CONSORZIO DI BONIFICA DELLE MARCHE

Realizzazione casse di espansione sul fiume Foglia a difesa del centro urbano di Pesaro - I°stralcio

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DEI PROFESSIONISTI:

Capogruppo mandataria:

AREA PROGETTO ASSOCIATI

ING. MARCO BALDUCCI - ING. ROBERTO REGNI

Perugia, Via della Gabbia n. 7, Tel 075/5731708- 075/5736689

Mandanti:

H.S. INGEGNERIA S.R.L.
Empoli, Via Bonistallo n.39
Tel 0571/725283

GEOL. MASSIMILIANO MAZZOCCA
iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Calabria n.859

ING. CARLO REGNI
(giovane professionista)
iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Perugia n.A3910

Progetto N.
18057

Novembre
2018

Fase progettuale	**Progetto definitivo/esecutivo**
Committente	**Consorzio Bonifica Marche**
Progettisti	Dott. Ing. Marco Balducci Dott. Ing. Roberto Regni Dott. Ing. Simone Pozzolini Dott. Geol. Massimiliano Mazzocca
Giovane professionista	Dott. Ing. Carlo Regni
Collaboratori	Dott. Ing. Stefania Frondizi Dott. Ing. Tommaso Picciafuoco

TIMBRI:

rev.	data	aggiornamento	redatto	verificato	approvato
00	Aprile 2019	Emissione	Mazzocca	Pozzolini	Balducci

RELAZIONE GEOLOGICA

scala
-

tav.
GEOL

18057 – GEOL- – PE – 00 – --

La proprietà di questo elaborato è di APA , con il divieto di riprodurlo o trasferirlo a terzi senza autorizzazione scritta.

Indice:

1 PREMESSA 2
2 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA 3
2.1 Corografia 3
2.2 Inquadramento geologico strutturale 5
2.3 Litostratigrafia 6
2.4 Inquadramento geomorfologico 9
2.4 Idrografia superficiale 13
2.4 Idrogeologia 14
2.5 Sismicità dell'area 17
2.6 Microzonazione sismica 22
3. INDAGINI GEOGNOSTICHE 25
3.1 Sondaggi geognostici 25
3.2 prove penetrometriche DPSH 35
3.3 prove geofisiche Remi HVSR 38
3.3.1 Sintesi dei risultati 39
3.4 prove geofisiche MASW 2d e tomografia elettrica 42
3.4.1 sintesi dei risultati 45
3.5 prove di alboratorio 53
4. MODELLO GEOLOGICO GEOTECNICO 61
. 5 AZIONI SISMICHE DI PROGETTO 64
5.1 Categoria di sottosuolo 64
.5.2. Condizioni topografiche 65
5.3 Individuazione della pericolosità sismica di base 65
6. CONCLUSIONI 67

1 PREMESSA

Il presente studio geologico viene redatto a corredo della progettazione definitiva-esecutiva relativa al primo stralcio, riguardante la realizzazione di quella che di seguito viene denominata CASSA 1, come definita in sede di progettazione preliminare dell'intervento denominato "**Realizzazione casse di espansione sul Fiume Foglia a difesa del centro urbano di Pesaro - 1° stralcio Codice ISPRA 11IR209/G1 codice Consorzio: D1.A1.P008**", finalizzato alla mitigazione del rischio idrogeologico sul fiume Foglia e del centro urbano di Pesaro.

Gli interventi in progetto consistono essenzialmente nella creazione di un'area di invaso che, a seguito della realizzazione del presente lotto di interventi, sarà finalizzata essenzialmente alla risoluzione delle criticità idrauliche del Rio La Fossa. Nelle successive fasi di intervento, una volta realizzati gli interventi di sistemazione del Foglia nei tratti a monte della cassa n.1 (finalizzati ad evitare le fuoriuscite dall'alveo in sinistra idrografica, che attualmente portano le acque di esondazione del Foglia a convergere verso le aree di realizzazione della cassa n.1), si potrà procedere al rialzamento delle arginature già parzialmente realizzate in questa fase ed alla realizzazione degli organi di regolazione dei deflussi in ingresso dal Foglia ed in uscita dalla cassa in esame. Nella presente fase è previsto di realizzare una arginatura che risulta delimitata a Nord da un corso d'acqua minore affluente del Rio La Fossa, ad Est dal Rio La Fossa, a Sud dagli argini esistenti del Foglia, mentre ad Ovest l'argine va ad immorsarsi sul piano campagna in corrispondenza della sede della strada bianca di accesso agli argini esistenti in sinistra Foglia. L'acceso delle acque del Rio La fossa nell'area di espansione sarà consentito dalla realizzazione di un'opera di presa munita di paratoia mobile di dimensioni 3500x1500, che sarà posizionata in sponda destra poco a valle della confluenza con il corso d'acqua minore affluente del rio stesso.

L'area di espansione viene individuata in un tratto vallivo posto in sinistra idrografica del Fiume Foglia, in un'area pianeggiante di circa 13 ettari di estensione, con una quota media del terreno di 11 m s.l.m., posta circa 500 metri a sud del tracciato autostradale e a oltre 5 chilometri dalla foce.

Obiettivo dello studio è stata la definizione di un modello geologico di dettaglio, che partendo dagli studi precedenti, relativi alla fase preliminare del progetto, definisse in modo quantitativo le variabili geologiche, geotecniche sismiche e idrogeologiche, funzionali ad una corretta progettazione delle opere.

Per pervenire a questo risultato è stato definito un esteso piano di indagini che con la sua realizzazione, unitamente alle indagini eseguite per un progetto parallelo e coinvolgente la medesima area, hanno consentito la definizione dei parametri di progetto e la necessaria ridefinizione della fattibilità dell'opera alla luce delle nuove informazioni acquisite.

Il quadro normativo in base al quale si sono elaborate le valutazioni tecniche è descritto di seguito:

• **Decreto Ministeriale 17.01.2018** - Norme Tecniche per le Costruzioni.

• **Circolare 02.02.2009 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici** - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 20081.

• **Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici** Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

• **Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 e s.m.i.** - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".

• **Decreto Ministeriale 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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

2 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

2.1 Corografia

L'areale all'interno del quale sono previsti gli interventi in progetto ricade interamente nel territorio comunale di Pesaro, in località Ca Paci, subito a sud del tracciato della A24 e circa un chilometro a NO dell'abitato di Villa Fastiggi.

Da un punto di vista cartografico l'area è individuabile all'interno del Foglio I.G.M. serie 25, n° 268 II (1:25.000) e nella CTR Regione Marche, Sezione n. 268110 (1:10.000).

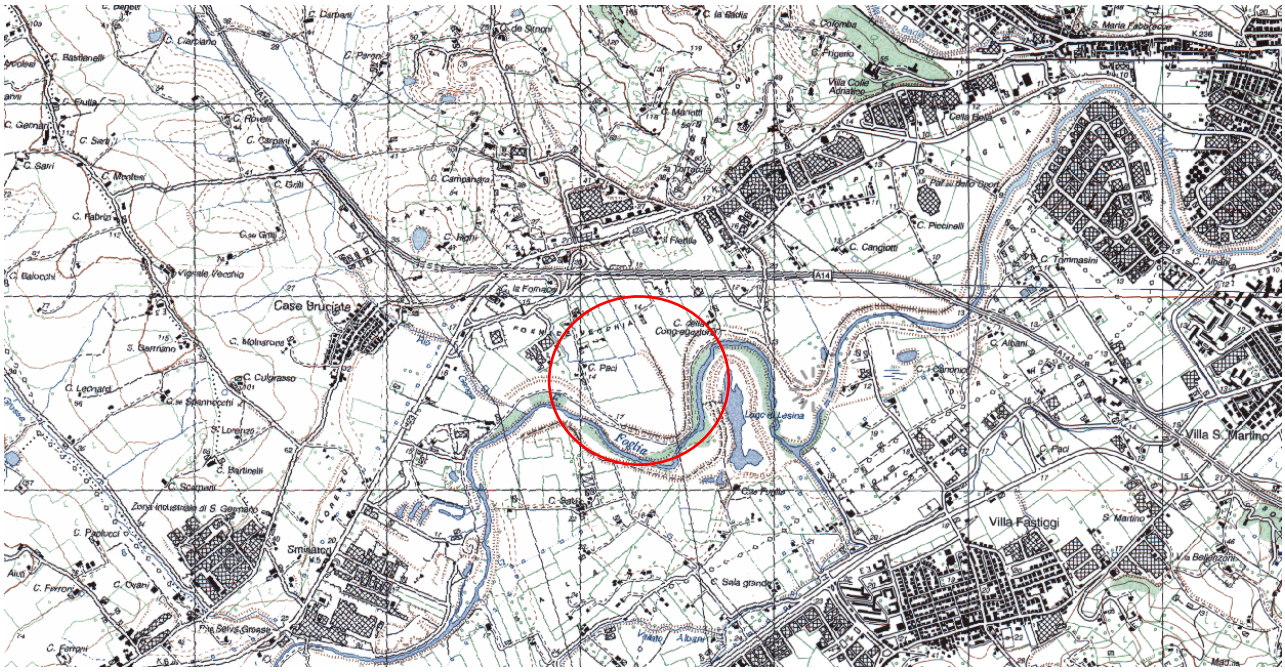


FIGURA 0.1: INQUADRAMENTO DELL'AREA FOGLIO I.G.M. SERIE 25, N° 268 II (SCALA RETICOLATO 1KM)

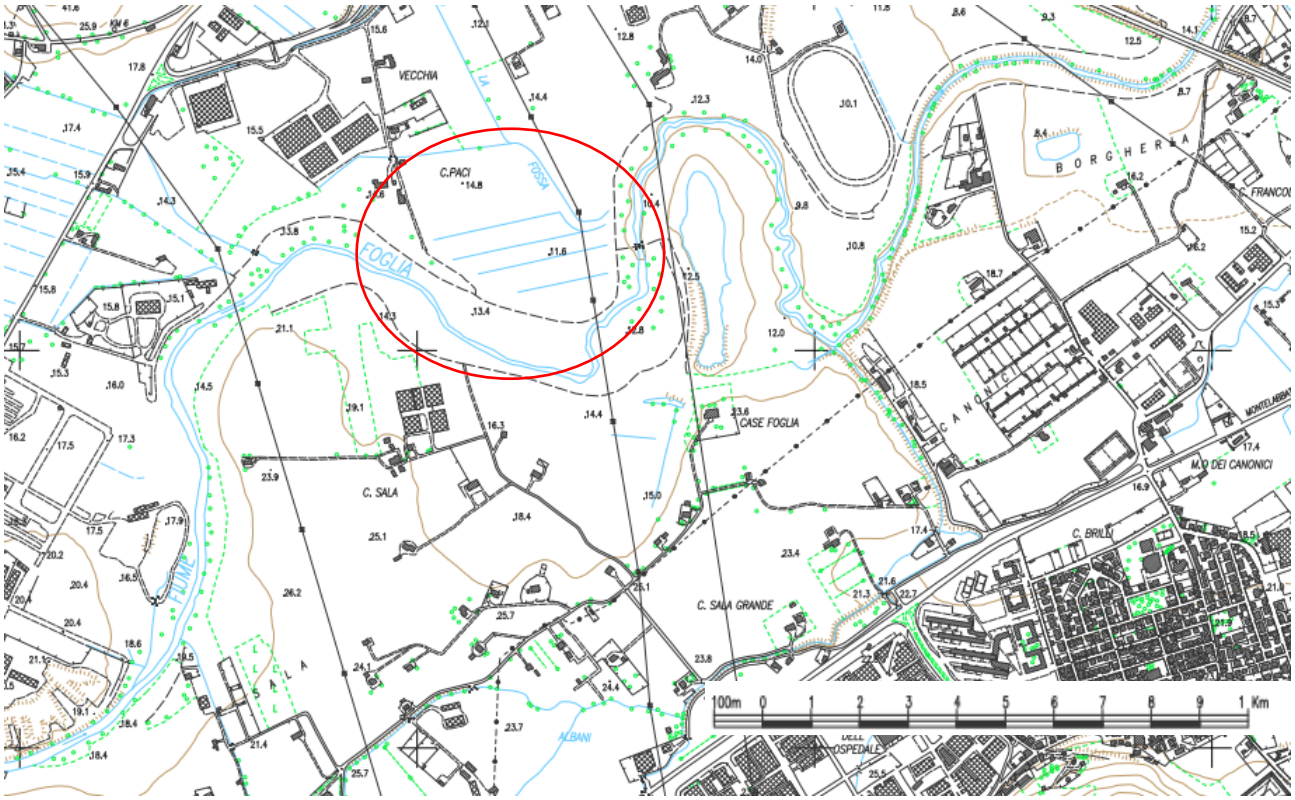


FIGURA 0.2: INQUADRAMENTO DELL'AREA FOGLIO CTR REGIONE MARCHE 1:10000, SEZIONE N. 268110 (SCALA GRAFICA)

2.2 Inquadramento geologico strutturale

L'area di Ca Paci si estende su un areale di circa 13 ettari, posto in sinistra idrografica del fiume Foglia, nella porzione terminale del tratto vallivo, caratterizzato da un andamento meandriforme del corso d'acqua.

L'asse del corso fluviale procede in direzione SO-NE lungo una piana alluvionale di circa 2 km di ampiezza, occupata da sedimenti alluvionali terrazzati. Detti depositi, ascrivibili ai sintemi di Matelica (**MTIbn**) (*Pleistocene superiore – Olocene*) e del Musone (**MUSb–MUSbn**) (*Olocene*) hanno localmente uno spessore di circa 13-20 m e poggiano tramite un contatto erosivo su un substrato di età pliocenica, che da considerazioni stratimetriche e dalle risultanze dei sondaggi effettuati, è localmente attribuibile alle Argille Azzurre (**FAA**).

Lo spessore del materasso alluvionale tende ad aumentare procedendo in direzione della foce e raggiunge spessori dell'ordine dei 70 metri.

Il substrato pliocenico, affiorante a nord ed a sud dell'asse vallivo, in corrispondenza delle strutture collinari, è interessato da una serie di strutture deformative sia duttili che fragili, associate al regime compressivo che ha coinvolto i sedimenti della avanfossa pliocenica marchigiana a partire dal Miocene.

Nel dettaglio, il settore più prossimo al sito di nostro interesse è caratterizzato da una alternanza di anticlinali e sinclinali, delimitate da sovrascorrimenti e retroscorrimenti, con andamento assiale NO-SE e NNO-SSE che mettono localmente in contatto tettonico le Argille azzurre con la sottostante Formazione a Colombacci. I lineamenti principali sono rappresentati dalla struttura definita nelle note del foglio illustrativo 268 *PESARO:* "Gabicce Pesaro", con andamento NO-SE, e dalla sua prosecuzione sul fianco interno, definita "*Candelara - Cuccurano*", con orientazione assiale NNO-SSE.

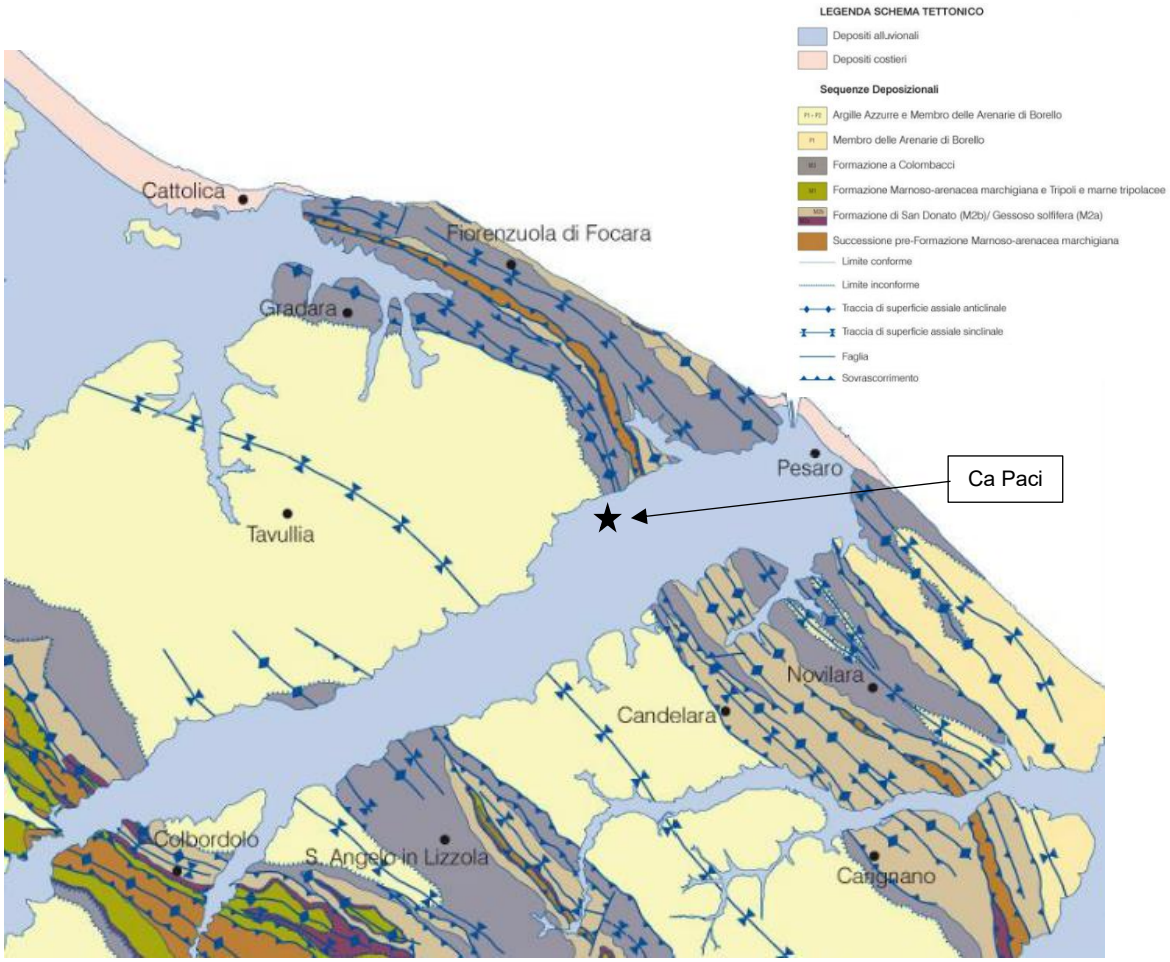


FIGURA 0.2: INQUADRAMENTO DELL'AREA SULLO SCHEMA TETTONICO REGIONALE (CARG F. 268 PESARO)

2.3 Litostratigrafia

Le valutazioni riguardanti le formazioni affioranti derivano dalle informazioni bibliografiche, dalle evidenze di campagna emerse nel corso del rilevamento e dalla interpretazione delle indagini geognostiche dirette e indirette acquisite per il presente progetto e per altri progetti riguardanti la medesima area.

Dall'analisi della carta geologica allegata (elaborato GEO01) si può osservare che partendo dall'alveo attuale del Foglia si possono riconoscere in affioramento, le alluvioni attuali del Sintema del Musone passanti lateralmente ad alluvioni terrazzate del 4° ordine non più interessate dalla dinamica fluviale e a loro volta passanti alle alluvioni terrazzate pleistoceniche del 3° ordine, ascrivibili al Sintema di Matelica.

Nell' area che verrà interessata dalla casa n°1 affiorano alluvioni terrazzate ascrivibili al Sintema del Musone, che localmente hanno uno spessore che può essere valutato in circa 7/9 metri, al disotto

si rinvengono le alluvioni pleistoceniche del Sintema di Matelica, marcate da un deciso aumento dei valori di addensamento del deposito e caratterizzate da spessori nell'ordine dei 5/9 metri. Il substrato Pliocenico, costituito da argille limose sovraconsolidate, viene incontrato dai sondaggi a profondità dell'ordine dei 13/15 m dal piano campagna.
Di seguito si dà una descrizione più dettagliata delle formazioni affioranti e dei reciproci rapporti tra le stesse:

Sintema del Musone
Al sintema del fiume Musone, appartengono sedimenti alluvionali terrazzati e non, risalenti all'Olocene, prossimi all'alveo fluviale e derivanti dalla reincisione dei sedimenti alluvionali Pleistocenici, Il contatto che separa i corpi alluvionali corrisponde ad una superficie di erosione che separa o dal substrato pliocenico o dalle alluvioni del sintema di Matelica.
Le litologie prevalenti sono caratterizzate da ghiaie anche molto grossolane, eterometriche, intervallate a livelli sabbiosi, sabbioso-ghiaiosi a tratti argillosi-sabbiosi. Per quanto riguarda le unità terrazzate le superfici dei terrazzi sono a quote non superiore a 15 m e correlabili al quarto ordine dei terrazzi. All'interno del sintema si possono distinguere le seguenti unità litostratigrafiche, affioranti nell'areale di interesse.

- **Alluvioni attuali (MUSb)** – Sono limitate arealmente al letto di piena ordinaria del fiume e; dal punto di vista litologico sono costituite da ghiaie variamente associate a sedimenti fini, sabbioso - limoso - argillosi, questi ultimi predominanti in superficie e sulle sponde dell'alveo. Olocene.
- **Alluvioni terrazzate del Sintema del Musone (MUSbn)** –, rappresentano depositi alluvionali non più in evoluzione, ascrivibili ai terrazzi fluviali del 4° ordine. La litologia varia da ghiaioso sabbiosa a sabbioso limosa debolmente argillosa con limitati orizzonti limoso argillosi. Nella zona di Ca Paci, Il corpo alluvionale, presenta un corpo ghiaioso sabbioso principale, posto ad una profondità che varia dai 5 ai 7 metri dal piano campagna, confinato tra orizzonti più marcatamente sabbioso limosi e localmente, sabbioso limosi debolmente argillosi. I depositi hanno un andamento lenticolare, sebbene le geometrie descritte abbiano continuità lungo buona parte della zona interessata dal progetto.
  Olocene

Sintema di Matelica Fanno parte del sintema di Matelica (Pleistocene) le alluvioni terrazzate del terzo ordine le cui superfici sono comprese, generalmente, tra i 20 e 35 m di quota dall'alveo attivo.

Il limite inferiore è segnato da una superficie di erosione che separa i corpi alluvionali dal substrato roccioso o da corpi detritici più antichi (Tramontana & Guerrera, 2011). In ciascuno dei diversi sintemi, le alluvioni sono distinguibili in due intervalli: il primo costituito dai sedimenti di fiume e l'altro da depositi di conoide. Le alluvioni sono costituite da ghiaia con lenti sabbiose-limose o ghiaiose-limose. Al di sopra dei depositi alluvionali, in alcuni casi, si rivengono dei depositi terrazzati di conoide.

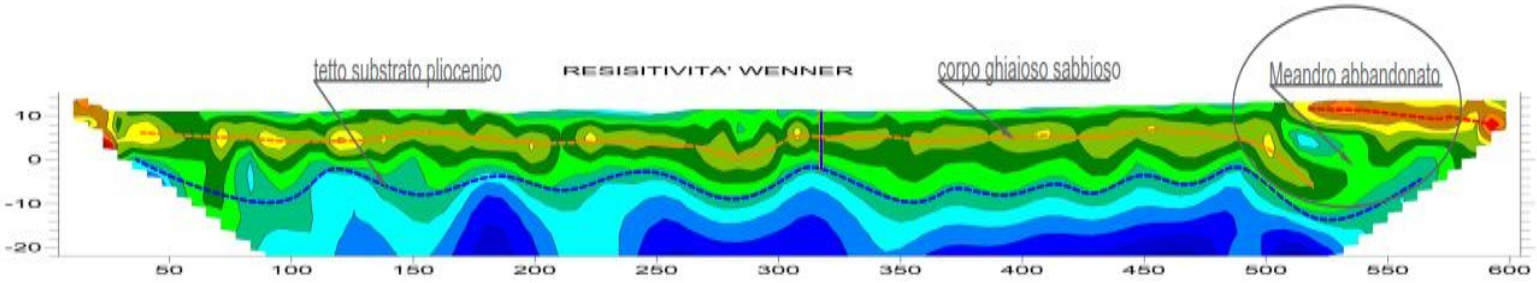


FIGURA 0.3: INTERPRETAZIONE LITOSTRATIGRAFICA SEZIONE DI TOMOGRAFIA ELETTRICA CHE ATTRAVERSA TRASVERSALMENTE LA CASSA (ERT3M) (PER L'UBICAZIONE SI VEDA L'ALLEGATO)

- **Alluvioni terrazzate del Sintema di Matelica (MTIbn)** –. Affioranti a nord e a sud dell'area di interesse, sono state intercettate dai sondaggi effettuati e sono marcate nelle prove penetrometriche da un deciso aumento nel numero dei colpi necessari all'infissione, gli spessori attribuibili a questi terreni sono nell'ordine dei 5/9 metri e si può notare che le litologie tendono verso il basso a termini più spiccatamente sabbioso limosi, sebbene anche in questo caso sia riconoscibile un andamento lenticolare dei depositi e conseguentemente una variabilità laterale tra i termini precedentemente descritti. Dal punto di vista litologico sono costituite da ghiaie, con intercalazioni di lenti limoso - sabbiose o sabbioso - ghiaiose. La sommità dell'unità coincide con la superficie topografica o con la discontinuità che la separa dalla sovrastante unità del Sintema del Musone, mentre il limite inferiore coincide con la superficie d'erosione che delimita verso il basso il corpo alluvionale separandolo dal substrato pliocenico.
  Pleistocene.

