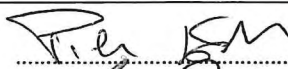
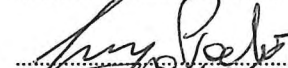

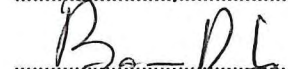
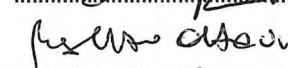
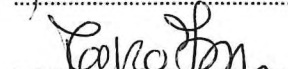


RO-E-1432 - Lavori urgenti per la costruzione di un diaframma plastico per il contrasto dei moti di filtrazione in prossimità dell'abitato di Cavanella Po fra gli stanti 521-523 in sinistra Po di Venezia in Comune di Adria (RO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GEOLOGICA



Coordinatore Progettista	Dott. Geol. Pierpaolo Erbacci		ELABORATO N. 2
Collaboratore Progettista	Geom. Paolo Longo		
Collaboratore Progettista	Geom. Paolo Ronconi		
Collaboratore Progettista	Geom. Riccardo Baucé		
Collaboratore Progettista	Geom. Ottavio Borsetto		
Responsabile Procedimento	Dott. Ing. Marco Zorzan		

REV.	DESCRIZIONE	DATA	Perizia n. 1574 01.07.2020
1	Aggiornamento a seguito Verifica Progettuale	23/07/2020	

Indice

1.	Premessa	2
2.	Inquadramento territoriale	2
3.	Inquadramento normativo vigente e standard tecnici di riferimento	3
4.	Evoluzione del quadro delle criticità e tipologia della soluzione progettuale	4
5.	Quadro aggiornato delle criticità	6
6.	Inquadramento geologico	11
7.	Inquadramento pianificatorio	18
8.	Indagine conoscitiva geofisica-geognostica-geotecnica a livello di dettaglio	26
9.	Modellazione sismica	34
10.	Verifiche a liquefazione	37
11.	Modellazione geotecnica finalizzata alle verifiche a filtrazione	39
12.	Verifiche di stabilità globale	42
13.	Analisi di stabilità del sistema di impermeabilizzazione su scarpata arginale	51
14.	Dimensionamento della trincea di ancoraggio della geomembrana	55
15.	Conclusioni	58

Allegati:

- **Elaborazione CPTU e Report verifiche stabilità globale**
- **Fascicolo indagini Parmageo s.r.l.**
- **Fascicolo indagini GeoExploration s.r.l.**

Relazione Geologica

1. Premessa

L'AIPO - Ufficio AIPO di Rovigo ha predisposto nel Febbraio 2019, il “Progetto di fattibilità tecnico-economica dei lavori urgenti per la costruzione di un diaframma plastico per il contrasto dei moti di filtrazione in prossimità dell'abitato di Cavanella Po fra gli st 521-523 in sinistra Po di Venezia in Comune di Adria (RO) – I stralcio” – dell'Importo di € 2.100.000,00.

Il progetto è stato approvato con determina dirigenziale n. 178 in data 20/02/2019.

Lo scrivente, in qualità di Progettista, è stato incaricato, avendone i requisiti, di predisporre la presente Relazione Geologica di accompagnamento alla fase di progetto definitivo.

2. Inquadramento territoriale

L'area interessata dal progetto è ubicata in Provincia di Rovigo, nel comune di Adria, nella parte più orientale del territorio comunale, in particolare nella frazione di Cavanella Po.



Fig. 1: Inquadramento territoriale interprovinciale dell'area interessata dall'intervento

In particolare l'area d'interesse è delimitata a Sud dall'alveo del ramo deltizio principale del Po, denominato Po di Venezia, ad Ovest dalla frazione rivierasca di Mazzorno sinistro (frazione facente parte sempre del comune di Adria), a Nord dal canale di bonifica denominato “Collettore Padano” che, a nord del centro abitato di Cavanella Po, confluisce nel navigabile “Canalbianco”, infine ad est con il centro abitato di Cavanella.

L'area d'indagine si estende lungo l'arginatura maestra sinistra del Po di Venezia per un'estesa di circa 900 m.



Fig. 2: Inquadramento territoriale a livello comunale dell'area interessata dall'intervento



Fig. 3: Inquadramento territoriale locale - località Cavanella Po – Sinistra idraulica del Po di Venezia

3. Inquadramento normativo vigente e standard tecnici di riferimento

Le criticità che interessano l'arginatura e la fascia a campagna fronte argine in sinistra idraulica del Po di Venezia fra stanti 521-524, di seguito descritte, sono diretta conseguenza di fenomeni di sifonamento attraverso i terreni di fondazione arginale e di filtrazione attraverso le litologie più permeabili costituenti la parte superiore del terrapieno arginale.

Per tali tipologie di problematiche le vigenti NTC 2018, al § 6.7.5, prescrivono di valutare *“i possibili stati*

limite ultimi di tipo idraulico prodotti ...omissis... da elevati gradienti idraulici nel caso di attraversamento di terreni suscettibili al sifonamento (HYD)". In particolare, il § 6.2.4.2 delle NTC stabilisce, nel caso di flusso prevalentemente verticale e di frontiera di efflusso libera, che "la verifica a sifonamento si esegue controllando che il gradiente idraulico i risulti non superiore al gradiente idraulico critico i_c diviso per un coefficiente parziale $\gamma_r = 3$, se si assume come effetto delle azioni il gradiente idraulico medio".

Con riferimento alla problematica in esame, le NTC 2018, al § 7.11.3.4.2, impongono inoltre di effettuare la verifica alla liquefazione per la quale necessita definire la pericolosità sismica del sito in esame, argomento questo trattato nella presente relazione e ripreso in maniera più approfondita nella Relazione Geotecnica con specifico studio di Risposta Sismica Locale..

La tipologia della soluzione progettuale pensata consiste nella classica realizzazione, previa scavo, di una barriera verticale "impermeabile" di profondità tale da ridurre i gradienti idraulici all'interno del sistema argine-terre di fondazione a valori non critici.

Tale tipologia di intervento è comunemente usata nei lavori effettuati lungo tutta l'asta del fiume Po per fronteggiare le problematiche di sifonamento.

La presenza di una golena antistante la tratta arginale interessata dall'intervento permette di optare per una diaframmatrice di tipo "plastico" (miscela acqua-cemento-bentonite) non essendo necessaria alcuna funzione di carattere strutturale o di sostegno.

Sotto il profilo esecutivo la realizzazione del diaframma plastico avverrà tramite scavo e contestuale getto di una miscela fluida costituita, in ridotte percentuali, di acqua-cemento-bentonite; con la maturazione del getto (per diminuzione naturale del contenuto in acqua) la miscela, inizialmente fluida, raggiungerà una consistenza plastica con valori del coefficiente di permeabilità dell'ordine di $1 \cdot 10^{-9}$ m/s.

L'intervento di diaframmatrice vero e proprio non prevede quindi alcun elemento strutturale o di sostegno; pertanto non necessitano verifiche di tipo strutturale.

L'unico elemento in cemento armato previsto è costituito da un cordolo di ridotte dimensioni da realizzare in testa al diaframma con la sola funzione di copertura e protezione della testa dei setti plastici: non avendo funzione di sostegno anche per questo elemento non sono necessarie verifiche strutturali.

4. Evoluzione del quadro delle criticità e tipologia della soluzione progettuale

Il tratto dell'argine sinistro del Po di Venezia ubicato immediatamente a monte l'abitato di Cavanella Po nel Comune di Adria (RO), durante le piene del fiume è oggetto di particolare attenzione da parte del personale dell'A.I.PO preposto alle attività di sorveglianza a causa dell'elevata esposizione dell'opera idraulica ai fenomeni di filtrazione che caratterizzano sia l'arginatura che l'area a campagna, unitamente dall'attivazione di fontanazzi particolarmente pericolosi.

Tali problematiche interessano direttamente una fascia di circa 120-140 m di larghezza, immediatamente a monte dell'abitato di Cavanella Po a ridosso all'argine sinistro del Po di Venezia da stante 520 a 524, comprese le abitazioni, la viabilità locale, la rete fognaria, che presentano dissesti.

Ad ogni piena, oltre ai disagi connessi ai fenomeni di filtrazione nei cortili, orti e giardini e risalita dell'umidità nei muri, è necessario intervenire ripetutamente mediante la posa di centinaia di sacchi per contenere una serie di fontanazzi storici, ma anche di nuova formazione, affioranti in prossimità delle abitazioni.

Per la zona più critica fra st. 521-522 è stato anche realizzato, a seguito degli eventi di piena del 1994, un drenaggio sotto la fascia di rispetto arginale a campagna, con effetti inizialmente positivi poi progressivamente meno efficaci.

Dopo la piena del novembre 2014, in cui fenomeni di intensa filtrazione hanno messo in evidenza vari smottamenti arginali e fontanazzi, è stata disposta la ristrutturazione del drenaggio, completata nel 2018 e, contemporaneamente, è stato redatto un progetto preliminare (n. 1524 in data 23/06/2016) per la realizzazione di un diaframma plastico della lunghezza di circa 1000 m, quale intervento risolutivo per ridurre sostanzialmente la pericolosità idraulica dell'area per cedimento di tale tratto di argine in occasione di evento di piena del fiume Po.

In particolare l'area interessata dal conseguente rischio idraulico, di pianura e posta al di sotto del l.m.m., interesserebbe l'abitato di Adria ed i paesi limitrofi oltre che, nel caso peggiore, la maggior parte del territorio orientale della Provincia di Rovigo.

Fino ad oggi il progetto suddetto non ha trovato copertura finanziaria mentre la sua attuale riprogettazione per stralci di limitata estensione, con ripartizione dei costi spalmata in più annualità, permette di attuare un primo intervento.

Durante l'evento di piena del novembre 2018 è risultato evidente che il drenaggio, seppure ripristinato, ha esaurito la sua capacità di contenimento dei fenomeni di filtrazione infatti un fontanazzo particolarmente critico, già evidenziato in passato durante gli eventi del 2014 e 2016, si è riattivato con maggiore intensità rispetto ai casi precedenti, con un consistente trasporto di materiale sabbioso tale da determinare il parziale cedimento dell'adiacente banca arginale a campagna per un tratto di 4 – 5 m. Con tempestività si è provveduto al tamponamento con sacchi di sabbia della cavità ed al controllo del fontanazzo con una coronella rialzata progressivamente.

La Relazione Generale del Progetto di fattibilità tecnico-economica del Febbraio 2019 ha evidenziato le storiche criticità dell'area prospiciente l'intervento di diaframmatrice in progetto come riportate in fig. 4.



Fig. 4: località Cavanella Po - Quadro delle criticità post piena del Novembre 2018

Per quanto sopra, nell'estate del 2019, si è provveduto ad asportare il tratto di valle del drenaggio, per un'estesa di circa 25 m, in quanto non più funzionale, a tombare lo scavo e a realizzare un nuovo scarico, nell'adiacente canale di scolo, del tratto di monte del drenaggio esistente.

5. Quadro aggiornato delle criticità a seguito della piena di Novembre 2019

L'evento di piena di Novembre-Dicembre 2019, nell'area deltizia ha fatto registrare all'idrometro di Cavanella Po il livello idrometrico massimo di 4,89 m s.l.m.m. (superiore all'evento di piena di Novembre 2014) con un conseguente battente idraulico di circa 6 metri sopra il circostante piano campagna.

L'evento u.s. ha ulteriormente aggravato il quadro delle criticità come rappresentato nella planimetria delle criticità di seguito riportata.

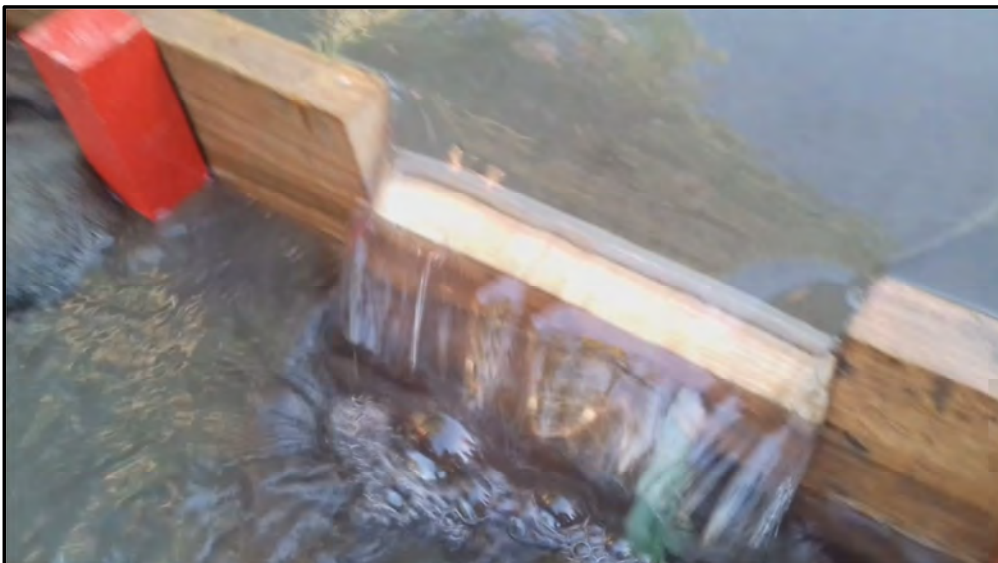


Fig. 5: località Cavanella Po - Quadro aggiornato delle criticità post piena novembre-dicembre 2019

L'ispezione dei diversi pozzetti posti lungo la locale trincea drenante realizzata a suo tempo all'unghia arginale ha evidenziato ancora una volta una continua e progressiva perdita di funzionalità del drenaggio nel tratto di valle; si presume pertanto una funzionalità residua del drenaggio per una estesa di 20 m circa. Sono state effettuate alcune misure di portata in corrispondenza dello scarico del drenaggio; in particolare in data 22 ottobre 2019 (ore 16), in condizioni idrometriche ordinarie (livello idrometrico pari a 0,88 m slmm), è stata misurata una portata liquida di circa 0,35 l/s; la misura è stata ripetuta in data 3 dicembre 2019 (ore 15) in condizioni idrometriche di criticità ordinaria (livello idrometrico pari a 3,52 m slmm) riscontrando una portata liquida di circa 4 l/s (vedi fig.4): si tratta di valori modesti se riferiti all'estesa originaria del drenaggio (circa 100 m) a conferma della perdita di funzionalità di alcuni tratti per progressivo intasamento del geotessuto di rivestimento.



Fig. 6: località Cavanella Po - in evidenza un esempio di cedimento del piano campagna verificatosi in corrispondenza della sottostante trincea drenante.



Figg. 7 e 8: Particolare del punto di uscita della tubazione di scarico del drenaggio e dello stramazzo a parete sottile o di Bazin realizzato per la misura di portata in data 03.12.2019 - località Cavanella Po.

Il confronto tra le mappe di criticità post-piena 2018 e 2019 evidenzia un aggravamento delle criticità sia lungo il terrapieno arginale, sia nella fascia di rispetto al piede dell'argine nel tratto a monte del drenaggio stesso: trattasi di cavità, avvallamenti e zone di saturazione sulla piazzabassa, di sempre più estese zone di filtrazione al piede dell'argine con riattivazione di fontanazzi storici sempre più caratterizzati da trasporto solido in sospensione.



Fig. 9: località Cavanella Po - fontanazzo storico emerso in prossimità di una scolina (26.11.2019)



Fig. 10: località Cavanella Po - in evidenza una delle zone di saturazione al piede dell'argine (29.11.2019)



Fig. 11: località Cavanella Po - In evidenza alcune delle zone di cedimento del piè di banca arginale (16.11.2019)



Fig. 12: località Cavanella Po - Rinfianco con posa di terra lungo un tratto del piè di banca arginale con problemi di saturazione (29.11.2019)

6. Inquadramento geologico

6.1 Inquadramento geologico, geomorfologico, litologico

L'area d'intervento è compresa nella Carta Geologica delle Tre Venezia (scala 1:100.000) - Foglio "Adria" (65) il cui stralcio è riportato nella Fig. 13.

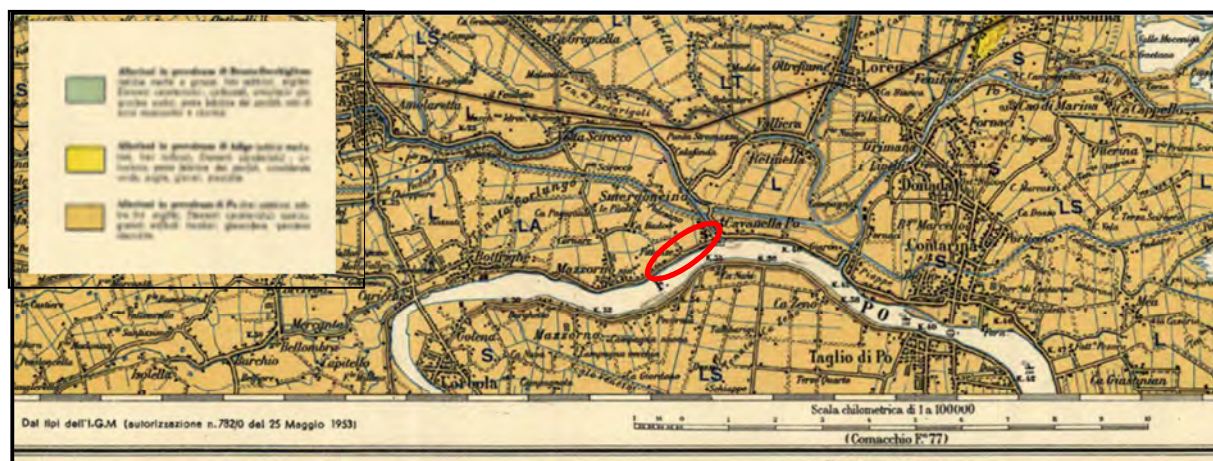


Fig. 13 - Estratto non in scala del foglio 65 (Adria) della Carta Geologica d'Italia 1:100.000

Nel Foglio è compresa la bassa pianura intersecata dai corsi inferiori dei fiumi Po, Adige, Bacchiglione, Brenta e dai canali da questi derivati, la parte meridionale della Laguna Veneta e la parte settentrionale delle Valli del delta Padano fino oltre la foce del Po di Maistra.

