15	0-2	terreno di riporto
	4-25	sabbia debolmente limo argillosa		2-10	tufo incoerente
E9/6	0-1	terreno vegetale	e9/16	0-6	tufo terroso e semilitoide
	1-10	tufo incoerente	e9/22	0-14	tufo terroso, marrone
	10-15	limo sabbioso, argilloso, avana		14-25	tufo argillificato, avana, consistente
E9/8	0-10	terreno di riporto recente	e9/25	0-13	tufo terroso, marrone
	10-12	limo argilloso, plastico		13-23	tufo argillificato, avana, consistente
	12-20	sabbie gialle, medio fini		23-26	sabbia grigia
e9/9	0-2	terreno di riporto			
	2-12	limo argilloso, plastico, chiaro			
	12-20	sabbia con limo giallastro e sabbia giallo medio			

7.2 Indagini geognostiche e geofisiche eseguite

Il programma delle indagini geognostiche e geofisiche eseguito presso l'area di previsto intervento è stato sviluppato in funzione delle opere di progetto, tenendo conto del volume significativo, come definito dal D.M. 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni).

Nel dettaglio, al fine di caratterizzare il modello geologico-tecnico del sottosuolo in corrispondenza delle opere di progetto si è fatto riferimento alla seguente campagna di indagini:

- N. 11 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti ad una profondità compresa tra 20 e 50 m dal p.c.;
- N. 6 prove penetrometriche dinamiche di tipo DPSH;
- N. 1 prova penetrometrica statica di tipo CPTU;
- N. 5 prospezioni di sismica a rifrazione 2D con tecnica tomografica;
- N. 3 misure di rumore sismico ambientale (HVSR);
- N. 10 prospezioni sismiche con metodologia MASW;
- N. 2 prospezioni sismiche in foro Down-Hole.

Nel corso delle perforazioni sono state eseguite numerose prove in foro di sondaggio atte a definire le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni attraversati. In particolare, le prove effettuate risultano essere:

- prelievo di campioni di terreno, sia indisturbati che rimaneggiati, da sottoporre a prove di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche fisiche per i terreni a comportamento granulare e fisico-meccaniche per quelli a grana fine;
- prove S.P.T. (Standard Penetration Test) per la determinazione, in primo luogo, dello stato di addensamento e dei parametri di resistenza per terreni a comportamento granulare.

Al termine delle perforazioni, i fori di sondaggio sono stati completati attraverso installazioni dedicate a misure o monitoraggi successivi. In particolare è stata eseguita la posa in opera di piezometri a tubo aperto per il monitoraggio del livello di falda idrica sotterranea, e la posa in opera di tubazioni per prova sismica in foro “Down-Hole”.

L’ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche è illustrata sia in Figura 22 che **nell’elaborato A254 PDS G001 1 - Planimetria con indicazioni delle indagini eseguite. I report delle indagini geognostiche e geofisiche eseguite nell’area in esame sono presenti nell’ALLEGATO 1, consultabile in calce alla presente** Relazione Geologica. Di seguito vengono illustrati in breve i risultati ottenuti tramite le indagini geognostiche e geofisiche ad oggi eseguite.

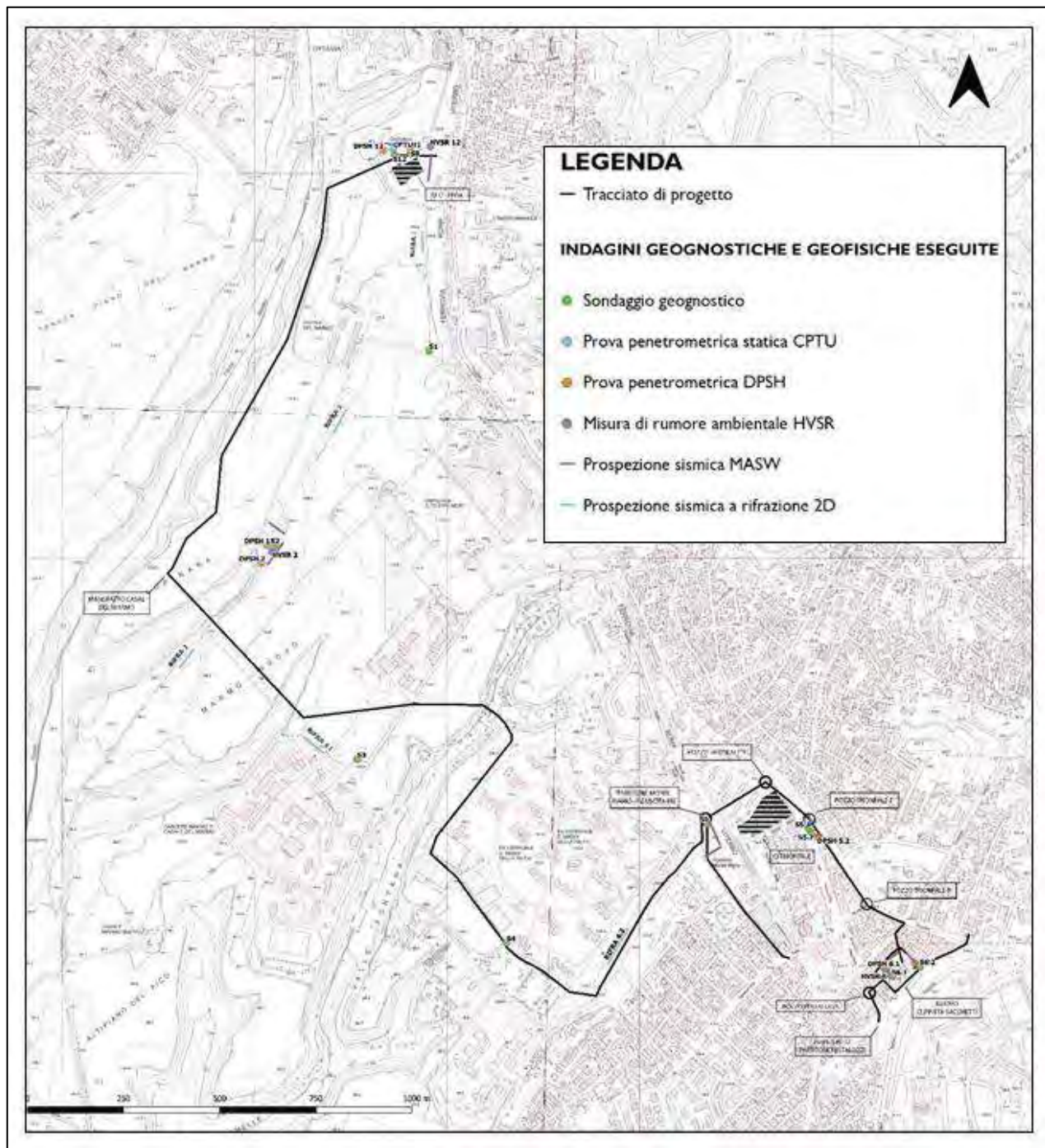


Figura 22. Ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche eseguite. In nero è evidenziato il tracciato di progetto.

7.2.1 Stratigrafie

Le stratigrafie ricostruite sulla verticale dei n. 11 sondaggi a carotaggio continuo **eseguiti confermano in linea generale l'assetto geologico evidenziato dalla cartografia geologica disponibile e del rilievo geologico di campagna.** In allegato si riportano in dettaglio i logs stratigrafici.

7.2.2 Letture piezometriche

La campagna di indagini geognostiche ha previsto l'installazione di piezometri, a tubo aperto fino a fondo foro all'interno di n. 13 fori di sondaggio. Di seguito sono riassunte le misure effettuate:

Piezometro	Tipologia	Profondità fondo foro (m dal p.c.)	Letture livello idrico (m dal p.c.)				
			Dic 2020	Gen 2021	Mar 2021	Apr 2021	Feb 2022
S1	Tubo aperto	20	12,0	-	-	10,9	11,1
S2	Tubo aperto	30	12,5	-	-	10,4	11,8
S3	Tubo aperto	50	11,8	-	-	14,3	14,6
S4	Tubo aperto	50	12,1	-	14,4	11,2	14,8
S5	Tubo aperto	20	-	-	assente	assente	assente
S5.3	Tubo aperto	20	-	-	-	-	assente
S6.2	Tubo aperto	20	-	-	-	-	17,7
S12	Tubo aperto	20	-	-	-	-	10,7

7.2.3 Prove geotecniche in situ

Al fine di determinare le principali caratteristiche fisiche e meccaniche di ciascun terreno attraversato, durante le perforazioni sono state eseguite le seguenti prove in foro:

- Prelievo di n. 69 campioni, n. 49 dei quali sono stati sottoposti a prove di laboratorio geotecnico per la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche;

- n. 61 prove S.P.T. (Standard Penetration Test) per la determinazione, in primo luogo, dello stato di addensamento e dei parametri di resistenza per terreni investigati.

7.2.4 Prove SPT (Standard Penetration Test)

Per valutare il grado di addensamento/consistenza dei terreni investigati si è **proceduto nel corso delle perforazioni all'esecuzione di n. 61 prove S.P.T. (Standard Penetration Test)**, i cui risultati sono di seguito riportati:

SONDAGGIO	PROF. PROVA (m dal p.c.)	Nspt
S0	3.5	8
	5.0	11
	9.0	9
	12.0	14
	15.0	22
	17.0	5
	19.0	16
S1	3.0	14
	6.0	18
	9.5	22
	13.0	23
	16.5	28
S2	2.0	16
	5.5	18
	8.5	16
	11.5	21
	14.5	21
	20.0	30
S3	2.0	15
	5.5	14
	8.5	17
	12.0	20
	15.5	22
	18.5	26
S4	2.0	9
	5.5	13
	8.5	14
	11.5	14
	15.0	17
	19.0	25
S5	2.5	8
	6.0	9
	9.0	14
	12.0	14

	16.4	15
--	------	----

SONDAGGIO	PROF. PROVA (m dal p.c.)	Nspt
S5.2	1.5	6
	3.0	8
	5.5	11
	7.0	9
	8.5	11
	11.3	8
	12.6	14
	16.0	38
	18.0	Rif
S5.3	3.0	6
	8.0	9
	9.5	11
	12.5	34
S6.1	2.2	21
	6.0	15
	9.8	Rif
	15.9	17
	23.1	19
S6.2	1.5	18
	5.5	14
	10.6	23
	16.4	15

7.2.5 Prove geotecniche di laboratorio

Con riferimento alle indagini geognostiche eseguite ed alle litologie distinte, in allegato alla presente relazione geologica sono stati dettagliatamente riportati i risultati relativi alle principali caratteristiche fisiche ed ai parametri geomeccanici ottenuti con le prove di laboratorio svolte su n. 49 campioni di terreno.