In sostanza nell'area di Ca Paci, il materasso alluvionale ha uno spessore di circa 16 metri e presenta un corpo ghiaioso sabbioso principale centrato sulla profondità media di 7 metri dal piano campagna. A grande scala si può riconoscere una tendenza ad un aumento della granulometria fino ai 7 metri dal piano campagna e una successiva diminuzione della stessa

fino al contatto con le sottostanti Argille Azzurre sovraconsolidate, una profondità compresa tra i 13 e i 19 metri. Questo assetto verticale è generalizzabile alla scala dell'intera cassa, sebbene la distribuzione lenticolare dei corpi detritici porti a variazioni laterali, sebbene di minore entità.

- **Formazione delle Argille Azzurre (FAA)** – Costituita da una successione di litofacies pelitiche e pelitico - siltose, con intercalazioni di subordinati e sottili strati arenitici e arenitico - siltosi; la colorazione delle peliti è grigio - azzurro a frattura fresca e grigio chiaro quando alterate. Trattasi di depositi di mare aperto, costituiti da torbiditi di natura prevalentemente pelitica cui si associano subordinati depositi pelagici - emipelagici; l'età è pliocenica e la potenza della formazione può raggiungere i 2.000 metri. Il passaggio ai terreni delle unità sottostanti avviene attraverso un limite di tipo inconforme.

2.4 Inquadramento geomorfologico

L'area di Ca Paci, destinata ad ospitare la cassa di espansione, si estende su una superficie di circa 13 ettari, la superficie topografica presenta un andamento pianeggiante con una modesta pendenza in direzione SSE, verso l'alveo fluviale. Le quote rilevate del fondo cassa si mantengono nell'intervallo compreso tra i 13 m s.l.m. e i 10 m s.l.m. l'andamento planoaltimetrico è interrotto e delimitato solo dagli interventi antropici di realizzazione delle arginature del fiume Foglia a sud e del Rio La Fossa ad est. Il sito è posto in sinistra idrografica del fiume Foglia, nella porzione terminale del tratto vallivo, caratterizzato da un andamento meandriforme del corso d'acqua.

FIGURA 0.4 INQUADRAMENTO DELL'AREA SU BASE GOOGLE EARTH (SCALA GRAFICA)

In questo tratto, l'asse del corso fluviale procede in direzione SO-NE lungo una piana alluvionale di circa 2 km di ampiezza, occupata da sedimenti alluvionali terrazzati

Le morfologie evidenti sono principalmente riconducibili alla dinamica fluviale attuale e passata, in subordine, a modificazioni antropiche.

La zona di interesse si colloca su un ripiano morfologico, ascrivibile ai terrazzi inferiori del 4° ordine, attestati a quote tra i 10 e i 15 m s.l.m.

Subito a sud del corso del Foglia, si possono riconoscere i terrazzi superiori, ascrivibili al Sintema di Matelica, attestati a quote intorno ai 19 m s.l.m. (tavola GEO02)

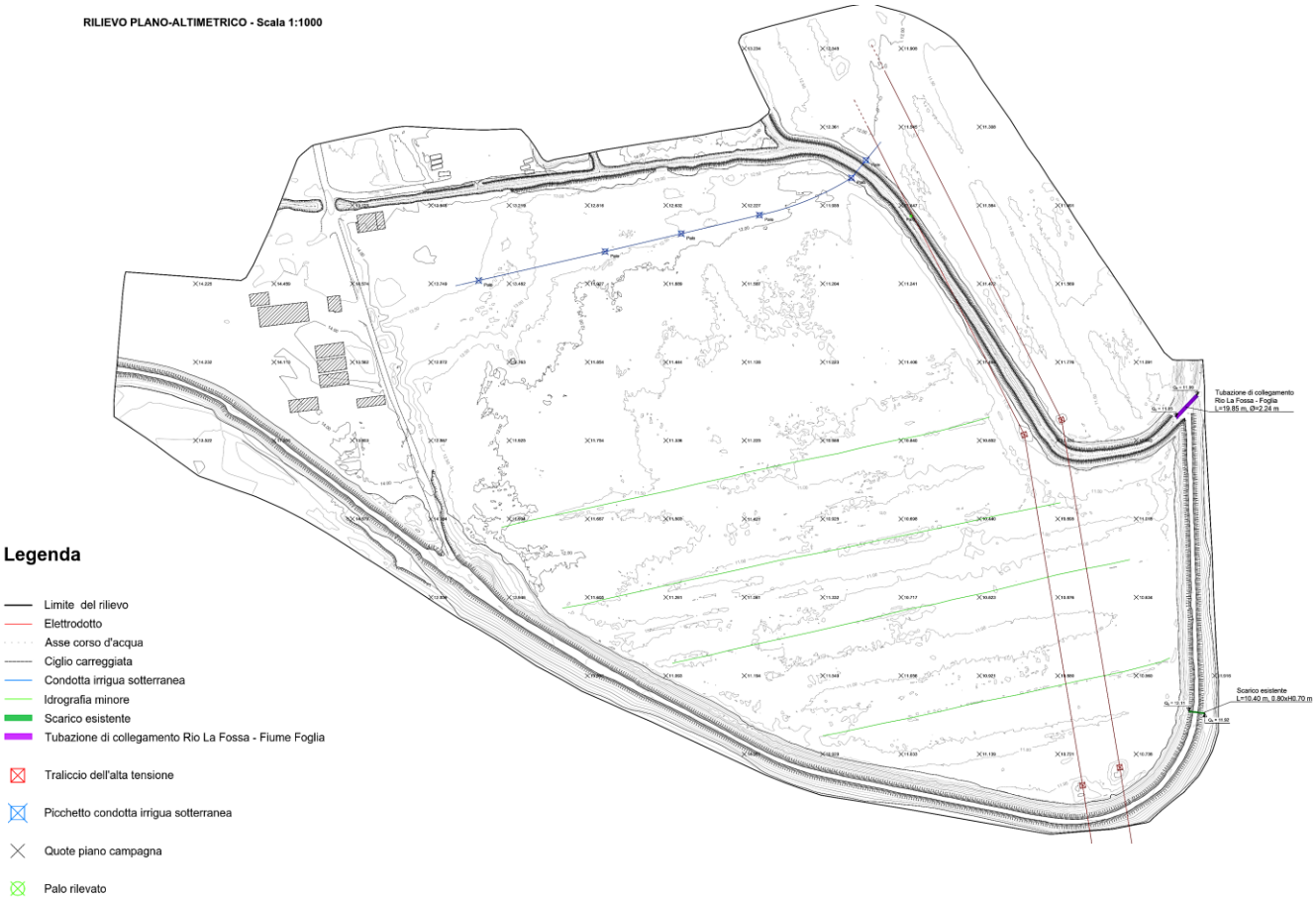


FIGURA 0.5: RILIEVO PLANO ALTIMETRICO DELL'AREA (NON IN SCALA, VEDERE ELABORATO GRI03)

Come descritto precedentemente, le arginature del Foglia, presenti in questa zona sia in sinistra che in destra idrografica, delimitano una zona golenale di circa 150 metri di ampiezza, all'interno della quale il fiume scorre in regime di morbida intorno alla quota di 9 m s.l.m. L'alveo risulta localmente delimitato da scarpate di erosione di 2/3 metri di altezza e a quote leggermente superiori presenta fenomeni di erosione laterale e di sponda, limitate localmente, in sinistra idrografica, da interventi di protezione delle arginature realizzati con gabbionate.

I fenomeni erosivi risultano particolarmente significativi in corrispondenza del tratto arginale posto all'apice SE della cassa in progetto, dove il fiume si avvicina a circa 10 metri dalla base dell'argine esistente, minacciando la stabilità dello stesso argine.

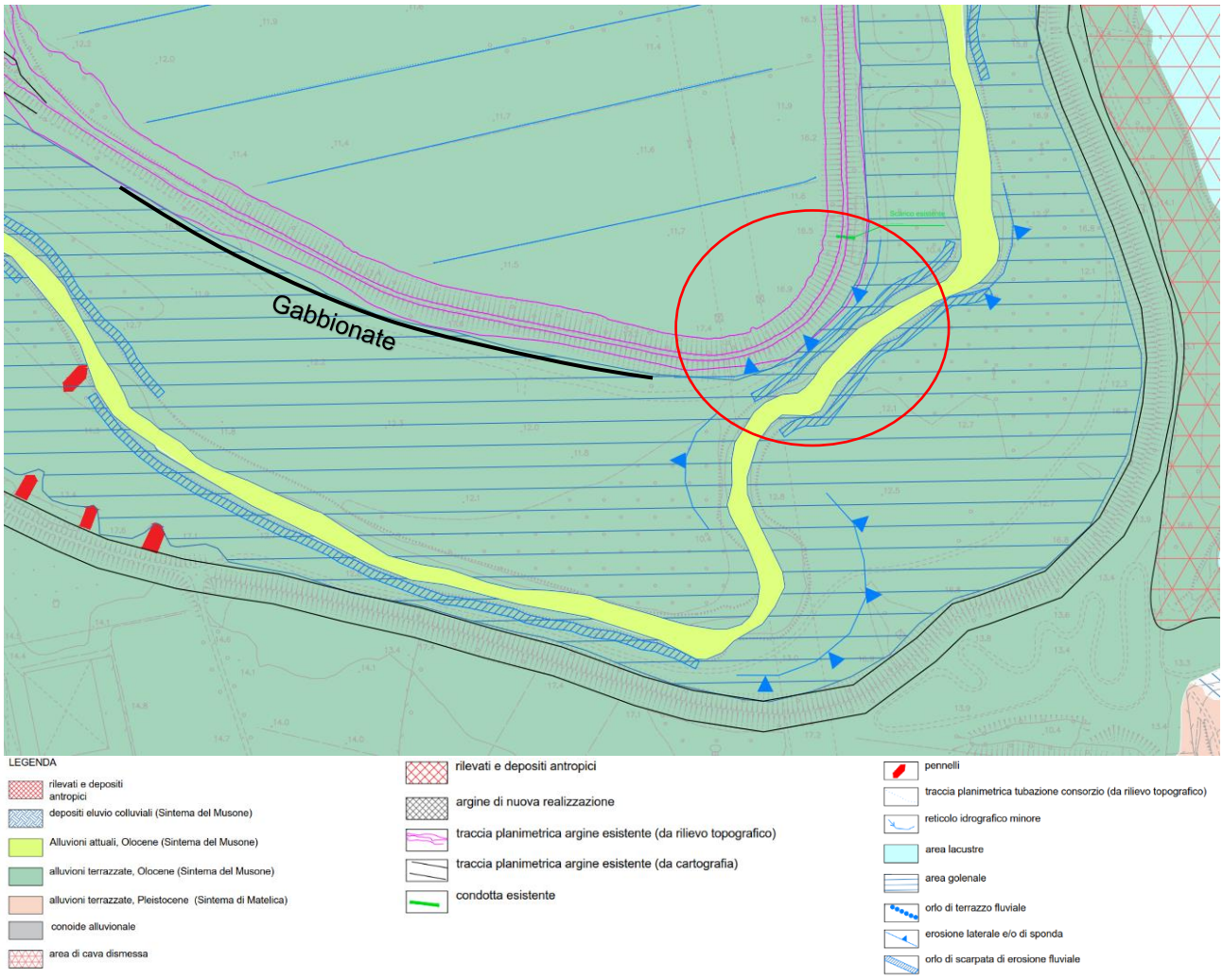


FIGURA 0.6 STRALCIO TAVOLA GEO02 CON EVIDENZIATA LA ZONA IN EROSIONE ATTIVA (NON IN SCALA)

L'analisi della cartografia relativa al rischio idrogeologico del PAI redatta dalla Autorità di Bacino della Regione Marche, conferma che da un punto di vista della instabilità dei versanti, l'area è priva di fenomeni sia in atto che quiescenti. Si riporta uno stralcio della tavola **RI 6 d** a conferma di quanto esposto.

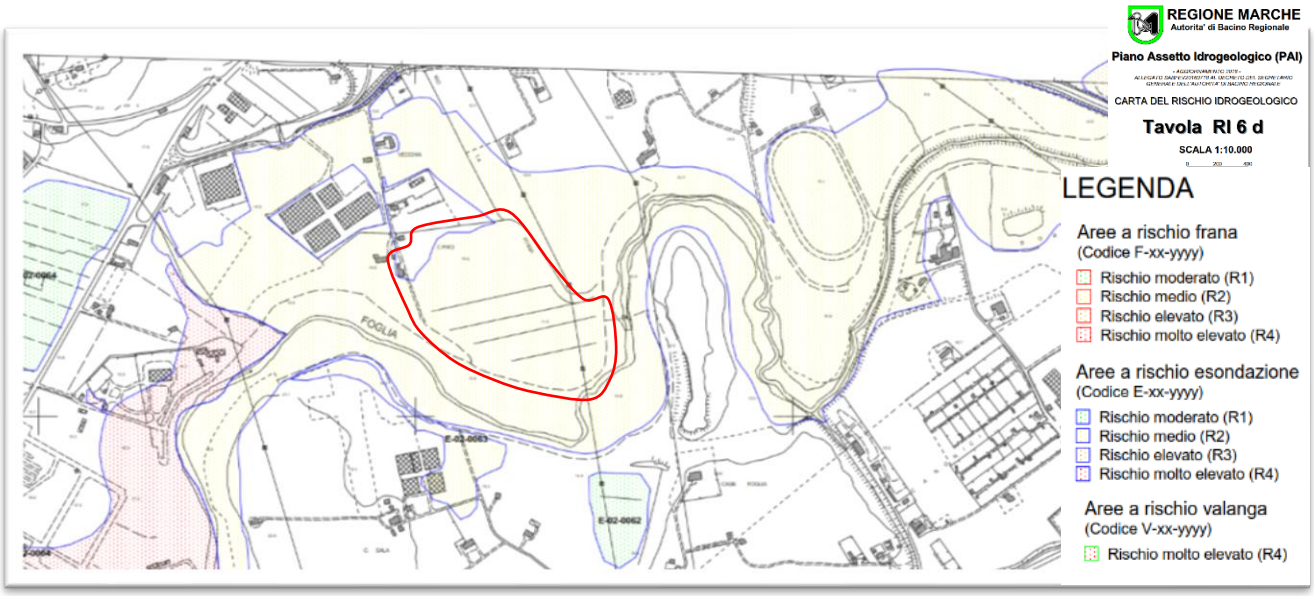


FIGURA 0.7 STRALCIO TAVOLA RI 6 D CON EVIDENZIATA LA ZONA DI INTERVENTO (SCALA GRAFICA)

2.4 Idrografia superficiale

L'area di Ca Paci, come già affermato, si trova in sinistra idrografica del Fiume Foglia, in un tratto in cui il fiume ha un andamento meandriforme, la cui dinamica è attualmente limitata in regime di piena ordinaria dalle arginature esistenti e ristretta ad una area golenale di circa 150 metri di estensione trasversale.

Il reticolo minore è rappresentato dal Rio La Fossa, affluente in sinistra idrografica e da alcuni fossi minori confluenti nello stesso. Il Rio La Fossa raggiunge il Foglia attraverso un alveo localmente pensile e delimitato da arginature antropiche, le quali si congiungono gli argini del Foglia in corrispondenza del limite sud della area di intervento, dove è installata una condotta lunga 19.85 m e di 2.24 m di diametro che permette alle acque di immettersi nel Foglia.

Il reticolo di fossi di guardia presenti all'interno della zona pianeggiante, in occasione degli eventi di maggiore entità conduce le acque verso uno scarico esistente nella porzione più depressa del margine SE della zona (**Figura 2.5**).

Le aree di fondovalle comprese nelle previsioni di progetto risultano interessate da i fenomeni di esondazione in corrispondenza delle piene di maggiore entità e sono ricomprese nella perimetrazione del PAI dell'Autorità di Bacino della Regione Marche vigente.

Dalla analisi della cartografia riportata in **figura 2.7,** le aree di interesse, ricadono all'interno dell'area individuata con la sigla E-02-0005 e definita a rischio medio (R2).

Nell'ottica di diminuire il rischio connesso con le esondazioni del Fiume Foglia e del suo tributario Rio La Fossa, l'area di Ca Paci, rappresenterà nelle fasi successive di completamento del presente progetto una area di espansione per le acque del fiume Foglia e del Rio la Fossa.
Per una trattazione più completa ed esaustiva dei temi riguardanti l'idrologia superficiale, si rimanda all'elaborato 18057RIDR.

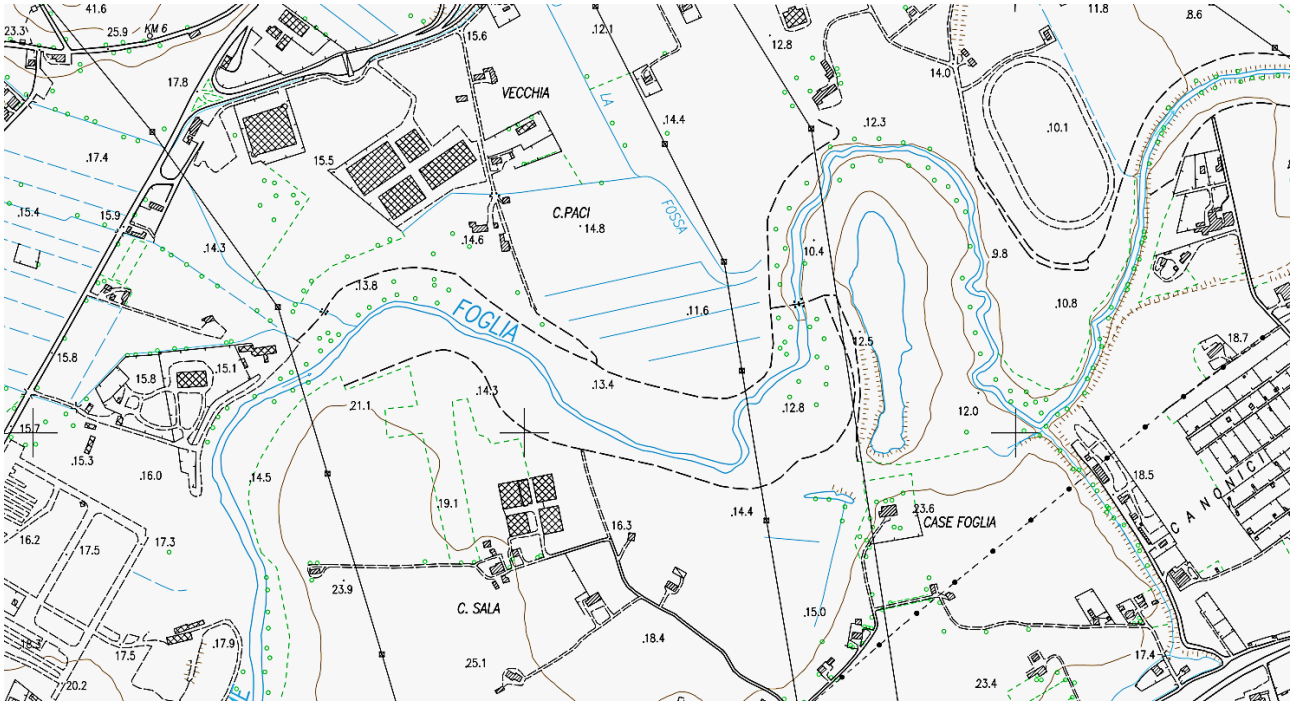


FIGURA 0.8 RAPPRESENTAZIONE PLANIMETRICA DELL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE SU BASE IGM 1:25K

2.4 Idrogeologia

Il Complesso idrogeologico delle Alluvioni (Pleistocene - Olocene) ha uno spessore che localmente si attesta intorno ai 13/18 metri ed è caratterizzato dai depositi alluvionali della pianura, costituiti da corpi ghiaiosi, ghiaiosi sabbiosi e ghiaioso limosi intercalati da lenti, con spessore variabile, limose argillose e sabbiose limose, poggianti sul substrato pelitico pliocenico che funge da acquiclude.
L' acquifero alluvionale è localmente caratterizzato da una falda monostrato a superficie libera e l'alimentazione è dovuta principalmente dall'infiltrazione delle acque fluviali nelle aree più prossime al corso d'acqua e in corrispondenza delle piene, mentre nei settori più distali e in corrispondenza degli areali in cui affiorano i termini più permeabili, alla ricarica per infiltrazione a seguito delle piogge.
Il limite inferiore è delimitato dalla presenza del substrato pliocenico poco permeabile e la superficie piezometrica si attestava nel periodo di febbraio 2019 a circa 2 metri dal piano campagna.

Dalle numerose misure piezometriche effettuate in corrispondenza dei 5 piezometri installati in fori di sondaggi a carotaggio continuo e di 3 prove penetrometriche dinamiche, è stato possibile definire con sufficiente accuratezza la morfologia della superficie piezometrica e la sua direzione di flusso. Da ciò emerge che nell'area di Ca Paci e in periodi di limitate precipitazioni, come quello che ha preceduto le misure effettuate, si ha una ricarica proveniente da NO e diretta verso il corso del fiume. In virtù di ciò e della evidenza relativa alla notevole permeabilità dei litotipi affioranti, non è da escludere che in corrispondenza degli episodi di piena di maggiore entità, la falda possa raggiungere la superficie topografica.

Per potere valutare la permeabilità dei terreni interessati dal progetto della cassa 1, si sono effettuate nel corso delle perforazioni di sondaggio 3 prove Lefranc a carico variabile, in corrispondenza dei sondaggi S_01; S_02; S_03, e si sono effettuate 4 prove di permeabilità diretta in edometro su altrettanti campioni prelevati nel corso delle perforazioni.

Di seguito si riportano in forma tabellare i risultati delle determinazioni sperimentali:

Prove permeabilità Lefranc							
Sondaggio N°	Carico	data	Quota m d.p.c.	Litologia	Valore K = Cm/s	Quota falda m da P.c.	Quota falda m s. l.m.
s_01	variabile	14/02/2019	3.5 - 4.5	Ghiaie in abbondante matrice sabbiosa	4.5 E-3	2.51	10.64
s_02	variabile	14/02/2019	3.8 - 4.5	Ghiaie in abbondante matrice sabbiosa	6.9 E-3	1.86	9.46
s_03	variabile	09/02/2019	11.0 - 12.0	Ghiaie in abbondante matrice sabbioso limosa	8.0 E-4	6.42	8.57

TABELLA 2.1 RISULTATI PROVE LEFRANC, PER L'UBICAZIONE VEDERE LA TAVOLA GEO03

Campioni Permeabilità diretta in edometro Carico 50 Kpa					
Sondaggio N°	Quota m d.p.c.	Litologia	Valore K = Cm/s	Quota falda m da P.c.	Quota falda m s. l.m.
s_01	6.6 - 7.0	sabbie limoso argillose	2.88E-07	2.51	10
s_02	2.0 - 2.3	sabbie ghiaioso limose	3.40E-05	1.86	9.46
s_03	3.0 - 3.5	sabbie limoso argillose	1.20E-06	6.42	8.57
s_04	3.0 - 3.4	sabbie ghiaioso limose	3.30E-05	6.99	8.72

TABELLA 2.1 RISULTATI PROVE DI PERMEABILITÀ SU CAMPIONI, PER L'UBICAZIONE VEDERE LA TAVOLA GEO01

Da quanto emerge dalle prove effettuate, si vede come i valori provenienti dalle prove in foro forniscano valori mediamente maggiori rispetto ai valori dei campioni provati in laboratorio, ciò e imputabile in primo luogo alle differenze litologiche, in quanto il campionamento degli orizzonti maggiormente ghiaiosi non è stato possibile. Inoltre le prove in edometro tendono a sottostimare la reale permeabilità dei terreni in sito, quando le condizioni di addensamento non sono omogenee. In virtù di ciò e favore di sicurezza, si è deciso di adottare come valori di riferimento quelli provenienti

dalle prove in foro, le quali forniscono valori medi per tutti gli orizzonti attraversati. questo anche in virtù delle considerazioni litologiche e stratigrafiche precedentemente esplicitate.

Da quanto esposto emerge che vista la soggiacenza della falda, e la elevata permeabilità dei terreni affioranti, si dovrà porre particolare attenzione nella valutazione delle dinamiche di filtrazione al di sotto delle opere in progetto, prevedendo opportuni accorgimenti atti a limitare la stessa e scongiurare fenomeni di sifonamento in corrispondenza dei rilevati arginali. Anche nella valutazione geotecnica, si dovrà tenere conto della interferenza degli orizzonti di falda con il bulbo di pressione delle opere in progetto.

Per quanto concerne la vulnerabilità dell'acquifero, essa è da ritenersi alta e di conseguenza tutte le lavorazioni che prevedano scavi e perforazioni, dovranno essere effettuate in periodi di magra e mettendo in essere tutti gli accorgimenti necessari ad impedire contaminazioni e l'utilizzo di materiali non idonei.