Alluvioni recenti ed attuali dei fiumi costituiscono i terreni di questi territori e sono rappresentati da depositi molto vari dal punto di vista granulometrico: si passa infatti dalle ghiaie deposte dal Piave e Brenta nell'alta pianura ai sabbioni grossolani che si rinvencono lungo gli alvei antichi ed attuali di Brenta e di Adige, alle sabbie medie e fini trasportate dal Po.

Questi depositi psammitici sono sempre intercalati ai limi ed argille che ricoprono talora aree molto estese. E' possibile constatare che fra i depositi di uno stesso fiume le variazioni di grana possono essere notevoli anche su brevi distanze; si nota tuttavia che le sabbie del Po sono ben più omogenee di quelle di Adige, Brenta e Piave, come è logico attendersi date le caratteristiche differenti dei loro corsi d'acqua.

La parte orientale della provincia di Rovigo è quasi interamente formata da aree interfluviali depresse, bonificate durante gli ultimi due secoli ed oggi in gran parte al di sotto del livello del mare, ad eccezione d'alcuni corpi allungati di paleo alveo e di più estesi cordoni costieri. Gran parte dell'area può essere perciò mantenuta asciutta solo per mezzo di grandi impianti di sollevamento delle acque gestiti dai locali Consorzi di Bonifica.

Il principale meccanismo dinamico che ha determinato l'attuale conformazione del territorio compreso fra Adige e Po è individuabile nelle divagazioni cui erano soggetti questi due fiumi prima che venisse effettuata la regolamentazione del loro corso; in generale nell'area si susseguono, su una stessa verticale, alternanze di depositi riferibili ai due fiumi e miscele in varie proporzioni di questi.

Il territorio comunale di Adria, estremamente pianeggiante, presenta lungo la fascia rivierasca al Po pendenze molto ridotte; le quote del piano campagna variano mediamente da $0 \div 2$ m l.m.m. nelle zone più prossime all'arginatura sino a $-1 \div -2$ m l.m.m. nelle parti del territorio più distanti dal corso d'acqua; inoltre il territorio ha un debole gradiente altimetrico da W verso E.

Gli unici elementi morfologici di spicco sul territorio sono costituiti dai terrapieni arginali che per il Po di Venezia hanno raggiunto dimensioni significative sia in termini di altezza (quota di sommità arginale posta a circa $8-9$ m l.m.m.) che di larghezza d'imposta (circa $50-60$ m).

Come si evince dalla Carta Geologica, disponibile unicamente alla scala 1:100.000, sotto il profilo della litologia dei sedimenti di superficie, tutta l'area compresa nei comuni di Papozze, Adria, Loreo e Porto Viro è interessata quasi esclusivamente dall'affioramento di depositi limosi (L) di chiara origine fluviale, in prevalenza di Po (limi sabbiosi, sabbie fini ed argille) come provato dalle numerose prove granulometriche e di composizione mineralogica effettuate sui campioni di superficie.

Dall'esame della Carta Geomorfologica informatizzata della Provincia di Rovigo (Consorzio per lo sviluppo Economico e Sociale del Polesine – anno 2001), non si hanno evidenze di strutture geomorfologiche di rilievo interferenti con la tratta arginale strettamente interessata dallo studio; rimane invece visibile, ad ovest dell'area d'intervento, un relitto di ansa fluviale del Fiume Po che staccandosi in loc. Mazzorno Sinistro (poco a monte), tocca le località Bosco, Brolo per terminare, poco a valle, in loc. Chiaviche.

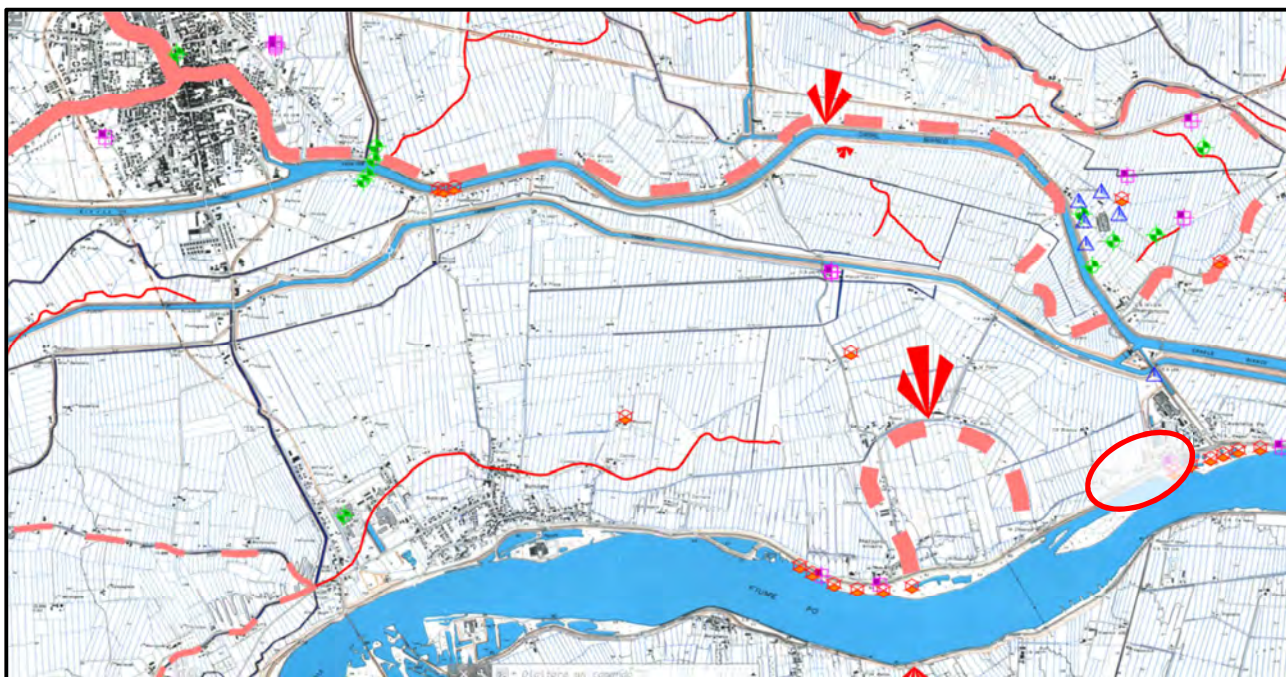


Fig. 14 - Estratto dalla Carta Geomorfologica della Provincia di Rovigo (anno 2001) – contornata in rosso l'area d'interesse

Diversamente da quanto rappresentato in Fig. 14, lo stralcio della Carta Geomorfologica estratta dal PAT del Comune di Adria, evidenzia la presenza di un meandro fluviale proprio in corrispondenza della zona d'intervento; tale informazione non trova riscontro a livello topografico in quanto l'area è stata interessata negli anni '70 da localizzati sbancamenti di materiale terroso a livello dell'originario piano campagna per il reperimento di materiale idoneo per i rialzi e ringrossi dell'antistante arginatura maestra.

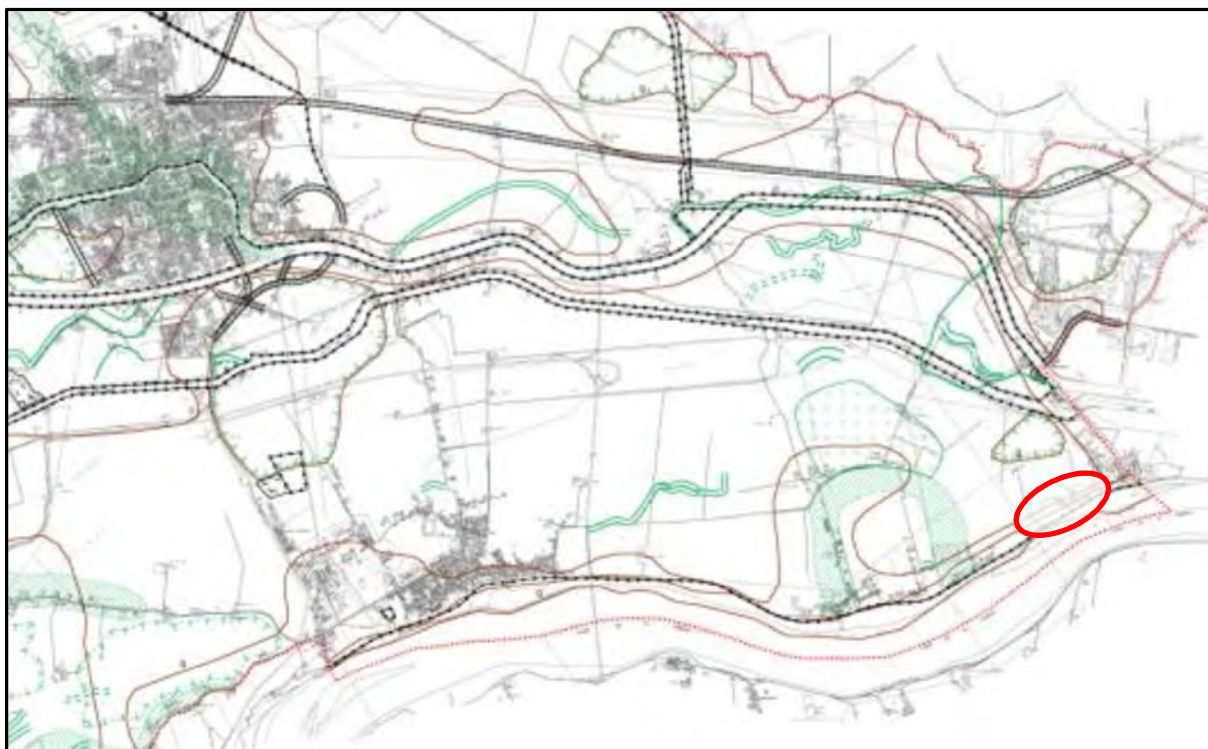


Fig. 15 – Estratto dalla Carta Geomorfologica del P.A.T. del Comune di Adria – contornata in rosso l'area d'interesse

La Carta Litologica di dettaglio allegata al P.A.T. del comune di Adria evidenzia, per la zona di studio, litologie superficiali a tessitura prevalentemente sabbiosa.

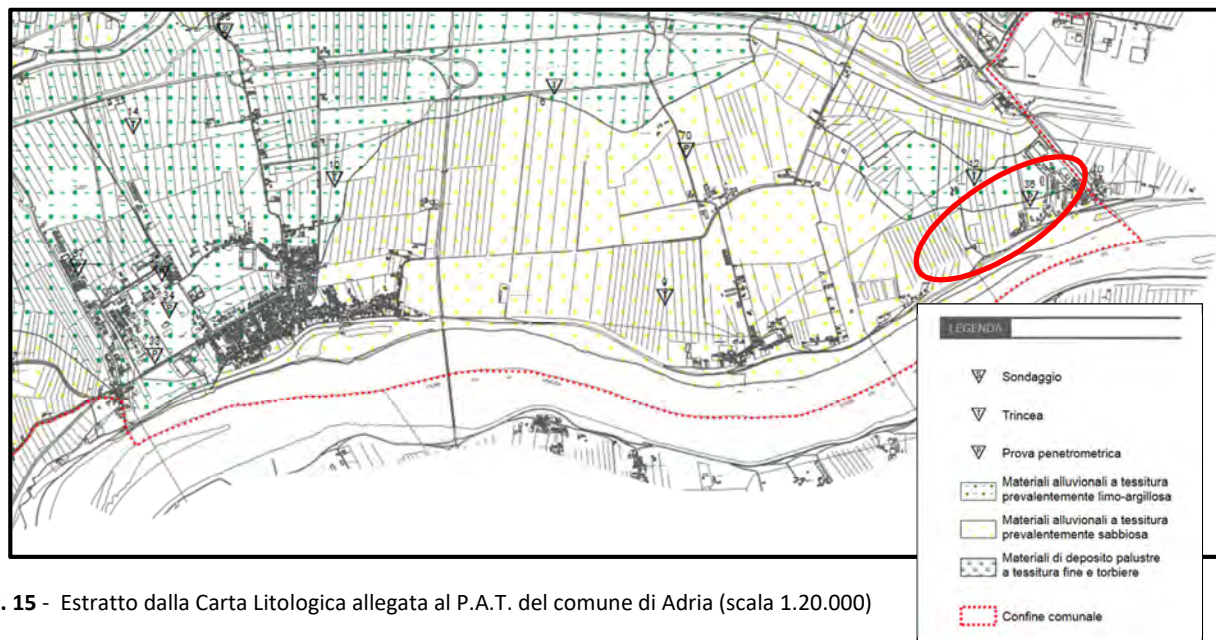


Fig. 15 - Estratto dalla Carta Litologica allegata al P.A.T. del comune di Adria (scala 1.20.000)

6.2 Modello stratigrafico-strutturale della bassa pianura Veneta

La zona in esame rientra nell'ambito della bassa pianura veneta caratterizzata da una successione di depositi marini, deltizi, lagunari, palustri e alluvionali plio-quaternari la cui potenza e distribuzione è condizionata dalle strutture geologiche profonde.

A causa della pluralità degli ambienti deposizionali in successione spaziale e temporale, il complesso sedimentario recente Plio-Quaternario è costituito da un'alternanza di strati a granulometria fine (limi, argille e frazioni intermedie), poco permeabili o impermeabili, con strati di sabbie a variabile percentuale di materiali più fini (sabbie limose, sabbie debolmente limose, limi sabbiosi, ecc.), sedi di falde idriche.

Nei singoli livelli si riscontrano frequentemente variazioni laterali di facies che talora portano ad una vera e propria lenticolarità.

Date le diverse articolazioni del substrato Pre-Quaternario, grazie all'azione combinata di tettonica e subsidenza, si hanno forti variazioni di spessore della coltre alluvionale: questi sono massimi nelle depressioni e minimi in corrispondenza delle strutture sepolte positive.

Gli spessori massimi si sono rilevati nel delta del Po (superiori a i 3.000 metri).

L'assetto spaziale dei singoli livelli alluvionali ricalca tendenzialmente l'assetto strutturale del substrato profondo, attenuandolo progressivamente dal basso verso l'alto.

6.3 Modello idrogeologico della bassa pianura Veneta

Nella bassa pianura esiste una falda freatica superficiale, di spessore limitato e con maggiore discontinuità laterale, al di sotto della quale si rinvencono delle falde semi-confinare e confinate sovrapposte; sia la falda libera che quelle confinate sono ospitate in acquiferi a granulometria sabbiosa, più o meno fine; alle maggiori profondità è possibile rinvenire orizzonti permeabili ghiaiosi.

Le falde in pressione di bassa pianura sono collegate idraulicamente agli acquiferi confinati della media pianura.

In prossimità dei corsi d'acqua gli acquiferi più superficiali, freatici o semi-confinati possono risentire variamente, oltre che degli apporti meteorici provenienti dalla superficie, di apporti idrici laterali (fluviali) in dipendenza di una serie di fattori sia naturali che artificiali quali il locale assetto litostratigrafico, la permeabilità dei terreni, la presenza di strutture sedimentarie (quali per esempio i paleoalvei, i con di rotta, ecc.), la realizzazione di interventi di impermeabilizzazione (setti, paratie, diaframmi), di drenaggi, ecc..

Allo stesso modo anche gli acquiferi confinati prossimi ai più importanti corsi d'acqua possono risentire degli apporti idrici fluviali.