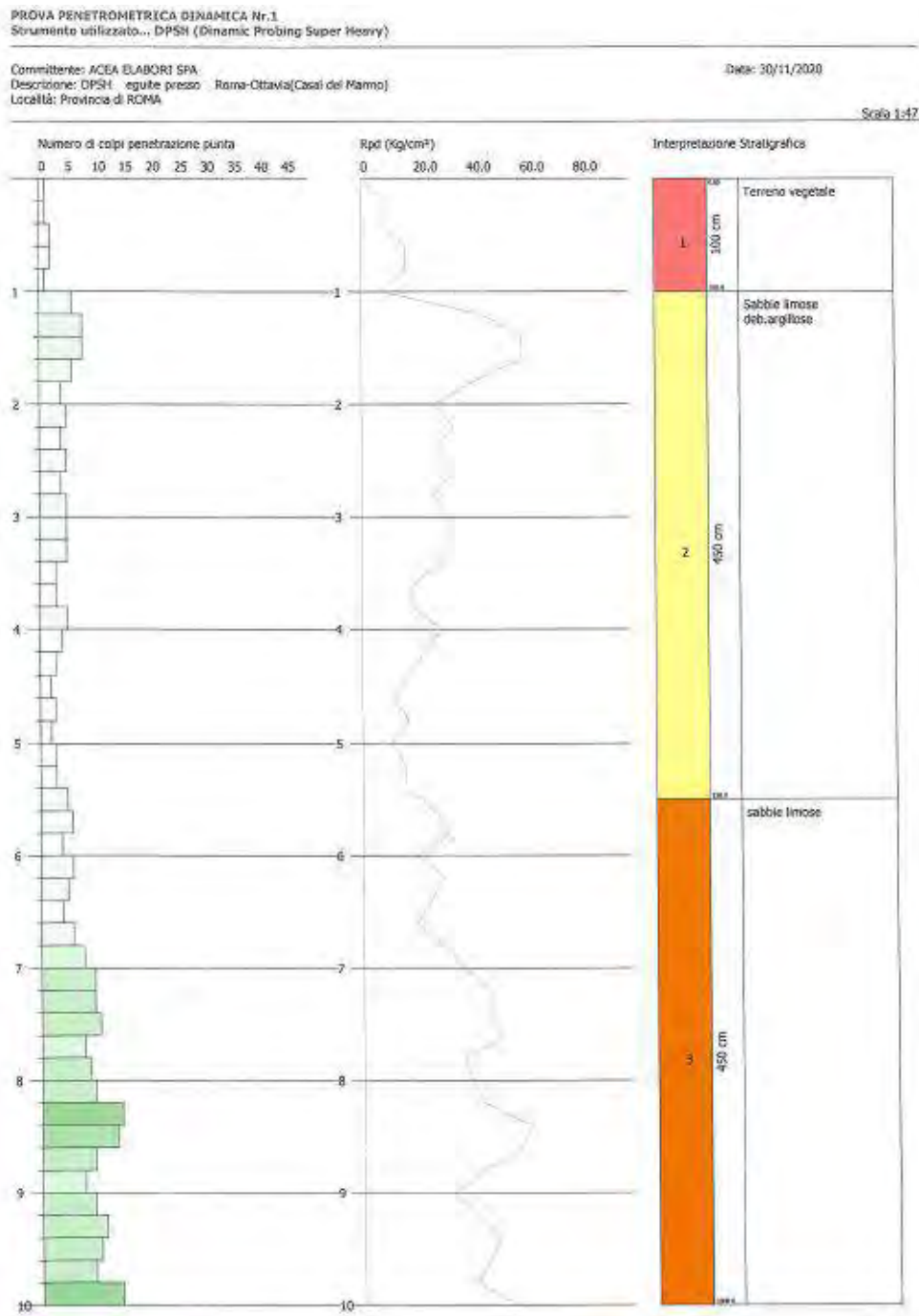
7.2.6 Prove penetrometriche dinamiche DPSH

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica battendo sulle aste con un maglio a caduta libera e contando il numero di colpi necessari all'avanzamento della punta, di successive quantità costanti. Anche per questa prova esistono numerose correlazioni empiriche che consentono dal numero di colpi di risalire ad alcuni parametri geomeccanici dei terreni investigati.

Di seguito, i risultati relativi a ciascuna prova penetrometrica rappresentati in grafici aventi sull'asse delle ascisse il numero di colpi N20 e sull'asse delle ordinate la profondità di investigazione.

In allegato alla presente relazione geologica vengono riportati dettagliatamente i risultati relativi alle prove penetrometriche dinamiche DPSH.

DPSH 1



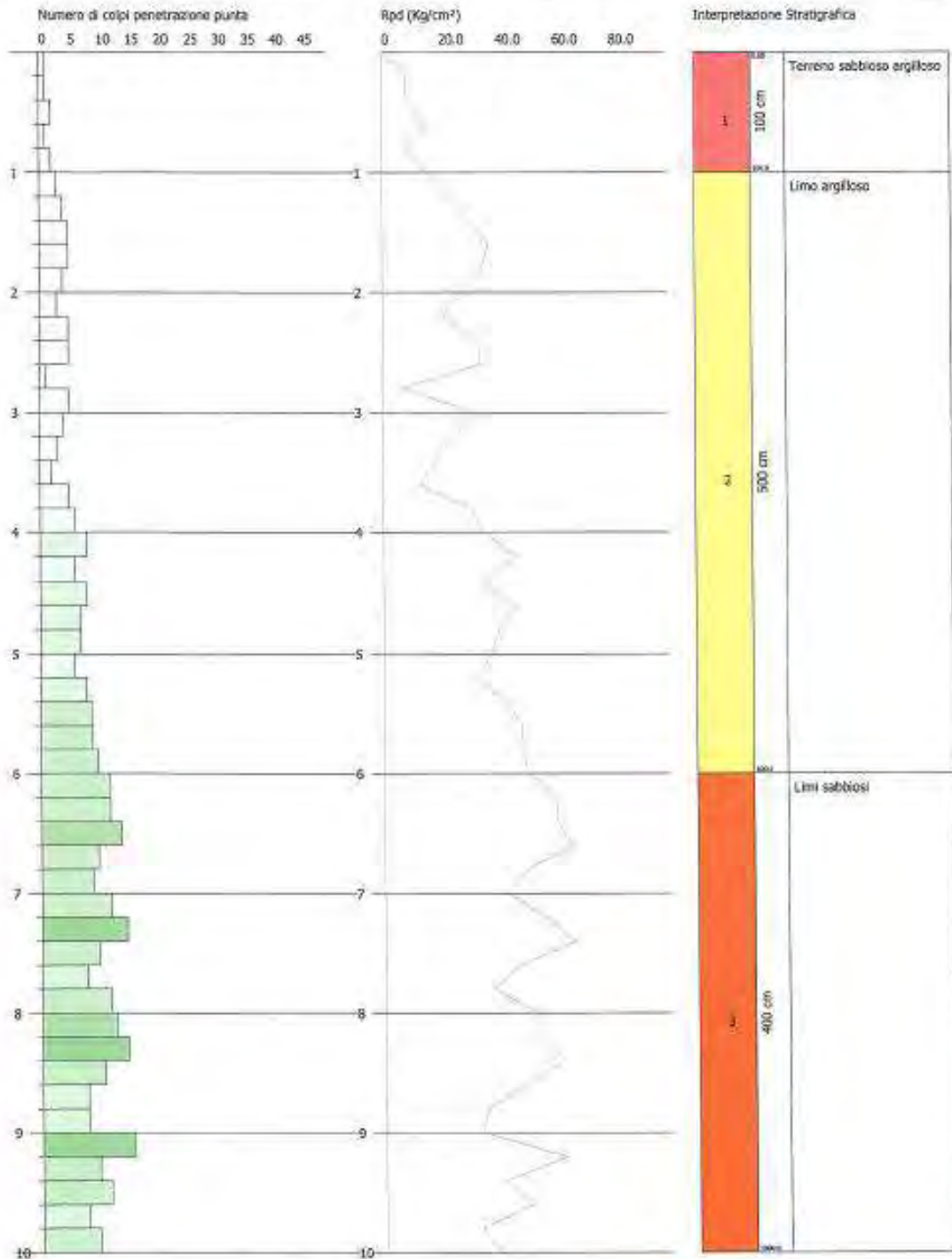
DPSH 2

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
 Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