2.5 Sismicità dell'area

L'area in esame ricade ai margini della zona sismogenetica 917 (vedi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**9), appartenente al complesso "Appennino settentrionale e centrale", che comprende le zone dalla 911 alla 923.

Tale zona, che rappresenta la porzione più esterna della fascia a regime tettonico compressivo dell'arco appenninico settentrionale, include le sorgenti sismogenetiche principali della fascia appenninica esterna, a cui viene ricondotta la sismicità della costa marchigiana e romagnola, pur con un numero di terremoti decisamente inferiore a quello degli eventi della zona 912.

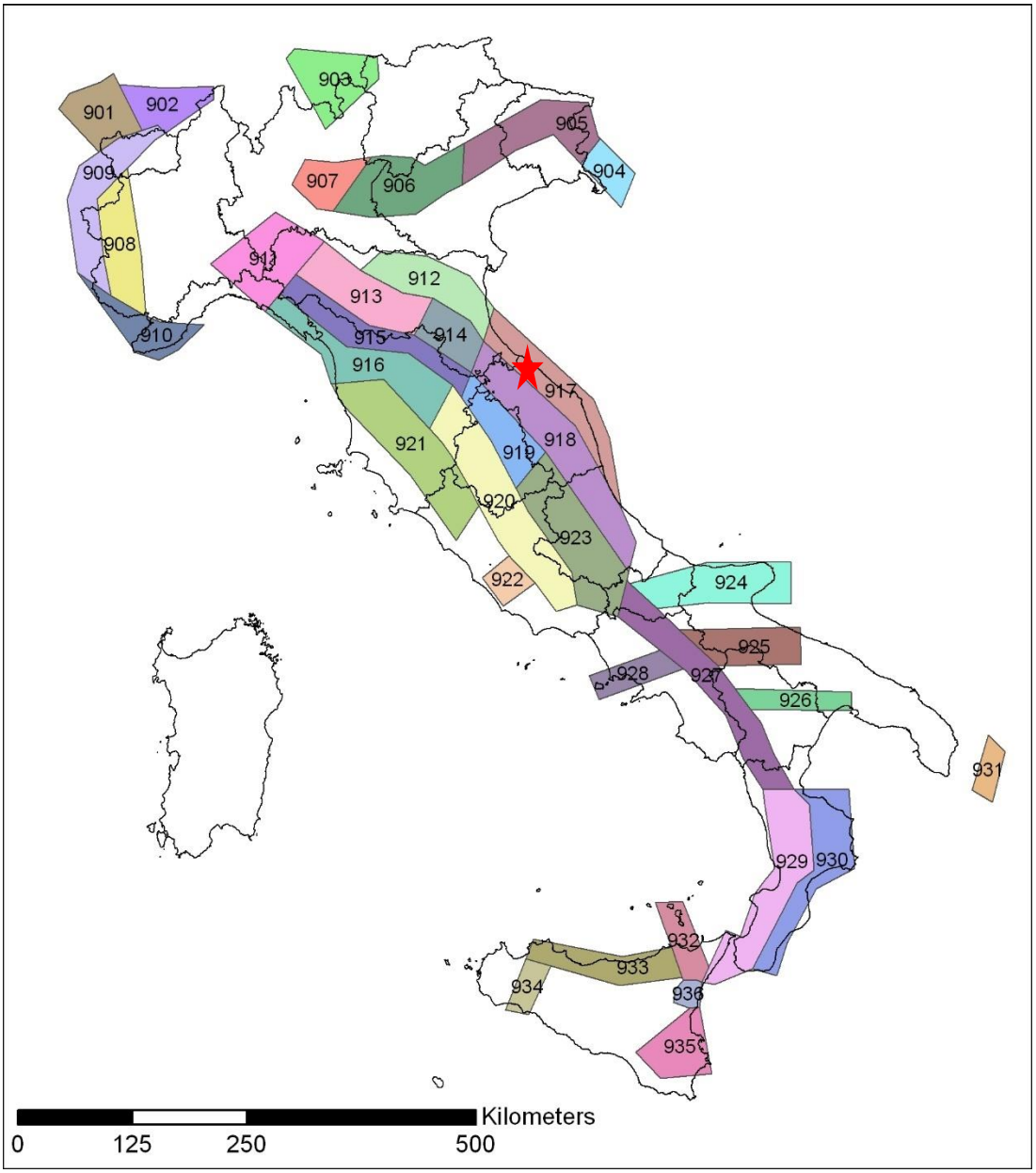


FIGURA 0.9 RAPPRESENTAZIONE DELLA ZONAZIONE SISMOGENETICA ZS9 CON EVIDENZIATA L'AREA DI INTERESSE (FONTE INGV)

In figura 2.10 viene rappresentata la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche individuali (ITIS) e composite (ITCS) in grado di generare terremoti di magnitudo superiore a M = 5.5, così come riportate nel Database of Individual Seismogenic Sources (DISS vers. 3.2.1).

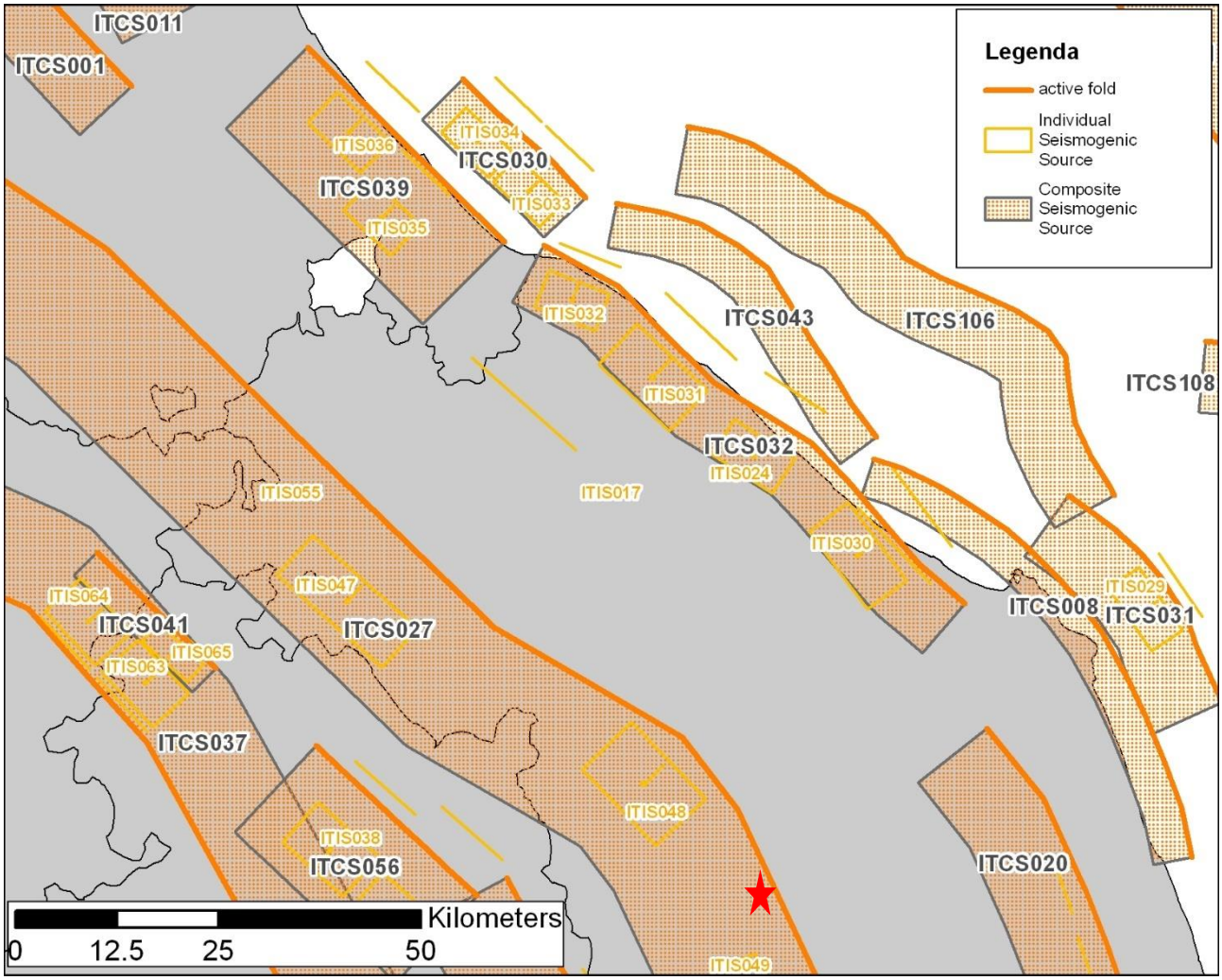


FIGURA 0.10: PANORAMICA DELLE SORGENTI INDIVIDUALI (ITIS) E COMPOSITE (ITCS) NELL'AREA NORD - MARCHIGIANA (DISS WORKING GROUP - 2018. DATABASE OF INDIVIDUAL SEISMOGENIC SOURCES (DISS), VERSION 3.2.1: A COMPILATION OF POTENTIAL SOURCES FOR EARTHQUAKES LARGER THAN M 5.5 IN ITALY AND SURROUNDING AREAS. HTTP://DISS.RM.INGV.IT/DISS/, ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA; DOI:10.6092/INGV.IT-DISS3.2.1).

Dall'esame di tale figura si evince che l'area oggetto d'intervento è posta in corrispondenza della sorgente individuale *Pesaro - San Bartolo (ITIS032)*, che, insieme alla sorgente *Fano - Ardizio (ITIS031)*, occupa il settore settentrionale della sorgente composita pesarese - anconetana (*ITCS032*).

Delle due sorgenti individuali sopra citate, la cui esistenza e posizione sono state estrapolate da osservazioni geologiche a scala locale e regionale, supportate da analisi geomorfologiche e geofisiche sullo sviluppo delle due anticlinali costiere (Vannoli et alii, 2004), non si hanno notizie di eventi sismici in epoca storica; tuttavia per esse si ipotizzano terremoti con magnitudo massime pari a Mw = 5.8/6.1.

Per quanto concerne la sismicità storica locale si fa invece riferimento al Database Macrosismico Italiano (DBMI15), consultabile in rete nel sito dell'INGV, che fornisce informazioni (provenienti da diverse fonti) sulle intensità macrosismiche dei terremoti italiani con intensità massima epicentrale ≥ 5, avvenuti nella finestra temporale 1000÷2014.

Nel caso di Pesaro la storia sismica è schematizzata in tabella 2.3, dove vengono indicati, per ogni singolo evento sismico, l'intensità riscontrata al sito (Int), l'anno, il mese, il giorno e l'ora in cui si è verificato, l'area epicentrale dell'evento, il numero di dati di intensità macrosismica (NMDP), l'intensità massima epicentrale in scala MCS (Io) e la magnitudo momento (Mw).

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	**Anno Me Gi Ho Mi Se**	**Area epicentrale**	**NMDP**	**Io**	**Mw**
F	1328 12 01	Valnerina	13	10	6.49
F	1570 11 17 19 10	Ferrarese	58	7-8	5.44
F	1599 11 06 01 25	Valnerina	20	9	6.07
7-8	1672 04 14 15 45	Riminese	92	8	5.59
F	1694 04 08	Alta Valtiberina	6	7-8	5.40
5	1717 03 31	Costa pesarese	1	5	4.16
3	1719 01 07	Italia nord-orientale	11	5-6	4.94
4-5	1727 12 14 19 45	Valle del Metauro	32	7	5.24
7	1741 04 24 09 20	Fabrianese	135	9	6.17
4-5	1742 06 10 01	Appennino marchigiano	2	5-6	4.40
5	1743 02 20	Ionio settentrionale	84	9	6.68
5	1744 05 25	Costa pesarese	5	5	4.59
3-4	1747 04 17	Appennino umbro-marchigiano	63	9	6.05
F	1751 07 27 01	Appennino umbro-marchigiano	66	10	6.38
5	1752 07 13 21 40	Appennino umbro-marchigiano	11	5	4.61
5-6	1756 10 06 20	Costa pesarese	7	4-5	3.93
3-4	1767 06 05 01 30	Valle Umbra	10	7-8	5.45
3	1768 10 19 23	Appennino forlivese	45	9	5.99
4	1781 04 04 21 20	Faentino	96	9-10	6.12
6	1781 06 03	Cagliese	157	10	6.51
6-7	1786 12 25 01	Riminese	90	8	5.66
4-5	1828 04 11 22 25	Appennino umbro-marchigiano	22	5-6	4.93
3	1828 10 08 22 30	Romagna	8	5-6	4.57
6-7	1838 06 23	Costa pesarese	4	6	4.63
4	1841 04 14 04	Cagliese	4	5-6	4.40
3	1842 01 23	San Severino Marche	10	4-5	4.41

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	**Anno Me Gi Ho Mi Se**	**Area epicentrale**	**NMDP**	**Io**	**Mw**
F	1859 08 22	Valnerina	20	8-9	5.73
5	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
2-3	1873 06 29 03 58	Alpago Cansiglio	197	9-10	6.29
2-3	1874 12 06 15 50	Val Comino	43	7-8	5.48
7	1875 03 17 23 51	Costa romagnola	144	8	5.74
3	1878 03 12 21 36	Bolognese	31	6	4.84
3	1881 09 28	Cesena	24	6-7	4.71
F	1885 02 26 20 48	Pianura Padana	78	6	5.01
NF	1887 02 23 05 21 5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
F	1887 05 26	Jesi	19	5	4.44
3	1895 03 23	Comacchio	33	6	4.65
F	1895 08 09 17 38 2	Adriatico centrale	103	6	5.11
5-6	1897 09 21	Marche settentrionali	44	7	5.40
2	1897 12 18 07 24 2	Alta Valtiberina	132	7	5.09
4-5	1901 09 25 23 40	Costa pesarese	9	5	4.23
5	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
4-5	1911 02 19 07 18 3	Forlivese	181	7	5.26
4	1911 03 20 15 47	Forlivese	25	6	5.09
4	1911 03 26 13 51	Riminese	9	5	5.04
2	1911 09 13 22 29 0	Chianti	115	7	5.08
4	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5.63
4-5	1915 01 13 06 52 4	Marsica	1041	11	7.08
6-7	1916 05 17 12 50	Riminese	132	8	5.82
5	1916 06 16 01 27	Riminese	17	6	4.82
7	1916 08 16 07 06 1	Riminese	257	8	5.82
3	1916 11 16 06 35	Alto Reatino	40	8	5.50
3	1917 04 26 09 35 5	Alta Valtiberina	134	9-10	5.99
3	1917 11 05 22 47	Costa anconetana	26	6	5.22
4	1918 11 10 15 12 2	Appennino forlivese	187	9	5.96
4	1919 06 29 15 06 1	Mugello	565	10	6.38
F	1920 09 07 05 55 4	Garfagnana	750	10	6.53
2	1922 10 11 06 43 4	Costa anconetana	20	5	4.34
5	1924 01 02 08 55 1	Senigallia	76	7-8	5.48
2	1926 01 01 18 04 0	Carniola interna	63	7-8	5.72
4	1928 05 30 20 01	Senigallia	17	5	5.02
7	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5.83
4-5	1934 11 30 02 58 2	Adriatico settentrionale	51	5	5.30
4	1936 10 18 03 10	Alpago Cansiglio	269	9	6.06
5	1937 11 26 21 58 3	Costa pesarese	7	5	4.16
3	1940 10 16 13 17	Val di Paglia	106	7-8	5.29
NF	1941 12 19	Monti Sibillini	30	7	5.02
3	1943 03 25	Marche meridionali	15	6	4.85
4	1943 07 31 04 37	Senigallia	5	5	4.16
4	1943 10 03 08 28 2	Ascolano	170	8	5.67

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	**Anno Me Gi Ho Mi Se**	**Area epicentrale**	**NMDP**	**Io**	**Mw**
4	1951 09 01	Monti Sibillini	80	7	5.25
3	1961 05 08 22 45 5	Forlivese	40	5	4.37
4	1962 01 23 17 31	Costa pesarese	49	5	4.35
2	1969 09 26 23 40 3	Teramano	97	5	4.39
3	1970 09 07 14 02 2	Appennino umbro-marchigiano	56	5	4.35
4	1971 02 12 04 54 5	Valle del Chiascio	47	7	4.89
4	1971 10 04 16 43 3	Valnerina	43	5-6	4.51
5	1972 01 25 20 24 3	Costa anconetana	24	6	4.49
6	1972 02 04 02 42 1	Costa anconetana	75		4.57
4	1972 06 14 18 55 5	Costa anconetana	17		4.68
2	1972 10 25 21 56 1	Appennino settentrionale	198	5	4.87
2	1972 11 26 16 03	Marche meridionali	73	8	5.48
5-6	1972 11 30 11 25 2	Costa pesarese	30		4.52
2-3	1973 04 19 17 41 3	Pietralunga	22	7	4.61
4-5	1976 05 06 20	Friuli	770	9-10	6.45
4	1978 12 05 15 39 0	Romagna	34	4-5	4.61
5	1979 09 19 21 35 3	Valnerina	694	8-9	5.83
3	1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
NF	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
4-5	1984 04 29 05 02 5	Umbria settentrionale	709	7	5.62
3	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	912	8	5.86
2-3	1984 05 11 10 41 4	Monti della Meta	342	7	5.47
3	1987 07 03 10 21 5	Costa Marchigiana	359	7	5.06
3	1987 07 05 13 12 3	Montefeltro	90	6	4.44
3	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
4-5	1997 09 26 00 33 1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
4-5	1997 09 26 09 40 2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
4	1998 04 05 15 52 2	Appennino umbro-marchigiano	395		4.78
3	2001 11 26 00 56 5	Casentino	211	5-6	4.63
3-4	2003 01 26 19 57 0	Appennino forlivese	35	6	4.66
NF	2003 12 07 10 20 3	Forlivese	165	5	4.18
3	2005 07 15 15 17 1	Forlivese	173	4-5	4.29
NF	2006 04 10 19 03 3	Maceratese	211	5	4.06
3-4	2006 10 21 07 04 1	Anconetano	287	5	4.21

TABELLA 0.3: PRINCIPALI EVENTI SISMICI AVVERTITI A PESARO (DBMI15).

I valori di intensità al sito elencati nella prima colonna della tabella vengono diagrammati in funzione della data di accadimento dell'evento nel diagramma di figura 2.11, in cui sono elencate le osservazioni di maggiore intensità al sito disponibili per il territorio comunale.

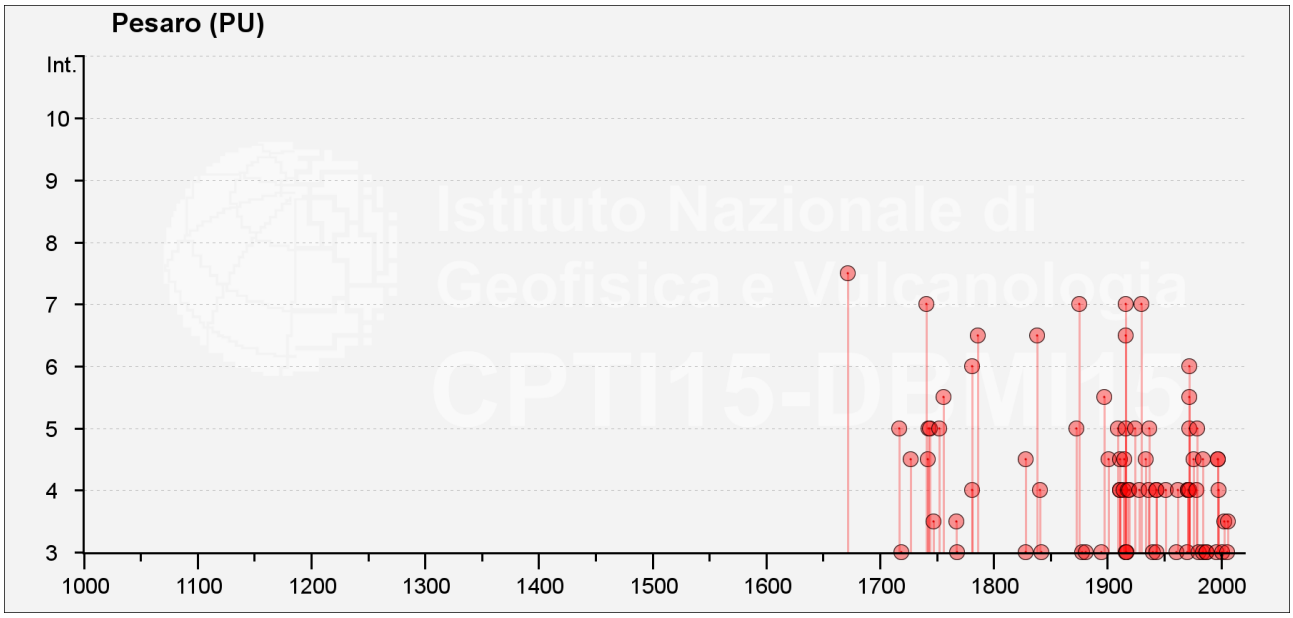


FIGURA 0.11: OSSERVAZIONI SISMICHE RELATIVE ALLA CITTÀ DI PESARO (NELLE ASCISSE L'ANNO DELL'EVENTO, NELLE ORDINATE L'INTENSITÀ MACROSISMICA RILEVATA).

Dall'esame della tabella e del diagramma sopra riportati si evince che i massimi risentimenti sismici registrati a Pesaro negli ultimi 350 anni fanno registrare intensità di sito comprese tra Is = 6÷7 e Is = 7.8 e riguardano eventi verificatisi tra la costa romagnola (1672, 1786, 1875, 1916), la costa pesarese (1838), Senigallia (1930) e Fabriano (1741), con intensità massime epicentrali pari a Io = 8÷9 (Io = 6 per l'evento con epicentro nella costa pesarese) e magnitudo momento Mw = 5.59÷6.17 (Mw = 4.63 nel caso della costa pesarese).

2.6 Microzonazione sismica

Gli studi di Microzonazione Sismica di livello 1 (MS1) effettuati nel territorio comunale di Pesaro, fatta eccezione per la fascia golenale non interessata dagli studi, nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) identificano il territorio su cui è prevista la realizzazione delle opere di progetto come **zona stabile suscettibile di amplificazione sismica**, individuando due diverse microzone (figura 2.11), caratterizzate da differenti successioni litostratigrafiche.

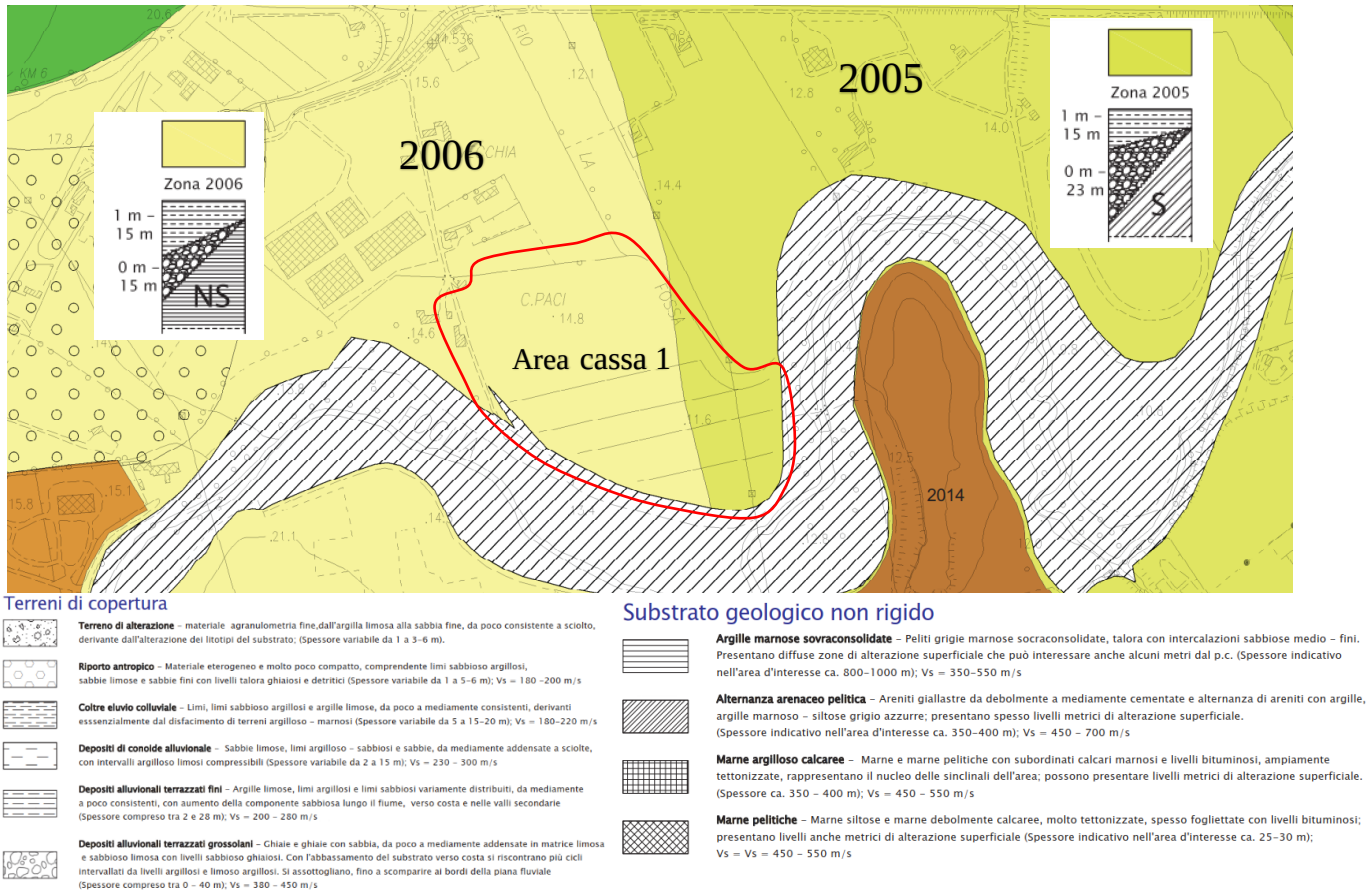


FIGURA 0.12: ESTRATTO DA CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) DELLA MICROZONAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI PESARO.