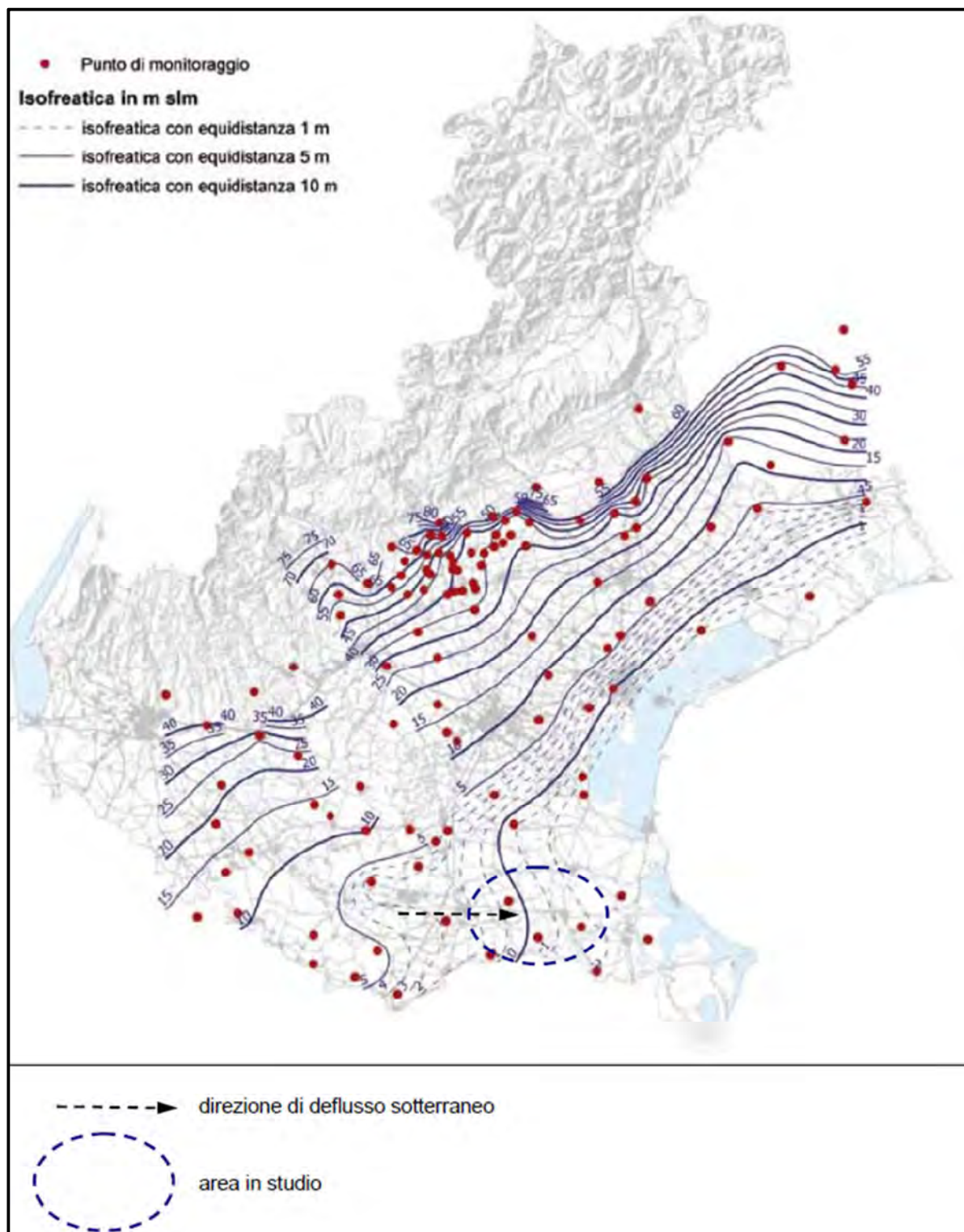
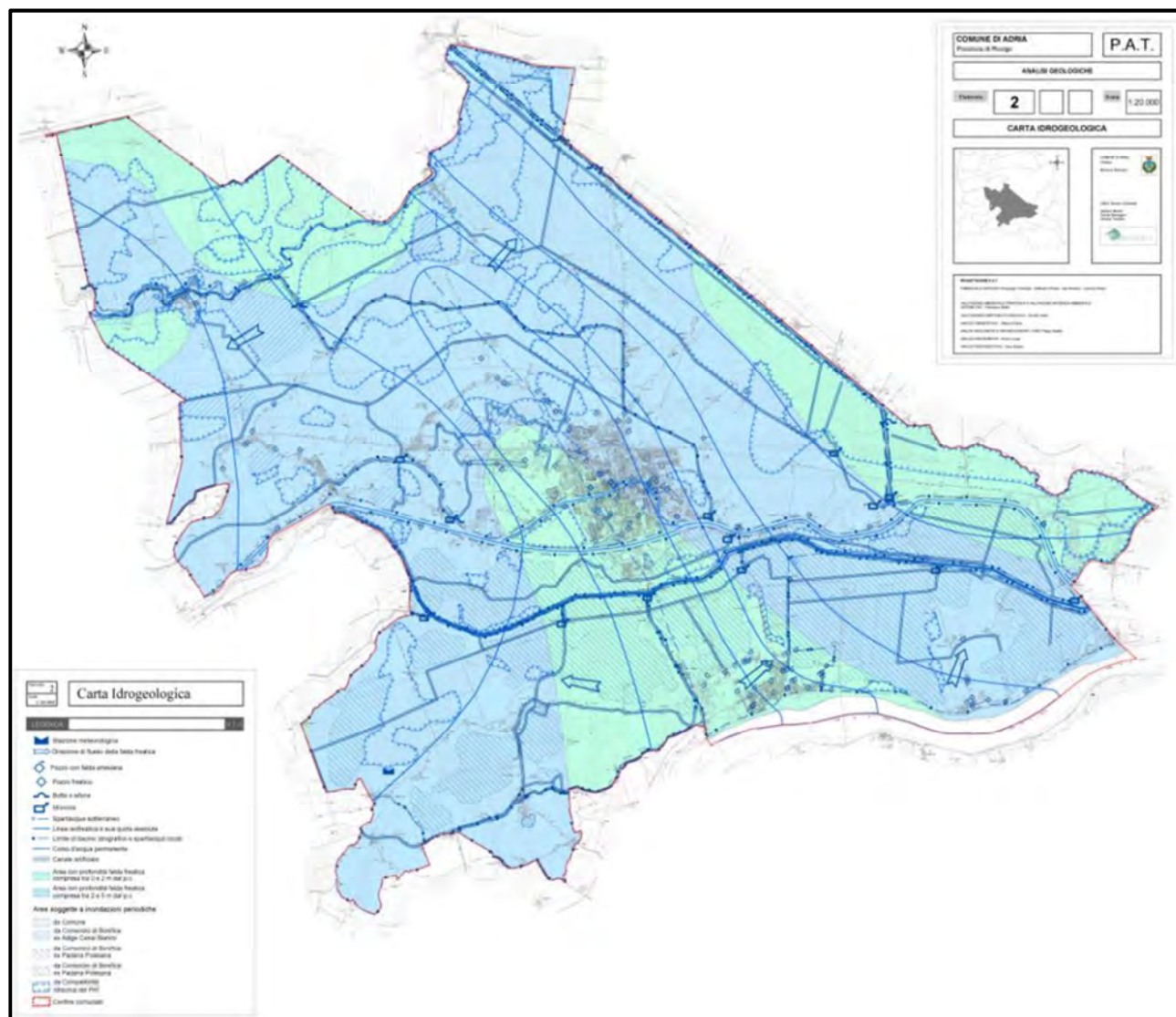


Fig. 16 - Carta delle isofreatiche del Veneto – campagna di Maggio 2003 – estratto da ARPAV 2008 modif.

6.4 Modello idrogeologico a livello comunale

Da un punto di vista idrogeologico l'area del comune di Adria appartiene al sistema multiacquifero differenziato, cioè un sistema multifalde in cui quella più superficiale è libera (freatica), mentre le sottostanti sono in pressione (saliente o artesiane). Tale sistema è dovuto all'alternanza tra terreni sabbiosi, che fungono da livelli acquiferi, e terreni argillosi che rappresentano i livelli impermeabili.

Il livello di falda freatica è poco profondo (0.5 ÷ 3 m) con gradiente idraulico molto basso e generale deflusso verso Est.



L'acquifero è in diretta comunicazione con la superficie attraverso la porzione non satura del terreno e trae alimentazione sia dal deflusso sotterraneo che proviene dalle zone a monte, sia dall'infiltrazione diretta delle acque superficiali (precipitazioni, dispersione dai canali d'irrigazione) attraverso la soprastante superficie topografica, sia da localizzate dispersioni di subalveo. In realtà ciò è localizzato dove in superficie compaiono terreni incoerenti. Poiché la superficie comunale presenta terreni coesivi e impermeabili per poco più del 50% del territorio, essi spesso confinano parzialmente la superficie della prima falda, conferendogli carattere di acquifero semiconfinato con vari gradi di continuità.

Il livello freatico risente del regime delle precipitazioni, per cui le sue oscillazioni seguono la distribuzione annuale delle piogge. Sono, di norma, attesi livelli massimi della superficie freatica nei primi due trimestri annuali, mentre i minimi si registrano negli ultimi due.

L'oscillazione stagionale del livello freatico, considerando i rilevamenti disponibili per l'area di Adria, varia da zona a zona con ordine di oscillazione tra circa 0.5 m a circa 1.5 m.

Scendendo in profondità le falde assumono carattere saliente o artesiano ed una maggiore continuità spaziale. Esse hanno, di norma, un gradiente basso ($\sim 0.02\%$) e un deflusso orizzontale, generalmente verso E. Essendo isolate dalla superficie dai livelli argillosi, traggono alimentazione dalle acque sotterranee che provengono da monte idrografico.

Anche queste falde, in prossimità del fiume Po, possono risentire, come nel caso di specie, di apporti idrici fluviali in relazione ad una serie di fattori sia naturali che artificiali quali il locale assetto litostratigrafico, la permeabilità dei terreni, la realizzazione di interventi di impermeabilizzazione (setti, paratie, diaframmi), di drenaggi, ecc..

Dall'esame della carta idrogeologica riferita all'acquifero freatico, si rileva, per l'area oggetto d'indagine (tra Mazzorno sinistro e Cavanella Po), una zona di criticità idraulica caratterizzata da "inondazioni periodiche o allagamenti" per le particolari condizioni geologiche, idrauliche, topografiche; tale area riprende ed estende verso campagna la mappa delle criticità idrauliche rilevate lungo la fascia al piede delle arginature nella zona in esame.

7. Inquadramento pianificatorio

7.1 Inquadramento pianificatorio a livello regionale

L'area in esame si pone al confine amministrativo tra il Bacino Idrografico del Fiume Po e quello del Fissero Tartaro Canalbianco.

Quanto previsto nella pianificazione (PAI) relativa al Bacino Idrografico del fiume Po, che per la località in esame è il PAI Delta del Po, si è detto nella relazione generale di progetto.

Di seguito si vuole integrare gli elementi conoscitivi dell'area con riferimento al PAI del Bacino del Fissero-Tartaro -Canalbianco il cui territorio si estende nel territorio delle Regioni Lombardia e Veneto (provincia di Mantova, Verona e Rovigo più un comune della provincia di Venezia), sommariamente circoscritto dal corso del fiume Adige a nord e dal fiume Po a sud e compreso tra l'area di Mantova a ovest, ed il Mare Adriatico a est.

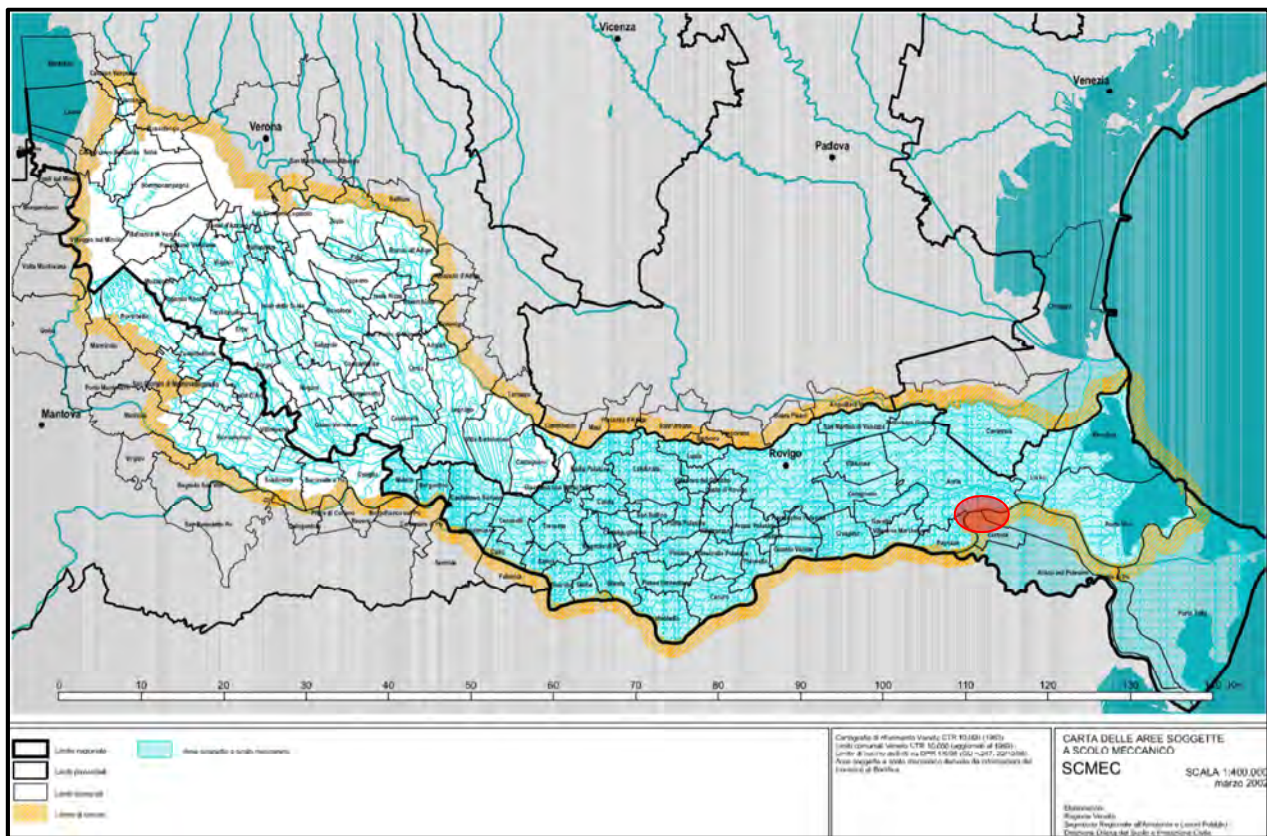


Fig. 18 - Autorità di Bacino del Fiume Fissero-Tartaro-Canalbianco - Progetto di Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (2002) – in evidenza i limiti di bacino e l'area polesana soggetta a scolo meccanico (con retinatura in azzurro).

Il bacino ha un'estensione complessiva di circa 2885 km² (di cui approssimativamente il 10% nella Regione Lombardia e il 90% nella Regione del Veneto).

Si tratta di un bacino, interessato da cospicue opere artificiali di canalizzazione. Il bacino è attraversato da ovest ad est dal corso d'acqua denominato Tartaro-Canalbianco-Po di Levante.

Le fondamentali caratteristiche fisiche del bacino possono essere sintetizzate come di seguito:

- 1) territorio pressoché pianeggiante, con ampie zone poste a quota inferiore ai livelli di piena dei fiumi Adige e Po;
- 2) presenza di una fitta rete di canali di irrigazione alimentati in prevalenza dalle acque del Lago di Garda e del Fiume Adige. Parte della rete irrigua ha anche funzione di bonifica, allontanando in Canalbianco le acque di piena.

Dal punto di vista idraulico la funzione del Canalbianco è legata all'allontanamento delle acque di piena dei laghi di Mantova e allo scolo e al recapito al mare delle acque del vasto comprensorio in sinistra Po. Tale comprensorio soggiace alle piene del Po che è completamente arginato a valle della confluenza col Fiume Mincio.

Le condizioni dell'assetto idrogeologico del bacino del fiume Fissero-Tartaro-Canalbianco sono grandemente influenzate dai grandi fiumi, Adige e Po, che per lungo tratto ne costituiscono i confini settentrionale e meridionale.

Le portate di piena proprie del Fissero-Tartaro-Canalbianco non sono certamente tali da creare situazioni paragonabili a quelle conseguenti alle piene di questi grandi fiumi.

Le analisi effettuate hanno analizzato, in via prioritaria, questi fattori esogeni al bacino e considerato le conseguenze che questi possono procurare; si sono quindi verificati gli studi e le valutazioni effettuate al riguardo dalle competenti Autorità di bacino dell'Adige e del Po.

Nell'ambito del Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico per il fiume Adige (adottato nell'anno 2001) si sono effettuati le modellazioni delle piene per tempi di ritorno di 30, 100 e 200 anni, tenendo anche conto della presenza della galleria Adige Garda (detta anche Mori Torbole), che ha l'importante funzione di scolmare i picchi di piena provenienti da Trento per la messa in sicurezza della città di Verona e dei territori limitrofi.

Per quanto attiene il tratto del fiume compreso tra Verona e la foce, il Piano evidenzia come le strutture arginali del fiume Adige siano in grado di contenere la piena bicentenaria.

Anche per il fiume Po il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico, approvato con D.P.C.M. 24/05/2001, fornisce risultati confortanti per la sicurezza idraulica del bacino del Fissero Tartaro Canalbiano come si riporta di seguito:

“La relazione tra portate e livelli idrici lungo l'asta del Po è stata definita attraverso l'applicazione di un modello idraulico, esteso dalla confluenza del Tanaro al Delta, in modalità di moto quasi-bidimensionale, comprensivo della simulazione del funzionamento artificiale delle golene chiuse.”

“Lo scenario idrologico di verifica assunto è stato costruito sulla base dell'osservazione del comportamento del bacino idrografico nel corso delle due piene più gravose degli ultimi 50 anni, Tale piena teorica presenta un colmo confrontabile nelle sezioni strumentate con il valore di portata al colmo definito per tempo di ritorno di 200 anni.”

.....

“a) l'asta fluviale del Po, suddivisa nel Po piemontese (dalle sorgenti alla confluenza del Tanaro) e nel medio-basso Po di pianura (dalla confluenza del Tanaro all'incile del Po di Goro), quale sistema principale anche per le condizioni di rischio idraulico il tronco alto manifesta fenomeni di esondazione in tratti non arginati, erosioni e modificazioni della morfologia dell'alveo; nel tronco medio-basso il rischio è esclusivamente legato ai fenomeni di cedimento per rotta dei rilevati arginali;”

Nonostante quanto sopra, pur escludendo in generale situazioni derivanti da allagamenti causati dall'Adige o dal Po, non si può escludere una pericolosità residuale conseguenti a fenomeni di rotta per cedimento dei rilevati arginali.