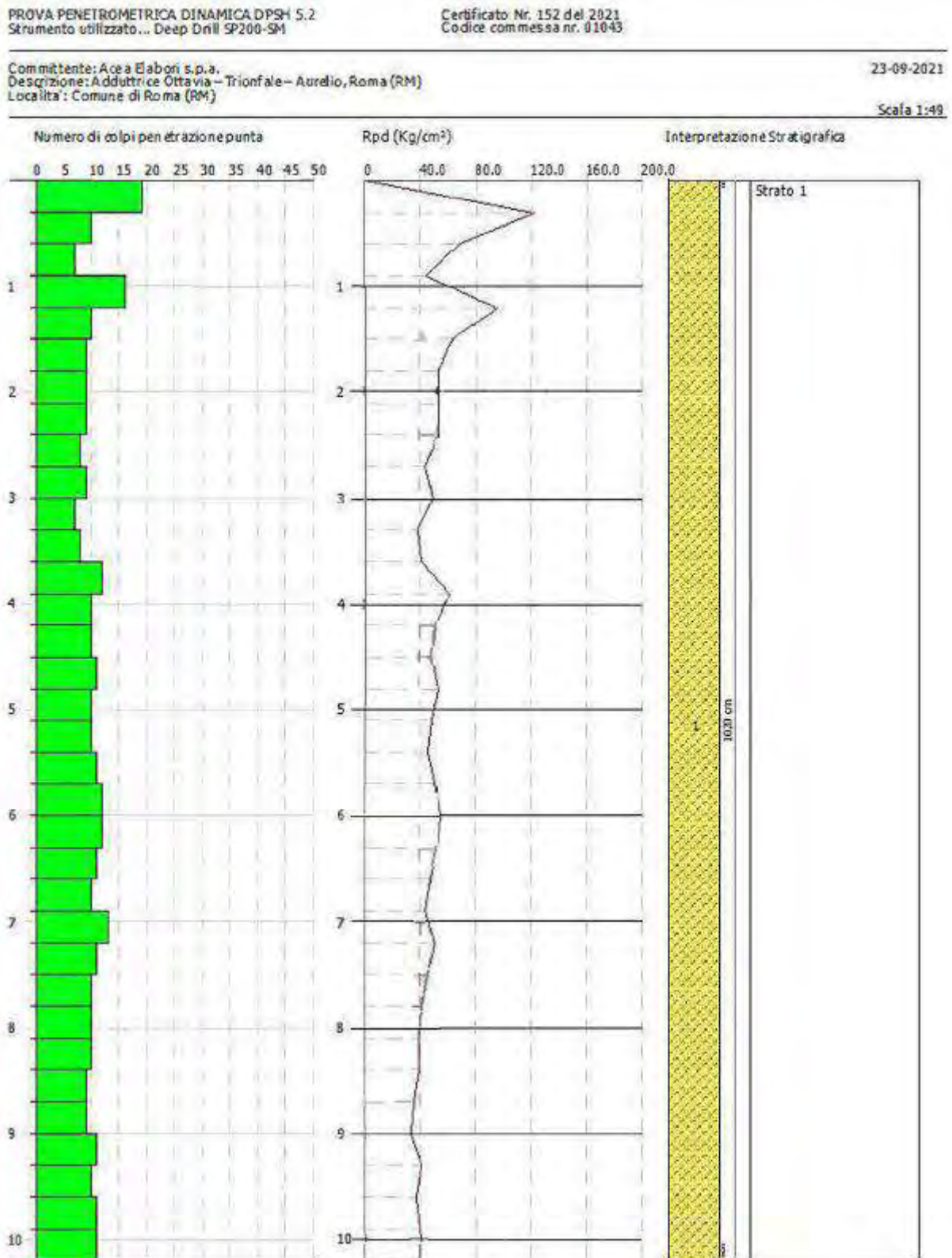
Committente: ACEA ELABORI SPA
 Descrizione: DPSH - aguite presso Roma-Ottavia(Casa del Marmo)
 Località: Provincia di ROMA

Data: 30/11/2020

Scala 1:47



DPSH 5.2



DPSH 6.1

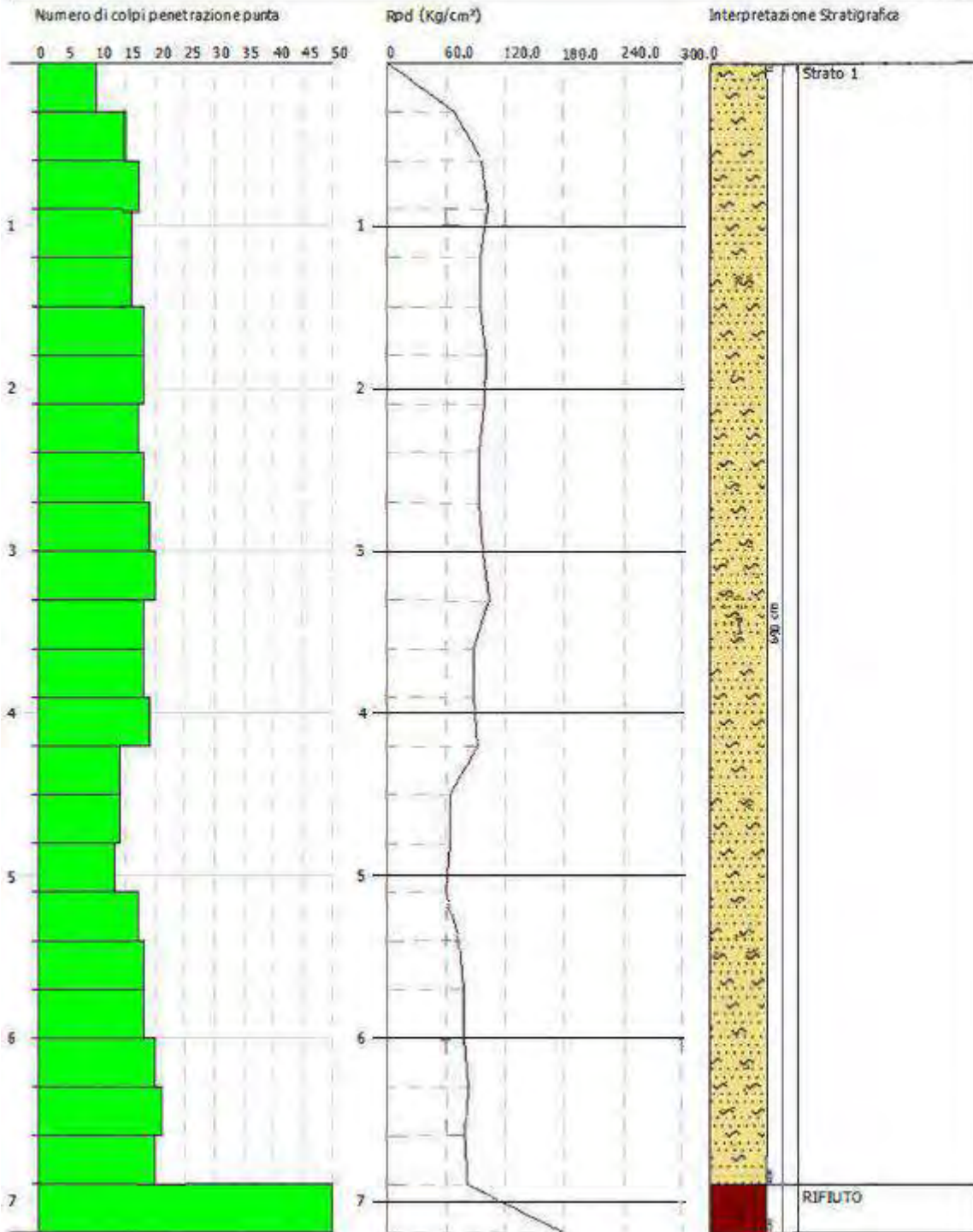
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 6.1
 Strumento utilizzato... Deep Drill SP200-5M

Verbale di accettazione nr. 80/21

Committente: Acea Elabori spa
 Descrizione: Manufatto ACQ, PIN ETA Localita':
 Comune di Roma

09-12-2021

Scala 1:34



DPSH 6.2

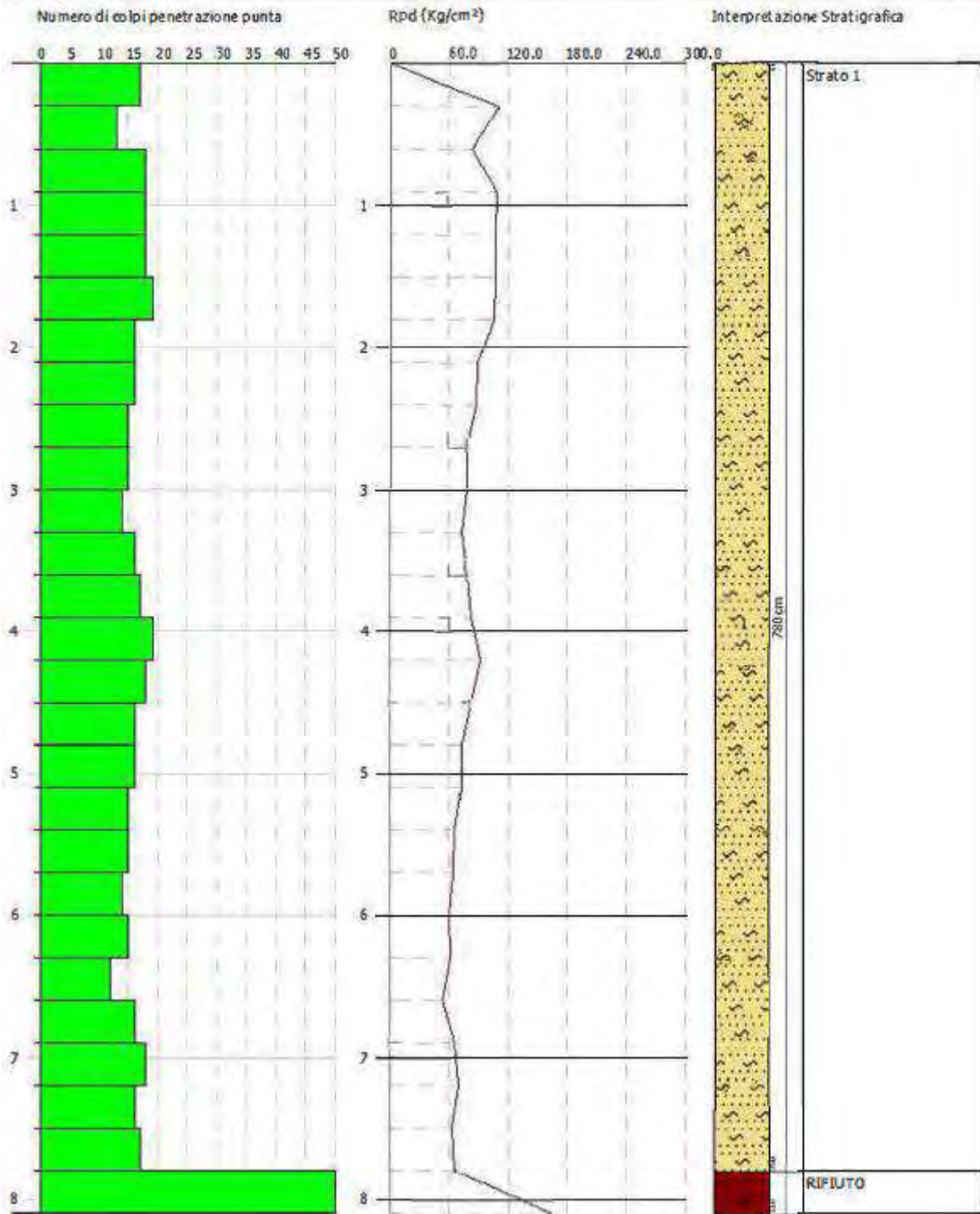
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 6.2
 Strumento utilizzato... Deep Drill SP200-SM