Facendo riferimento alla figura sopra rappresentata, le caratteristiche litostratigrafiche delle microzone in questione vengono descritte nel modo seguente nella Relazione Illustrativa degli studi di MS:

- **Zona 2005**: è caratterizzata dalla presenza in superficie di depositi alluvionali terrazzati limoso argillosi da mediamente a poco consistenti, cui seguono un unico livello di ghiaie da poco a mediamente addensate, poggiante direttamente a profondità non elevata sul substrato arenaceo pelitico;
- **Zona 2006**: è caratterizzata dalla presenza in superficie di depositi alluvionali terrazzati limoso argillosi da mediamente a poco consistenti, cui seguono un unico livello di ghiaie da poco a mediamente addensate, poggiante direttamente a profondità non elevata sul substrato argilloso marnoso;

In caso di eventi sismici tali zone risultano soggette a fenomeni di amplificazione del moto sismico, a causa della successione litostratigrafica locale, rappresentata dalla p AREA IN ESAME ni a bassa

velocità di propagazione delle onde sismiche (alluvioni fini) sovrastanti terreni più compatti e/o addensati a maggior velocità (ghiaie alluvionali + substrato geologico).

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Pe poter definire con sufficiente approssimazione il modello geologico sismico e geotecnico del sito, nel quale è in progetto l'intervento di realizzazione della cassa 1, è stato definito un piano di indagini geognostiche, geofisiche e chimiche, che potessero sanare le lacune di informazioni palesatesi in sede di progettazione preliminare, inoltre si sono potuti analizzare i dati provenienti da ulteriori indagini realizzate da Consorzio di Bonifica delle Marche nell'ambito di un altro progetto che coinvolge i medesimi luoghi.
Di seguito si dà un elenco delle indagini realizzate, suddivise tra prove in sito e in laboratorio e a loro volta tra indagini dirette ed indirette, per l'ubicazione si rimanda alla tavola allegata.

- N° 4 sondaggi a carotaggio continuo
  - N°12 prove SPT (punta chiusa)
  - N°6 prelievo di campioni
  - N°3 prove di permeabilità in foro Lefranc a carico variabile
- N°3 prove penetrometriche statiche DPSH

- N° 2 profilo sismico Remi
- N° 1 base sismica a stazione singola HVSR
- N° 6 profili sismici MASW 2D
- N° 7 profili di tomografia elettrica

- N° 4 campioni, per il dettaglio delle prove effettuate si rimanda all'elaborato seguente.

3.1 Sondaggi geognostici

Sono stati eseguiti tre sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 15 m dal piano campagna, S_01; S_02 e fino alla profondità di 20 m dal piano campagna, S_03; S_06.
I sondaggi S_01, S_02 e S_03 sono stati attrezzati con piezometri a tubo aperto e durante le fasi di perforazione si sono eseguite prove di permeabilità Lefranc a carico variabile.
Si sono effettuate anche delle prove SPT, utilizzando una punta conica e si sono prelevati campioni indisturbati in corrispondenza degli orizzonti limoso sabbiosi.
Grazie alla analisi delle stratigrafie di sondaggio è stato possibile ricostruire il profilo stratigrafico del sito, il quale risulta molto differente da quello ipotizzato in sede di progettazione preliminare e presenta una predominanza dei termini ghiaiosi rispetto a quelli limoso sabbiosi e non mostra la

presenza di terreni utilizzabili in sito per la realizzazione dei rilevati in progetto. Dalle prove SPT realizzate si sono ottenuti dati relativi all'addensamento dei terreni attraversati ed è stato possibile parametrizzare anche gli orizzonti ghiaiosi, per i quali non era possibile il recupero e la determinazione in laboratorio.

Per la trattazione dei risultati delle prove Lefranc si rimanda al paragrafo relativo alla idrogeologia.

Di seguito si riportano le stratigrafie di sondaggio unitamente ad una documentazione fotografica ed alle risultanze delle prove in sito.

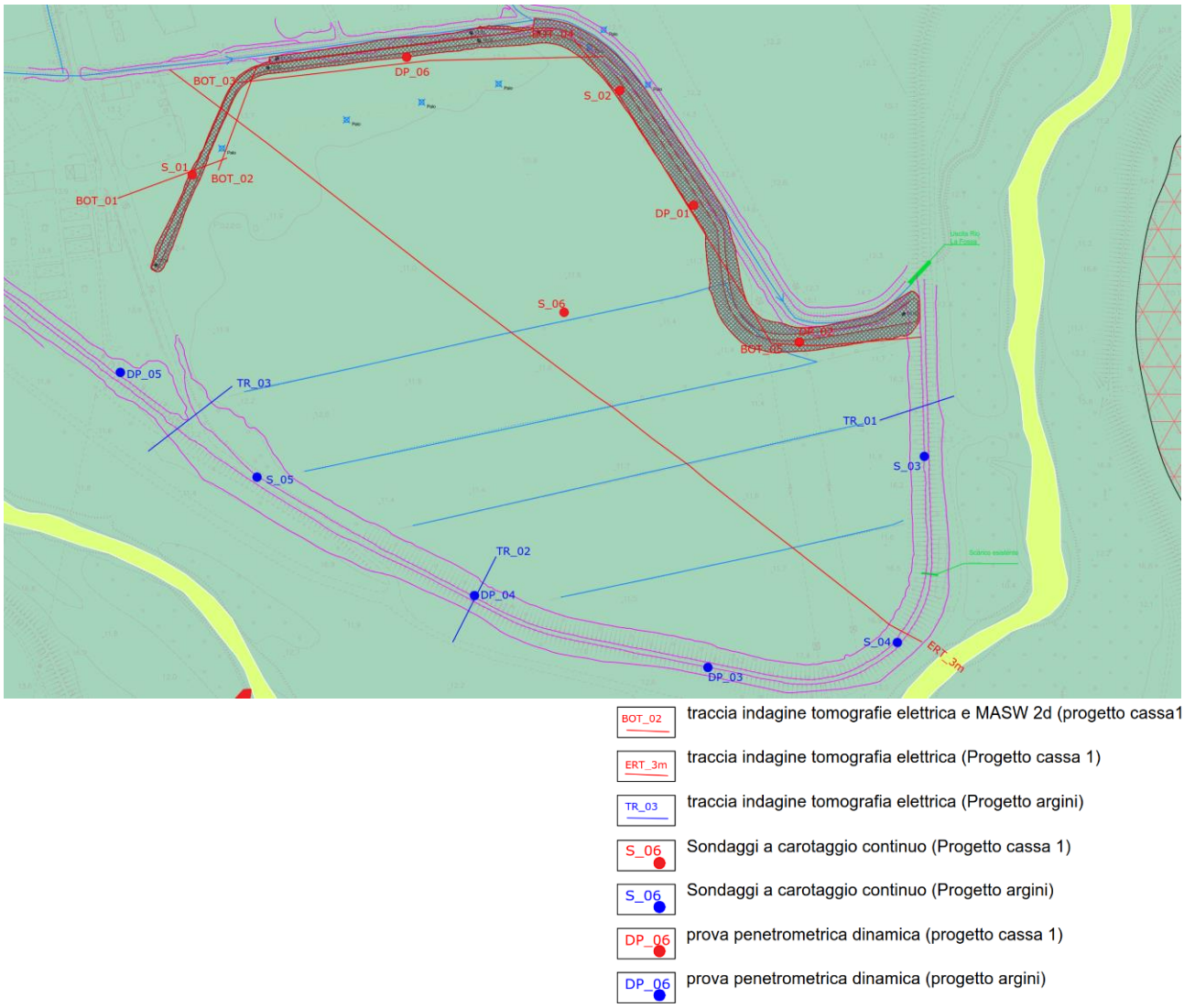
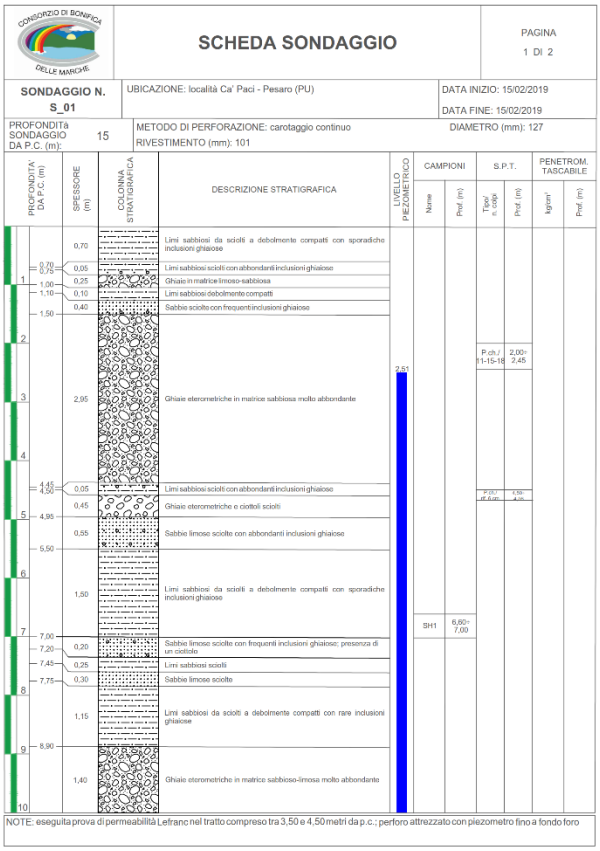
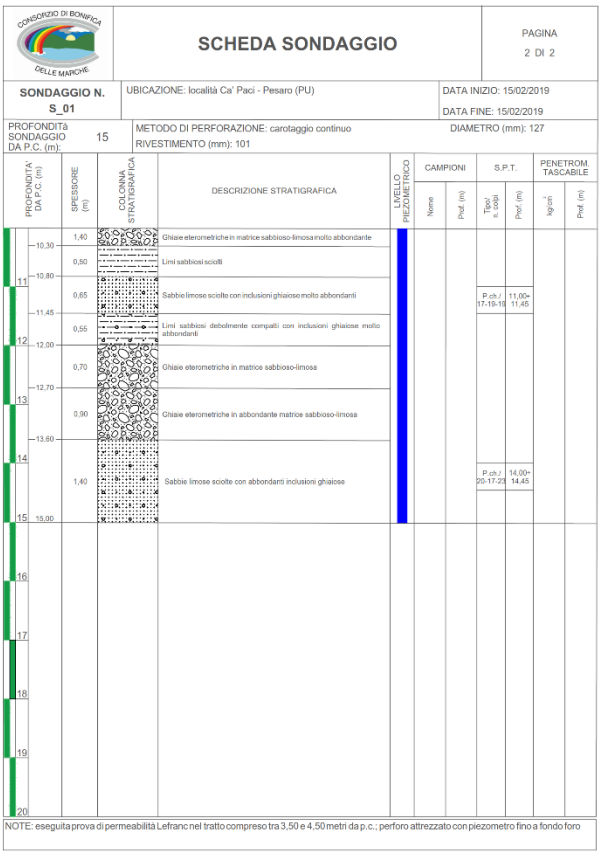


FIGURA 3.1 UBICAZIONE INDAGINI, STRALCIO TAVOLA GEO01

-S_01

- Coordinate: 2347015.049 4862418.72 (M. M. Italia Zona 2)
- Quota; 13.15 m s.l.m.
- Profondità raggiunta: 15 m d p.c.





Cassetta n° 1 (0-5 m)

Cassetta n° 2 (5-10 m)

Cassetta n° 3 (10-15 m)

FIGURA 3.2 STRATIGRAFIA SONDAGGIO S_01 E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CASSETTE.

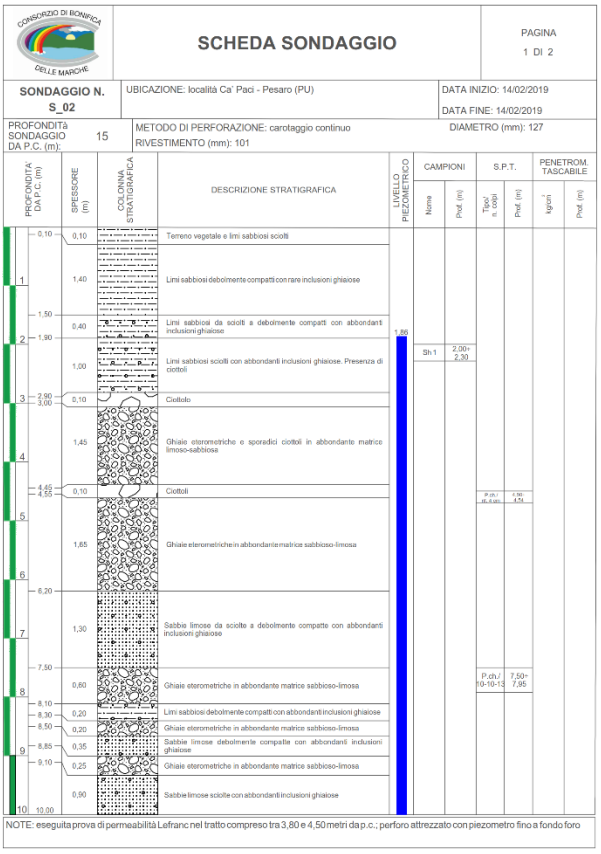
FIGURA 3.3 POSTAZIONE SONDAGGIO S_01

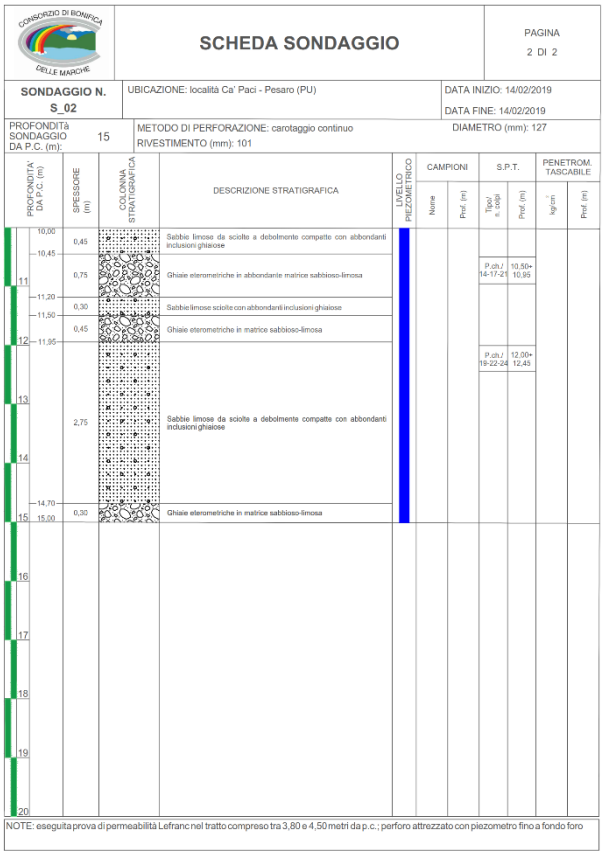
S_01	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	φ Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	DR % Gibbs & Holtz 1957	Modulo Edometrico (Mpa) Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
Strato 1	33	2,45	24	33,86	58,03	14,22
Strato 2	200	4,90	107,5	57,71	92,04	50,74
Strato 3	38	11,45	26,5	34,57	41,1	15,32
Strato 4	40	14,45	27,5	34,86	35,11	15,75

TABELLA 3.1 ELABORAZIONE PROVE SPT

-S_02

- Coordinate: 2347290.71 4862472.77 (M. M. Italia Zona 2)
- Quota; 11.32 m s.l.m.
- Profondità raggiunta: 15 m d p.c.





Cassetta n° 1 (0-5 m)

Cassetta n° 2 (5-10 m)

Cassetta n° 3 (10-15 m)

FIGURA 3.4 STRATIGRAFIA SONDAGGIO S_02 E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CASSETTE.

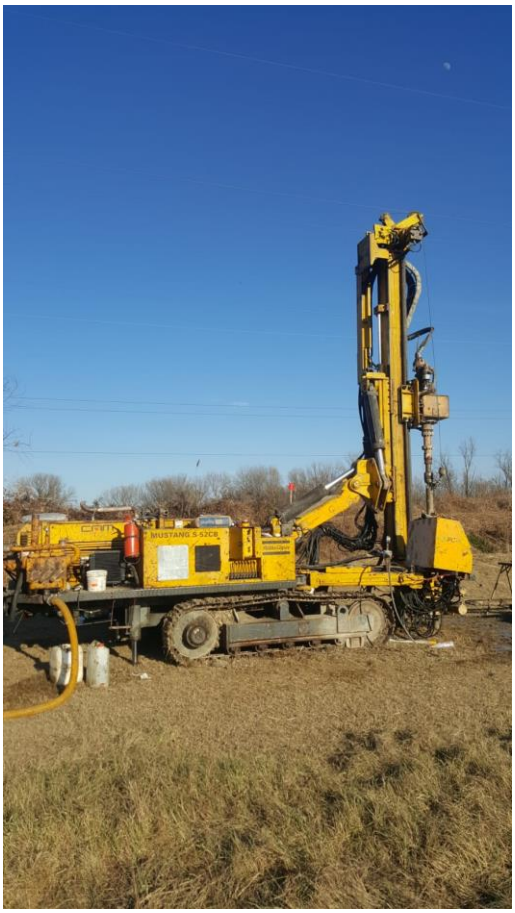


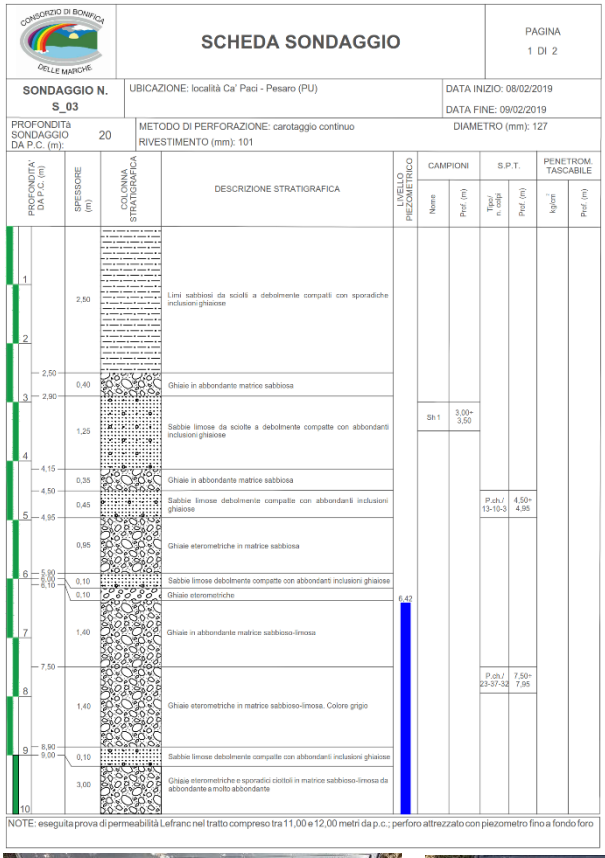
FIGURA 3.5 POSTAZIONE SONDAGGIO S_02

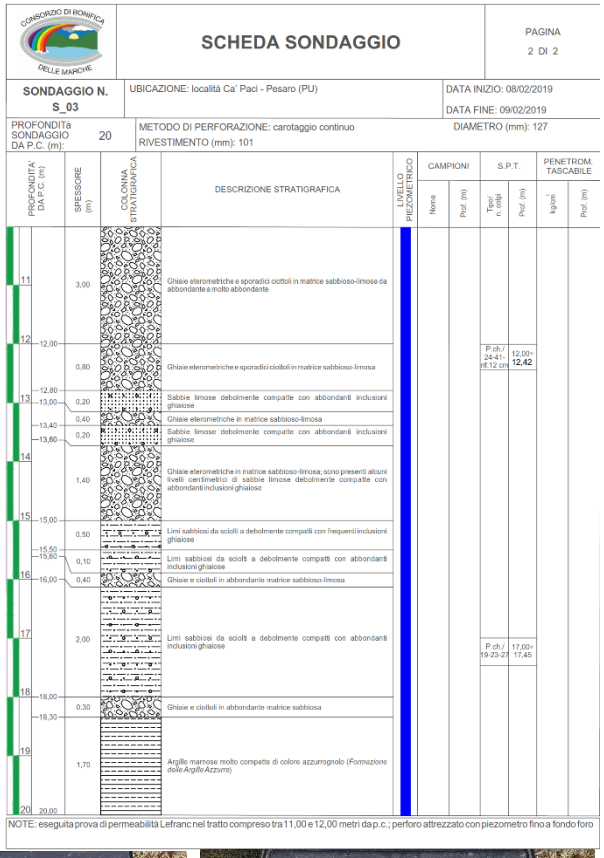
S_02	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	φ Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	DR % Gibbs & Holtz 1957	Modulo Edometrico (Mpa) Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
Strato 1	200	4,95	107,5	57,71	94,86	50,74
Strato 2	23	7,95	19	32,43	35,54	12,04
Strato 3	38	10,95	26,5	34,57	38,24	15,32
Strato 4	46	12,45	30,5	35,71	38,19	17,07

TABELLA 3.2 ELABORAZIONE PROVE SPT

-S_03

- Coordinate: 2347488.97 4862237.00 (M. M. Italia Zona 2)
- Quota; 15.05 m s.l.m.
- Profondità raggiunta: 20 m d p.c.

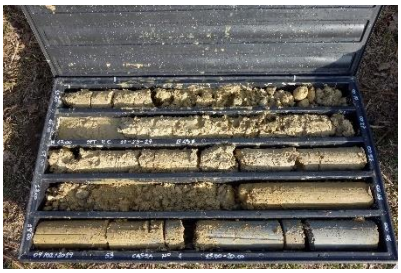




Cassetta n° 1 (0-5 m)

Cassetta n° 2 (5-10 m)

Cassetta n° 3 (10-15 m)



Cassetta n° 4 (15-20 m)

FIGURA 3.6 STRATIGRAFIA SONDAGGIO S_03 E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CASSETTE.

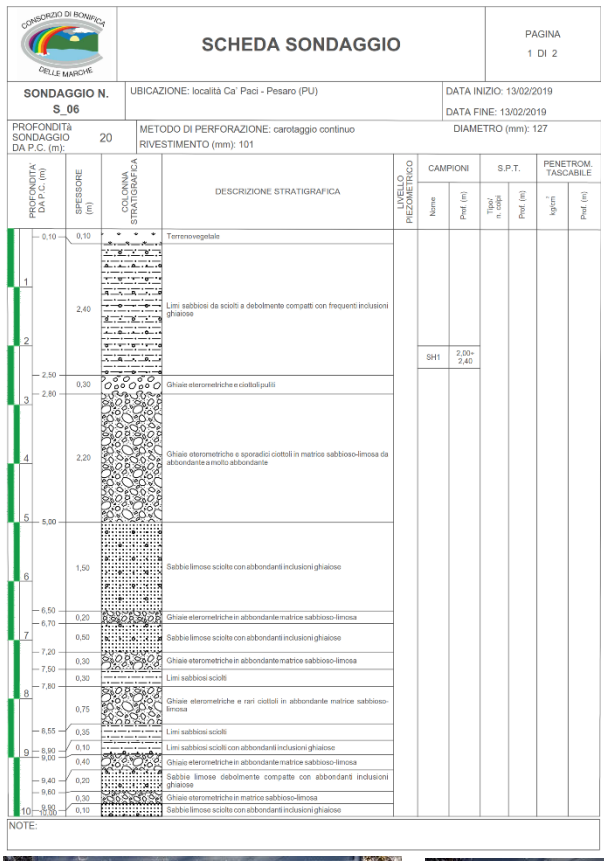
FIGURA 3.7 POSTAZIONE SONDAGGIO S_03

S_03	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	φ Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	DR % Gibbs & Holtz 1957	Modulo Edometrico (Mpa) Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
Strato 1	13	4,95	13	30,71	40,03	9,41
Strato 2	69	7,95	69	46,71	73,1	33,91
Strato 3	81	12,45	81	50,14	69,88	39,15
Strato 4	50	17,45	50	41,29	49,86	25,60

TABELLA 3.3 ELABORAZIONE PROVE SPT

-S_06

- Coordinate: 2347255.93 4862328.00 (M. M. Italia Zona 2)
- Quota; 11.60 m s.l.m.
- Profondità raggiunta: 20 m d p.c.