La documentazione cartografica riportata nel PAI del bacino del Fissero-Tartaro-Canalbiano riporta gli eventi di allagamento causati dall'esondazione dei collettori principali del bacino sul periodo più recente, sia le aree allagabili per l'insufficienza della rete di drenaggio secondaria.

In particolare nella Fig. 19 sono delimitate le aree allagate in occasione di recenti eventi di esondazione relativamente al Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo, al Consorzio di Bonifica Valli Grandi e Medio Veronese, al Consorzio di Bonifica Padana Polesana.

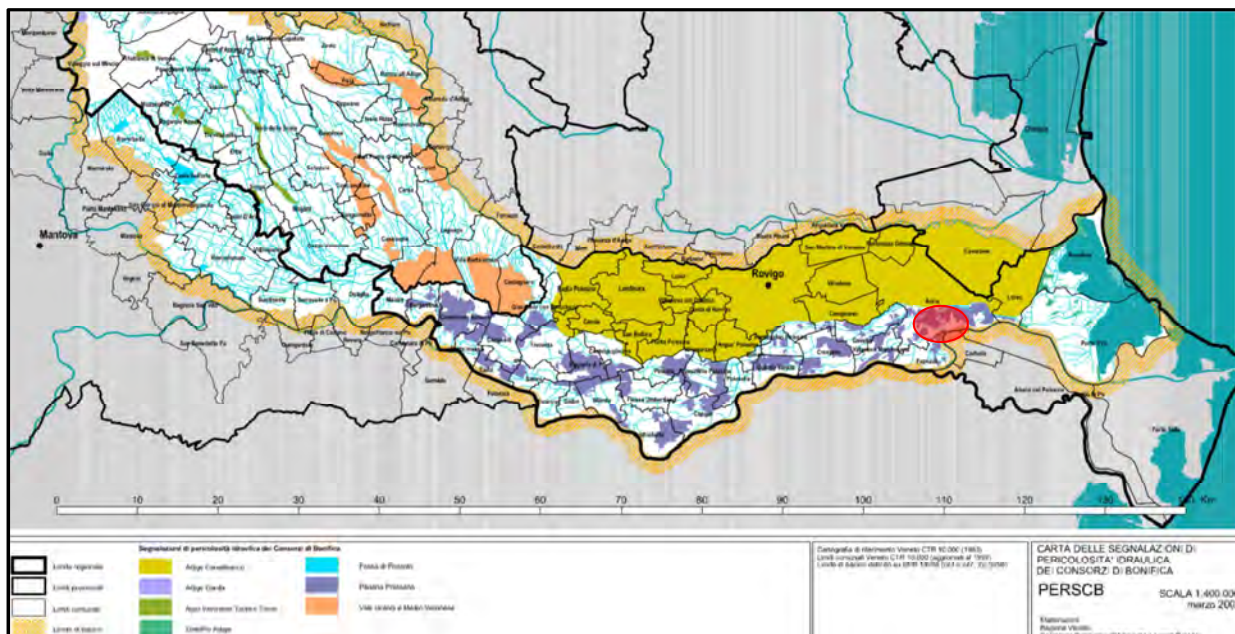


Fig. 19 - Autorità di Bacino del Fiume Fissero-Tartaro-Canalbianco - Progetto di Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (2002) – Carta delle segnalazioni di pericolosità idraulica dei Consorzi di Bonifica (non in scala).

Nella Fig. 20 è rappresentata la Carta del Rischio Idraulico, a cura di: Regione del Veneto – Unione Veneta Bonifiche, Irrigazioni e Miglioramenti Fondiari, 1999; in tale carta vengono riportate le aree “a rischio di allagamento” (aree allagate almeno una volta negli ultimi 20 anni) e le aree “ad alto rischio di allagamento”, aree soggette ad alta probabilità di allagamento (tempo di ritorno 2-5 anni).

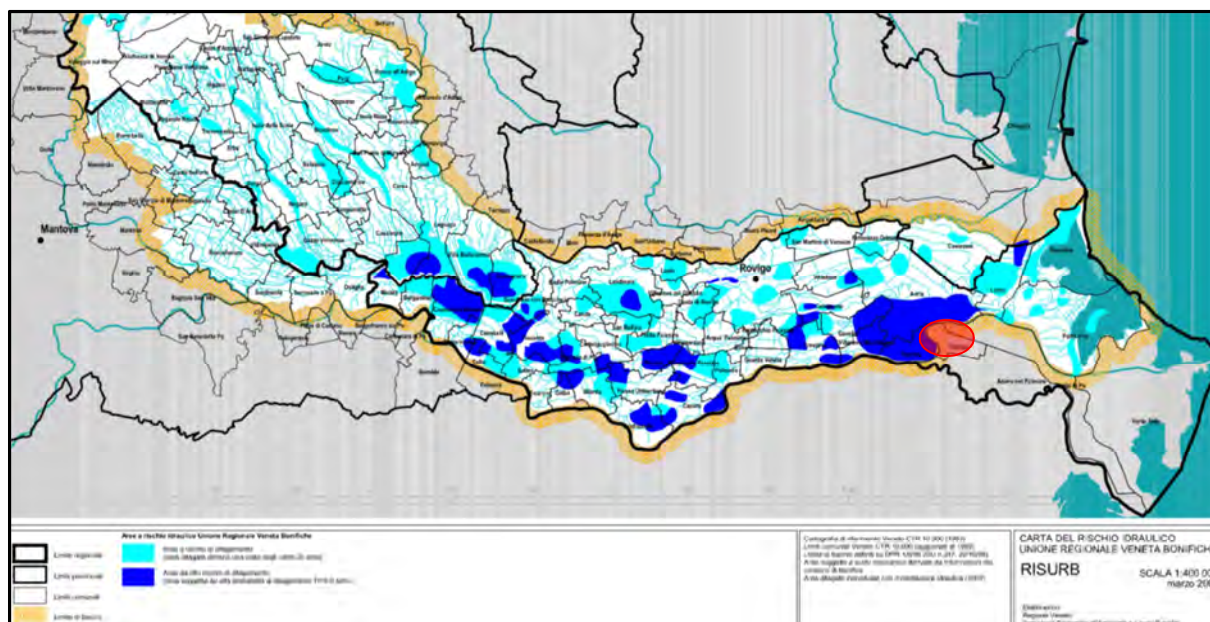


Fig. 20 - Autorità di Bacino del Fiume Fissero-Tartaro-Canalbianco - Progetto di Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (2002) – Carta del Rischio idraulico elaborata dall’Unione Regionale Veneta Bonifiche (non in scala).

Si sono poi estese le informazioni sul comportamento idraulico dell’ambito territoriale considerato tramite una modellazione matematica dei fenomeni idrologici ed idraulici.

Con questi obiettivi è stato realizzato un modello idrologico in grado di simulare eventi di piena sintetici partendo dalle precipitazioni di diversa durata e con assegnato tempo di ritorno probabile.

Le piene generate in modo sintetico con il modello idrologico sono state quindi utilizzate per esaminare la loro propagazione nella rete idrografica, utilizzando un modello matematico in grado di simulare la propagazione delle piene e valutare anche le situazioni in cui, per insufficienza degli alvei o per crollo del rilevato arginale (causa vetustà o cattivo stato di manutenzione), queste tendono ad esondare, allagando il territorio circostante.

I parametri che si sono considerati nel determinare la pericolosità di un fenomeno di allagamento sono stati l'altezza dell'acqua e la probabilità di accadimento (tempo di ritorno) secondo lo schema sintetico di seguito riportato:

LIVELLI DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA PER ESONDAZIONE		
PERICOLOSITÀ		
ELEVATA	MEDIA	MODERATA
Tr = 50 anni $h > 1\text{ m}$	Tr = 50 anni $1\text{ m} > h > 0$	Tr = 100 anni $h > 0$

Con questo metodo si è fatto riferimento a tempi di ritorno di 50 e 100 anni che sono ancora percepibili dall'opinione pubblica e confrontabili con scelte di tipo pianificatorio.

Il tempo di ritorno di 50 anni è stato scelto poiché ha consentito di individuare aree ove è possibile ipotizzare interventi strutturali giustificabili a livello economico. Per questo tempo di ritorno la distinzione tra altezze dell'acqua maggiori e minori di 1 metro è il limite che, in relazione anche alle incertezze intrinseche del modello dovute soprattutto alla quantità e qualità dei dati utilizzati, distingue due zone nelle quali il danno è accettabile o meno, fatte salve le considerazioni su alcune opere pubbliche.

Per quanto riguarda le zone a pericolosità moderata il tempo di ritorno di 100 anni ha consentito di individuare un'area nella quale oltre ad una scelta di tipo strutturale diventa possibile anche una politica di interventi non strutturali che preveda vincoli e indicazioni sulle modalità di uso del territorio.

In Fig. 21 è riportata la Carta della Pericolosità idraulica per inondazione.

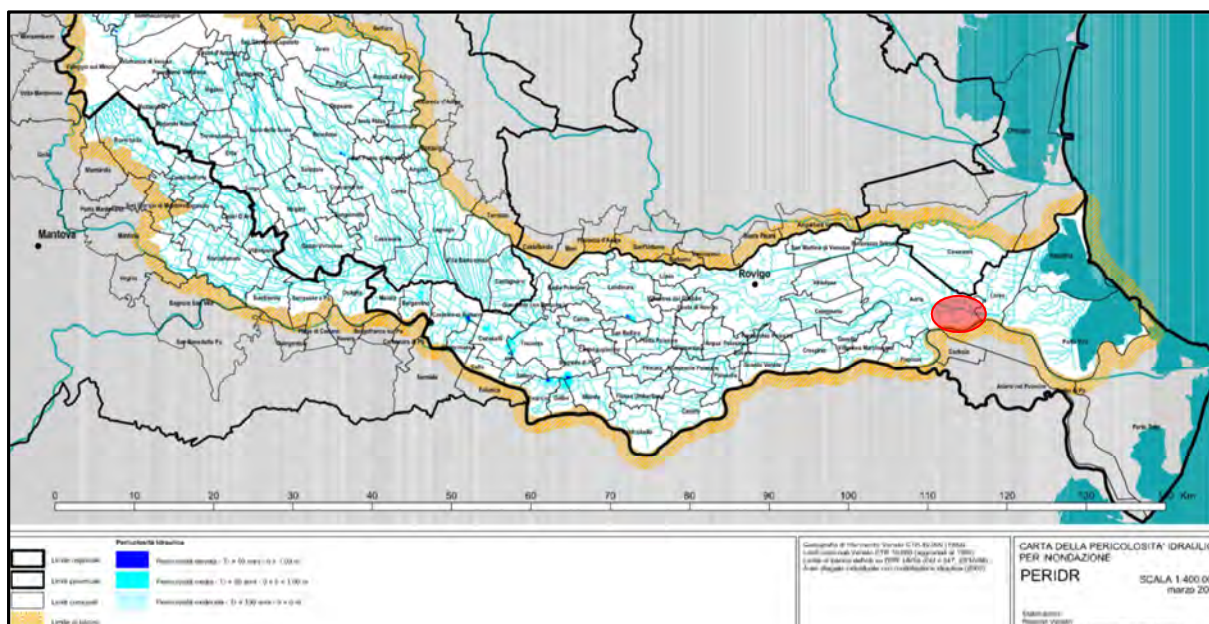


Fig. 21 - Autorità di Bacino del Fiume Fissero-Tartaro-Canalbianco - Progetto di Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (2002) – Carta della Pericolosità idraulica per inondazione a seguito di modellazione numerica (non in scala).

La definizione della pericolosità idraulica deve essere completata con alcune considerazioni. In particolare deve essere posta attenzione sui territori di bonifica che, per loro natura, sono caratterizzati da una condizione di potenziale pericolo. Infatti la rete di bonifica è, di norma, dimensionata per un tempo di ritorno di 20 ÷ 30 anni ed inoltre spesso soggiace a impianti idrovori. Non infrequente poi è l'eventualità che, in occasione delle piene maggiori, l'Autorità idraulica imponga di interrompere il recapito delle acque di bonifica nei corsi d'acqua ricettori al fine di non aggravare le condizioni di questi.

Per le considerazioni precedentemente svolte si ritiene di considerare tutto il territorio soggetto a bonifica con scolo meccanico o misto come avente un grado di pericolosità pari a P1 (moderata).

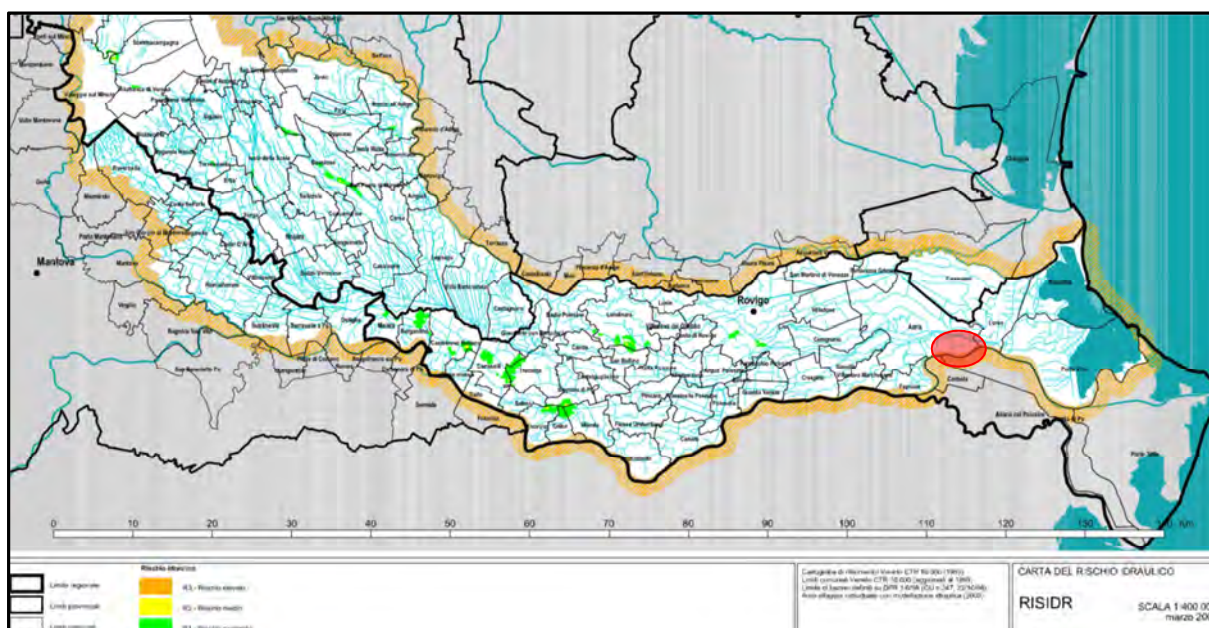


Fig. 22 - Autorità di Bacino del Fiume Fissero-Tartaro-Canalbianco - Progetto di Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (2002) – Carta del Rischio Idraulico per inondazione (non in scala).

7.2 Inquadramento pianificatorio a livello comunale

Nell'ambito della redazione del PAT del comune di Adria, per quel che riguarda la componente geologica, sulla scorta delle analisi tematiche precedentemente illustrate (litologia, geomorfologia, idrogeologia), è stata predisposta la carta della compatibilità geologica; quest'ultima, sintesi delle diverse componenti geologiche, contiene una valutazione della idoneità dei terreni alla urbanizzazione delle varie parti del territorio comunale secondo la L.R. Veneto n. 11/2004 e mette in evidenza le eventuali criticità derivanti da fattori ed elementi di origine naturale (es. ristagni idrici dovuti a terreni poco permeabili oppure zone periodicamente allagate) o di origine antropica (es. ex cave, discariche, etc).

Tale documento, seguendo le normative vigenti, mette in evidenza le zone in condizioni di pericolosità o rischio geologico o idrogeologico per gli insediamenti e le infrastrutture esistenti; tale carta è di fondamentale importanza, quasi uno "spartiacque" tra l'azione pianificatoria concertata con l'Amministrazione e la "sensibilità" del territorio dove si intende operare.

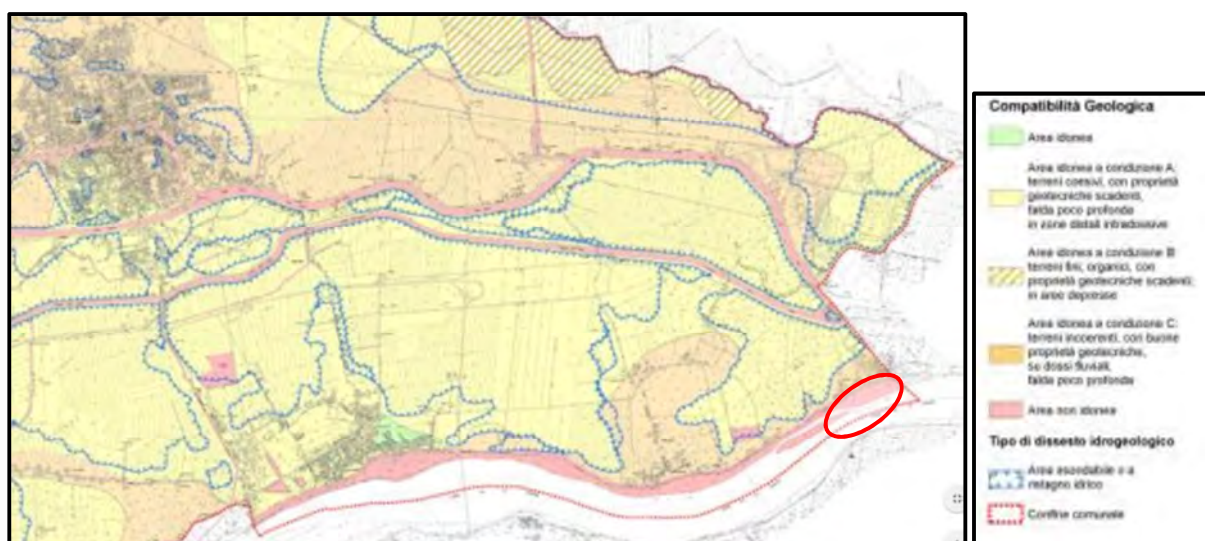


Fig. 23 - Carta della Compatibilità Geologica - zonazione dell'edificabilità dei terreni e del rischio geologico e idrogeologico; circoscritta in rosso l'area d'intervento.