Verbale di accettazione nr. 80/21

Committente: Acea Elaberi spa
 Descrizione: Manufatto ACQ. PINETA
 Localita: Comune di Roma

09-12-2021

Scala 1:39



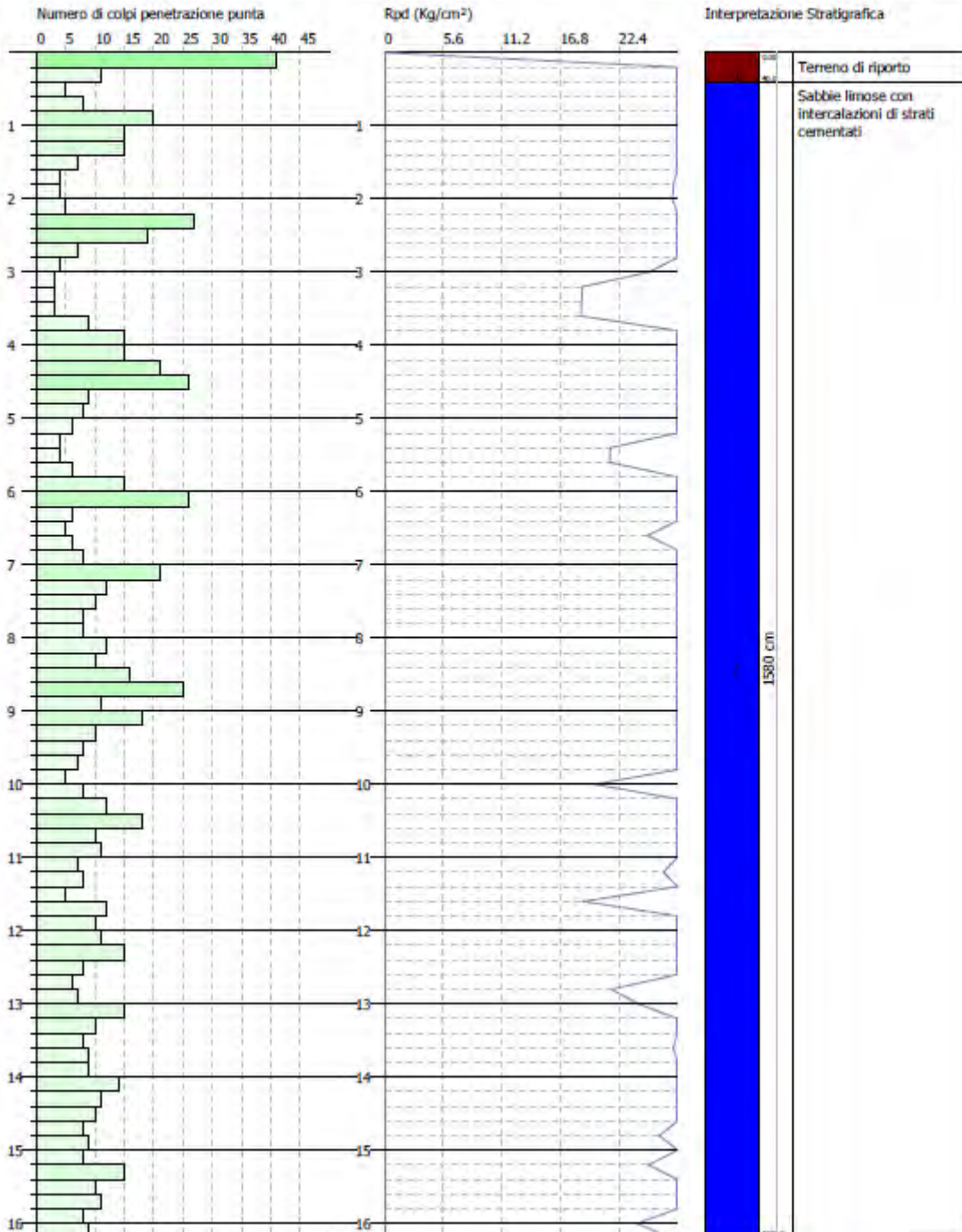
DPSH 12

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.12
 Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente: Acea Elaboli SpA
 Descrizione: Adduttrice
 Località: Ottavia

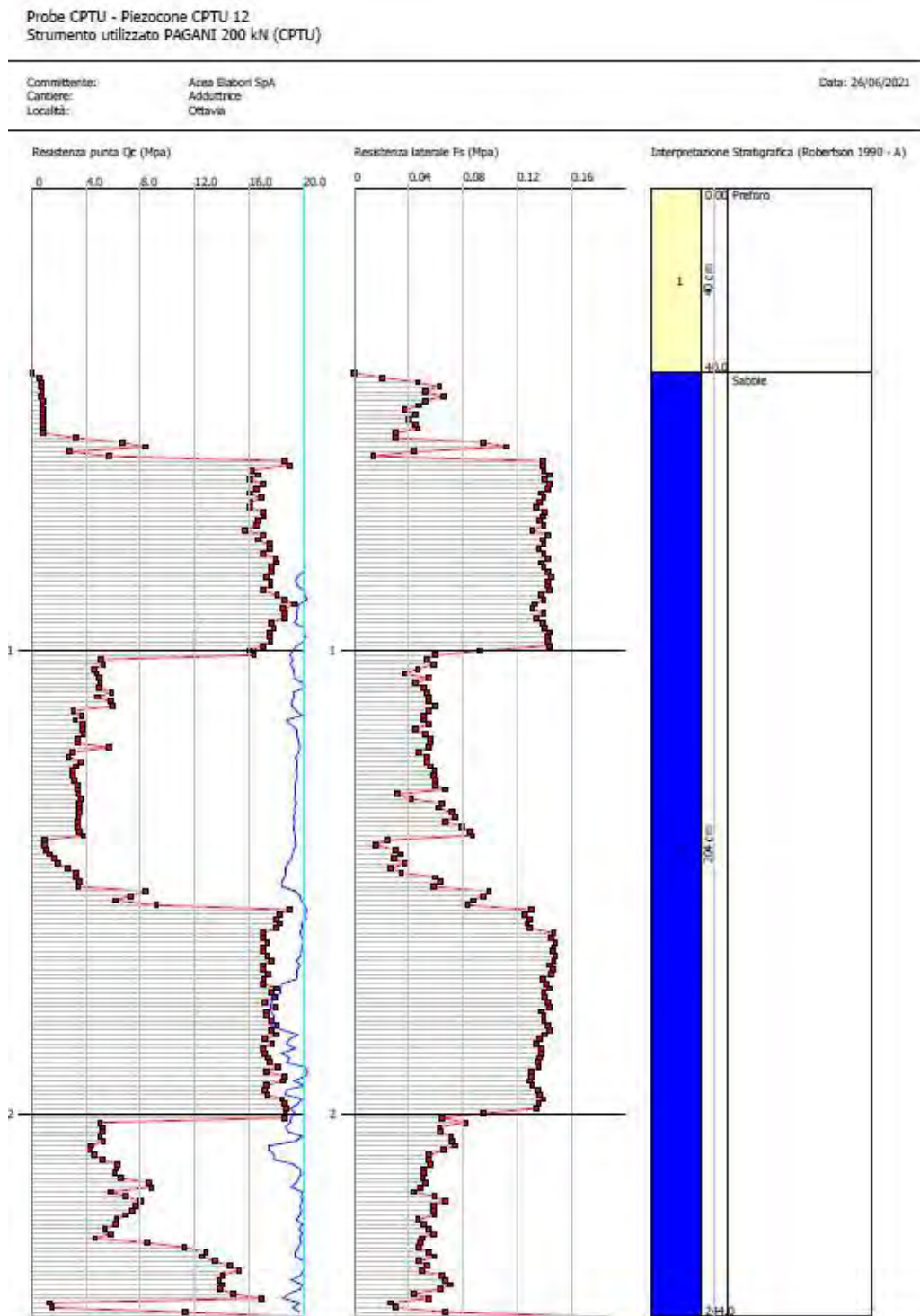
Data: 01/09/2021

Scala 1:75



7.2.7 Prova penetrometrica statica CPTU

In corrispondenza del C. I. Ottavia, è stata eseguita n. 1 prova penetrometrica statica di tipo CPTU, i cui risultati sono riportati dettagliatamente in allegato alla presente relazione geologica.



7.2.8 Prospezioni sismiche a rifrazione con tecnica tomografica

Nell'area di progetto è stata eseguita una campagna di indagini sismiche a rifrazione 2D acquisite con tecnica tomografica, al fine di determinare la velocità delle onde sismiche nel terreno.