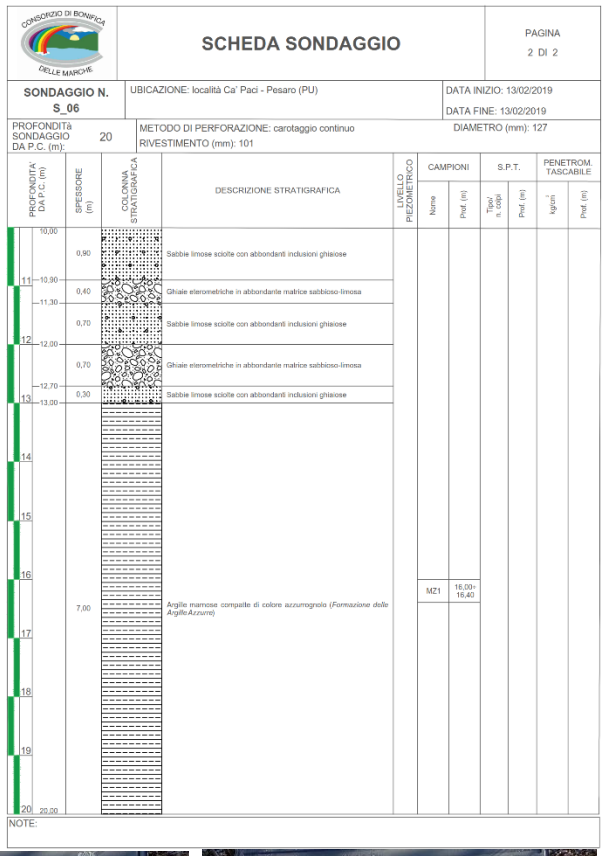
SCHEDA SONDAGGIO — PAGINA 1 DI 2

SONDAGGIO N. S_06 — UBICAZIONE: località Ca' Paci - Pesaro (PU) — DATA INIZIO: 13/02/2019 — DATA FINE: 13/02/2019

PROFONDITà SONDAGGIO DA P.C. (m): 20 — METODO DI PERFORAZIONE: carotaggio continuo — RIVESTIMENTO (mm): 101 — DIAMETRO (mm): 127

PROFONDITÀ DA P.C. (m)	SPESSORE (m)	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI Nome	CAMPIONI Prof. (m)
0,10	0,10	Terrenovegetale		
2,50	2,40	Limi sabbiosi da sciolti a debolmente compatti con frequenti inclusioni ghiaiose	SH1	2,00÷2,40
2,80	0,30	Ghiaie eterometriche e ciottoli puliti		
5,00	2,20	Ghiaie eterometriche e sporadici ciottoli in matrice sabbioso-limosa da abbondante a molto abbondante		
6,50	1,50	Sabbie limose sciolte con abbondanti inclusioni ghiaiose		
6,70	0,20	Ghiaie eterometriche in abbondante matrice sabbioso-limosa		
7,20	0,50	Sabbie limose sciolte con abbondanti inclusioni ghiaiose		
7,50	0,30	Ghiaie eterometriche in abbondante matrice sabbioso-limosa		
7,80	0,30	Limi sabbiosi sciolti		
8,55	0,75	Ghiaie eterometriche e rari ciottoli in abbondante matrice sabbioso-limosa		
8,90	0,35	Limi sabbiosi sciolti		
9,00	0,10	Limi sabbiosi sciolti con abbondanti inclusioni ghiaiose		
9,40	0,40	Ghiaie eterometriche in abbondante matrice sabbioso-limosa		
9,60	0,20	Sabbie limose debolmente compatte con abbondanti inclusioni ghiaiose		
9,90	0,30	Ghiaie eterometriche in matrice sabbioso-limosa		
10,00	0,10	Sabbie limose sciolte con abbondanti inclusioni ghiaiose		

NOTE:



SCHEDA SONDAGGIO — PAGINA 2 DI 2

SONDAGGIO N. S_06 — UBICAZIONE: località Ca' Paci - Pesaro (PU) — DATA INIZIO: 13/02/2019 — DATA FINE: 13/02/2019

PROFONDITà SONDAGGIO DA P.C. (m): 20 — METODO DI PERFORAZIONE: carotaggio continuo — RIVESTIMENTO (mm): 101 — DIAMETRO (mm): 127

PROFONDITÀ DA P.C. (m)	SPESSORE (m)	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI Nome	CAMPIONI Prof. (m)
10,00	0,90	Sabbie limose sciolte con abbondanti inclusioni ghiaiose		
10,90	0,40	Ghiaie eterometriche in abbondante matrice sabbioso-limosa		
11,30	0,70	Sabbie limose sciolte con abbondanti inclusioni ghiaiose		
12,00	0,70	Ghiaie eterometriche in abbondante matrice sabbioso-limosa		
12,70	0,30	Sabbie limose sciolte con abbondanti inclusioni ghiaiose		
13,00	7,00	Argille marnose compatte di colore azzurrognolo (*Formazione delle Argille Azzurre*)	MZ1	16,00÷16,40
20,00				

NOTE:

Cassetta n° 1 (0-5 m)

Cassetta n° 2 (5-10 m)

Cassetta n° 3 (10-15 m)

Cassetta n° 4 (15-20 m)

FIGURA 3.8 STRATIGRAFIA SONDAGGIO S_06 E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CASSETTE.

FIGURA 3.9 POSTAZIONE SONDAGGIO S_06

3.2 prove penetrometriche DPSH

Le tre prove penetrometriche dinamiche continue, sono state eseguite con un penetrometro Pagani TG 63-100 e sono state spinte fino al limite del rifiuto, raggiunto mediamente intorno ai 10 metri dal piano campagna.

Tutte le verticali indagate mostrano un andamento comparabile, confermando che dal punto di vista meccanico i terreni attraversati presentano una certa continuità laterale e permettono una buona correlazione spaziale dei parametri meccanici ottenuti.

Nel dettaglio, si può osservare un orizzonte superficiale di circa 2.5 metri di spessore, caratterizzato da un numero di colpi generalmente sotto i 3, al di sotto del precedente si osserva un brusco aumento fino a oltre 20 colpi, per circa 0.6 m, sotto i 4 metri si osserva una nuova diminuzione del numero di colpi che si mantiene intorno ai 3 / 4 colpi per circa un metro, per poi aumentare più o meno gradualmente fino al limite di rifiuto intorno ai 10 / 11 m.

I dati ottenuti sono stati elaborati e si sono definiti degli orizzonti omogenei, da questi si sono ricavati i parametri medi e si sono applicate le opportune correlazioni per pervenire ad una parametrizzazione geotecnica dei terreni attraversati.

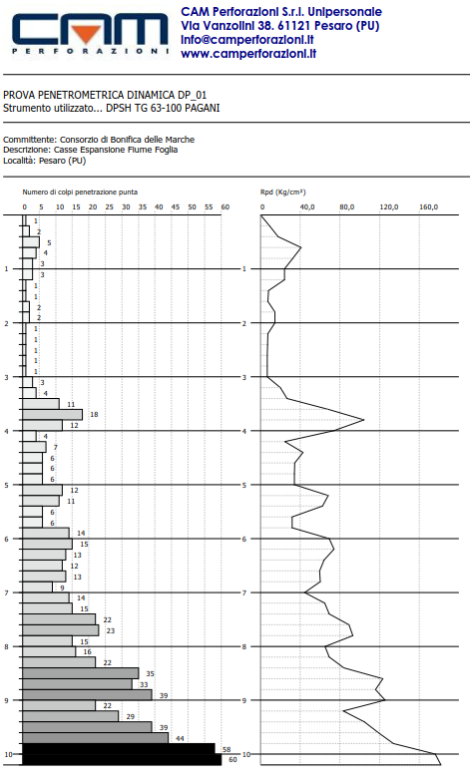
seguito si riportano i tabulati di prova e i dati salienti delle prove eseguite.

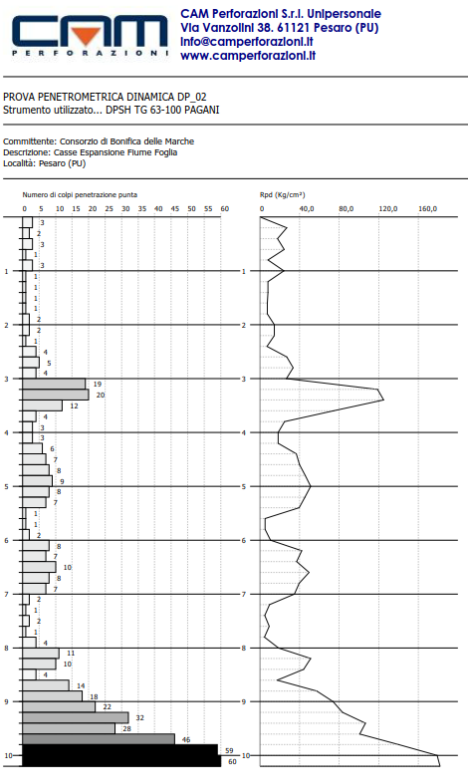
id	X	Y	Z
dp 01	2347338.3691	4862399.4090	11.121
dp 02	2347406.9921	4862310.4579	11.197
dp 06	2347153.2939	4862493.7366	12.404

TABELLA 3.4 UBICAZIONE PROVE DPSH

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75m
Peso sistema di battuta	0,63Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43cm²
Angolo di apertura punta	90°
Lunghezza delle aste	1m
Peso aste a metro	6,31Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40m
Avanzamento punta	0,20m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,472
Rivestimento/fanghi	No

TABELLA 3.5 CARATTERISTICHE TECNICHE STRUMENTO UTILIZZATO





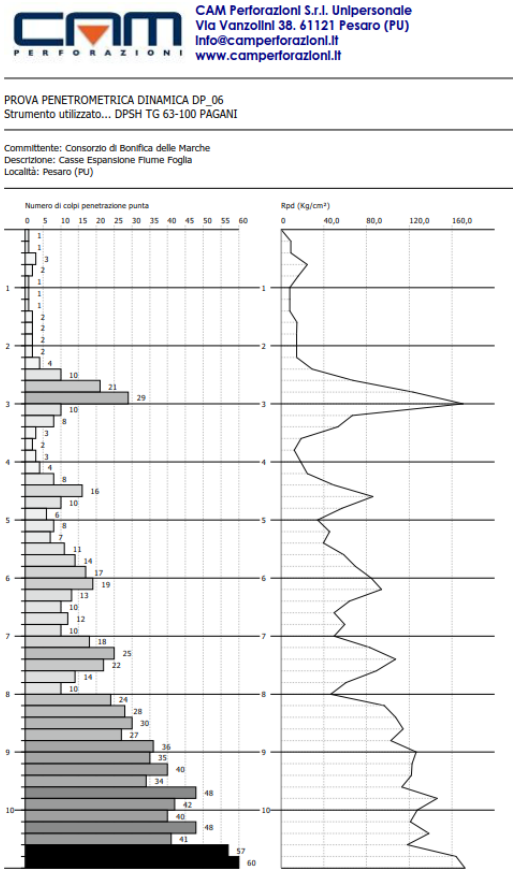


FIGURA 3.10 DIAGRAMMI PROVE DP_01 – DP_02 – DP_06

DP_01	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	φ Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	DR % Gibbs & Holtz 1957	Gamma Meyerhof ed altri (KN/m³)	Gamma Saturo Terzaghi-Peck 1948-1967 (KN/m³)	Modulo Edometrico (Mpa) Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
Strato 1	2,29	3,40	2,29	27,65	12,67	13,93	18,34	4,73
Strato 2	18,13	4,00	16,565	31,73	55,43	18,83	19,22	10,97
Strato 3	8,17	5,80	8,17	29,33	37,12	16,38	18,73	7,30
Strato 4	18,1	8,40	16,55	31,73	48,4	18,83	19,22	10,96
Strato 5	45,48	10,20	30,24	35,64	58,76	20,99	---	16,95

TABELLA 3.6 ELABORAZIONE STATISTICA E CORRELAZIONE PARAMETRI GEOTECNICI

DP_02	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	φ Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	DR % Gibbs & Holtz 1957	Gamma Meyerhof ed altri (KN/m³)	Gamma Saturo Terzaghi-Peck 1948-1967 (KN/m³)	Modulo Edometrico (Mpa) Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
Strato 1	2,4	3,00	2,4	27,69	10,3	13,93	18,34	4,78
Strato 2	21,32	3,60	18,16	32,19	46,24	19,22	19,32	11,67
Strato 3	6,7	5,40	6,7	28,91	23,68	15,79	18,63	6,66
Strato 4	1,72	6,00	1,72	27,49	0,96	13,63	18,34	4,48
Strato 5	11,03	7,00	11,03	30,15	31,2	17,26	18,83	8,55
Strato 6	3,95	8,60	3,95	28,13	11,53	14,61	18,44	5,45
Strato 7	35,93	10,20	25,465	34,28	46,02	20,40	---	14,86

TABELLA 3.7 ELABORAZIONE STATISTICA E CORRELAZIONE PARAMETRI GEOTECNICI

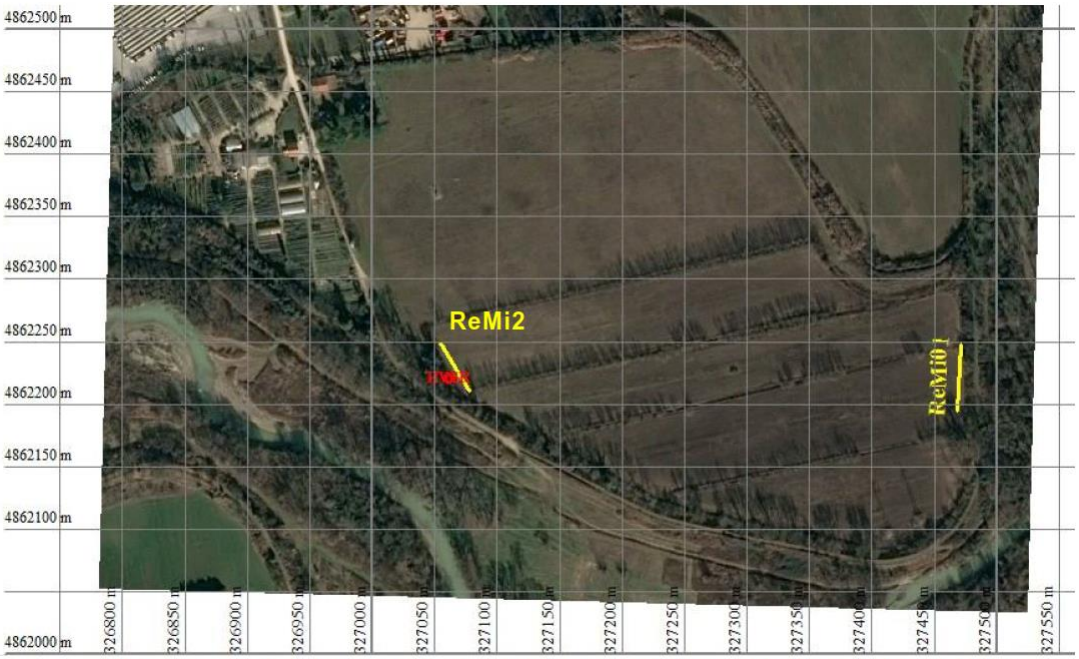
DP_06	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	φ Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	DR % Gibbs & Holtz 1957	Gamma Meyerhof ed altri (KN/m³)	Gamma Saturo Terzaghi-Peck 1948-1967 (KN/m³)	Modulo Edometrico (Mpa) Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
Strato 1	2,09	2,40	2,09	27,6	8,83	13,83	18,34	4,64
Strato 2	17,35	3,40	16,175	31,62	44,96	18,73	19,22	10,80
Strato 3	4,41	4,40	4,41	28,26	17,45	14,81	18,44	5,66
Strato 4	14,29	8,00	14,29	31,08	37,27	18,24	19,02	9,98
Strato 5	46,55	11,00	30,775	35,79	49,97	20,99	---	17,19

TABELLA 3.8 ELABORAZIONE STATISTICA E CORRELAZIONE PARAMETRI GEOTECNICI

3.3 prove geofisiche Remi HVSR

Le prove consistono in due indagini sismiche passive in array lineare di cui la seconda è stata acquisita nel medesimo sito in cui si è effettuato un test puntuale Hvsr. Con le prime si ricava la sismostratigrafia verticale delle Vs ed il parametro Vs30 o Vs equivalente, mentre con la seconda prova si tenta di stimare la frequenza di risonanza di sito.

Le prove sono state condotte in una giornata serena, in assenza di vento e l'acquisizione passiva HVSR è stata in un momento ottimale nel tardo pomeridiana di una domenica di Febbraio (17/02/19). I dati sono stati raccolti con un acquisitiore sismico mod.Daq link III della Seismic Source co, un array con 24sensori da 4,5Hz Verticali, interspaziati di 2m, la finestra temporale è stata di 20sec a 2msec di campionamento per una decina di stack per ciascuna prova Remi. Il test HVSR ha impiegato il medesimo acquisitore ed un sensore tridimensionale elettromeccanico da 0,5Hz e un tempo di registrazione di 1200 sec.



Ubicazione dei due profili sismici in array lineare ReMi e del test Hvsr

FIGURA 3.11

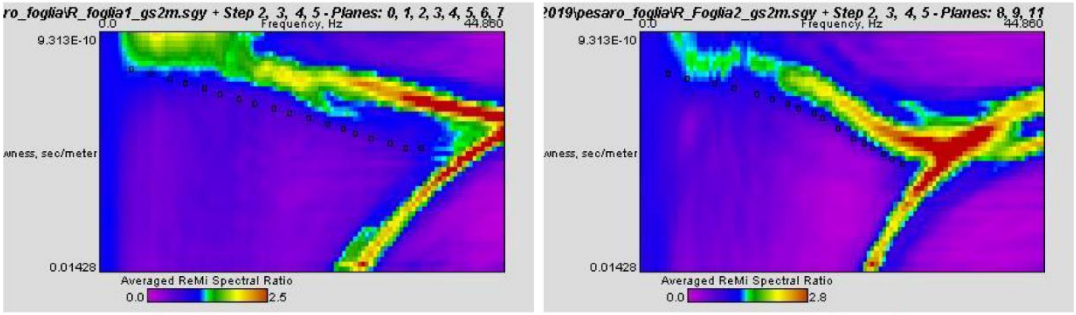
Immagini del posizionamento dei sensori

FIGURA 3.12

3.3.1 Sintesi dei risultati

Le immagini spettrali **ReMi** sono state ottenuta partendo da una velocità di fase minima di 70m/s ed una frequenza di corner di 45Hz. La dispersività del sito appare discreta ed il contenuto energetico abbastanza elevato e concentrato, soprattutto in ReMi2, su una sola struttura modale. In ReMi1 invece il modo più evidente è sicuramente un superiore potendosi riconoscere piccole porzioni di un modo di ordine inferiore. Quindi in ReMi2 pare non vi siano alternative nella scelta modale visto che non vi sono indicazioni relative alla possibile presenza di un modo con velocità di fase inferiori rispetto a quello maggiormente in evidenza. Permane una modesta incertezza nel tratto a frequenza più bassa dove il modo perde in energia e definizione lasciando emergere probabili lembi di modi superiori. La curva di dispersione segue pertanto alle basse frequenze il trend modale ben marcato alle alte e medie frequenze. Per ReMi1, invece, l'incertezza modale richiede che il picking venga fatto lungo il confine superiore della zona a rumore incoerente che, generalmente, costituisce la linea inferiore dell'inviluppo modale. Le due curve di dispersione hanno estremi simili tra loro ma

differiscono nell'aspetto: più rettilineo la prima e concava la seconda. Le caratteristiche delle curve di dispersione lasciano sottintendere comunque la presenza di materiali addensati a modesta profondità.



Remi1 Remi2

spettri p-f

FIGURA 3.13

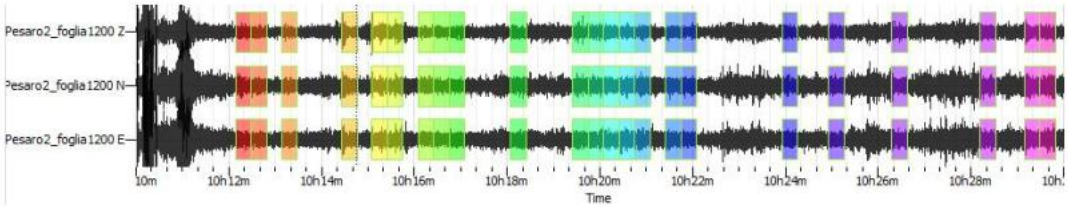
Le sismostratigrafie ottenute dall'elaborazione dei dati prevedendo un modello semplice a 3 strati e sono molto simili tra loro. Su possono identificare, una copertura soffice di 3-4m (Vs+150m/s) che poggia su depositi mediamente addensati con Vs di ca 400m/s. Quindi a 15m c.a si intercettano materiali più compatti che grossomodo oscillano intorno a 600m/s. Il bedrock, inteso come il superamento delle velocità Vs=800m/s propri dei suoli rigidi, non è stato intercettato nonostante le tarature offerte dai sondaggi indicano che i materiali ben addensati a Vs=600-650m/s rappresentino in realtà un "bedrock" sordo costituito dalle formazione delle Argille Azzurre.

La categoria del sottosuolo di fondazione NTC2018 è la B, dato che il bedrock lento concorre in questo caso nella media pesata del calcolo del Vs30 ed essa è di poco superiore a **360m/s** (per quattro profondità di incastro fondazionale tra 0m e 3m).

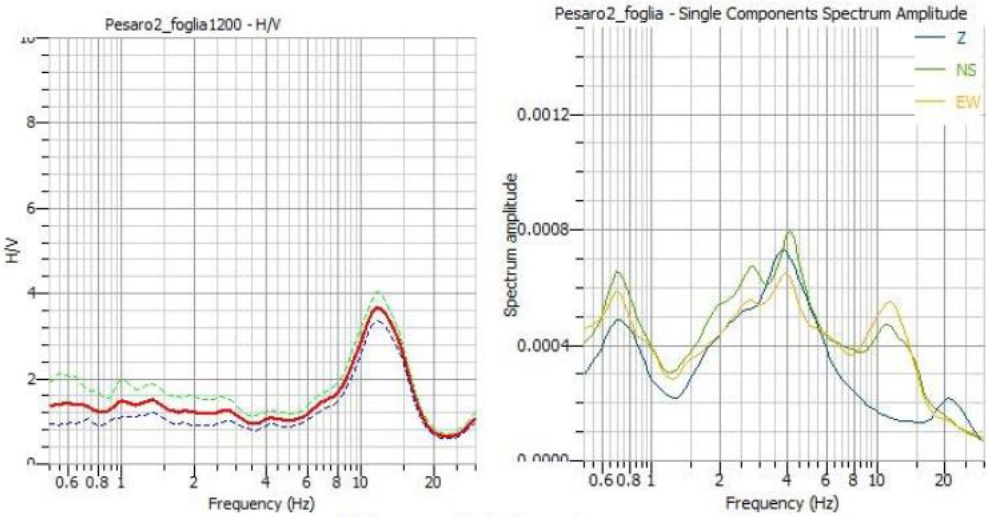
La **prova hvsr** ha fornito una curva H/V caratterizzata da un picco complesso di ampiezza prossima a 4 e di frequenza compresa tra 12Hz e 14Hz. I dati sono stati filtrati con un bp 0.5Hz-30Hz ed è stata selezionata una lunghezza delle finestre temporali da 20s. Operando opportunamente sul bad sample threshold (20%) ed effettuando una ulteriore selezione sul plot con l'eliminazione manuale degli spikes, non immediatamente evidenti sulle serie temporali, si sono potute definire un numero consistente di finestre per ricostruire una curva H/V affidabile.

Come si può rilevare dall'andamento spettrale delle componenti singole non si riconoscono situazioni che possano far ipotizzare la possibilità del merging di una struttura riflettente profonda

ed inoltre si può osservare come i grafici delle tre componenti mostrino un comportamento coerente (amplificazioni e flessi in fase).



Time windows 20s(after b-p filtering 0.5-30Hz)
Serie Temporali



HV e spettri singole componenti

FIGURA 3.14

All'interno del rumore di fondo naturale può essere presente un'unica signature di un orizzonte riflettente naturale (contrasto di impedenza sismica): il picco a 12-14Hz. Esso costituisce probabilmente la risposta del contatto tra sedimenti areati soffici e sedimenti più addensati, mentre non puo' risaltare l'effetto del ridotto contrasto esistente tra sedimenti mediamente addensati e bedrock sordo. L'entità della frequenza individuata è poco significativa dal punto di vista ingegneristico e certamente non puo' essere adottata quale frequenza di risonanza del sito.

3.4 prove geofisiche MASW 2d e tomografia elettrica

Le analisi **Masw 2d** sono state acquisite in maniera da poter disporre di un record sismico a 48 canali interspaziati di 0,5m. Gli spostamenti dell'array geofonico e' avvenuta trainando lo streamer stradale di un passo di 3m. L'ottimizzazione della focalizzazione del modo fondamentale di propagazione delle onde di Rayleight e' stato selezionato analiticamente impostando un offset range a finestra variabile da 12 a 30 sensori.