L'area interessata dall'intervento di diaframmatatura in progetto è posizionata sulla sommità del petto arginale (lato fiume) nella tratta evidenziata in rosso nella carta sopra riportata; nella medesima cartografia si evince come l'arginatura maestra del fiume Po di Venezia costituisca spartiacque tra le aree golenali, non edificabili, e le aree poste lato campagna a vincolo di edificabilità condizionato (condizione C2), in relazione alle caratteristiche litologiche, geomorfologiche ed idrauliche locali.

Si riporta di seguito, per completezza, il contenuto dell'art. 21 "Compatibilità geologica", contenuto nelle Norme Tecniche del PAT del comune di Adria.

"Rif. Legislativo: artt.13, 40 L.R. 11/04, L. 64/1974, D.M. 11.03.1988 Circ. Reg. n°9 del 05/04/2000, D.M. 14.09.2005, D.M. 14.01.2008, TITOLO III P.T.C.P.

Contenuto

Il P.A.T. suddivide il territorio comunale in aree contraddistinte da differente grado di rischio geologico-idraulico e differente idoneità ad essere utilizzate per l'edificazione, per le caratteristiche geologico-tecnico e idrogeologiche-idrauliche, distinguendo tra:

a. aree idonee dove non sussistono condizioni geologiche penalizzanti tali da impedire l'edificabilità.

Di norma, si tratta di aree con condizioni geomorfologiche favorevoli, con falda relativamente più profonda e con drenaggio buono. In esse le caratteristiche geomeccaniche e geotecniche dei terreni possono essere classificate buone, per la presenza di litologie con grado di addensamento medio ed elevate percentuali di materiali granulari.

b. aree idonee a condizione: in questa classe ricadono i terreni con litologia e proprietà geomeccaniche variabili e con diversa profondità della tavola d'acqua nonché aree con criticità idrauliche per ristagno idrico e per esondazione con classificazione PAI e non. Si suddividono in:

- **condizione A:** si tratta di terreni che caratterizzano gran parte del territorio di Adria. Le litologie sono costituite da depositi alluvionali spesso a granulometria variabile, ma prevalentemente medio-fini (limi, argille e componenti intermedi in differenti percentuali). Possono essere presenti, in profondità, lenti e livelli sabbiosi o torbosi con differente spessore. Caratterizzano le zone distali delle varie fasi esondative fluviali, quindi i terreni qui trasportati e depositati caratterizzano velocità ed energie medio-basse e basse. Si rinvengono spazialmente alternate alle aree di alta energia deposizionale (vedasi Condizione C). Sono terreni generalmente comprimibili, dove si possono innescare pressioni neutre, data la presenza di falda con modesta soggiacenza. Tali terreni hanno caratteristiche geotecniche da scarse a mediocri.

- **condizione B:** sono aree caratterizzate da terreni fini ricchi di materiale organico (torbe) sia in superficie che in profondità.....Si tratta di aree topograficamente depresse e soggette a fenomeni di subsidenza significativa (>5 mm/anno). Sono terreni molto comprimibili, dove si possono innescare importanti cedimenti del suolo e dei manufatti presenti. La falda ha una bassa soggiacenza. Tali terreni hanno caratteristiche geotecniche molto scarse.

- **condizione C:** si tratta di aree legate alle divagazioni fluviali nella loro fase più dinamica e di elevata energia di trasporto. La granulometria è prevalentemente sabbiosa e sabbioso-limosa, almeno nei primi metri. La distribuzione di tali materiali hanno una significativa variabilità non solo verticale, ma anche laterale in relazione all'energia deposizionale della fase di rotta e divagazione. Queste aree caratterizzano le zone storicamente antropizzate ed urbanizzate e presentano mediamente quote topografiche rilevate rispetto alle zone limitrofe distali...omissis..... Si riscontranoomissis.....lungo la fascia perimetrale al Fiume Po tra Bottrighe e Cavanella Po.... omissis.

c. aree non idonee costituite da:

- aree localizzate lungo gli alvei dei fiumi Po, Canalbianco, Naviglio Adigetto e degli scoli consorziali principali sino all'unghia esterna degli argini;
- aree di cave attive/dismesse e sino alla loro scarpate di scavo;
- aree di discariche dimesse;
- aree di sbancamento in genere.

Prescrizioni

.....omissis..... Nelle aree non idonee è preclusa l'edificabilità, salvo gli interventi:

- di cui ai commi a), b), c), d) comma 1 dell'Art. 3 del D.P.R. 380/2001 quindi interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, restauro, risanamento conservativo e ristrutturazione senza ricavo di nuove unità abitative;
 - interventi di ampliamento per adeguamento a scopo igienico sanitario o per ricavo di locali accessori (legnaie, impianti tecnologici, box auto ecc.);
 - di realizzazione o ampliamento di infrastrutture viarie o rete tecnologiche di interesse pubblico non ubicabili in altro sito, ma accompagnate da elaborazioni geologico-tecniche, finalizzate a definire le modalità di realizzazione delle opere per garantire le condizioni di sicurezza delle opere stesse, nonché dell'edificato e delle infrastrutture adiacenti;
 - per la messa in sicurezza, salvaguardia e valorizzazione delle aree di interesse storico, ambientale ed artistico;
 - atti al miglioramento del sistema naturalistico ambientale e della sicurezza idrogeologica (percorsi naturalistici, bacini di laminazione, etc.);
 - di sistemazione e mitigazione del dissesto geologico e idrogeologico;
 - interventi di miglioramento fondiario pertinenti all'attività agricola o forestale e l'edificabilità di annessi rustici di modeste dimensioni (< 8 mq).....omissis..... Per le fasce fluviali le competenze della sicurezza e del mantenimento dell'efficienza idraulica appartengono agli enti sovra comunali ai quali si rimanda.”
-omissis..... Nelle aree idonee a condizione "C" generica deve essere definito il modello geologico e geotecnico sulla base di adeguati studi geologici di superficie e di apposite indagini geognostiche ed idrogeologiche seguendo quanto disposto dalla normativa vigente elencata per le aree idonee.... ..omissisInoltre, saranno condotte adeguate indagini idrogeologiche per valutare le possibili interferenze tra la falda e l'opera in progetto con riferimento alla vulnerabilità dell'acquifero.....Questo, soprattutto nelle fasce perimetrali ai corsi d'acqua, nelle zone a prevalente componente sabbiosa e dove la soggiacenza della falda libera è minima.

8. Indagine conoscitiva geofisica-geognostica-geotecnica a livello di dettaglio

Per quanto relazionato circa i danneggiamenti occorsi all'arginatura nel corso delle recenti piene, risulta evidente la necessità di porre in atto, in tempi rapidi, un intervento risolutivo per la messa in sicurezza della zona.

Attraverso una preventiva campagna d'indagine e di prove in sito (avviata a fine 2018) si è potuto ricostruire il modello idrogeologico di dettaglio dell'area e si sono potuti determinare i parametri caratteristici d'interesse (permeabilità) relativi alle diverse litologie schematizzate utili ai fini dello svolgimento delle verifiche di filtrazione previste da normativa.

I risultati delle verifiche di filtrazione saranno quindi fondamentali per stabilire la quota di approfondimento del diaframma necessaria all'abbattimento dei gradienti idraulici a valori non critici nell'ambito di un primo intervento urgente di diaframmatrice (I stralcio) limitato al tratto più critico in relazione ai finanziamenti disponibili.

Al fine di completare le conoscenze disponibili si è proceduto, di recente (2019), all' affidamento di ulteriori indagini geofisiche e geognostico-geotecniche mirate a definire sia le caratteristiche "ambientali" ai fini della normativa in materia di "terre e rocce di scavo" (del diaframma) e dell'area di riporto del materiale terroso, sia al fine di acquisire informazioni specifiche circa un'anomalia magnetica estesa (circa 50 m) rilevata in occasione delle attività preliminari di bonifica da ordigni bellici inesplosi e localizzata in prossimità dello stante 523 (vedi Fig. 24 sotto riportata).



Fig. 24 - Zona interessata da anomalia magnetica a seguito indagine BOB

La tipologia delle indagini effettuate è la seguente:

- Tomografia elettrica verticale lungo vari profili sia longitudinali che trasversali all'arginatura sia nella zona di realizzazione del diaframma plastico che nell'area di deposito del materiale di risulta dallo scavo del diaframma in sinistra Po di Venezia in località Pioppa nel Comune di Porto Viro (RO);
- Sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo con effettuazione di prove in sito (prove Lefranc, SPT) e prelievo di campioni rimaneggiati, indisturbati e campioni ambientali;
- Installazione di piezometri del tipo "a tubo aperto" e del tipo "Casagrande" al fine di monitorare i livelli di falda;
- Prove di laboratorio sui campioni rimaneggiati ed indisturbati finalizzate alla definizione dei valori del coefficiente di permeabilità delle terre investigate;
- Prove di laboratorio sui campioni ambientali ai fini dell'accertamento del superamento o meno dei valori delle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alle colonne A e B della tabella 1 dell'allegato 5 alla parte IV del D. Lgs. n. 152/2006, con riferimento alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d'uso urbanistica DPR 120/2017 artt. 20-22;
- prove penetrometriche CPTU e SCPTU ed esecuzione di prove di dissipazione nelle litologie sature coesive per la determinazione del coefficiente di permeabilità (K).

Il quadro delle indagini di campagna e di laboratorio eseguite, i relativi risultati, la modellazione numerica bidimensionale dei processi di filtrazioni nelle diverse ipotesi progettuali sono riportati nella Relazione Geotecnica e nei relativi allegati.

Tutta la documentazione è raggruppata nei seguenti fascicoli:

- Relazione geotecnica a cura di IND.A.G.O. s.n.c. – Rovigo (RO) - (gennaio 2019) e successivo aggiornamento (dicembre 2019)
- Appendice alla Relazione geotecnica : Studio di risposta sismica locale a cura di A.T.A. - Studio associato di Geologia Tecnica e Geofisica – Rovigo (RO) - (dicembre 2019);
- Report relativo a “Esecuzione di indagini tomografiche di dettaglio nonché di portanza e caratterizzazione dei terreni con riguardo i lavori urgenti per la costruzione di un diaframma plastico per il contrasto dei moti di filtrazione in prossimità dell’abitato di Cavanella Po fra gli stanti 521 - 523 in sinistra del Po di Venezia in comune di Adria (RO) - Rif. RO-E- 1432” a cura di GeoExploration s.r.l. – Forlì (FC) - (Febbraio 2020);
- Report relativo a “Lavori urgenti per la costruzione di un diaframma plastico per il contrasto dei moti di filtrazione in prossimità dell' abitato di Cavanella Po fra stanti 521-523 in sinistra del Po di Venezia in Comune di Adria (RO)” a cura di PARMAGEO s.r.l. – Basilicanova (PR) – (Marzo 2020).

Nella Relazione Geotecnica è definito il modello idrogeologico e sismico del sito con particolare riferimento alle verifiche a sifonamento e liquefazione; in particolare è stata sviluppata un’analisi numerica dei processi di filtrazione su sezione critica individuata dai Professionisti, pre/post intervento. Nel corso delle verifiche sismiche è emersa una criticità legata ad un potenziale fenomeno di liquefazione cui sarebbe soggetto il banco sabbioso presente nei terreni di fondazione dell’arginatura. Si è quindi deciso di approfondire la problematica tramite uno Studio di risposta sismica locale affidato ad A.T.A. - Studio associato di Geologia Tecnica e Geofisica – Rovigo (RO).

La campagna d’indagine affidata a Parmageo s.r.l. ha permesso di attribuire all’ anomalia magnetica individuata lungo il petto arginale in occasione della BOB (Bonifica Ordigni Bellici), una chiara origine antropica legata ad attività edilizie pregresse (anni ’50): in particolare nel corso del Sondaggio S2 ubicato lungo la sommità del petto a fiume, in posizione di mezzeria, alla profondità di 3,10 m (base argine), è stato perforato un manufatto in c.a. dello spessore di m 0,80 avente, secondo le informazioni raccolte in loco, funzione di fondazione di un vecchio impianto di pompaggio a servizio dello storico zuccherificio di Cavanella Po.



Fig. 25 - Sondaggio S2 (Parmageo s.r.l.) - Cassetta catalogatrice da 0 a 5 m – nell'intervallo 3,10 – 4,0 la carota è costituita da c.a.

Le problematiche che si sono riscontrate durante questa perforazione hanno costretto ad un nuovo posizionamento della sonda, distante circa 1 m dal precedente, verso l'unghia della scarpata arginale sul petto; in corrispondenza di questo nuovo posizionamento non si è intercettata la fondazione in parola, come del resto accaduto in occasione delle perforazioni a scopo BOB.



Fig. 26 - Sondaggio S2 (Parmageo s.r.l.) – In evidenza i due posizionamenti

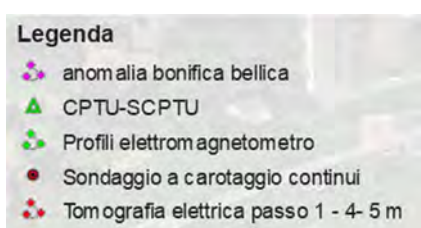


Fig. 27. Planimetria con ubicazione dei punti d'indagine in località Cavanella Po

Quindi, ai fini delle problematiche in esame, l'indagine svolta ha permesso di individuare i seguenti due gruppi stratigrafici per il sito in esame:

- A) Terre di riporto costituenti il corpo arginale;
- B) Terre costituenti la fondazione dell'arginatura.

Le terre di riporto costituenti l'arginatura (A), procedendo dall'alto verso il basso, si suddividono come segue:

- riporto A1): parte superiore del terrapieno arginale (circa da quota 8,3 a quota 4,3 m s.l.m.m.), di spessore massimo 4 m dalla sommità arginale, presenta litologie limoso-sabbiose di medio-bassa permeabilità: a tale settore arginale è stato attribuito nelle verifiche di filtrazione un valore del coefficiente di permeabilità dell'ordine di 10^{-6} m/sec;
- riporto A2): parte inferiore del terrapieno arginale (da quota 4,3 m a quota variabile 2,5/-0,5 m s.l.m.m.) costituito da litologie limo-argillose di bassa permeabilità (10^{-8} m/sec).

In particolare la componente di riporto costituita da sabbie e limi-sabbiosi costituisce non solamente la parte sommitale dell'arginatura ma anche la parte più esterna della sagoma arginale interessata, a più riprese, da interventi di rialzo e ringrosso arginale anche tramite l'utilizzo di terre provenienti dal dragaggio con alluvioni d'alveo.

Le terre in posto costituenti la fondazione dell'arginatura (B), procedendo dall'alto verso il basso, si susseguono come segue:

- strato B1 di spessore estremamente variabile (da quota variabile 2.5/-0,5 m s.l.m.m. a quota -3.2/-10,0 m s.l.m.m.) costituito prevalentemente da litologie limo-argillose di bassa permeabilità (10^{-8} m/sec); localmente sono presenti intercalazioni decimetriche di sabbie e sabbie limose sede di falda freatica;
- strato B2 (da quota -3.2/-10,0 m s.l.m.m. a quota -19,7/-21,7 m s.l.m.m.) costituito da un potente e continuo banco sabbioso sub-orizzontale di medio-elevata permeabilità (valori massimi da prova Lefranc dell'ordine di 10^{-4} m/sec) sede del primo acquifero confinato; tale banco sabbioso raggiunge lo spessore massimo di 19 m circa nel tratto compreso tra i punti d'indagine S1 - CPTU 1 per poi ridursi, ai margini dell'area indagata, in corrispondenza di CPTU 0 e S3, a valori rispettivamente di 11 e 9 m di spessore;
- strato B3 (al di sotto di quota variabile da -19,7 a -21.7 m s.l.m.m.), costituito da uno strato continuo di argilla-limosa/limo-argilloso a bassa permeabilità (10^{-9} m/sec), di spessore variabile da un minimo di 1,2 a 7,0 m; al di sotto di questo strato si sono rinvenute ancora litologie costituite da sabbie fini debolmente limose sino alla massima profondità indagata (quota - 30.0 m s.l.m.m.).