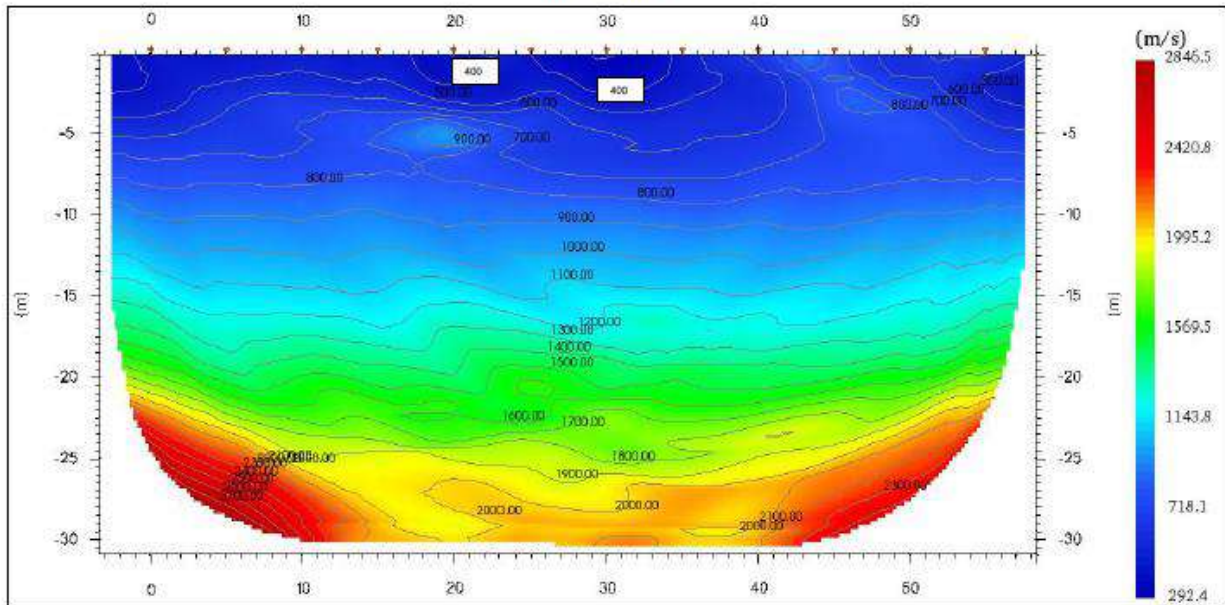
Il metodo di indagine è basato sulla misura dei tempi di percorso che le onde elastiche longitudinali (onde P - più veloci) e trasversali (onde S - più lente), **generate da un'esplosione o da un impatto, impiegano a raggiungere una serie** di ricevitori (geofoni) opportunamente allineati sul terreno. Con i tempi di percorso si tracciano i diagrammi tempi - distanze (dromocrone) che consentono di calcolare le velocità di propagazione delle onde e lo spessore degli strati interessati dai percorsi delle stesse onde elastiche. Con cinque o più punti di **scoppio opportunamente ubicati è possibile determinare l'andamento** degli strati anche qualora le superfici di separazione degli stessi siano inclinate oppure ondulate, in questi ultimi casi un numero maggiore di energizzazioni consente una migliore definizione della geometria. Il metodo di elaborazione con tecnica tomografica permette la ricostruzione di situazioni stratigraficamente complesse non risolvibili con altre tecniche di indagine sismica, limitando i problemi derivanti dalla presenza di strati con spessore particolarmente ridotto ed evidenziando in alcuni casi la eventuale presenza di zone a velocità inferiore.

L'elaborazione delle prospezioni sismiche restituisce sismosezioni caratterizzate dalla presenza di terreni dotati di velocità regolarmente crescenti con la profondità. Ai fini degli interventi da realizzare assume particolare importanza la **valutazione dell'escavabilità dei terreni in sito. Tale parametro è stato ricavato dal valore della velocità delle onde sismiche V_p , attraverso l'esecuzione di** prospezioni sismiche a rifrazione elaborate con tecnica tomografica.

Nel dettaglio, sono stati acquisiti n. 5 profili sismici a rifrazione in onde P a 12 canali, di cui 13 con interspazio di 5 m e 1 con interspazio di 4 m. In allegato alla presente relazione geologica vengono riportati dettagliatamente i risultati relativi ai 5 profili sismici ottenuti tramite prospezione sismica a rifrazione 2D in onde P con tecnica tomografica. I report delle indagini contenenti le modalità di

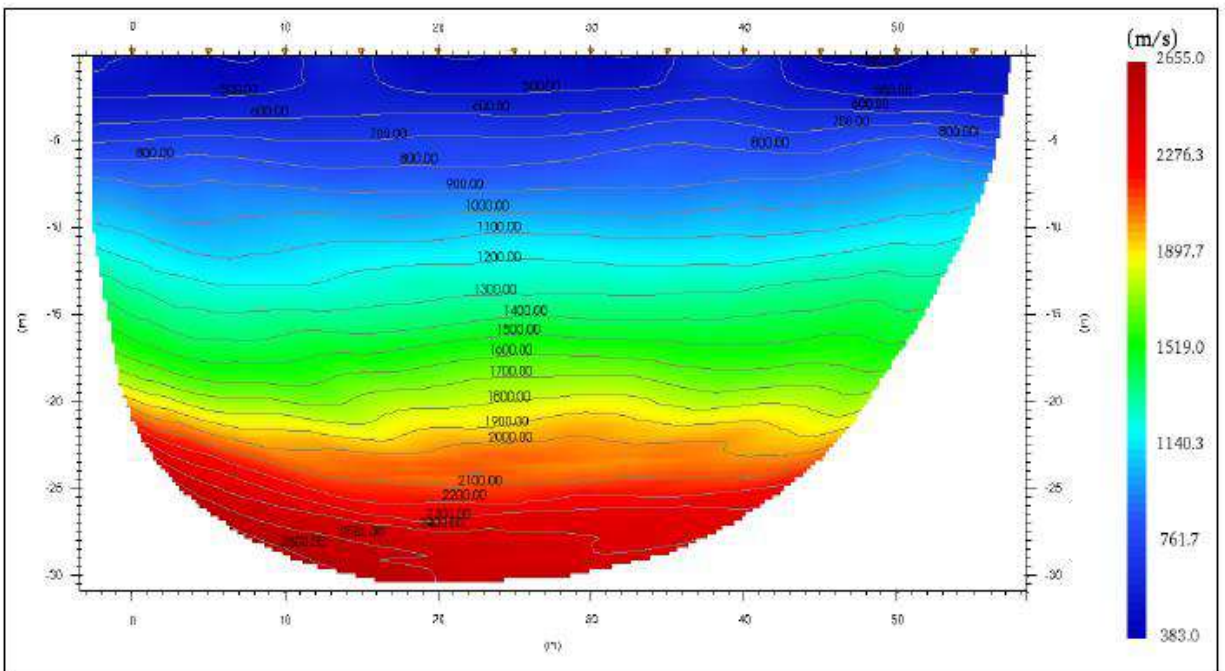
esecuzione ed interpretazione congiuntamente ai risultati sono consultabili nell'ALLEGATO 1 in calce alla presente Relazione Geologica.

RIFRAZIONE – 1



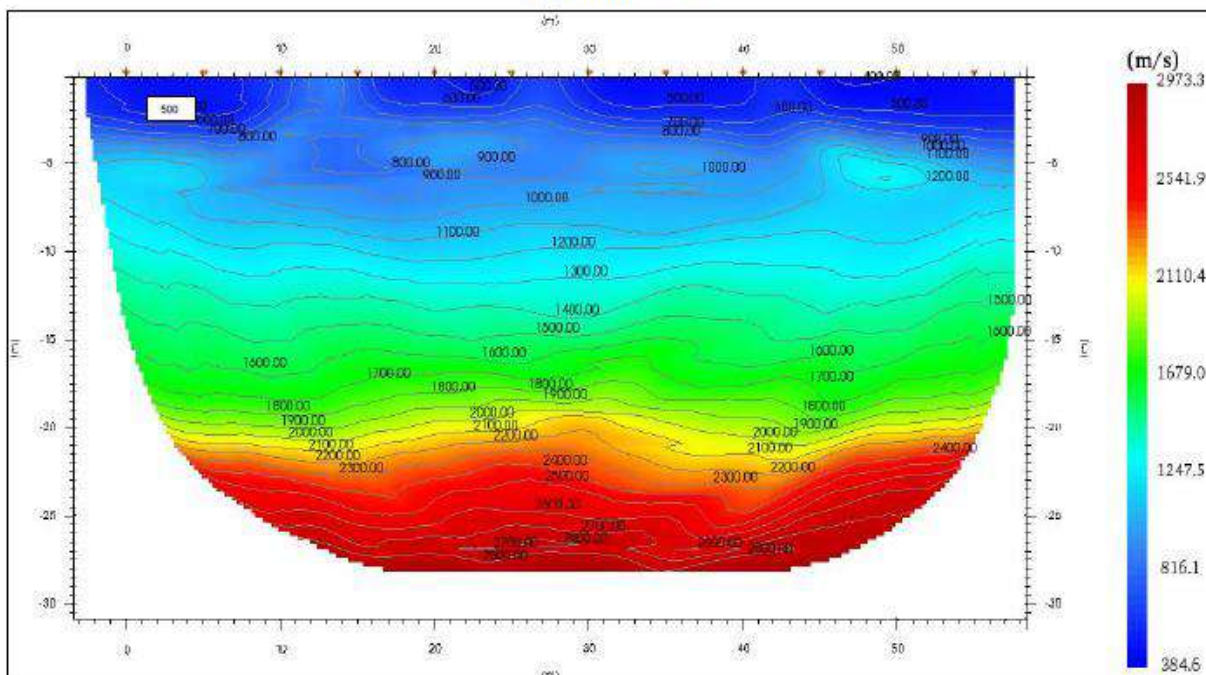
- è stato registrato un primo sismo-strato caratterizzato da velocità delle onde P inferiori a 600 m/s con spessori che vanno da 2 a 5 m circa;
- al di sotto le velocità delle onde P raggiungono valori pari a 1000 m/s fino ad una profondità di circa 12m, fino a crescere gradualmente identificando un terzo sismostrato caratterizzato da velocità delle onde P maggiori di 1500 m/s