Nell'immagine che segue si mostrano alcuni degli shot record

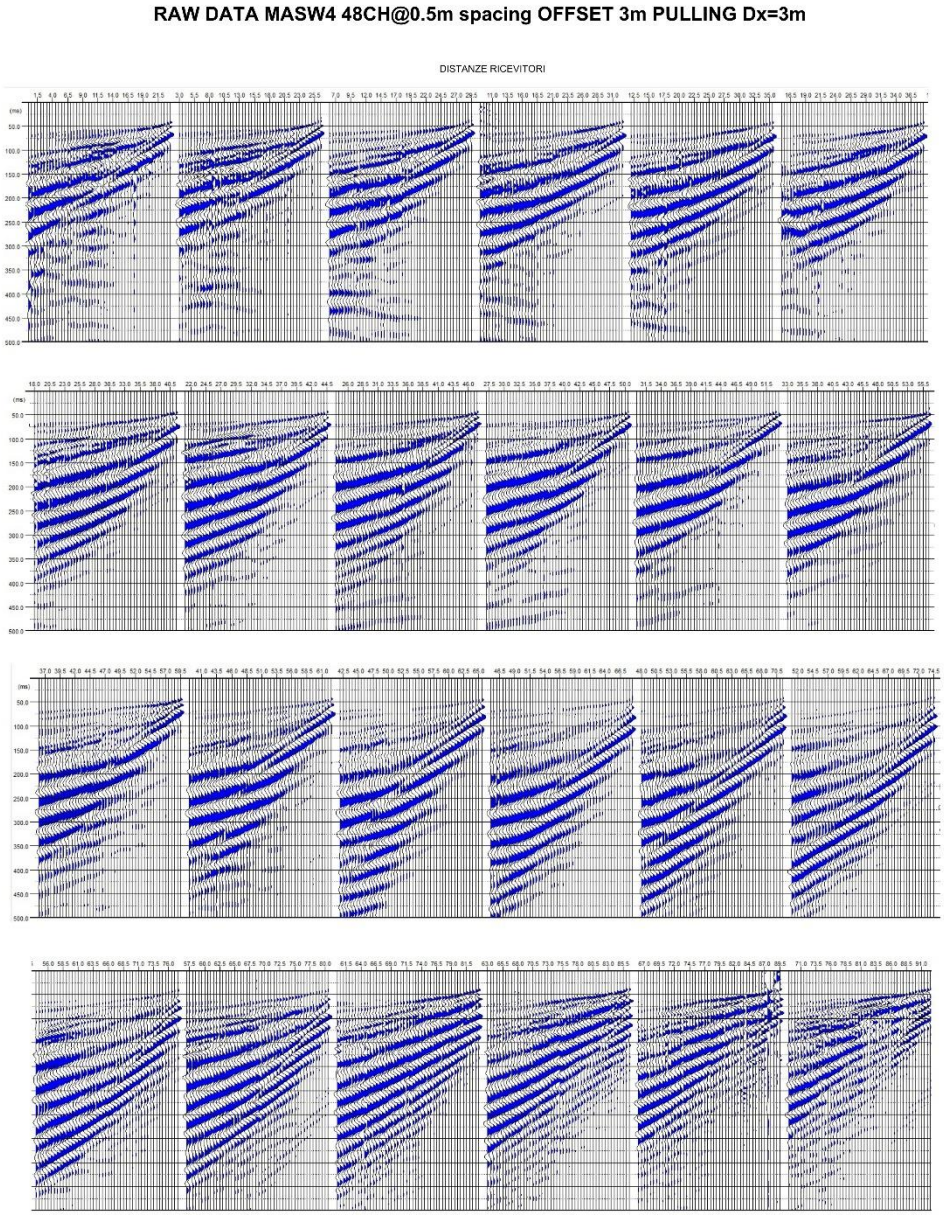


FIGURA 3.15 RAPPRESENTAZINE GRAFICA DEI DATI RELATIVI AD ALCUNI DEGLII SHOT RECORD ACQUISITI DURANTE L'ACQUISIZIONE MASW 2D

I dati sismici sono stati raccolti con acquisitori sismici mod.Daq link III della Seismic Source co, e array geofonico da 10HzV interspaziati di 0,5m la finestra temporale è stata di 0,9sec a 0,5msec. Per l'energizzazione e' stata impiegata una mazza da 8Kgl

L'indagine di tomografia eletttrica è stata condotta su lungo un totale 1380m lineari ad 1m di risoluzione e lungo 612m a 3m di risoluzione, impiegando contemporaneamente 100 elettrodi.
La configurazione adottata è stata doppia e precisamente la Wenner e la DipoloDipolo. Sulla prima delle due è' stata anche misurata la polarizzazione indotta. I livelli di misura sono stati ottimizzati separatamente per ciascuna configurazione, in maniera da non determinare "buchi" interpretativi tra i vari roll-along. La profondita' massima raggiunta si aggira intorno ai 9-11m per le sezioni a spaziatura 1m e di circa 22m per quella a spaziatura 3m.
I dati elettrici sono stati acquisiti con georesistivimetro 4Point Light up 10W della Lippmann gmbh munito di elettrodi "intelligenti". La spaziatura elettrodica e' stata fissata a 1m e le misure eseguite con frequenza di lavoro di 25Hz, intensita' di corrente variabile tra 1mA e 50mA e cicli di misura variabili da 3 a 10 per punto con limite di tolleranza misura al 3%.
Di seguito si descrivono gli esiti delle prove effettuate nell'areale di interesse progettuale per la costruzione di nuove strutture di contenimento (da BOT_01 a BOT_06), per la verifica dell'elettrostatigrafia entro la cassa di espansione (ERT_3m)

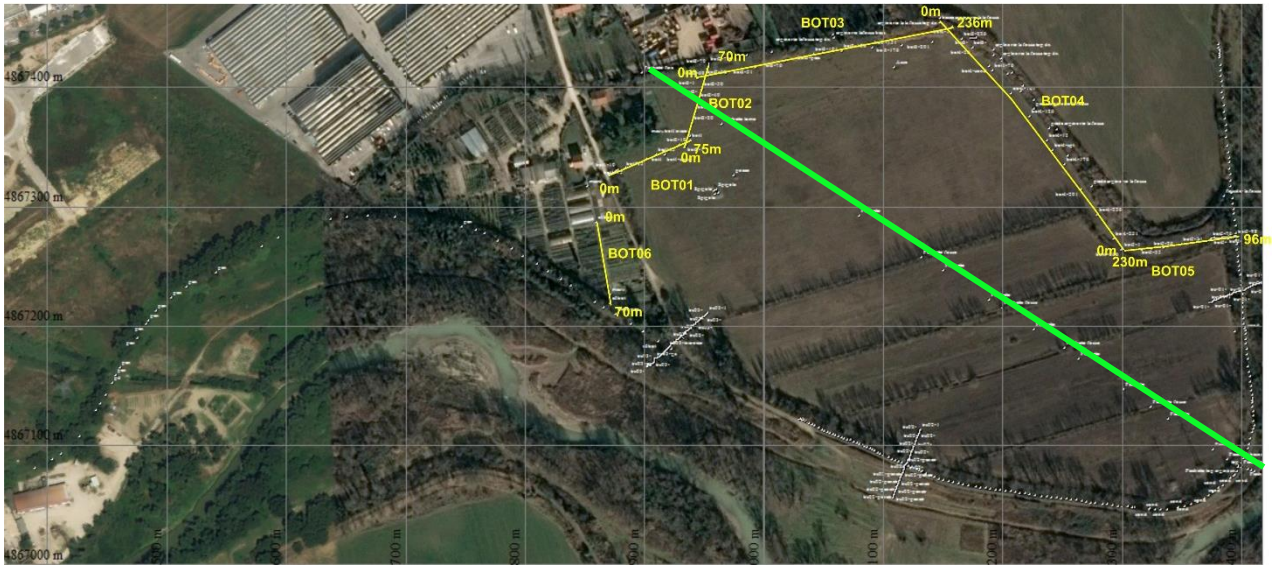


FIGURA 3.16 UBICAZIONI INDAGINI DI PROGETTO BOT_01-05 TOMOGRAFIA + MASW2D, IN VERDE TOMOGRAFIA 3M

Immagini di alcune fasi di acquisizione dati tomografia elettrica

FIGURA 3.17

FIGURA 3.18 IMMAGINI DI ALCUNE FASI DI ACQUISIZIONE DATI MASW2D

3.4.1 sintesi dei risultati

Tomografia elettrica Ert 3m

La cassa di espansione e' sata attraversata per intero in direzione 306° partendo dall'esterno argine e terminando in corrispondenza del fossato oltre cui c'e' la strada sterrata dell'impianto di compostaggio.

Questa prova rispetto alle altre condotte gode di una maggiore profondità investigativa che si spinge fino ad oltre 30m, associata però ad un minor dettaglio, compromesso da una maggiore spaziatura interelettrodica. Nelle sezioni di resistività si nota parte dell'edificio arginale resistivo che si ammorsa in sedimenti mediogrossolani caratterizzati da resistivita' comprese tra 50 e 150Ohm m e ricoperti da un livello piu' fine (rho<30Ohm m per spessori di 1,5-2,5m). Questi materiali mediogrosolani al loro interno mostrano una variabilita' granulometrica importante anche perché' bisogna considerare che sono sotto falda.

L'inversione di gradiente elettrico registrato intorno alla quota 7 m slm, indica quindi il probabile cambiamento composizionale in sedimenti più ricchi in matrice fine.

A quote comprese tra 2 e 0 m si intercettano terreni contraddistinti da un elevato tenore di argilla con resistività inferiori a 10Ohm m e variabilità laterale legata alla scelta di adottare una scala logaritmica di visualizzazione.

Nella porzione terminale della sezione (ultimi 120m ca) si rileva un comportamento decisamente diverso della resistività in cui manca la copertura fine ed in cui i primi 5m sono occupati da materiali a resistività 150-300Ohm m.

Lo studio della polarizzabilità dei materiali attraversati indica che nel settore anomalo appena indicato esistono almeno 3 nuclei che deformano il campo elettrico indotto strumentalmente e per

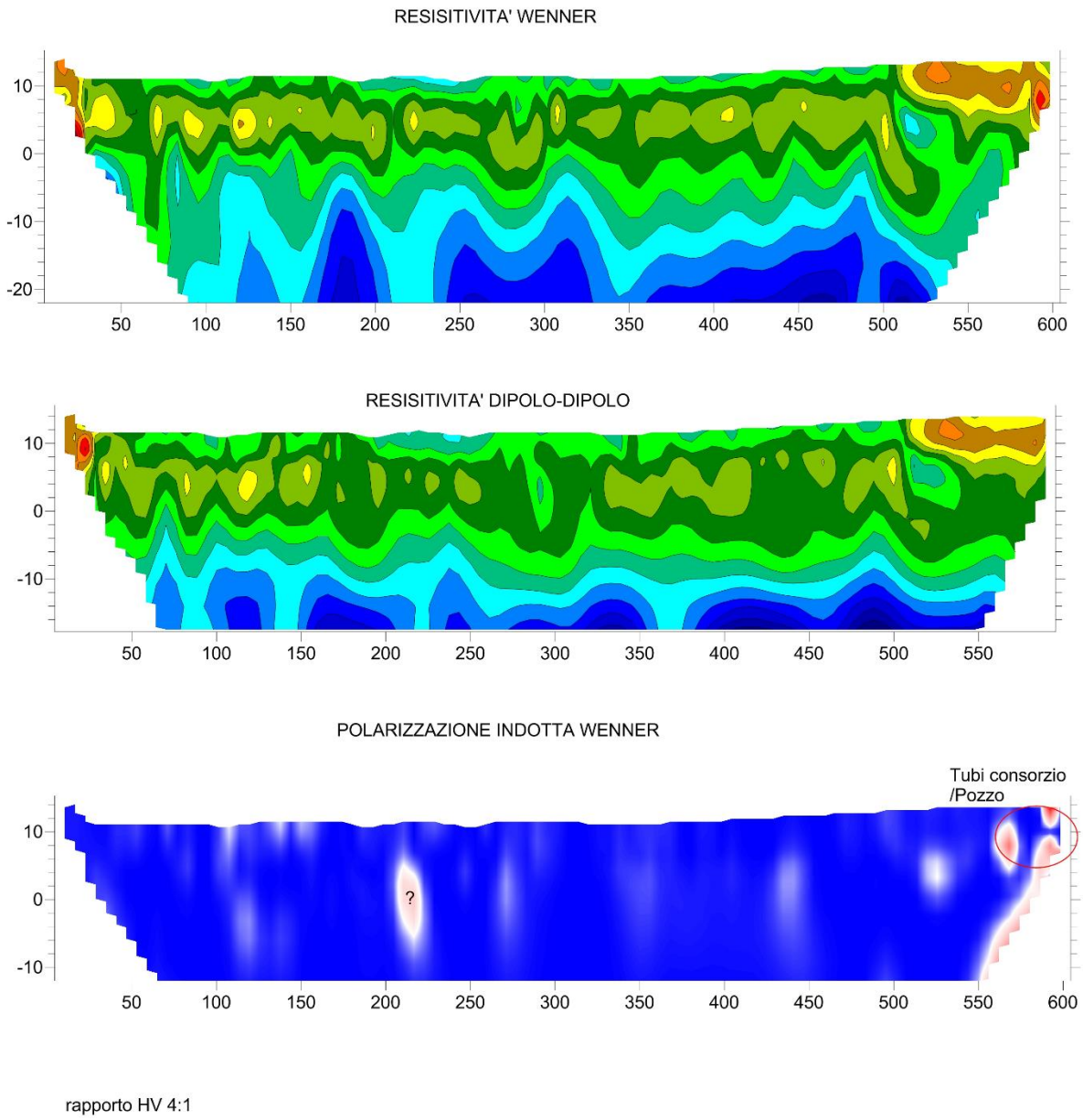


FIGURA 3.19 RAPPRESENTAZIONE SEZIONI DI RESISTIVITÀ CALCOLATA WENNER DIPOLO-DIPOLO E POLARIZZAZIONE INDOTTA

cui il fattore metallico non è trascurabile. Per due di essi, data la vicinanza del pozzo e la sicura presenza della condotta del consorzio idrico, l'informazione che consegue è facilmente traducibile e correlabile alla loro presenza. Per l'altra, che si posiziona più arretrata alla progressiva 525m ed a circa 8m di profondità, non si ha grande giustificazione se non fosse che l'anomalia in polarizzabilità

è anche associata alla presenza di una sacca relativamente più conduttiva al di sotto del resistivo che la ricopre.

Lo studio della polarizzazione individua inoltre un secondo punto anomalo (progr.215m ca e sfasamento di 20mmrad ca) che si colloca a profondità importanti e dell'ordine di 11-12m dal piano campagna ed anche questo elemento trova difficoltà ad essere giustificato.

Indagini Bot01-Bot05

Tale set di prove interessa tutta la porzione a nord della cassa di espansione. Le prove includono sia la tomografia ad alta risoluzione che la caratterizzazione delle velocità delle onde di taglio (masw2d).

Osservando le tavole del settore nord e nordest si nota che la situazione cambia molto passando dalla visualizzazione di Bot01 e Bot02 a quella di Bot 03,04 e 05. Richiamando la fascia anomala descritta negli ultimi 100 m di Ert_3m si nota in analogia con essa che in Bot01 e Bot02 i primi 5m di terreno si presentano resistivi e sostenuti da un conduttivo, in Bot 03, Bot 04 e Bot05 la situazione si inverte con i primi 4-5m di terreni conduttivi, seguiti da un orizzonte più resistivo. Dopo circa 4-5m di spessore l'elemento grossolano lascia il posto a sedimenti più ricchi in matrice fine . Dal punto di vista dell'addensamento le sezioni Bot01-Bot05 non presentano vistose differenziazioni e la sismostratigrafia è uniformemente caratterizzata dalla presenza di un livello superiore poco addensato (4m ca di Vs<300m/s) seguito da un pacco di materiali (ca 7m di spessore) contraddistinti da basso gradiente di velocità e Vs comprese tra 300 e 450m/s.

Tra 12 e 15m dal p.c. si intercettano sedimenti decisamente più compatti con Vs>500-550m/s.

Salvo alcuni casi la polarizzazione indotta mostra una sostanziale mancanza di disturbi e dove si sono localizzate le anomalie è stata riscontrata la presenza del traliccio, munito di probabile impianto di messa a terra e del passaggio della tubazione del consorzio.

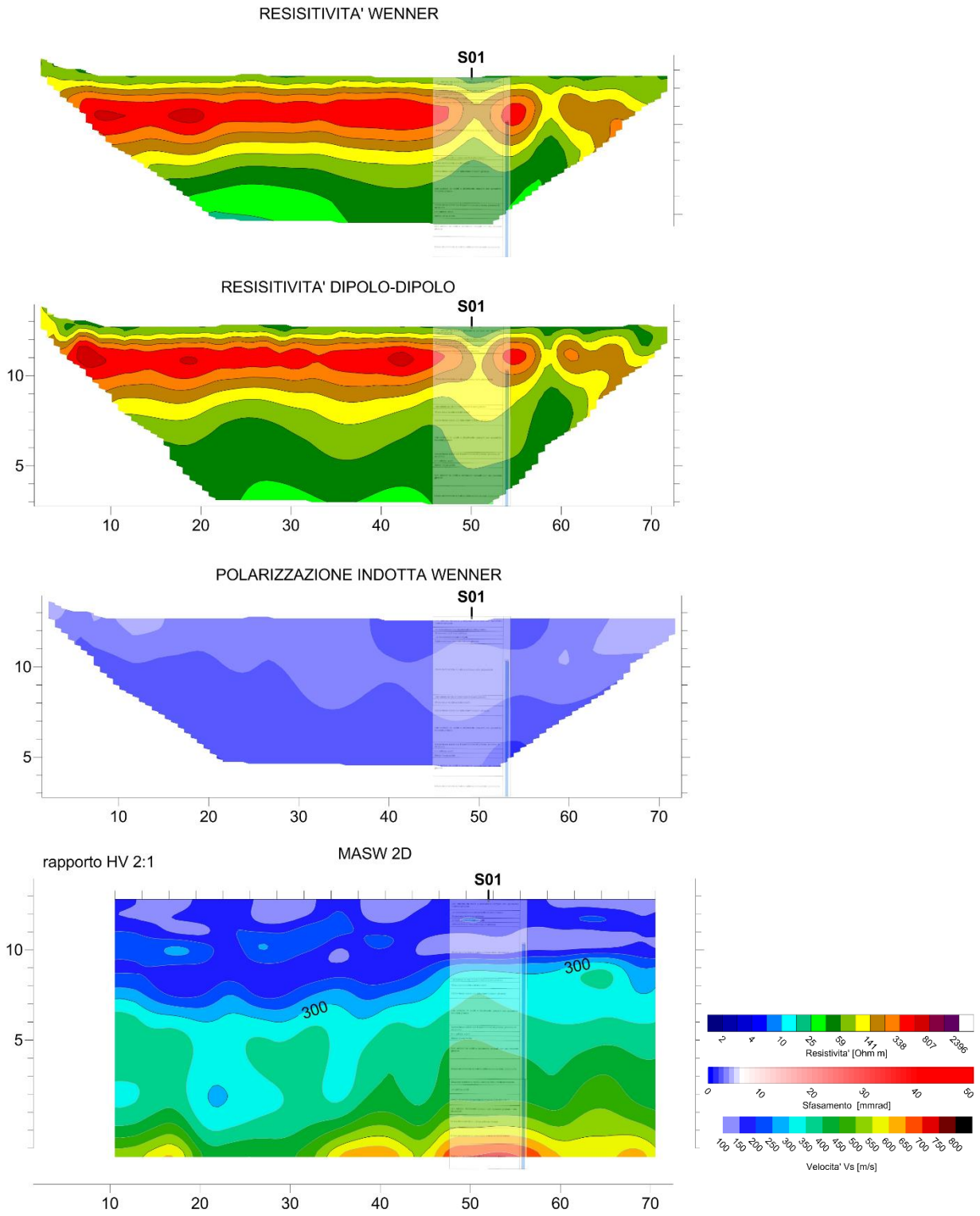


FIGURA 3.20 BOT_01 RAPPRESENTAZIONE SEZIONI DI RESISTIVITÀ CALCOLATA WENNER DIPOLO-DIPOLO, POLARIZZAZIONE INDOTTA E MASW2D

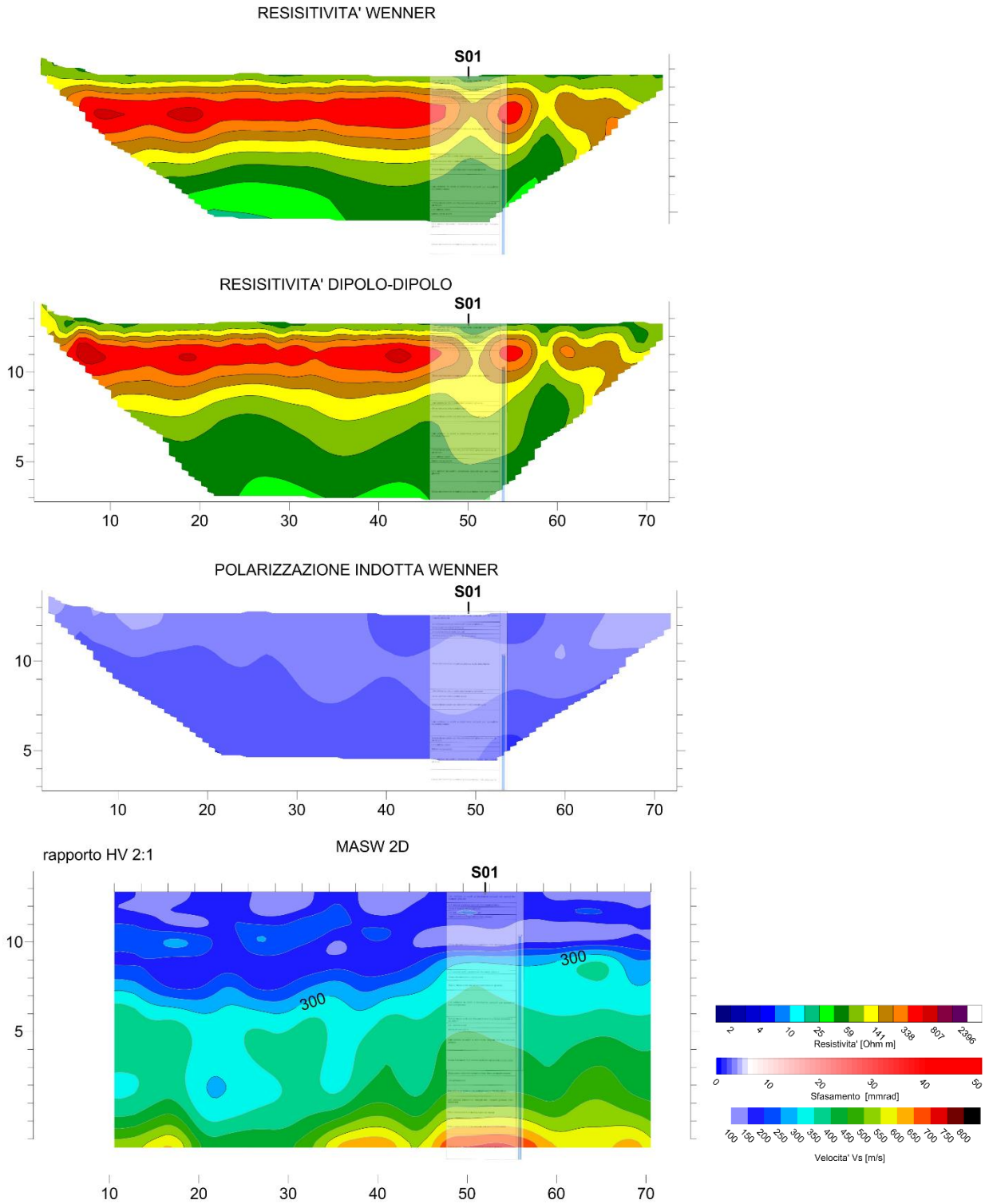


FIGURA 3.21 BOT_02 RAPPRESENTAZIONE SEZIONI DI RESISTIVITÀ CALCOLATA WENNER DIPOLO-DIPOLO, POLARIZZAZIONE INDOTTA E MASW2D