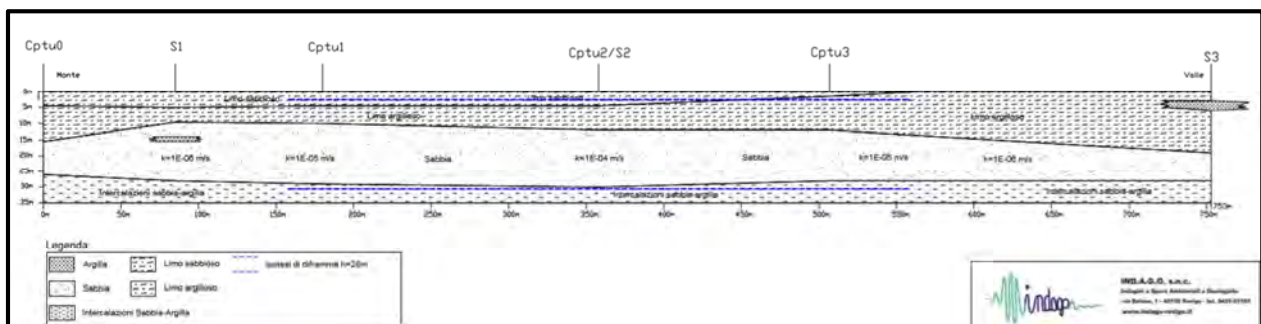


Fig. 28 Profilo litostratigrafico longitudinale all'argine maestro in sinistra Po di Venezia tra stanti 520-524 – estesa profilo 750 m

Dall'esame del profilo longitudinale emerge chiaramente la continuità areale ed il notevole spessore dell'acquifero sabbioso di medio-elevata permeabilità (strato B2) posto nei terreni di fondazione arginale.

8.1 Modello Idrogeologico di dettaglio

La definizione del modello è basata sia sull'identificazione delle unità idrogeologiche che sul loro assetto spaziale (strutture idrogeologiche).

Unità idrogeologiche

Analizzando le proprietà idrologiche dei vari litotipi costituenti la successione stratigrafica dei primi 35 m si giunge ad identificare la seguente serie di unità idrogeologiche, dalla più superficiale alla più profonda:

1° Unità: si tratta dell'acquitard costituito dalle terre costituenti lo strato B1 a prevalente litologia fine; la variabilità litologica dello strato B1, che localmente lascia il posto a litologie sabbioso-limose, conferisce all'unità puntuale carattere freatico;

2° Unità: definita dall'acquifero confinato sabbioso coincidente con lo strato B2; il tetto dell'acquifero confinato è costituito dallo strato B1 mentre il letto è costituito dallo strato B3.

Strutture idrogeologiche

Lo schema dei rapporti stratigrafici tra le varie unità idrogeologiche permette di definire la struttura idrogeologica locale.

Essa è identificabile in un sistema multiacquifero sabbioso separato da acquitard e acquiclude (miscele di limi ed argille in varie proporzioni); la 1° unità idrogeologica acquista localmente carattere freatico o semi-confinato laddove, a causa dell'eterogeneità spaziale, i sedimenti sono permeabili.

La struttura confinata è localizzata in corrispondenza della 2° unità idrogeologica la quale risente rapidamente della ricarica esercitata dal fiume del Po di Venezia che costituisce limite idrogeologico a potenziale imposto.

Questa 2° unità costituisce via preferenziale ai fenomeni di filtrazione.

In occasione delle piene, l'intensificarsi dei fenomeni di filtrazione innesca, localmente, elevati gradienti idraulici tali da superare, nei materiali sciolti, il valore critico; tale circostanza causa importanti fenomeni di sifonamento con asporto di notevoli quantità di materiale (sabbie limose) dai terreni di fondazione arginale; di seguito si riporta l'analisi granulometrica effettuata su un campione di terra prelevato nel cono di deposito di un locale fontanazzo (scheda 86 censimento AIPO).

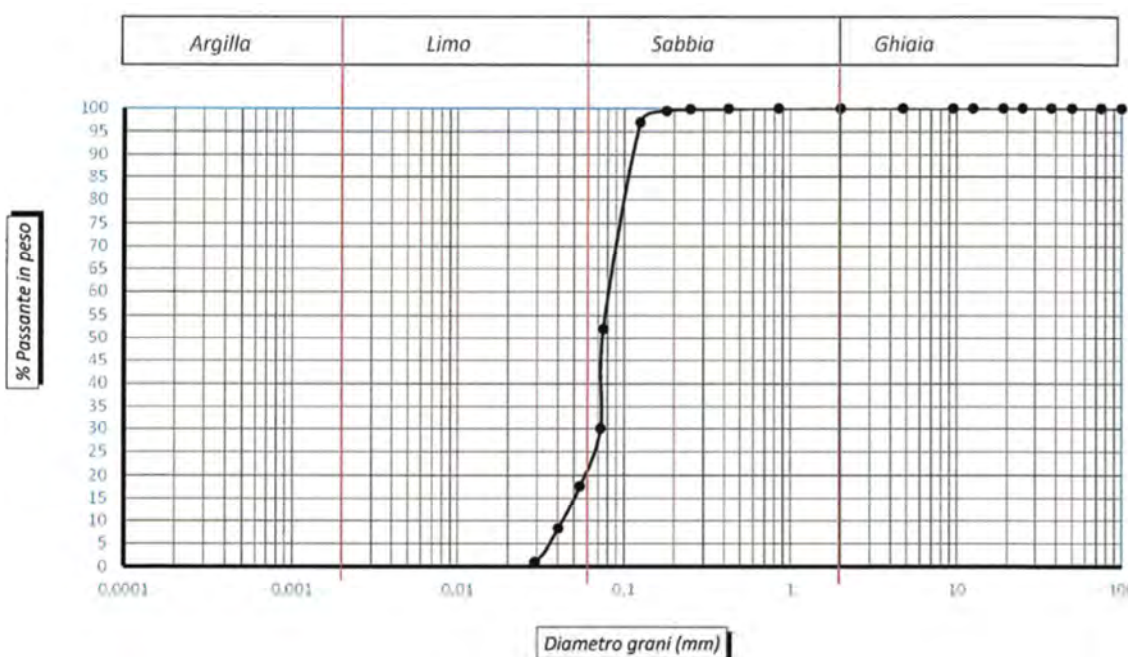


Fig. 29 - Analisi granulometrica sedimento raccolto in corrispondenza del fontanazzo storico n. 86 – il sedimento campionato (sabbia limosa) contiene un 22 % circa di componente limosa.

Misure piezometriche in fase progettuale

Le misure dei livelli di falda effettuate nel periodo Ottobre-Dicembre 2019 nel piezometro installato sulla sommità arginale (in corrispondenza del sondaggio S2), il cui filtro è posto in corrispondenza dello strato sabbioso B2 costituente la 2° unità idrogeologica), confermano innanzitutto che il maggior fattore

condizionante la falda monitorata è dato dalla presenza del fiume che esercita un'azione alimentante nei confronti dell' acquifero adiacente sia in fase di piena che in fase di magra.

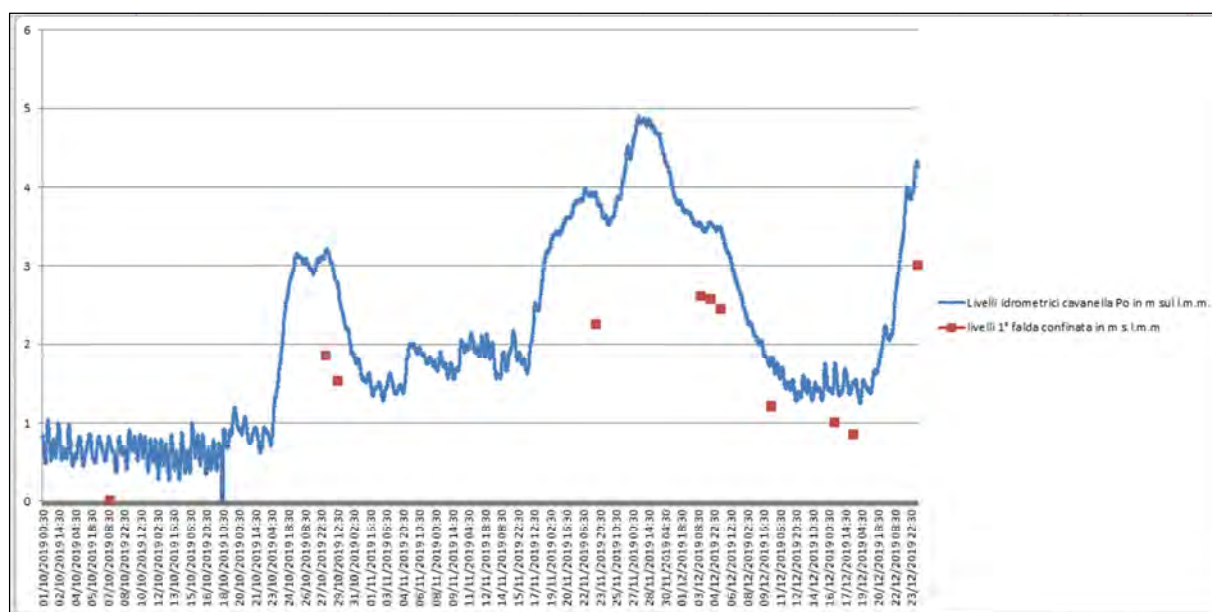


Fig. 30 Monitoraggio della falda corrispondente alla seconda unità idrogeologica – Piezometro installato in corrispondenza del Sondaggio S2 in sommità arginale.

Dall'osservazione delle quote di falda (Fig. 29) misurate nel tempo emerge come queste siano superiori al tetto dell'acquifero che le racchiude, elemento questo che contraddistingue le falde confinate con carattere saliente.

Altra informazione di interesse riguarda il fatto che le quote del livello di falda rilevate nel periodo di magra del fiume (falda avente quota 0 m sul l.m.m.m) risultano superiori anche al livello del piano campagna adiacente l'arginatura, caratteristica questa che conferisce alla falda monitorata carattere artesiano.

Nonostante non si abbiano a disposizione registrazioni in continuo dei livelli di falda comunque è possibile osservare come le perdite di carico idraulico registrate nella falda in parola siano minime in ogni condizione idrometrica.

Si ribadisce quindi come i fenomeni di filtrazione sia in condizioni idrometriche ordinarie che in situazioni "di piena" avvengono principalmente attraverso le sabbie costituenti lo strato B2.

9. Modellazione sismica

Il Comune di Adria, secondo la classificazione sismica di cui all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274/2003 seguita dalla delibera del Consiglio Regionale del Veneto n. 67 del 3/12/2003, ha fatto proprio e approvato l'elenco dei comuni sismici del Veneto e la località di Cavanella Po, in Comune di Adria, è stata classificata in Zona Sismica 4, ovvero la zona meno pericolosa, dove le probabilità di danni sismici sono basse.

La D.G.R. Veneto suddetta prescrive che “per i comuni del Veneto ricadenti in zona 4, non vi è obbligo di progettazione antisismica, salvo che per gli edifici di interesse strategico e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità, durante gli eventi sismici, assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile nonché per gli edifici e le opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso”.

A seguito dell'entrata in vigore delle NTC2008 e del DGRV n. 71/2008, viene approvata la nuova “Mappa di pericolosità sismica del territorio Nazionale” espressa in termini di accelerazione massima al suolo (a_g max) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni) riferita a suoli rigidi ($V_s > 800$ m/sec). Il valore di a_g , per la località di Cavanella Po, come si può vedere dalla fig. 30, varia da $0.05 \leq a_g \leq 0.075$

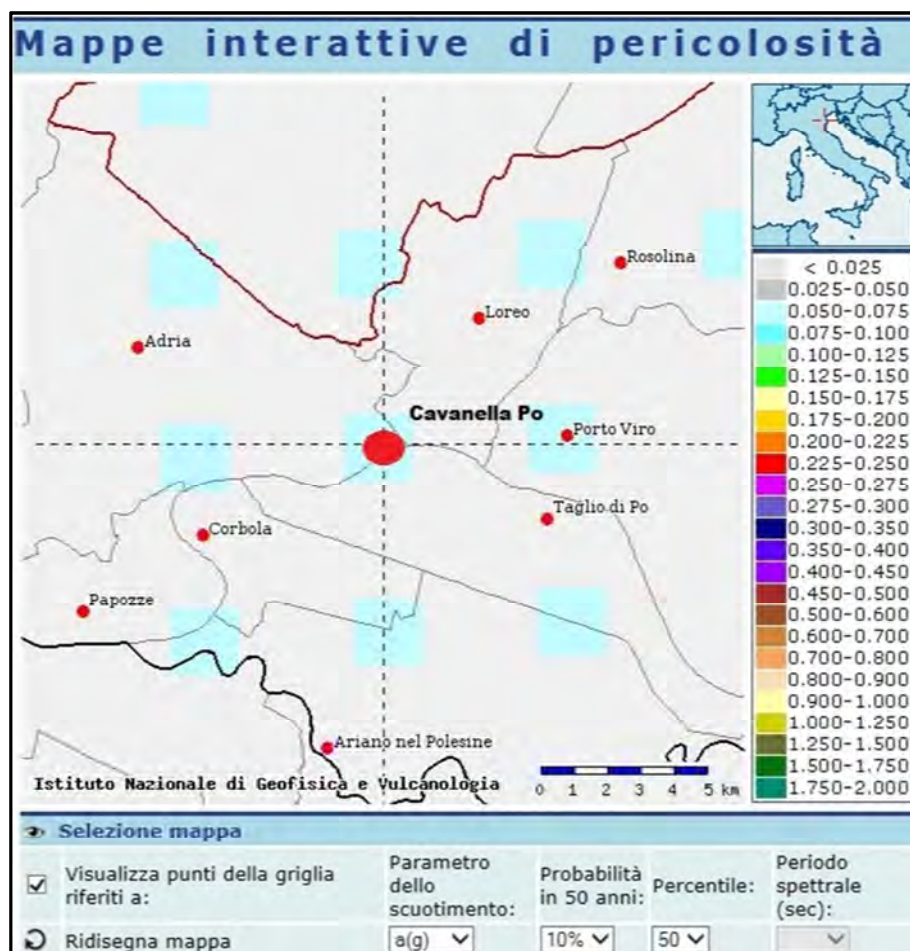


Fig. 31 - Mappa della pericolosità sismica dell'area – I quadrati indicano il nodo con espressi i valori di accelerazione (Fonte – Mappe interattive dell'Istituto nazionale di Geofisica e Vulcanologia - <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

I parametri per la valutazione dell'azione sismica in ambito locale, in funzione del singolo intervento sul territorio, sono ricavati, in ogni caso, dalle procedure dettate dalla normativa statale vigente ed, in particolare, dal D.M. 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni" e dalla Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti 21/01/2019 n. 7 "Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Trattandosi in questo caso di un argine fluviale, si è considerata una classe d'uso III e si è fatto riferimento alle grandi opere. Ne consegue un coeff. d'uso $C_u = 1.5$, con vita nominale $V_n = 100$ anni e un tempo di ritorno T_r di 1424 anni per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

I parametri sismici a cui fare riferimento, sono riportati nella tabella che segue.

Stato Limite	TR [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
SLO	90	0.037	2.535	0.289
SLD	151	0.044	2.564	0.318
SLV	1424	0.076	2.860	0.393
SLC	2475	0.085	2.913	0.418

Vita di riferimento V_r per l'azione sismica = 150

Per la caratterizzazione sismica del sito, è stata effettuata un'indagine SCTPU 04, dalla quale risulta un suolo tipo D con un valore di $V_{s30} = 162$ m/s.

Ne consegue la seguente tabella sintetica classificativa:

CLASSIFICAZIONE DEL SITO NTC 2018
Data: Giugno 2012
Località: Cavanella Po (RO)
Metodo di indagine: SCTPU (misura V_{s30})
Strumentazione utilizzata: Cono sismico Techno Penta
Metodo di energizzazione: massa battente
Geometria sfondamento: nessuna

Coordinate UTM 30S84
Latitudine: 45.53
Longitudine: 12.16

RISPOSTA SISMICA LOCALE
(si vedano le tabelle sottostanti per ricavare i valori dei coeff. C_e e dei coeff. amplificazione Q)

Categorie di suolo di fondazione:

	S_k	C_e	S_{aR}/S_k
A Annassi rocciosi effluenti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori delle onde di taglio superiori a 500 m/s, essenzialmente comprendenti in superficie di caratteristiche meccaniche più scadenti, con spessore massimo pari a 5 m.	1,00	1,00	1,00
B Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto aderenti o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 300 m/s e 500 m/s.	1,2	1,33	1,20
C Deposit di terreni a grana grossa mediamente aderenti o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 300 m/s.	1,6	1,43	1,50
D Deposit di terreni a grana grossa scarsamente aderenti o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.	1,8	1,67	1,60
E Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.	1,8	1,67	1,60

I parametri a_{ig} , F_3 e T^*_c vengono forniti dalla normativa

Categorie Topografiche:

	q_1	
T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$	1	
T2 Pendii con inclinazione media $\leq 15^\circ$	1,2	valore alla sommità del pendio
T3 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° e $\leq 30^\circ$	1,2	valore della cresta del rilievo
T4 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $\leq 30^\circ$	1,4	valore della cresta del rilievo

Le sovraespresse categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Nonché gli spettri di risposta elastici riportati in Fig. 23.