RIFRAZIONE – 2



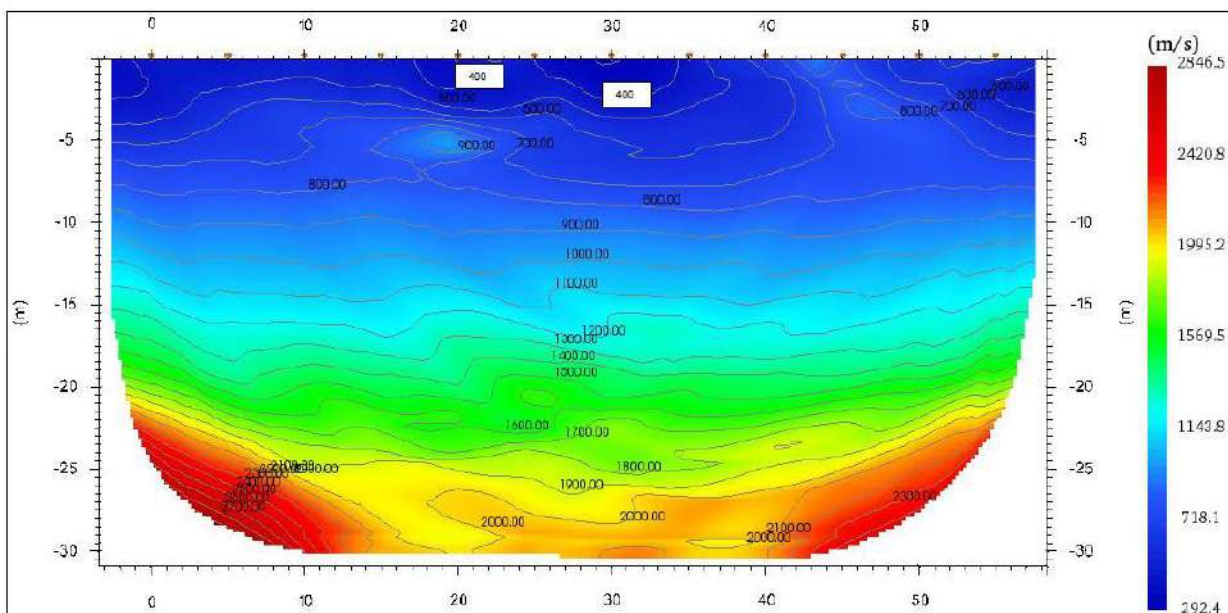
- è stato registrato un primo sismo-strato caratterizzato da velocità delle onde P inferiori a 600 m/s con uno spessore di circa 4 m;
- al di sotto le velocità delle onde P raggiungono valori pari a 1000 m/s fino ad una profondità di 8/9m, fino a crescere gradualmente identificando un terzo sismostrato caratterizzato da velocità delle onde P maggiori di 1500 m/s

RIFRAZIONE – 3



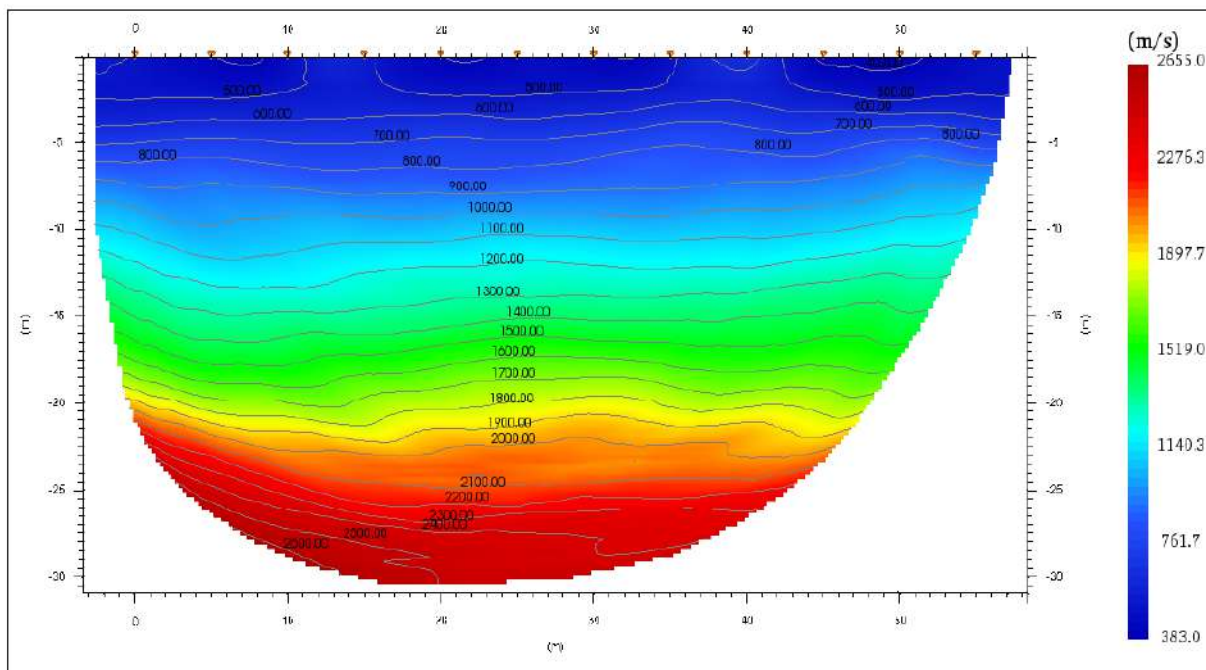
- è stato registrato un primo sismo-strato caratterizzato da velocità delle onde P inferiori a 600 m/s con spessori variabili che vanno da 1 a 3 m circa;
- al di sotto le velocità delle onde P raggiungono valori pari a 1000 m/s fino a profondità comprese tra 5 e 7m, fino a crescere gradualmente identificando un terzo sismostrato caratterizzato da velocità delle onde P maggiori di 1500 m/s.

RIFRAZIONE – 4.1



- è stato registrato un primo sismo-strato caratterizzato da velocità delle onde P inferiori a 600 m/s con spessori che vanno da 2 a 5 m circa;
- al di sotto le velocità delle onde P raggiungono valori pari a 1000 m/s fino ad una profondità di circa 12m, fino a crescere gradualmente identificando un terzo sismostrato caratterizzato da velocità delle onde P maggiori di 1500 m/s

RIFRAZIONE – 4.2



- è stato registrato un primo sismo-strato caratterizzato da velocità delle onde P inferiori a 600 m/s con uno spessore di circa 4 m;
- al di sotto le velocità delle onde P raggiungono valori pari a 1000 m/s fino ad una profondità di 8/9m, fino a crescere gradualmente identificando un terzo sismostrato caratterizzato da velocità delle onde P maggiori di 1500 m/s

7.2.9 Prospezioni sismiche con metodologia MASW

Nelle aree di progetto sono state eseguite n. 10 prospezioni sismiche MASW, in prossimità dei fori di sondaggio S0, S2, S5, S5.2-3 e S6.1-2. Tale metodologia è utilizzata per la caratterizzazione delle unità sub-superficiali presenti nel sottosuolo mediante la generazione di profili unidimensionali e tomografie bidimensionali del campo di velocità delle onde S (V_s), con una approssimazione sul valore di V_s di circa il 10%. Questa metodologia utilizza le onde superficiali di Rayleigh normalmente chiamate ground-roll. La modalità di propagazione delle onde di superficie viene analizzata attraverso tecniche di elaborazione particolari che permettono di associare un profilo verticale delle V_s alle onde di superficie registrate. La notevole energia delle onde di superficie (tipo Rayleigh) permette di lavorare e di effettuare prospezioni anche in aree dove normalmente non è possibile con le classiche indagini sismiche a riflessione o a rifrazione data la bassa energia delle onde riflesse o rifratte che facilmente possono essere disturbate da onde di altro tipo legate alla normale noise ambientale. In sintesi l'intero processo di indagine comprende tre passi successivi:

- l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll);
- la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
- l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs.

Nell'ALLEGATO 1 in calce, sono stati riportati dettagliatamente i risultati ottenuti dalle prospezioni sismiche con metodologia MASW.

Per le prospezioni MASW eseguite, si rimanda alla seguente tabella per la determinazione della categoria di sottosuolo in corrispondenza del sito di esecuzione dell'indagine geofisica.

MASW	Ubicazione	$V_{s,eq}$	Categoria di sottosuolo (NTC 2018)
12a	C.I. Ottavia	309	C
12b	C.I. Ottavia	312	C
2.1	Manufatto Casal del Marmo	317	C
2.2	Manufatto Casal del Marmo	296	C
5.1	Partitore Monte Mario	336	C
5.2	Partitore Monte Mario	329	C
5.3	Pozzo Trionfale 2	361	B
5.4	Pozzo Trionfale 2	397	B
6.1	Nuovo C.I. Pineta Sacchetti	380	B
6.2	Nuovo C.I. Pineta Sacchetti	367	B

7.2.10 *Prospezioni sismiche in foro Down-Hole*

La prova Down-Hole è una tecnica sismica per la determinazione delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni; in particolare permette di determinare la velocità di propagazione delle onde sismiche P ed S a diverse profondità, misurando il tempo che tali onde impiegano nel tragitto tra la sorgente (in superficie) e il ricevitore (posto all'interno di un foro di sondaggio opportunamente predisposto), e di ricavare i parametri dei terreni attraversati.

Le componenti indispensabili per una misura accurata consistono:

- una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche;
- uno o più geofoni tridimensionali dotati di un sistema di ancoraggio alle pareti del foro;
- **un sismografo multicanale, in grado di registrare le forme d’onda in modo digitale e di registrarle su un dispositivo;**
- un trasduttore (trigger) alloggiato nella sorgente necessario per **l’identificazione dell’istante di partenza della sollecitazione dinamica** effettuata mediante massa battente.