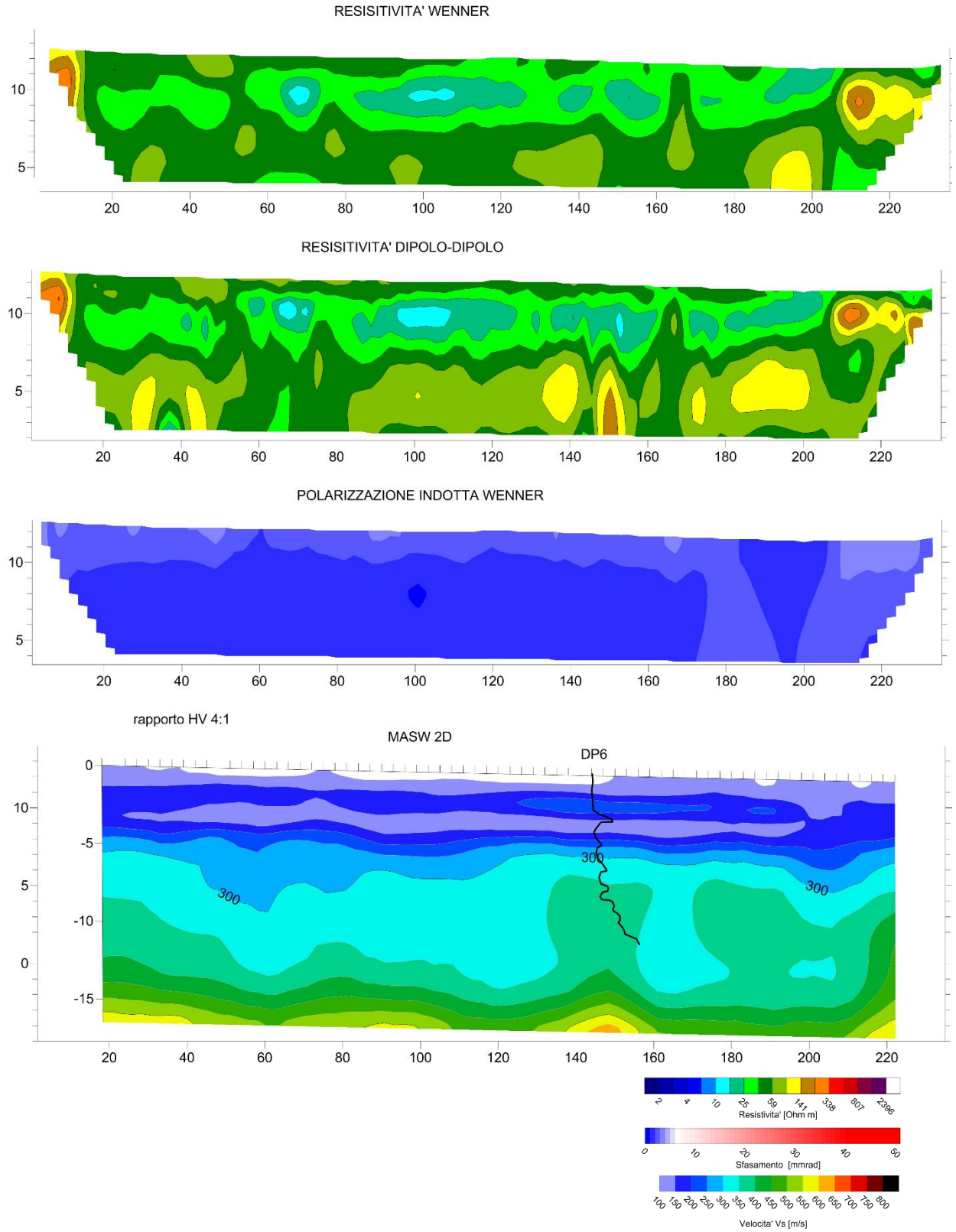


FIGURA 3.22 BOT_03 RAPPRESENTAZIONE SEZIONI DI RESISTIVITÀ CALCOLATA WENNER DIPOLO-DIPOLO, POLARIZZAZIONE INDOTTA E MASW2D

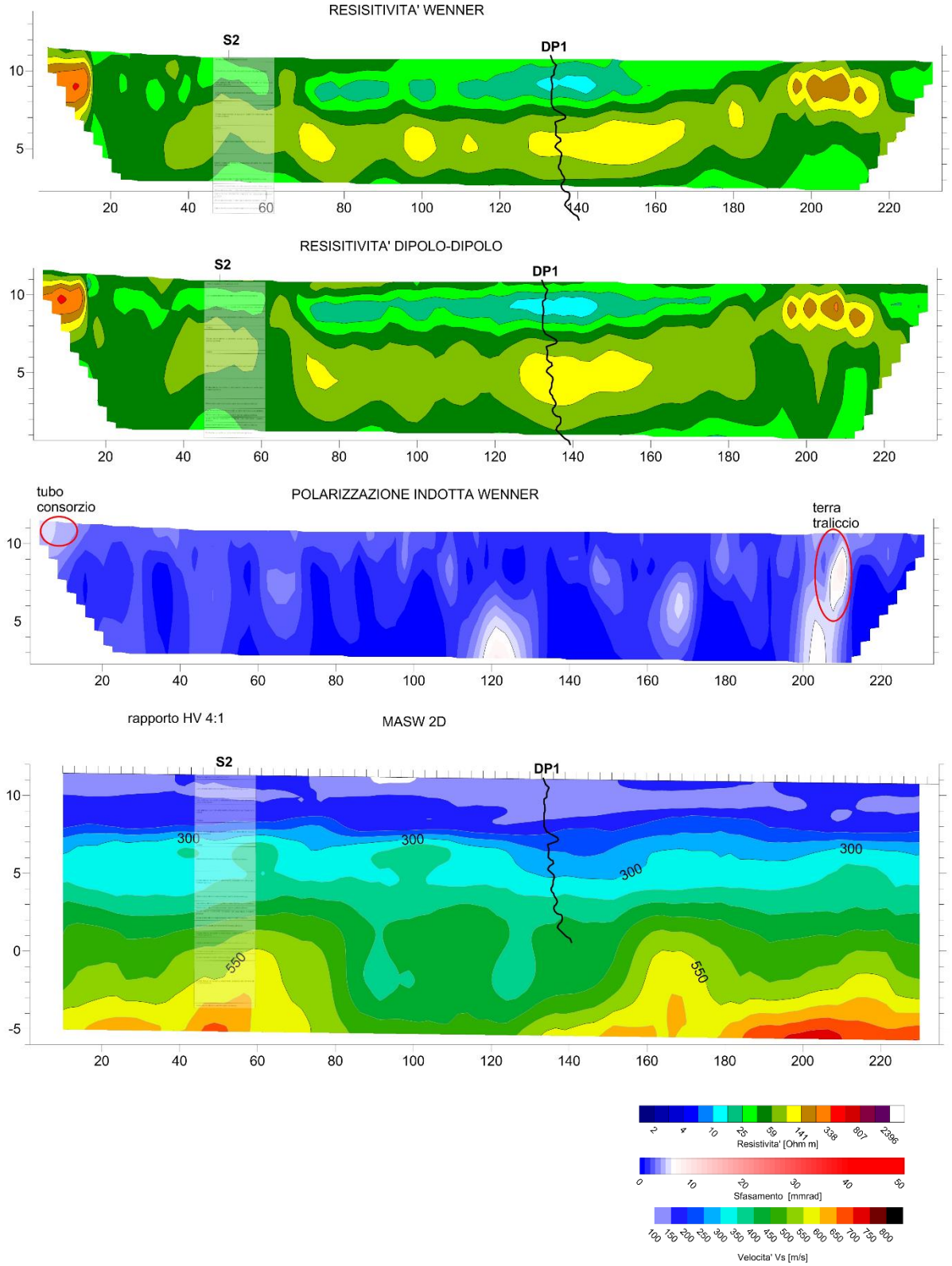


FIGURA 3.23 BOT_04 RAPPRESENTAZIONE SEZIONI DI RESISTIVITÀ CALCOLATA WENNER DIPOLO-DIPOLO, POLARIZZAZIONE INDOTTA E MASW2D

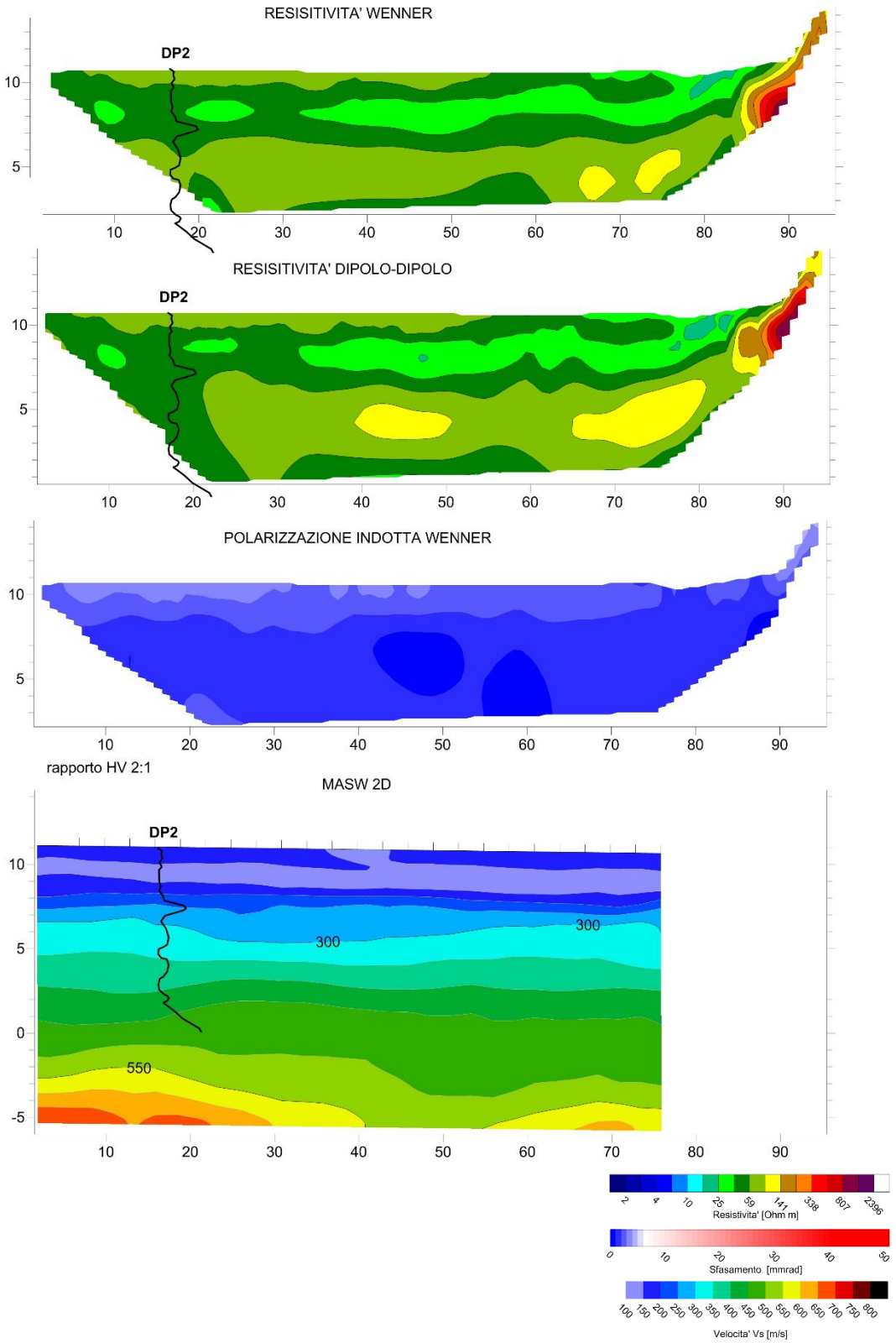


FIGURA 3.24 BOT_05 RAPPRESENTAZIONE SEZIONI DI RESISTIVITÀ CALCOLATA WENNER DIPOLO-DIPOLO, POLARIZZAZIONE INDOTTA E MASW2D

3.5 prove di alboratorio

Sono stati prelevati 5 campioni, poi destinati ad essere sottoposti ad alcune prove di laboratorio, finalizzate ad una caratterizzazione esaustiva dei terreni prelevati nei fori di sondaggio.

Di seguito si elencano le schede relative ai singoli campioni e a seguire si presenta un prospetto riepilogativo delle risultanze delle prove.

Per la consultazione dei certificati di prova si rimanda agli allegati della presente relazione.

COMMITTENTE:	CAM Perforazioni SRL	DATA:	Febbraio 2019
LAVORO:	Consorzio di Bonifica delle Marche	UBICAZIONE:	Pesaro (PU) - Loc. Cà Paci
	Casse di espansione Fiume Foglia	N° COMMESSA:	005/19

Sondaggio n°:	S1	profondità da mt.	6.40
Campione n°:	SH1	profondità a mt.	7.00

Programma di prova:

1. Apertura e descrizione
2. Foto campione
3. Prove speditive,Pocket Penet. e Vane Test
4. Umidità naturale
5. Peso di volume
6. Granulometria per setacci e densità (areometria)
7. Limiti di Atterberg
8. Compressione semplice (ELL)
9. Taglio diretto al Casagrande
10. Prova Edometrica
11. Permeabilità diretta in cella edometrica
12. Peso specifico dei grani (GS)

SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

CARATTERISTICHE GENERALI

Contenuto d'acqua	W	=	24.99	%
Peso dell'unità di volume	γ	=	2.095	Mg/m^3
Peso secco dell'unità di vol.	γ_d	=	1.676	Mg/m^3
Peso specifico del terreno	Gs	=	2.7	Mg/m^3
Indice dei vuoti	e	=	0.611	/
Tenore in carbonati				%

LIMITI DI ATTERBERG

Limite di liquidità	Wl	=	24.60	%
Limite di plasticità	Wp	=	19.53	%
Indice di plasticità	Ip	=	5.07	%
Limite di ritiro	LR	=		%
RITIRO LINEARE	RL	=		%
Indice di consistenza	IC	=		/
Attività	A	=		/

GRANULOMETRIA (AGI/S)

Ghiaia (>2.00 mm)	G	=	0	%
Sabbia (>0.06<2.00 mm)	S	=	46.89	%
Limo + Argilla	L+A	=	**53.11**	%
Limo (>0.002<0.06mm)	L	=	34.63	%
Argilla (<0.002 mm)	A	=	18.48	%

GRANULOMETRIA (ASTM)

Ghiaia (>4.75 mm)	G	=		%
Sabbia (>0.075<4.75 mm)	S	=		%
Limo + Argilla	L+A	=		%
Limo (>0.005<0.075mm)	L	=		%
Argilla (<0.005 mm)	A	=		%

RESISTENZA A COMPRESSIONE

Compressione Semplice	σ_c	=	98.03	kPa	Pocket Penetr PP	min	=	50	kPa
Deformazione a Rottura	ε_v	=	9.670	%		max	=	140	kPa
Modulo Elastico Tangente.	E	=	1375	KPa	Vane test VT	min	=	20	kPa
Modulo Elastico Secante	E	=	3017	KPa		max	=	33	kPa

PROVA EDOMETRICA – PERMEABILITA' DIRETTA in cella edometrica

Modulo edometrico	Eed	=	4.505	MPa	Gradino di carico	σ	=	100	KPa
Coeff. di consolidazione	Cv	=	4.14E-03	cm2/s	Indice Rigonfiamento	Ir	=		%
Permeabilità diretta	K	=	2.887E-09 2.789E-09	m/sec	Carico di prova			50	KPa

PROVA DI TAGLIO DIRETTO AL CASAGRANDE

Angolo resistenza a taglio efficace	ϕ'	=	26.88	°	Picco	Coesione efficace	C'	=	4.24	kPa
Angolo resistenza a taglio efficace	ϕ'	=		°	Residuo	Coesione efficace	C'	=		kPa

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Angolo resistenza a taglio efficace	ϕ'	=		°	CD	Coesione efficace	C'	=		kPa
Angolo di resistenza a taglio	ϕ_{cu}	=		°	CU	Coesione non dren.	C_{cu}	=		kPa
Angolo di resistenza a taglio	ϕ_{uu}	=		°	UU	Coesione non dren.	C_{uu}	=		kPa

Osservazioni:

FIGURA 3.25 RISULTATI PROVE DI LABORATORIO CAMPIONE S1 SH1

COMMITTENTE:	CAM Perforazioni SRL	DATA:	Febbraio 2019
LAVORO:	Consorzio di Bonifica delle Marche	UBICAZIONE:	Pesaro (PU) - Loc. Cà Paci
	Casse di espansione Fiume Foglia	N° COMMESSA:	005/19

Sondaggio n°:	S2	profondità da mt.	2.00
Campione n°:	SH1	profondità a mt.	2.30

Programma prove:

1. Apertura e descrizione
2. Foto campione
3. Prove speditive,Pocket Penet. e Vane Test
4. Umidità naturale
5. Peso di volume
6. Granulometria per setacci e densità (areometria)
7. Limiti di Atterberg
8. Taglio diretto al Casagrande su campione ricostituito *
9. Prova Edometrica
10. Permeabilità diretta in cella edometrica
11. Peso specifico dei grani (GS)

SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

CARATTERISTICHE GENERALI

Contenuto d'acqua	W	=	20.33	%
Peso dell'unità di volume	γ	=	1.963	Mg/m^3
Peso secco dell'unità di vol.	γd	=	1.632	Mg/m^3
Peso specifico del terreno	Gs	=	2.710	Mg/m^3
Indice dei vuoti	e	=	0.661	/
Tenore in carbonati				%

LIMITI DI ATTERBERG

Limite di liquidità	Wl	=	21.10	%
Limite di plasticità	Wp	=	17.21	%
Indice di plasticità	Ip	=	3.89	%
Limite di ritiro	LR	=		%
RITIRO LINEARE	RL	=		%
Indice di consistenza	IC	=		/
Attività	A	=		/

GRANULOMETRIA (AGI/S)

Ghiaia (>2.00 mm)	G	=	32.58	%
Sabbia (>0.06<2.00 mm)	S	=	32.22	%
Limo + Argilla	L+A	=	**35.21**	%
Limo (>0.002<0.06mm)	L	=	22.54	%
Argilla (<0.002 mm)	A	=	12.67	%

GRANULOMETRIA (ASTM)

Ghiaia (>4.75 mm)	G	=		%
Sabbia (>0.075<4.75 mm)	S	=		%
Limo + Argilla	L+A	=		%
Limo (>0.005<0.075mm)	L	=		%
Argilla (<0.005 mm)	A	=		%

RESISTENZA A COMPRESSIONE

Compressione Semplice	σc	=		kPa
Deformazione a Rottura	εv	=		%
Modulo Elastico Tangente.	E	=		KPa
Modulo Elastico Secante	E	=		KPa

Pocket Penetr PP	min	=	60	kPa
	max	=		kPa
Vane test VT	min	=	10	kPa
	max	=		kPa

PROVA EDOMETRICA – PERMEABILITA' DIRETTA in cella edometrica

Modulo edometrico	Eed	=	1.286	MPa
Coeff. di consolidazione	Cv	=	1.14E-03	cm2/s
Permeabilità diretta	K	=	3.028E-07 2.469E-07	m/sec

Gradino di carico	σ	=	50	KPa
Indice Rigonfiamento	Ir	=		%
Carico di prova			50	KPa

PROVA DI TAGLIO DIRETTO AL CASAGRANDE

Angolo resistenza a taglio efficace	ϕ'	=	26.13	°	Picco	Coesione efficace	C'	=	1.82 kPa
Angolo resistenza a taglio efficace	ϕ'	=		°	Residuo	Coesione efficace	C'	=	kPa

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Angolo resistenza a taglio efficace	ϕ'	=		°	CD	Coesione efficace	C'	=	kPa
Angolo di resistenza a taglio	ϕcu	=		°	CU	Coesione non dren.	Ccu	=	kPa
Angolo di resistenza a taglio	ϕuu	=		°	UU	Coesione non dren.	Cuu	=	kPa

Osservazioni:

FIGURA 3.26 RISULTATI PROVE DI LABORATORIO CAMPIONE S2 SH1

COMMITTENTE:	CAM Perforazioni SRL	DATA:	Febbraio 2019
LAVORO:	Consorzio di Bonifica delle Marche	UBICAZIONE:	Pesaro (PU) - Loc. Cà Paci
	Casse di espansione Fiume Foglia	N° COMMESSA:	005/19

Sondaggio n°:	S3	profondità da mt.	3.00
Campione n°:	SH1	profondità a mt.	3.50

Programma prove:

1. Apertura e descrizione
2. Foto campione
3. Prove speditive,Pocket Penet. e Vane Test
4. Umidità naturale
5. Peso di volume
6. Granulometria per setacci e densità (areometria)
7. Limiti di Atterberg
8. Compressione semplice (ELL)
9. Taglio diretto al Casagrande
10. Prova Edometrica
11. Permeabilità diretta in cella edometrica
12. Peso specifico dei grani (GS)

SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

CARATTERISTICHE GENERALI

Contenuto d'acqua	W	=	14.59	%
Peso dell'unità di volume	γ	=	1.972	Mg/m³
Peso secco dell'unità di vol.	γd	=	1.721	Mg/m³
Peso specifico del terreno	Gs	=	2.703	Mg/m³
Indice dei vuoti	e	=	0.571	/
Tenore in carbonati				%

LIMITI DI ATTERBERG

Limite di liquidità	Wl	=	23.00	%
Limite di plasticità	Wp	=	20.21	%
Indice di plasticità	Ip	=	2.79	%
Limite di ritiro	LR	=		%
RITIRO LINEARE	RL	=		%
Indice di consistenza	IC	=		/
Attività	A	=		/

GRANULOMETRIA (AGI/S)

Ghiaia (>2.00 mm)	G	=	0	%
Sabbia (>0.06<2.00 mm)	S	=	44.11	%
Limo + Argilla	L+A	=	**55.89**	%
Limo (>0.002<0.06mm)	L	=	40.17	%
Argilla (<0.002 mm)	A	=	15.72	%

GRANULOMETRIA (ASTM)

Ghiaia (>4.75 mm)	G	=		%
Sabbia (>0.075<4.75 mm)	S	=		%
Limo + Argilla	L+A	=		%
Limo (>0.005<0.075mm)	L	=		%
Argilla (<0.005 mm)	A	=		%

RESISTENZA A COMPRESSIONE

Compressione Semplice	σc	=	40.05	kPa	Pocket Penetr PP	min	=	110	kPa
Deformazione a Rottura	εv	=	0.37	%		max	=		kPa
Modulo Elastico Tangente.	E	=	10243	KPa	Vane test VT	min	=	27.5	kPa
Modulo Elastico Secante	E	=	20761	KPa		max	=		kPa

PROVA EDOMETRICA – PERMEABILITA' DIRETTA in cella edometrica

Modulo edometrico	Eed	=	1.272	MPa	Gradino di carico	σ	=	50	KPa
Coeff. di consolidazione	Cv	=	1.4E-02	cm2/s	Indice Rigonfiamento	Ir	=		%
Permeabilità diretta	K	=	2.005E-08 1.292E-08	m/sec	Carico di prova			50	KPa

PROVA DI TAGLIO DIRETTO AL CASAGRANDE

Angolo resistenza a taglio efficace	ϕ'	=	27.27	°	Picco	Coesione efficace	C'	=	3.41	kPa
Angolo resistenza a taglio efficace	ϕ'	=		°	Residuo	Coesione efficace	C'	=		kPa

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Angolo resistenza a taglio efficace	ϕ'	=		°	CD	Coesione efficace	C'	=		kPa
Angolo di resistenza a taglio	ϕcu	=		°	CU	Coesione non dren.	Ccu	=		kPa
Angolo di resistenza a taglio	ϕuu	=		°	UU	Coesione non dren.	Cuu	=		kPa

Osservazioni:

FIGURA 3.27 RISULTATI PROVE DI LABORATORIO CAMPIONE S3 SH1

COMMITTENTE:	CAM Perforazioni SRL	DATA:	Febbraio 2019
LAVORO:	Consorzio di Bonifica delle Marche	UBICAZIONE:	Pesaro (PU) - Loc. Cà Paci
	Casse di espansione Fiume Foglia	N° COMMESSA:	005/19

Sondaggio n°:	S6	profondità da mt.	2.00
Campione n°:	SH1	profondità a mt.	2.40

Programma prove:

1. Apertura e descrizione
2. Foto campione
3. Prove speditive,Pocket Penet. e Vane Test
4. Umidità naturale
5. Peso di volume
6. Granulometria per setacci e densità (areometria)
7. Peso specifico dei grani (GS)

SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

CARATTERISTICHE GENERALI					LIMITI DI ATTERBERG				
Contenuto d'acqua	W	=	27.30	%	Limite di liquidità	Wl	=		%
Peso dell'unità di volume	γ	=	2.049	Mg/m^3	Limite di plasticità	Wp	=		%
Peso secco dell'unità di vol.	γ_d	=	1.610	Mg/m^3	Indice di plasticità	Ip	=		%
Peso specifico del terreno	Gs	=	2.706	Mg/m^3	Limite di ritiro	LR	=		%
Indice dei vuoti	e	=	0.681	/					
					RITIRO LINEARE	RL	=	%	
Tenore in carbonati				%	Indice di consistenza	IC	=		/
					Attività	A	=		/

GRANULOMETRIA (AGI/S)					GRANULOMETRIA (ASTM)				
Ghiaia (>2.00 mm)	G	=	55.87	%	Ghiaia (>4.75 mm)	G	=		%
Sabbia (>0.06<2.00 mm)	S	=	17.15	%	Sabbia (>0.075<4.75 mm)	S	=		%
Limo + Argilla	L+A	=	**26.99**	%	Limo + Argilla	L+A	=		%
Limo (>0.002<0.06mm)	L	=	16.32	%	Limo (>0.005<0.075mm)	L	=		%
Argilla (<0.002 mm)	A	=	10.67	%	Argilla (<0.005 mm)	A	=		%

FIGURA 3.28 RISULTATI PROVE DI LABORATORIO CAMPIONE S6 SH1

COMMITTENTE:	CAM Perforazioni SRL	DATA:	Febbraio 2019
LAVORO:	Consorzio di Bonifica delle Marche	UBICAZIONE:	Pesaro (PU) - Loc. Cà Paci
	Casse di espansione Fiume Foglia	N° COMMESSA:	005/19

Sondaggio n°:	S6	profondità da mt.	16.00
Campione n°:	MZ1	profondità a mt.	16.40

Programma prove:

1. Apertura e descrizione
2. Foto campione
3. Prove speditive,Pocket Penet. e Vane Test
4. Umidità naturale
5. Peso di volume
6. Granulometria per setacci e densità (areometria)

SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

CARATTERISTICHE GENERALI					LIMITI DI ATTERBERG				
Contenuto d'acqua	W	=	18.71	%	Limite di liquidità	Wl	=		%
Peso dell'unità di volume	γ	=	2.136	Mg/m^3	Limite di plasticità	Wp	=		%
Peso secco dell'unità di vol.	γd	=	1.78	Mg/m^3	Indice di plasticità	Ip	=		%
Peso specifico del terreno	Gs	=		Mg/m^3	Limite di ritiro	LR	=		%
Indice dei vuoti	e	=		/					
					RITIRO LINEARE	RL	=	%	
Tenore in carbonati				%	Indice di consistenza	IC	=		/
					Attività	A	=		/

GRANULOMETRIA (AGI/S)					GRANULOMETRIA (ASTM)				
Ghiaia (>2.00 mm)	G	=	0.08	%	Ghiaia (>4.75 mm)	G	=		%
Sabbia (>0.06<2.00 mm)	S	=	0.53	%	Sabbia (>0.075<4.75 mm)	S	=		%
Limo + Argilla	L+A	=	**99.39**	%	Limo + Argilla	L+A	=		%
Limo (>0.002<0.06mm)	L	=	53.01	%	Limo (>0.005<0.075mm)	L	=		%
Argilla (<0.002 mm)	A	=	46.38	%	Argilla (<0.005 mm)	A	=		%

FIGURA 3.29 RISULTATI PROVE DI LABORATORIO CAMPIONE S6 MZ1

4. MODELLO GEOLOGICO GEOTECNICO

Dalla sintesi dei dati acquisiti dalle prove dirette puntuali e dalla loro estrapolazione lungo le sezioni bidimensionali MASW2d e di Tomografia elettrica si è giunti alla definizione di un modello concettuale del sottosuolo che possa supportare le fasi di progettazione definitiva-esecutiva. Limitando l'indagine alle profondità di interesse ingegneristico, Si distinguono dall'alto, due livelli geologici:

1. Materasso alluvionale, costituito da alternanze di ghiaie sabbioso limose a tratti argillose, con uno spessore di circa 16 metri, presenta un corpo ghiaioso sabbioso principale centrato sulla profondità media di 7 metri dal piano campagna. A grande scala si può riconoscere una tendenza ad un aumento della granulometria fino ai 7 metri dal piano campagna e una successiva diminuzione della stessa fino al contatto con le sottostanti Argille Azzurre sovraconsolidate.
   I valori di addensamento tendono ad aumentare con la profondità e intorno ai 10 metri si raggiunge il limite di rifiuto in tutte le prove penetrometriche effettuate. Dal confronto tra le varie prove effettuate, dal punto di vista dell'addensamento, si riscontra una buona correlazione laterale tra le prove acquisite.
2. Il substrato pliocenico delle argille azzurre sovraconsolidate si rinviene a profondità compresa tra i 13 e i 19 metri dal piano campagna. Non è stato oggetto di prove nel presente progetto, fatta salva una determinazione con Pocket penetometer e vane test, che restituiscono valori di >600KPa e >250 KPa.