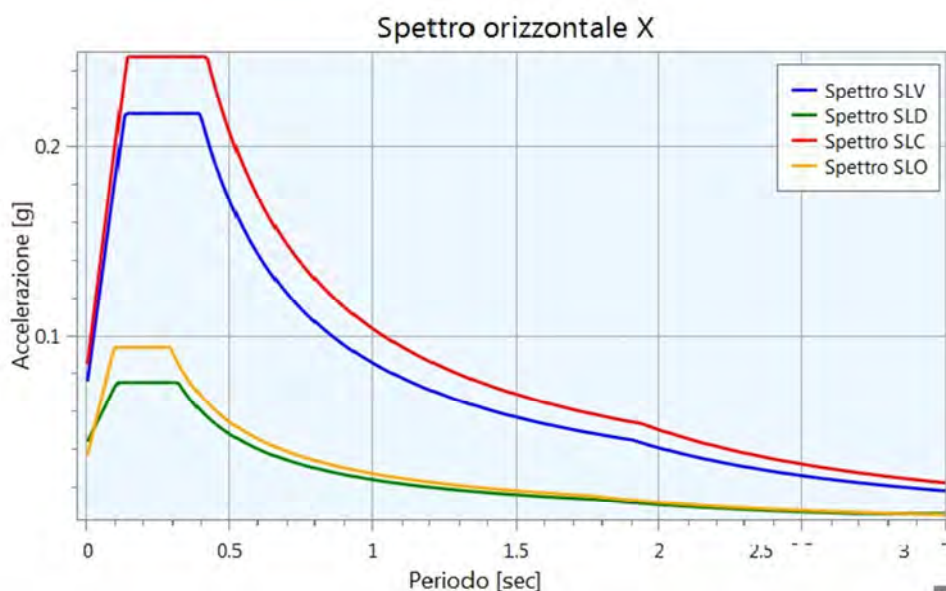


Fig. 32 – Spettri di risposta elastici orizzontali

Per la Località di Cavanella Po, è stata inoltre effettuata l'analisi di disaggregazione della pericolosità sismica, che consente di determinare il contributo di varie sorgenti sismo-genetiche alla pericolosità sismica del sito in esame. Per questo tale analisi viene condotta in termini di magnitudo (M) e distanza (R).

Come si può osservare dal grafico e dalla tabella riportati sotto, il contributo maggiore alla pericolosità sismica dell'area, che per altro non si trova in zona sismogenetica, è da attribuirsi a terremoti con ipocentro ad almeno 40 km di distanza e con magnitudo attesa tra 4.5 e 5.5.

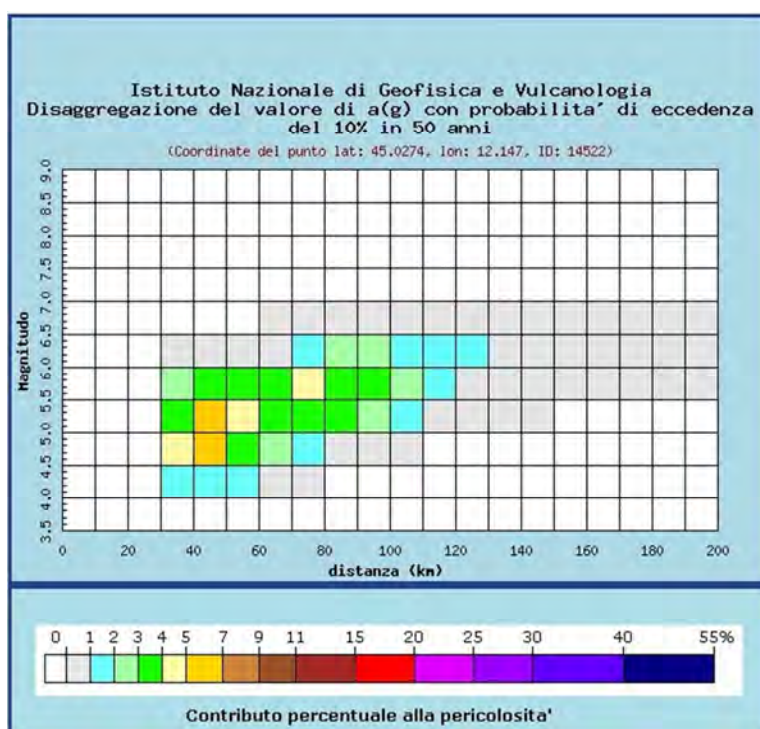


Fig. 33 - Analisi di disaggregazione del sito in esame (SLV)

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilit� di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 45.0274, lon: 12.147, ID: 14522)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	1.670	4.130	3.310	2.110	0.289	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	1.940	5.550	5.220	3.830	0.568	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	1.050	3.740	4.230	3.580	0.579	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.389	2.230	3.110	3.010	0.584	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.057	1.860	3.840	4.170	1.860	0.244	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.791	3.170	3.990	2.270	0.361	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.209	2.090	3.270	2.190	0.378	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.022	1.180	2.480	1.940	0.355	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.499	1.640	1.530	0.291	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.166	0.985	1.220	0.239	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.046	0.582	0.949	0.193	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.008	0.392	0.807	0.172	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.253	0.675	0.153	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.122	0.448	0.107	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.056	0.298	0.077	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.138	0.037	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.040	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.460	73.300	1.740

Fig. 34 - Tab. relativa alla disaggregazione (SLV)

Il valore di Magnitudo determinato   quindi utilizzato ai fini delle verifiche a liquefazione di cui al paragrafo che segue.

10. Verifica a liquefazione

Per il sito in esame   stata condotta la verifica alla liquefazione, come previsto dalle NTC 2018 (§ 7.11.3.4.2), nel livello sabbioso compreso tra 6.0 m da p.c. fino ad una profondit  di 20 m, essendo il valore di a_g atteso in superficie maggiore di 0.1g.

La verifica   stata eseguita utilizzando le velocit  V_s ottenute dalla prova con cono sismico e supponendo la presenza di una percentuale di limo e/o argilla compresa tra il 5% e il 35%, nonch  una magnitudo di riferimento $M = 4.5$ (non trattandosi di zona sismogenetica).

Viene quindi calcolato il coefficiente di sicurezza alla liquefazione (previa una "normalizzazione" dei dati ottenuti per riportarli alla magnitudo di riferimento) come segue:

$$F_s = CRR_{7.5} / CSR_{7.5}$$

dove:

$CRR_{7.5}$ = rapporto di resistenza ciclica (per $M=7.5$)

$CSR_{7.5}$ = rapporto di tensione ciclica (per $M=7.5$)

I risultati ottenuti (riportati in Fig. 34) indicano per questo strato, fino a 16 m di profondità da p.c., un reale rischio di liquefazione.

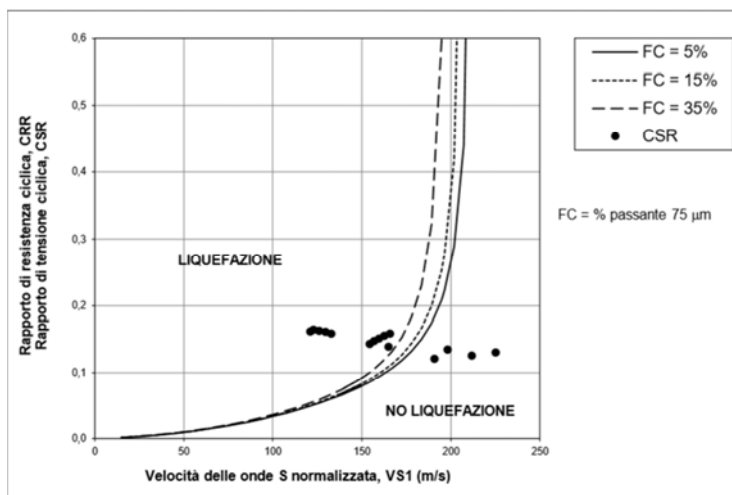


Fig. 35: Risultati della verifica a liquefazione nello strato sabbioso a differenti profondità secondo l'approccio semplificato.

Si fa notare che gli elevati valori di CSR ottenuti sono principalmente dovuti al fatto che si tratta di un'opera che, pur ricadente in area con Classe sismica IV, è stata considerata in questa fase appartenente alla classe d'uso III (grandi opere).

In base a quanto prescritto dalla normativa vigente, si è proceduto ad effettuare uno Studio di Risposta Sismica Locale riportato, quale allegato, alla Relazione Geotecnica alla quale si rimanda per i dettagli.

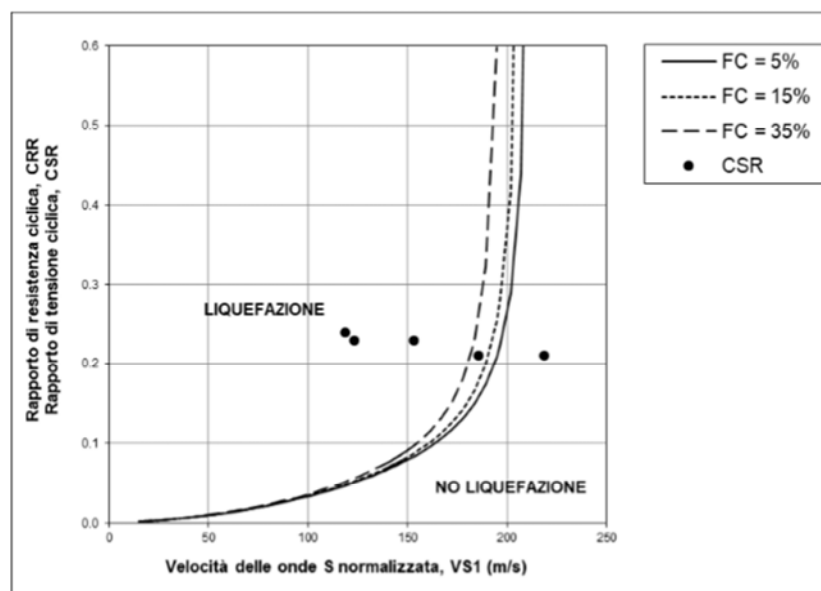


Fig. 36: Risultati della verifica a liquefazione nello strato sabbioso a differenti profondità secondo lo studio di RSL.

Lo studio di Riposta simica locale, effettuato in condizioni più serve attribuendo all'arginatura maestra del Po di Venezia la classe d'uso IV (opera strategica), conferma i risultati emersi nelle verifiche di liquefazione condotte secondo l'approccio semplificato.

11. Modellazione Geotecnica finalizzata alle verifiche di filtrazione

Permeabilità dei terreni

Al fine di effettuare le previste verifiche di filtrazione secondo modello numerico, dopo aver preliminarmente ricostruito lo schema di modello idrogeologico del sito, è necessario assegnare ai vari i valori dei coefficienti di permeabilità risultanti dalle prove in sito e di laboratorio; in particolare il coefficiente di permeabilità è stato determinato mediante l'esecuzione di prove Lefranc (in foro di sondaggio) principalmente in strati sciolti, prove di dissipazione eseguite in strati saturi coesivi nel corso delle prove penetrometriche del tipo SCPTU-CPTU, infine prove di laboratorio in cella triassiale su campioni indisturbati.

Alcune prove di dissipazione non sono andate a buon fine principalmente per il verificarsi di sovrappressioni anomale all'inizio della prova e pertanto non sono state inserite nello schema sotto riportato che raccoglie i risultati delle diverse tipologie di prove effettuate nelle diverse campagne d'indagine.

Avendo certi requisiti granulometrici, sono utilizzabili anche i risultati delle analisi granulometriche complete (per setacciatura ed aerometria al fine di determinare la permeabilità degli strati sabbiosi con ridotta percentuale di componente fine.

Nella seguente tabella sono riassunti i valori di permeabilità determinati.

<i>prova o sondaggio</i>	<i>Tipo di prova</i>	<i>strato</i>	<i>Quota [m l.m.m.]</i>	<i>descrizione</i>	<i>K [m/sec]</i>
CPTU1-D1	Dissip. 1	lente argillosa compreso in B2	-7,20	argilla limosa	$5,99 \cdot 10^{-8}$
CPTU2-D1	Dissip. 1	B1	2,00	Limo argilloso	$6,04 \cdot 10^{-9}$
S1-B	Permeab. In cella triassiale flusso ascend.	B1>>B2	-4.30/-4.90	limo argilloso deb. sabbioso	$2,26 \cdot 10^{-9}$
S1-1	Prova Lefranc	B2	-4,70/-5,20	Sabbia con limo	$1,51 \cdot 10^{-5}$
S1-C	Permeab. In cella triassiale flusso ascend.	B1	-7.20/-7.80	Limo e argilla	$1,43 \cdot 10^{-9}$
S1-2	Prova Lefranc	B2	-12,70/-13,20	Sabbia deb limosa	$1,80 \cdot 10^{-5}$
S1-3	Prova Lefranc	B2	-17,20/-17,70	Sabbia deb limosa	$1,34 \cdot 10^{-5}$
S1-R4	Analisi granul. Formula Hazen	B2	-17,20/-17,70	Sabbia medio-fine deb. limosa	$1,00 \cdot 10^{-4}$
S2-A	Permeab. In cella triassiale flusso ascend.	B1	-0,70/-1,20	Limo argilloso deb. sabbioso	$4,01 \cdot 10^{-9}$
S2-1	Prova Lefranc	B2	-3,70/-4,20	Sabbia limosa	$1,65 \cdot 10^{-5}$
S2-2	Prova Lefranc	B2	-6,20/-6,70	Sabbia limosa	$4,55 \cdot 10^{-5}$
S2-3	Prova Lefranc	B2	-10,70/-11,20	Sabbia limosa	$2,71 \cdot 10^{-5}$
S2-R6	Analisi granul.	B2	-11,20/-11,70	Sabbia medio-	$3,60 \cdot 10^{-5}$

	<i>Formula Hazen</i>			<i>fine limosa</i>	
<i>S2-4</i>	<i>Prova Lefranc</i>	<i>B2</i>	<i>-19,70/-11,20</i>	<i>Sabbia limosa</i>	<i>1,22*10⁻⁵</i>
<i>S3-B</i>	<i>Permeab. In cella triassiale flusso ascend.</i>	<i>B1</i>	<i>-3,70/-4,30</i>	<i>Limo e argilla sabbioso</i>	<i>6,25*10⁻⁹</i>
<i>S3-1</i>	<i>Prova Lefranc</i>	<i>B2</i>	<i>-3,70/-4,30</i>	<i>Limo sabbioso</i>	<i>6,60*10⁻⁶</i>
<i>S3-2</i>	<i>Prova Lefranc</i>	<i>B2</i>	<i>-12,70/-13,70</i>	<i>Sabbia media</i>	<i>2,11*10⁻⁵</i>
<i>S3-3</i>	<i>Prova Lefranc</i>	<i>B2</i>	<i>-18,70/-19,20</i>	<i>Sabbia media</i>	<i>3,93*10⁻⁵</i>
<i>S3-R3</i>	<i>Analisi granul. Formula Hazen</i>	<i>B2</i>	<i>-18,70/-19,20</i>	<i>Sabbia fine limosa</i>	<i>3,60*10⁻⁵</i>
<i>S4-1</i>	<i>Prova Lefranc</i>	<i>B2</i>	<i>-6,00/-6,50</i>	<i>Sabbia deb. limosa</i>	<i>1,74*10⁻⁴</i>
<i>S4-R2</i>	<i>Analisi granul. Formula Hazen</i>	<i>B2</i>	<i>-6,00/-6,50</i>	<i>Sabbia fine deb. limosa</i>	<i>5,60*10⁻⁵</i>
<i>S4-2</i>	<i>Prova Lefranc</i>	<i>B2</i>	<i>-9,00/-9,50</i>	<i>Sabbia deb. limosa</i>	<i>1,02*10⁻⁴</i>
<i>S4-3</i>	<i>Prova Lefranc</i>	<i>B2</i>	<i>-12,00/-12,50</i>	<i>Sabbia deb. limosa</i>	<i>3,05*10⁻⁵</i>
<i>S4-R4</i>	<i>Analisi granul. Formula Hazen</i>	<i>B2</i>	<i>-12,00/-12,50</i>	<i>Sabbia fine deb. limosa</i>	<i>6,40*10⁻⁵</i>
<i>S4-4</i>	<i>Prova Lefranc</i>	<i>B2</i>	<i>-15,00/-15,50</i>	<i>Sabbia medio-grossa deb. limosa</i>	<i>4,90*10⁻⁵</i>
<i>S4-R6</i>	<i>Permeab. In cella triassiale flusso ascend.</i>	<i>B3</i>	<i>-22,60/-22,90</i>	<i>Limo e argilla</i>	<i>3,58*10⁻¹⁰</i>
<i>S5-1(A)</i>	<i>Prova Lefranc</i>	<i>B2</i>	<i>-15,50/-16,00</i>	<i>Sabbia. limosa</i>	<i>2,32*10⁻⁵</i>
<i>S5-2(B)</i>	<i>Prova Lefranc</i>	<i>B3</i>	<i>-21,50/-22,00</i>	<i>Limo arg. organico</i>	<i>7,97*10⁻⁷</i>
<i>SA - Parmageo</i>	<i>Prova Lefranc</i>	<i>B1</i>	<i>-0,80/-1,30</i>	<i>Limo argilloso</i>	<i>9,55*10⁻⁷</i>
<i>SC CR 2G</i>	<i>Analisi granul. Formula Hazen</i>	<i>B2</i>	<i>-8,40/-8,80</i>	<i>Sabbia medio-grossa</i>	<i>1,00*10⁻⁴</i>

Fig. 37: Quadro di raffronto dei risultati delle diverse tipologia di prove di permeabilità effettuate – evidenziate in giallo le prove relative allo strato sabbioso B2.

Come si può notare i valori più frequenti del coefficiente di permeabilità del sedimento costituente lo strato B2 sono dell'ordine di $1 \cdot 10^{-4}$ / $1 \cdot 10^{-5}$ m/s; in particolare i valori maggiori si registrano in corrispondenza dei sondaggi S2 ed S4 mentre i valori minori ($1 \cdot 10^{-5}$ ma anche $1 \cdot 10^{-6}$ m/s) in corrispondenza dei sondaggi S1 ed S3.