La prova è impiegata per la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo al fine di ottenere una ricostruzione sismo-stratigrafica del terreno.

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche della strumentazione e delle modalità esecutive della prova, così come sui grafici e sui dati di dettaglio, si rimanda alle descrizioni presenti nei report in allegato.

I sondaggi S1, S2, S3 bis, S6, S14 bis sono stati attrezzati per eseguire la prova DH.

Nella Tabella seguente sono indicati i risultati riassuntivi delle prove downhole eseguite, con il numero di sismostrati individuati e le categorie di sottosuolo ottenute dalle Vs, eq.

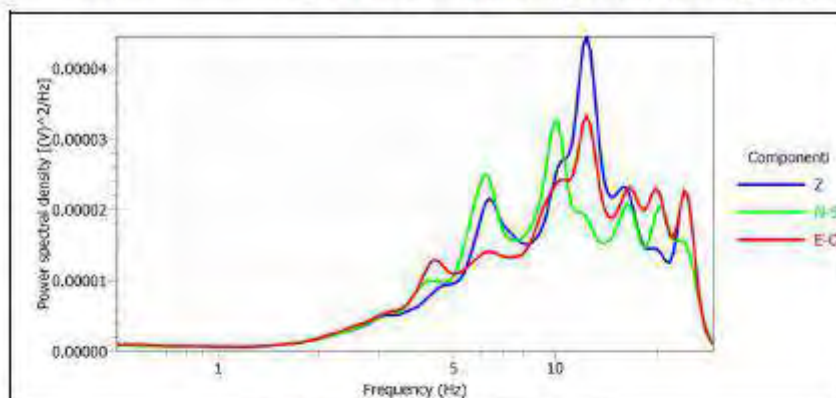
Codice Sondaggio	Risultati indagine	Profondità investigata da pc (m)	Categoria di sottosuolo	N° Sismostrati
S5.2	Vs,eq= 380,23 m/s (H=30 m)	0 - 30	B	3
S6.1	Vs,eq= 380,85 m/s (H=30 m)	0 - 30	B	4

7.2.11 *Misure di frequenza fondamentale con metodo HVSR*

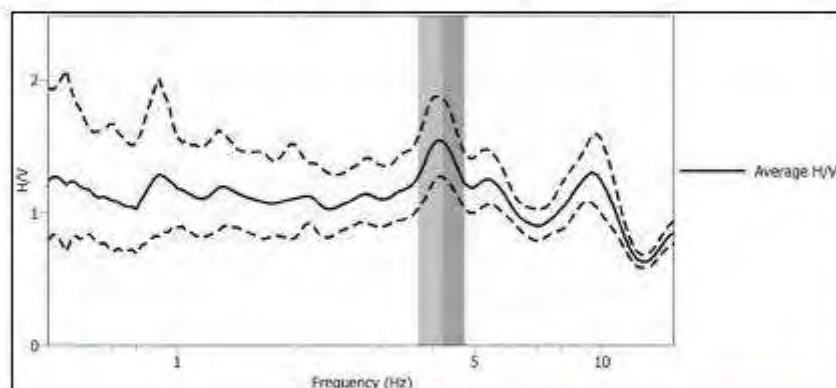
Sul sito di progetto sono state eseguite n. 3 prospezioni sismiche con metodologia HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio), in prossimità dei fori di sondaggio S12, S2 e S6.1, tramite la quale è possibile determinare la frequenza di risonanza di un sito utilizzando il rumore ambientale, ovvero microtrempi con periodo inferiore a 5 secondi. Un suolo vibra con maggiore ampiezza quando sottoposto ad una specifica frequenza, detta frequenza di risonanza, la quale, se vicina alla frequenza di risonanza di una struttura, può innescare il fenomeno di doppia risonanza. In contesti geologico-tecnici semplici, **la tecnica di Nakamura ($f_r = V_s / 4 \cdot h$) fornisce l'esatto valore della frequenza fondamentale**, dimostrando peraltro che essa dipende da alcune caratteristiche dei litotipi di indagine; tra le più importanti si ricordano lo spessore delle coltri di copertura e i differenti parametri geotecnici e geofisici che definiscono il contrasto tra i litotipi.

HVSR 12

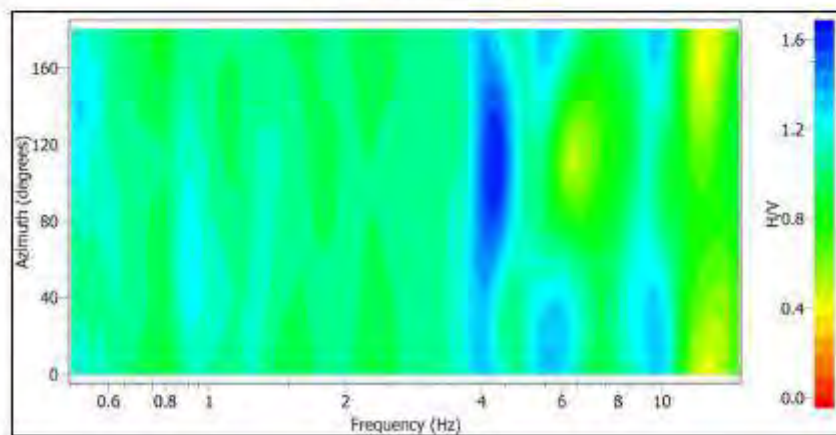
HVSR12 Località: Casal del marmo, Ottavia (RM)



Spettri medi delle tre componenti



Curva del risultato HV

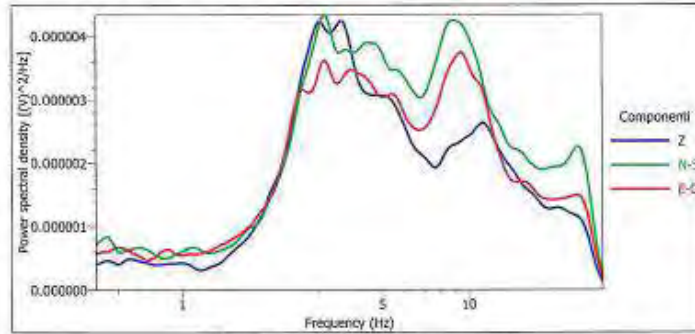


Direzionalità

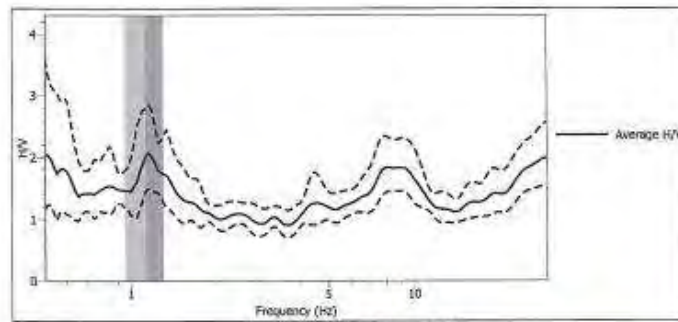
$f_0 = 4.18$ $A_0 = 1.53$

HVSR 2

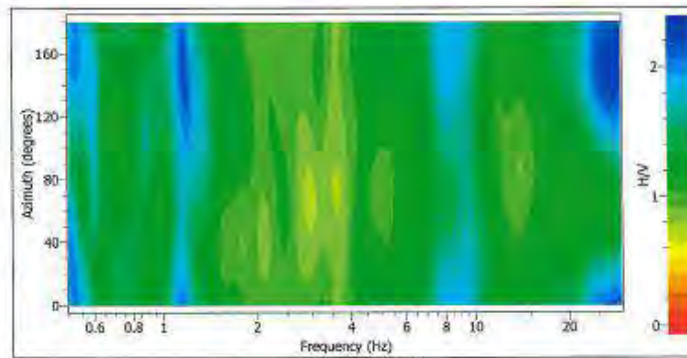
ELABORAZIONE HVSR Località: Casal del Marmo Ottavia (RM)



Spettri medi delle tre componenti



Curva del risultato H/V



Direzionalità

$f_0 = 1.15$ $A_0 = 2.0$

HVSR 6.1

Rapporto spettrale H/V

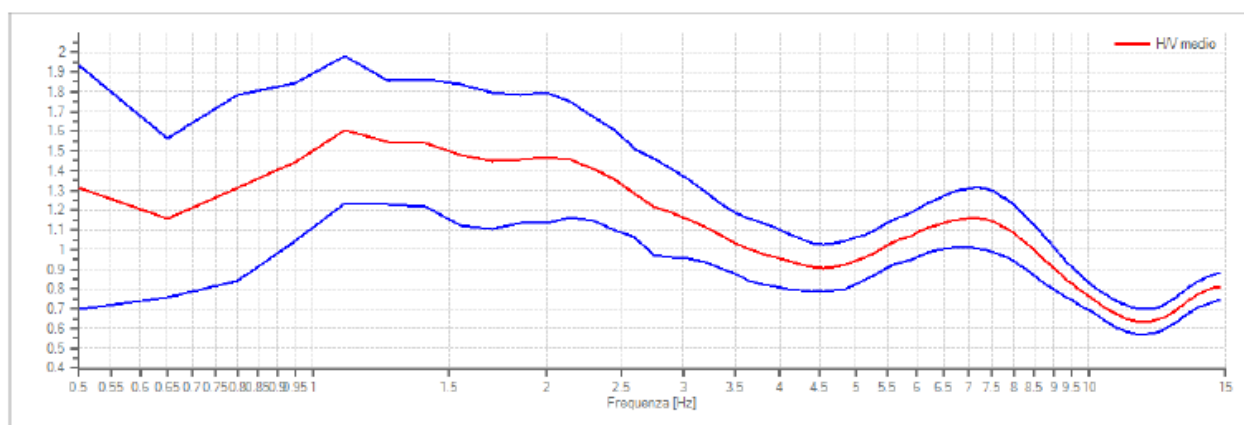
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 15.00 Hz
Frequenza minima: 0.50 Hz
Passo frequenze: 0.15 Hz
Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento: 20.00 %
Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: **1.10 Hz ±0.23 Hz**

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Nell'ALLEGATO 1 in calce, sono stati riportati dettagliatamente i risultati ottenuti dalle misure di frequenza fondamentale con metodo HVSR.