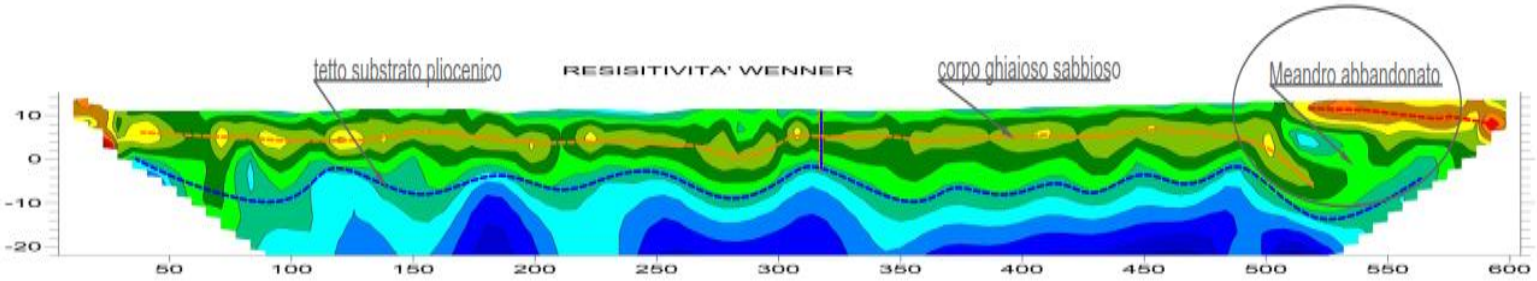


FIGURA 4.1: INTERPRETAZIONE LITOSTRATIGRAFICA SEZIONE DI TOMOGRAFIA ELETTRICA CHE ATTRAVERSA TRASVERSALMENTE LA CASSA (ERT3M) (PER L'UBICAZIONE SI VEDA L'ALLEGATO)

Anche le prove geofisiche effettuate confermano questo modello e identificano una copertura soffice di 3-4m (Vs+150m/s) che poggia su depositi mediamente addensati con Vs di ca 400m/s.

Quindi a 15m circa, si intercettano materiali più compatti con velocità Vs che oscillano intorno ai 600m/s.

Da quanto esposto nei capitoli precedenti si perviene alla seguente sezione geotecnica, che è rappresentativa di un area di particolare interesse per il progetto, in quanto corrisponde al sedime dell'opera di presa in corrispondenza del Rio la Fossa.

Per una più dettagliata trattazione si rimanda alla relazione geotecnica.

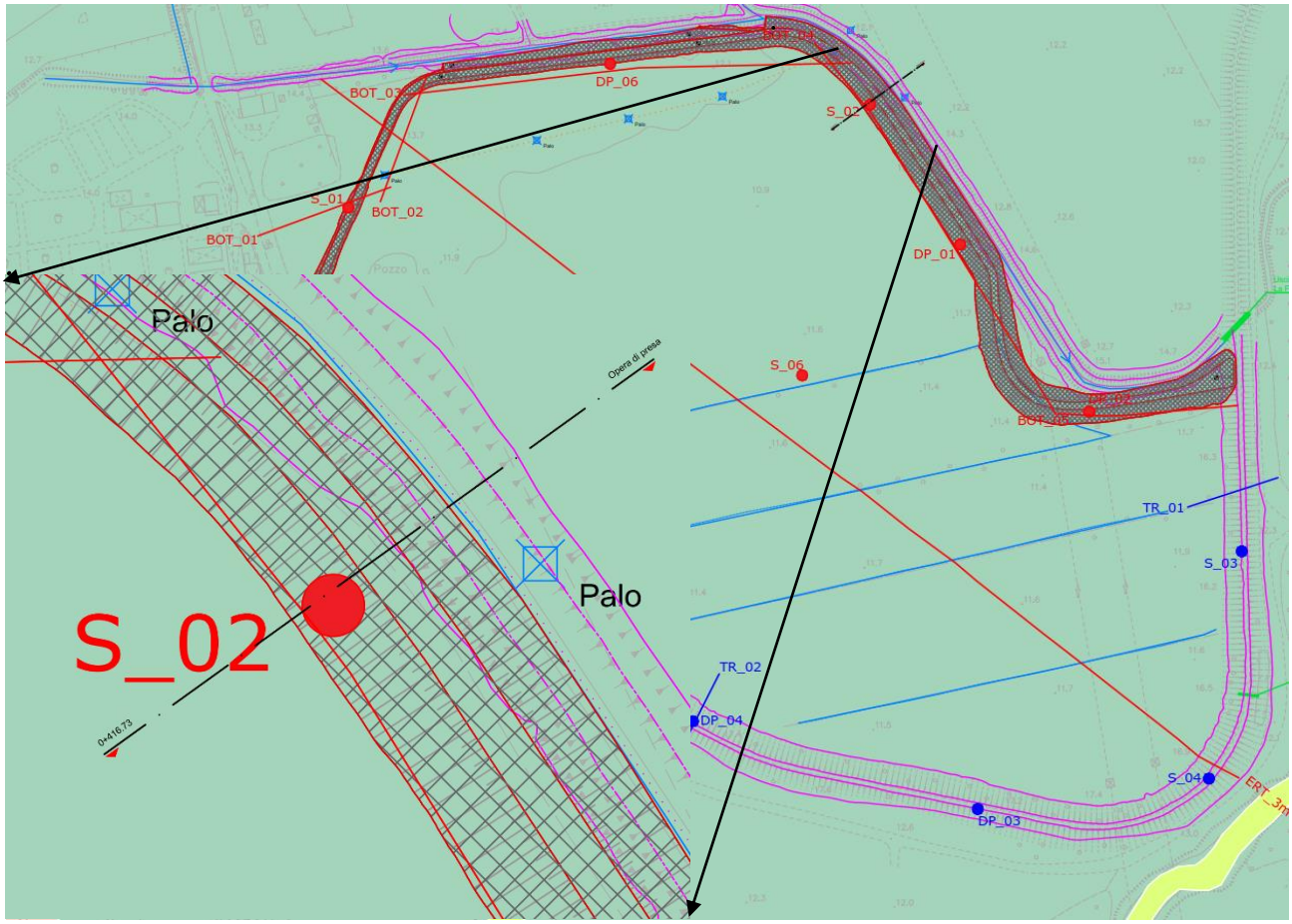


FIGURA 4.2 TRACCIA DI SEZIONE GEOTECNICA

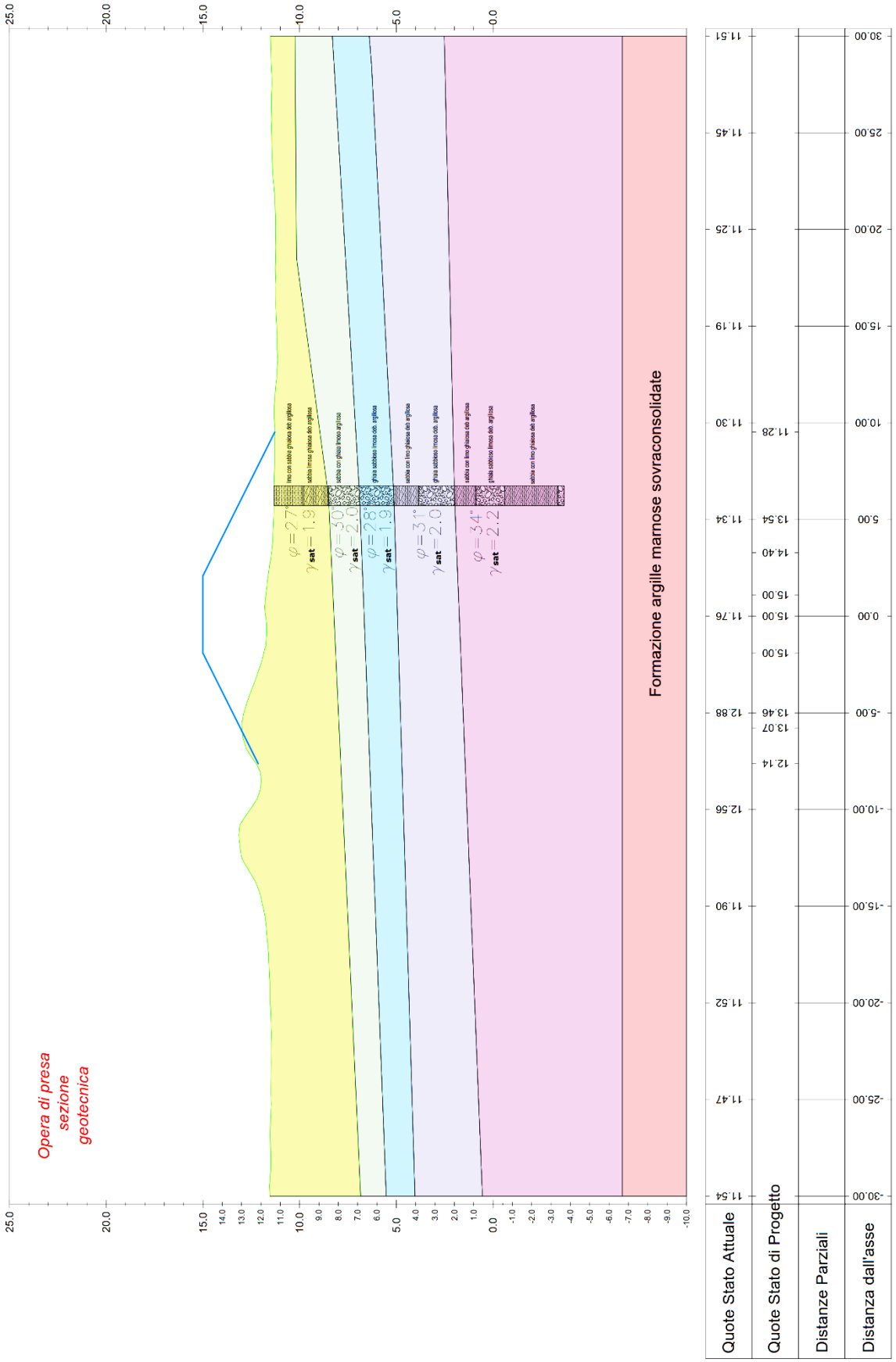


FIGURA 4.3 SEZIONE GEOTECNICA

. 5 AZIONI SISMICHE DI PROGETTO

5.1 Categoria di sottosuolo

Dalla prova remi N°2 si è ricavato il seguente profilo di velocità Vs tramite il quale si è ottenuto il valore Di Vs eq per procedere alla individuazione della categoria di sottosuolo secondo il dettato del D.M. 17/01/2018,

mediante la formula: VS,eq = H / Σ (hi/Vs,i)

con i=1 N→ dove: hi spessore dell'i-esimo strato;

Vs,i velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato

Nr. strati: 3 Profondità complessiva [m]: 35 Vs, eq (H=35) [m/s]: 416 Categoria del suolo: B

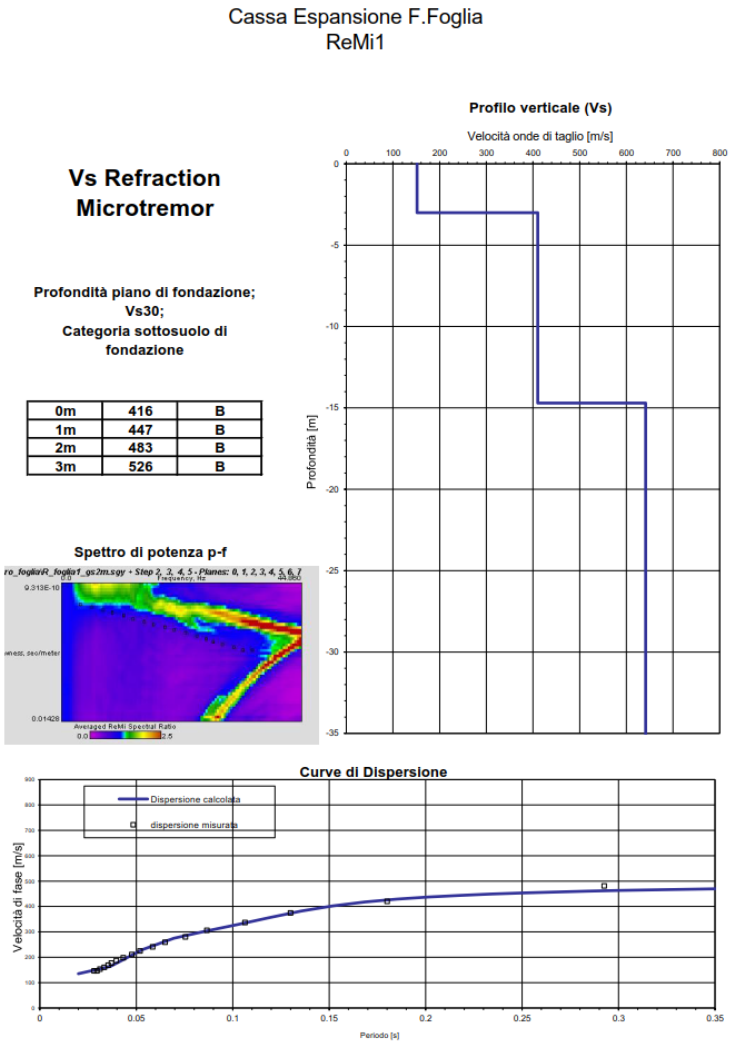


FIGURA 5.1 RISULTATI VALUTAZIONE PROFILO VS REMI

.5.2. Condizioni topografiche

Il sito in esame è ubicato in corrispondenza di una superficie topografica con inclinazione media prossima allo 0 e pertanto, in base a quanto previsto dal DM del 17 gennaio 2018, l'area può essere classificata nella seguente categoria topografica:

Categoria topografica

"T1"

5.3 Individuazione della pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica di base è definita infatti secondo una procedura basata sui risultati dello studio dell'INGV che ha prodotto una mappa interattiva di pericolosità sismica per tutto il territorio nazionale. Dal punto di vista geografico la pericolosità sismica si svincola per la prima volta dai limiti territoriali amministrativi e pertanto al valore di pericolosità di ogni singolo comune italiano viene sostituita una definizione per ogni punto di un reticolo di riferimento basato sulle coordinate geografiche di latitudine e longitudine. Nel caso specifico le coordinate del lotto, sito nel Comune di Cerreto di Spoleto (PG), sono le seguenti:

Latitudine 43,893817° **Longitudine** 12,852392° (ED50)

In base alle coordinate del sito è possibile quindi determinare la pericolosità sismica di base del sito in esame, definita in termini di tre parametri di riferimento:

- ag = (accelerazione orizzontale massima del terreno),
- F0.= (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale)
- T*c = (Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale).

Classe d'uso: IV.

Vita nominale: 100 [anni]

Siti di riferimento.

Sito 1	ID: 19637	Lat: 43,8829	Lon: 12,7964	Distanza: 4646,132
Sito 2	ID: 19638	Lat: 43,8833	Lon: 12,8658	Distanza: 1590,844
Sito 3	ID: 19416	Lat: 43,9333	Lon: 12,8653	Distanza: 4505,012
Sito 4	ID: 19415	Lat: 43,9329	Lon: 12,7959	Distanza: 6272,715

TABELLA 5.1

I tre parametri vengono quindi definiti per i periodi di ritorno dell'azione sismica TR di riferimento, relativi agli stati limite di esercizio e agli stati limite ultimi che nel caso specifico:

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 200 anni

Coefficiente cu: 2

Parametri sismici

Stati Limite	PVR [%]	TR [anni]	Ag [g]	F0 [--]	T*c [s]
SLO	**81**	120	**0.102**	**2.454**	**0,284**
SLD	**63**	**201**	**0,129**	**2,462**	**0,287**
SLV	**10**	**1898**	**0,304**	**2,497**	**0,319**
SLC	**5**	**2475**	**0,336**	**2,486**	**0,322**

TABELLA 5.2

Coefficienti sismici fronti di scavo e rilevati

	SLO:	SLD:	SLV:	SLC:
Ss:	1,200	1,200	1,100	1,070
Cc:	1,410	1,410	1,380	1,380
St:	1,000	1,000	1,000	1,000
Kh:	0,000	0,073	0,127	0,000
Kv:	0,000	0,036	0,064	0,000
Amax:	1,200	1,520	3,283	3,521
Beta:	0,000	0,470	0,380	0,000

TABELLA 5.3

6. CONCLUSIONI

L'attuale dinamica di esondazione del fiume Foglia, ricostruita sulla base della simulazione bidimensionale implementata in fase di progettazione è caratterizzata dalla presenza in sinistra idrografica, a monte dell'inizio del tratto arginato, di rilevanti flussi di esondazione che percorrono le aree golenali in sinistra e vanno ad accumularsi in corrispondenza del rilevato della A14. I rilevati arginali esistenti in sinistra a valle della sezione RAS 10207.55 non vengono sormontati dagli eventi di piena, ma piuttosto aggirati da monte.

Considerando tale dinamica di esondazione la realizzazione della cassa n.1 come da previsioni del progetto di fattibilità avrebbe portato ad un incremento di rischio delle aree contermini, aggravato dalla prevista realizzazione degli interventi di cui al PN2.5 San Lorenzino del Comune di Pesaro. Per la realizzazione di tale cassa risultano quindi fortemente consigliabili interventi di sistemazione idraulica dell'asta del Foglia a monte delle aree di realizzazione delle casse stesse.

Gli interventi in progetto consistono essenzialmente nella creazione di un'area di invaso che, a seguito della realizzazione del presente lotto di interventi, sarà finalizzata essenzialmente alla risoluzione delle criticità idrauliche del Rio La Fossa.

Nelle successive fasi di intervento, una volta realizzati gli interventi di sistemazione del Foglia nei tratti a monte della cassa n.1 (finalizzati ad evitare le fuoriuscite dall'alveo in sinistra idrografica, che attualmente portano le acque di esondazione del Foglia a convergere verso le aree di realizzazione della cassa n.1), si potrà procedere al rialzamento delle arginature già parzialmente realizzate in questa fase ed alla realizzazione degli organi di regolazione dei deflussi in ingresso dal Foglia ed in uscita dalla cassa in esame. Nella presente fase è previsto di realizzare una arginatura che risulta delimitata a Nord da un corso d'acqua minore affluente del Rio La Fossa, ad Est dal Rio La Fossa, a Sud dagli argini esistenti del Foglia, mentre ad Ovest l'argine va ad immorsarsi sul piano campagna in corrispondenza della sede della strada bianca di accesso agli argini esistenti in sinistra Foglia. L'acceso delle acque del Rio La fossa nell'area di espansione sarà consentito dalla realizzazione di un'opera di presa munita di paratoia mobile di dimensioni 3500x1500, che sarà posizionata in sponda destra poco a valle della confluenza con il corso d'acqua minore affluente del rio stesso.

Nel corso del presente studio si sono approfondite le tematiche inerenti gli aspetti geologici idrogeologici e geotecnici inerenti l'area in cui sono in progetto le opere, pervenendo ad una definizione dell'assetto stratigrafico di dettaglio ed una parametrizzazione geotecnica dei terreni di fondazione. E stata anche valutata la velocita di propagazione delle onde di taglio tramite apposite indagini geofisiche. Si è poi analizzata la permeabilità dei litotipi affioranti e la geometria dell'acquifero e della sua superficie piezometrica, determinando la sua direzione di flusso.

In conclusione, l'approfondimento degli studi ha evidenziato l'assenza delle coperture limoso argillose ipotizzate in sede di progetto preliminare e conseguentemente l'assenza di terreni atti ad essere utilizzati in sito per la realizzazione dei rilevati di progetto, inoltre i valori di permeabilità riscontrati, impongono una attenta valutazione dei moti di filtrazione al di sotto dei rilevati in progetto e conseguentemente il dimensionamento di un diaframma in grado di limitare gli stessi al fine di prevenire fenomeni di sifonamento al piede.

I valori di soggiacenza della falda sono risultati comparabili con quanto affermato in sede di progettazione preliminare, sebbene l'assenza di un orizzonte superficiale a bassa permeabilità evidenzi una elevata vulnerabilità dell'acquifero. In questa ottica si dovrà porre particolare attenzione a tutte le lavorazioni che prevederanno interventi che possano interessare i terreni sotto falda, evitando lavorazioni e materiali che possano compromettere la qualità delle acque. Si dovrà inoltre predisporre quanto necessario ad una corretta gestione del cantiere al fine di prevenire sversamenti e stoccaggio di materiali pericolosi.

Essendo prevista la rimozione dell'orizzonte di terreno agrario in corrispondenza dell'argine in progetto, questo andrà opportunamente stoccato per un auspicabile riutilizzo dello stesso in sito.

La valutazione delle terre da scavo verrà affrontata in sede di progetto esecutivo ed è attualmente in corso la valutazione analitica delle stesse.

Essendo necessario approvvigionare i materiali per la realizzazione dei rilevati, le loro caratteristiche geotecniche dovranno essere tali da soddisfare i requisiti prestazionali di progetto.

Le problematiche inerenti il dimensionamento dei diaframmi e la stabilità dei rilevati, verranno affrontati nello studio geotecnico.

Per quanto concerne la stabilita degli argini esistenti, essa non è stata affrontata, in quanto stralciata dal presente incarico e sarà oggetto di un ulteriore studio.

Per una più estesa trattazione dei temi qui accennati si rimanda al testo della relazione.

Perugia 19/04/19

Massimiliano Mazzocca
Geologo

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE CALABRIA
DOTT. GEOLOGO MASSIMILIANO MAZZOCCA ALBO N. 889