8 UNITA' LITOTECNICHE

Dalle considerazioni di carattere geologico trattate nei precedenti capitoli, dalle informazioni di carattere geomeccanico raccolte e dai dati desunti dalla campagna geognostica effettuata, è possibile proporre l'istituzione delle seguenti Unità Litotecniche:

- PSL: Piroclastiti Sabbiose Limose (LTT, SKF)

Successione di depositi piroclastici lapillosi e cineritici in strati contenenti scorie e litici lavici di dimensioni centimetriche da ricaduta, intercalati a livelli vulcanoclastici rimaneggiati, con orizzonti pedogenizzati. La provenienza dei depositi è dal Distretto Vulcanico Sabatino (PLEISTOCENE MEDIO *p.p.*);

- DSLA: Depositi continentali Sabbioso Limosi Argillosi (PGL_{3b}, PGL_b)

Depositi continentali di ambiente da eolico a litorale costituite da alternanze irregolari di sabbie limose ossidate, limi sabbiosi e argille grigie (PLEISTOCENE MEDIO *p.p.* – INFERIORE *p.p.*).

La parametrizzazione geotecnica delle Unità Litotecniche sopra descritte è **dettagliatamente presentata nell'elaborato A254 PDS R006 1 – Relazione Geotecnica**. Si riporta di seguito lo schema sinottico dei principali parametri geotecnici:

Unità	Materiale				Parametri di resistenza					Parametri di deformabilità elastici						
		γ	k_0	OCR	φ'_p	φ'_{cv}	φ'_r	c'	c_u	G_0	E_0	E_{op1}	E_{op2}	E_{op3}	E_u	ν
[-]	[-]	kN/m^3	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
PSL	SL; SA	17	0.5	1+3	31	30	-	5	-	153	367	92	25	25	-	0.2
DSLA	S(LA)	19	0.5	1	31	29	-	15	-	242	581	145	38	38	-	0.2

Unità	Materiale	Parametri di deformabilità e di permeabilità			
		C_c	$C_r = C_s$	C_v	K
[-]	[-]	[-]	[-]	$[m^2/s]$	$[m/s]$
PSL	SL; SA	-	-	9.00E-08	1.00E-06
DSLA	S(LA)	-	-	1.20E-07	1.00E-06

Il modello geologico-tecnico che si riscontra lungo il tracciato di progetto è **consultabile nell'elaborato A254 PDS G008 1 – Profili Litotecniche**.

9 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'area di studio investigata per la nuova opera rientra nell'ambito del territorio del Comune di Roma, interessando dal punto di vista amministrativo il Municipio XIV (ex XIX).

L'opera di progetto attraversa prevalentemente la formazione dei Tufi Stratificati Varicolori di La Storta (LTT) e la formazione dei Tufi Stratificati Varicolori di Sacrofano (SKF). Queste due formazioni sono composte in prevalenza da depositi piroclastici con presenza di scorie, pomici da ricaduta e livelli vulcanoclastici rimaneggiati. Dove il tracciato intercetta il reticolo fluviale secondario, invece, vengono incontrati i Depositi Alluvionali (SFT) caratterizzati generalmente da livelli siltoso-sabbiosi e siltoso-argillosi e le litofacies argilloso-sabbiose della Formazione di Ponte Galeria (PGL_{3b} e PGL_b).

La morfologia del territorio comunale di Roma è stata influenzata in maniera diretta sia dalle **vicissitudini geologiche del Pleistocene che dai corsi d'acqua, primo tra tutti il Fiume Tevere, che con l'incessante attività erosiva, di trasporto e deposito, hanno modellato i rilievi e agito sulle valli e sulle pianure, modificandole continuamente.** Le caratteristiche morfologiche del territorio comunale di Roma sono, nel loro insieme, abbastanza uniformi.

La consultazione del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico, Inventario dei fenomeni franosi e situazioni a rischio di frana – Autorità di Bacino del Fiume Tevere – Tavola 34, mostra come il tracciato di progetto non sia interessato dalla presenza di eventi di instabilità di versante, **ad eccezione di un'area a franosità diffusa quiescente localizzata ad W-SW del C.I. Ottavia.**

Sono in ogni caso evidenziati orli di scarpata localizzati in corrispondenza di **Valle Fontana, prossima all'ex Ospedale Santa Maria della Pietà.**

La cartografia tematica relativa al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Fasce e rischio idraulico sul reticolo secondario e minore - elaborato dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, contenente le perimetrazioni adottate con Decreto Segretariale n. 32 del giugno 2015, evidenzia che il tracciato di

progetto non ricade nelle fasce di esondazione del reticolo secondario del Fiume Tevere.

La consultazione della Carta delle cavità sotterranee di Roma (Nisio et al., 2017), **ha permesso di osservare come il tracciato di progetto intercetti un'area caratterizzate da una densità di cavità pari a 5-25 punti/km², nei pressi dell'ex Ospedale Santa Maria della Pietà.**

La consultazione del Progetto Sinkholes, sviluppato dall'ISPRA, ha permesso di osservare come l'area in esame non sia ubicata in vicinanza di aree soggette a fenomeni di sinkhole.

In base alla *Carta Idrogeologica del Territorio della Regione Lazio* (Foglio n. 3 scala 1:100.000, 2012), e alla *Carta Idrogeologica di Roma* (scala 1:50.000), **nell'area di progetto è presente quasi esclusivamente un solo complesso (*Complesso Vulcanico Sabatino*),** caratterizzato da potenzialità acquifera bassa soprattutto nel centro urbano. Tuttavia, il tracciato interseca ripetutamente il *Complesso delle sabbie grossolane di Monte Mario e Ponte Galeria*, il *Complesso delle Vulcaniti Albane* e il *Complesso delle alluvioni*. Questi due complessi presentano un grado di permeabilità variabile da medio a scarso.

Inoltre, come è possibile osservare dalla *Carta Idrogeologica di Roma*, **nell'area di studio la falda idrica principale si trova ad una profondità compresa tra i 70 ed i 60 m s.l.m., con quote piezometriche decrescenti verso SW.**

La sismicità di Roma risulta nel complesso piuttosto modesta, almeno relativamente al contesto nazionale (Molin D. et alii, Sismicità di Roma in Memorie descrittive della Carta **Geologica d'Italia, Vol. L - 1995**). **Nell'ambito dei caratteri di sismicità dell'area si inquadrano:**

- eventi dovuti ad attività di origine locale (area romana compresa in un cerchio di circa 15 km di raggio);
- eventi dovuti ad attività sismica delle aree sismogenetiche prossime a Roma;
- **eventi dovuti ad attività sismica delle aree sismogenetiche dell'Appennino centrale.**

In base alla vigente Classificazione Sismica della Regione Lazio (Delibera di Giunta Regionale n.387 del 22/05/2009) il Municipio XIV (ex XIX) del Comune di Roma ricade in Zona 3, Sottozona A, alla quale corrisponde un valore **dell’accelerazione orizzontale di picco su suolo rigido compresa tra 0.10 e 0.15 g.**

Ai sensi del D.G.R. 545/2010 che definisce le linee guida per gli studi di microzonazione sismica nel territorio della Regione Lazio, per il Municipio XIV (ex XIX) del Comune di Roma, entro i quali ricade il tracciato di progetto, sono stati pubblicati gli studi di Livello 1 di microzonazione sismica relativo **all’elaborazione della Carta delle aree suscettibili di effetti locali o delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS). Attraverso quest’ultimi è** possibile individuare e caratterizzare le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale e le zone soggette a instabilità, quali frane, rotture della superficie per faglie e liquefazioni dinamiche del terreno. In sintesi, il tracciato di risulta situato prevalentemente in corrispondenza della *zona stabile suscettibile di amplificazione locale (ZAS 3)*, la quale è caratterizzata da terreni di copertura piroclastica riferibile all'attività del distretto vulcanico Sabatino (spessori < 20 m) posizionati su depositi della copertura fluvio-deltizia e lacustro-palustre o poggianti direttamente sul substrato non rigido del Plio - Pleistocene. Vengono comunque intercettate anche le *zona suscettibili di amplificazione locale ZAS 2, ZAS 4 e ZAS 6.*

A supporto della definizione del modello geologico delle aree relative alle opere di progetto, si è provveduto inizialmente alla ricerca della documentazione storica e della bibliografia tecnica disponibile, di preesistenti campagne di **indagini geognostiche presenti nell’area di studio.** Successivamente, è stato attuato un programma di indagini geognostiche e geofisiche, **presso l’area di** previsto intervento, in funzione delle opere di progetto, tenendo conto del volume significativo come definito dal D.M. 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni).

In sintesi, al fine di caratterizzare il modello geologico-tecnico del sottosuolo in corrispondenza delle opere di progetto si è fatto riferimento alla seguente campagna di indagini:

- N. 11 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti ad una profondità compresa tra 20 e 50 m dal p.c.;
- N. 6 prove penetrometriche dinamiche di tipo DPSH;
- N. 1 prova penetrometrica statica di tipo CPTU;
- N. 5 prospezioni di sismica a rifrazione 2D con tecnica tomografica;
- N. 3 misure di rumore sismico ambientale (HVSR);
- N. 10 prospezioni sismiche con metodologia MASW;
- N. 2 prospezioni sismiche in foro Down-Hole.

Dalle considerazioni di carattere geologico trattate nei precedenti capitoli, dalle informazioni di carattere geomeccanico raccolte e dai dati desunti dalla **campagna geognostica effettuata, è possibile proporre l'istituzione** di n. 2 Unità Litotecniche descritte dettagliatamente nel Capitolo 8.