Di seguito si riporta una tabella di sintesi delle caratteristiche geotecniche e idrauliche utilizzate dal Professionista incaricato anche per la costruzione del modello di filtrazione lungo la sezione arginale di verifica. I valori utilizzati sono dedotti sia dalle prove Lefranc condotte nei fori di sondaggio, sia dalle permeabilità misurate in cella triassiale.

n. Strato	Descrizione	K (m/s)	n (-)
Strato A1 (1)	Sabbia limosa (argine)	$1,5 \cdot 10^{-6}$	0,6
Strato A2 (2)	Limo argilloso (argine)	$2,3 \cdot 10^{-8}$	0,8-0,7
Strato B1 (3)	Limo argilloso	$2,3 \cdot 10^{-8}$	0,8
Strato B2 (4)	Sabbia	$1,5 \cdot 10^{-4}$	0,6-0,7
Strato B3 (5)	Argilla limosa	$1,5 \cdot 10^{-9}$	0,8-0,9

Fig. 38: Tabella di sintesi delle caratteristiche idrauliche e geotecniche delle terre utilizzato nelle verifiche di filtrazione (tra parentesi il numero identificativo dello strato utilizzato nella relazione geotecnica).

12. Verifiche di stabilità globale

12.1 Codice di calcolo utilizzato

Per lo studio di stabilità globale, la valutazione dei fattori di sicurezza è stata condotta mediante un programma di calcolo, denominato "SSAP2010" (versione 4.9.9 anno 2019), redatto a cura del Dott. Borselli Docente di Geotecnica e Geologia Applicata Facoltà Di Ingegneria, Universidad Autonoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí., Mexico. Il programma è largamente utilizzato sia nella ricerca che in campo progettuale.

In particolare viene utilizzato il metodo dei conci per la ricerca del coefficiente di sicurezza alla stabilità globale F . Tale coefficiente è un indice della stabilità del pendio in oggetto ed è definito come il rapporto tra la somma delle forze (o dei momenti) risultanti che tendono a opporsi al movimento della massa, e la somma delle forze risultanti destabilizzanti che tendono a provocarlo, cioè:

$$F = \text{Forze Agenti} / \text{Forze resistenti}$$

Le forze agenti sono le componenti tangenziali del peso proprio della massa e degli eventuali sovraccarichi superficiali agenti sulla superficie di scivolamento, mentre le forze resistenti sono le resistenze al taglio mobilitate nei vari punti di detta superficie che dipendono dagli sforzi normali applicati e dalla resistenza al taglio locale del suolo, espressa in termini del criterio di rottura Mohr-Coulomb. Per procedere con il calcolo di F la massa potenzialmente instabile viene suddivisa in conci. Su ogni concio vengono valutate singolarmente le forze agenti e resistenti. L'insieme delle forze agenti sul concio singolo è presentato nella figura seguente.

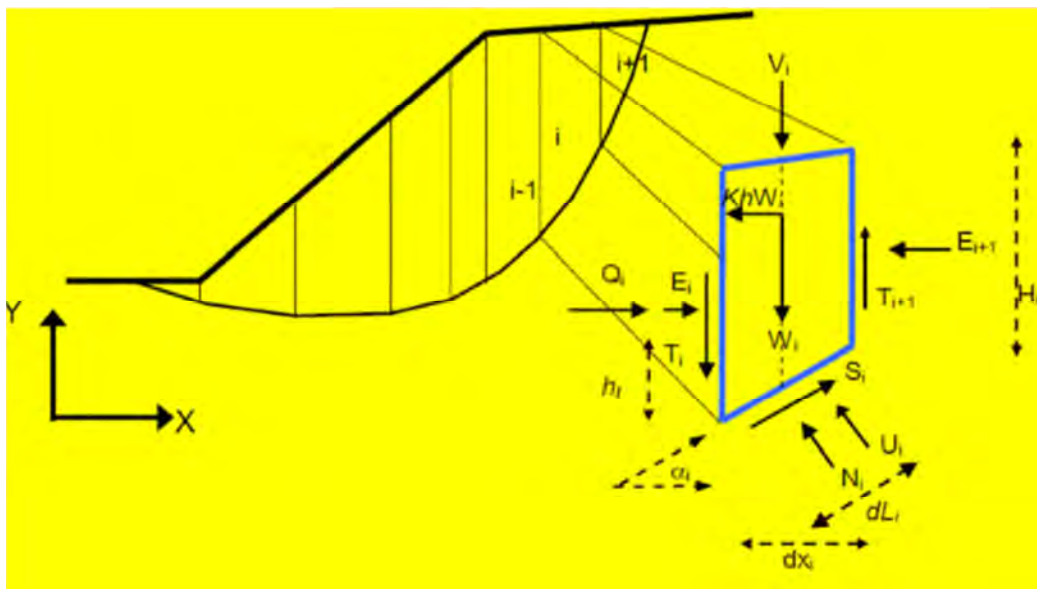


Fig. 39: Forze agenti sul singolo concio

dove:

i = indice numerico del concio

α_i = angolo di inclinazione della base del concio

d_l = lunghezza della base del concio

d_x = larghezza del concio

H = altezza verticale del concio

h_t = altezza punto di applicazione delle forze interconcio

c' = coesione del terreno sulla base del concio

ϕ' = angolo di attrito del terreno sulla base del concio

W = forza peso agente sulla base del concio

K_h = Coefficiente sismico orizzontale

U = pressione interstiziale alla base del concio

T = forza tangenziale verticale interconcio

E = forza orizzontale interconcio

Q = risultante delle forze orizzontali esterne ad ogni concio (es azioni sismiche, o opere di sostegno)

V = risultante delle forze verticali esterne ad ogni concio (es azioni sismiche o sovraccarichi verticali o opere di sostegno)

Le forze T ed E di interazione tra i conci adiacenti rimangono solitamente incognite. Nelle procedure di calcolo più rigorose esse non vengono trascurate, tuttavia vengono fatte alcune assunzioni per permettere ugualmente la risoluzione della equazione che definisce F . Le varie procedure di calcolo nell'ambito del metodo dell'equilibrio limite si diversificano proprio per il tipo di assunti per eliminare alcune incognite nella equazione che permette il calcolo di F . Tale equazione deve essere risolta sempre in modo iterativo, essendo espressa in forma implicita con l'incognita (F) in entrambi i membri, assumendo un valore di tentativo iniziale per F nel membro di destra e ripetendo i calcoli fino a convergenza quando la differenza tra i due F diventa minore di un certo valore assunto.

Quando tutti i parametri di interesse sono noti si passa al calcolo di F . L'algoritmo di calcolo può implementare uno dei diversi metodi esistenti nell'ambito dei modelli dell'equilibrio limite. Nel caso specifico è stato scelto di utilizzare il metodo rigoroso di MORGESTERN & PRICE (1965).

Valori di F minori od uguali ad 1 sono indicativi di condizioni di instabilità, mentre per valori maggiori di 1 le condizioni sono a favore della stabilità. Questo è il concetto di base di tutti i modelli per la verifica di stabilità che si rifanno al concetto dell'equilibrio limite.

F deve essere valutato entro un preciso riferimento spaziale. E' perciò necessario considerare una potenziale superficie di scorrimento nella massa del pendio e valutare tutte le forze agenti e resistenti su detta superficie. In pratica, essendo infinite le superfici di scivolamento possibili, F viene valutato per ognuna delle superfici di un campione rappresentativo, generate con un certo criterio.

In tal modo il fattore di sicurezza F del pendio sarà quello che compete alla superficie di scorrimento con F più basso. Tale superficie è detta anche superficie critica. Una superficie di scivolamento assunta divide in due parti distinte il pendio. Superiormente abbiamo una massa potenzialmente instabile supposta rigida e inferiormente una massa rigida stabile.

12.2 Analisi numeriche

L'analisi condotta è di tipo bi-dimensionale e consente di individuare le potenziali superfici di scorrimento che possono coinvolgere l'opera.

Seppur accessorie da un punto di vista tecnico, poiché relative ad una condizione stabile, il confronto tra le verifiche pre e post opera di seguito riportate saranno utili al fine di evidenziare il contributo offerto dall'inserimento del diaframma.

La verifica di stabilità globale del complesso suolo-opera ricadono nei campi di applicazione del § 6.8 "opere in materiali sciolti e fronti di scavo" secondo l'approccio 1 con combinazione 2: A2+M2+R2 (cfr. 6.8.2 D.M. 14.01.2018) in cui i coefficienti parziali per i parametri del terreno vengono applicati a tutti i suoli contemplati nel calcolo. Il coefficiente R2 assume il valore minimo di $\gamma_R=1.1$.

Considerata l'uniformità dell'assetto stratigrafico e dei parametri geotecnici sarà considerata un'unica sezione tipologica (Sez. 4 - CPTU 2) per le analisi di stabilità globale condotte con SSAP2020; i parametri di progetto assunti alla base delle elaborazioni numeriche condotte, sono quelli di seguito riportati nelle tabelle.

UNITÀ	PARAMETRI CARATTERISTICI			
	γ_n [Kn/m³]	Cu_k [KPa]	$c'd_k$ [KPa]	ϕ_k [°]
1	18.15	-	-	36
2	18.00	50	-	-
3	19.00	-	-	37
4	18.00	52	-	-
5	20.00	-	-	35

Fig. 40: Tabella Sezione CPTU 2 - Parametri caratteristici dei suoli

UNITÀ	PARAMETRI DI PROGETTO			
	γ_n [Kn/m³]	Cu_d [KPa]	$c'd_d$ [KPa]	ϕ_d [°]
1	18.15	-	-	30
2	18.00	35	-	-
3	19.00	-	-	31
4	18.00	37	-	-
5	20.00	-	-	29

Fig. 41: Tabella Sezione CPTU 2 - Parametri di progetto dei suoli (fattorizzati secondo l'approccio A2+M2+R2)

Si evidenzia che la sezione di progetto, oltre a prevedere l'inserimento del diaframma plastico, è completata dal parziale riporto del materiale di risulta dello scavo del diaframma sistemato lungo la scarpata del petto sul ciglio golenale.

I parametri geotecnici di resistenza al taglio (in condizioni drenate) del conglomerato cementizio plastico autoindurente sono stati ricavati da prove triassiali CD condotte su miscele acqua cemento-bentonite con composizione 5-0 (5 parti di cemento, 1 parte di bentonite) nell'ambito degli studi effettuati per la compilazione della Tesi di Laura dal titolo *“Comportamento idraulico delle miscele cemento bentonite”* – Politecnico di Torino – Corso di laurea magistrale in Ingegneria Civile – Simone Tarzia – Aprile 2019.

I parametri geotecnici di resistenza al taglio (in condizioni non drenate) del conglomerato cementizio plastico autoindurente sono invece ricavati da alcune prove di compressione ad espansione laterale libera effettuate su campioni a 28 giorni di maturazione prelevati nell'ambito dell'intervento di classifica RO-E-1424 *“Lavori di costruzione del diaframma in sinistra del fiume PO in corrispondenza di Borgo S. Maura nel comune di Polesella (Ro).”*

In particolare i parametri geotecnici di progetto ricavati dalle prove sperimentali compiute nell'ambito dello studio suddetto sono riportati di seguito:

UNITÀ	PARAMETRI DI PROGETTO			
	γ_n (umida) [Kn/m ³]	c_u [KPa]	c'_d [KPa]	ϕ_d [°]
Miscela CB-5-0	12.00	300	5	46

Fig. 42: Tabella dei parametri di progetto della miscela cemento-bentonite (Codice CB-5-0) a 28 giorni di maturazione

Al terreno di riporto sono stati attribuiti i seguenti parametri minimi di resistenza di progetto:

UNITÀ	γ_n (umida) [Kn/m ³]	PARAMETRI DI PROGETTO		
		c_u [KPa]	c'_d [KPa]	ϕ_d [°]
riporto	18.00	-	1	28

Si tenga presente che tutte le quote topografiche sono state inserite in SSAP aumentate del valore 20 onde poter ottenere tutti valori di ordinata positivi all'interno del modello.

12.2.1 Analisi pre-intervento

Sulla scorta dei parametri di resistenza al taglio disponibili è stata condotta la verifica di stabilità globale della scarpata arginale a fiume nello stato attuale (pre-intervento), in condizioni di falda avente quota superiore alle condizioni ordinarie (0,80 m s.l.m.m.).

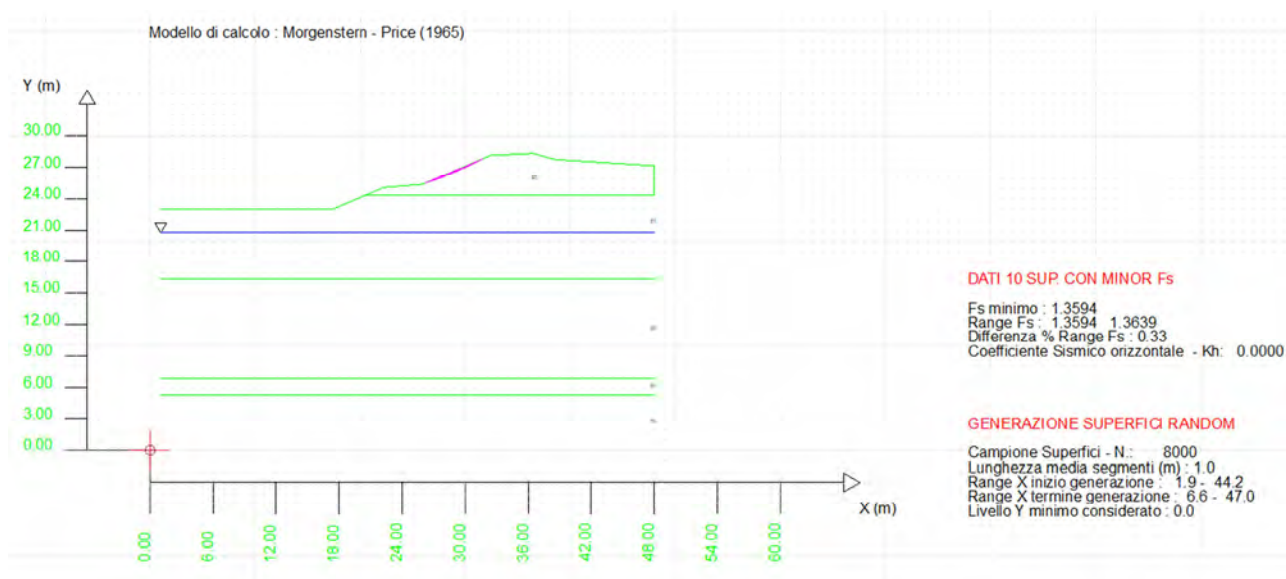


Fig. 43: Verifica di stabilità globale– Sezione 4 (CPTU 2) – in evidenza il gruppo delle 10 superfici con Fs minore (fascia critica) – Fs min = 1,36

L'esame dei risultati della verifica condotta nelle condizioni attuali non evidenzia potenziali instabilità; le superfici con il minimo valore del fattore di sicurezza ($F_s=1,36$), ampiamente stabili, sono di tipo corticale

12.2.2 Analisi post-intervento

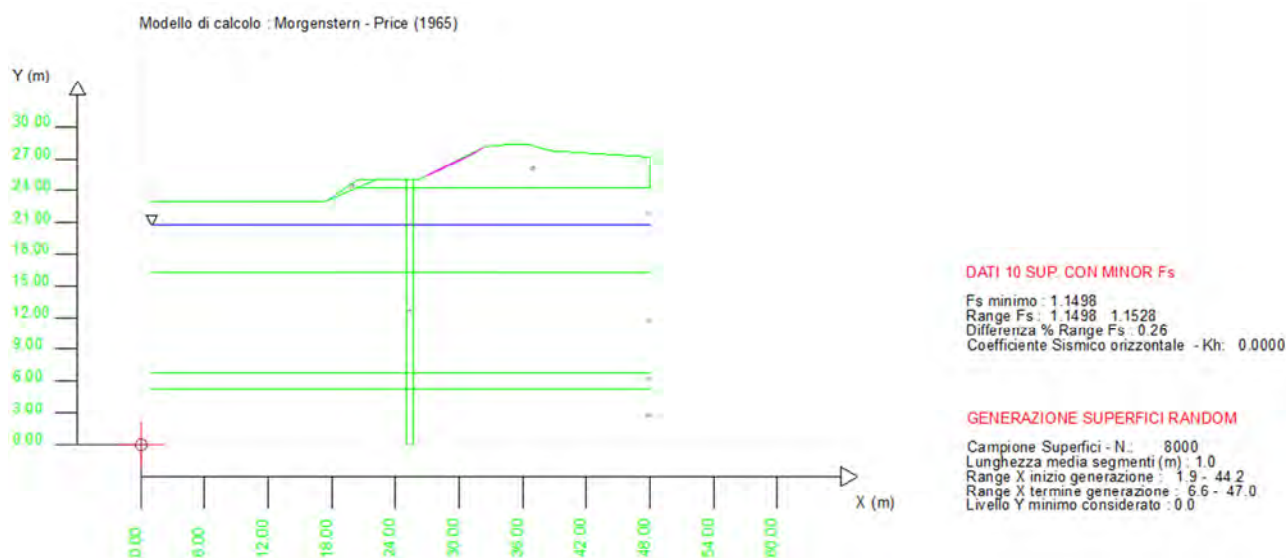


Fig. 44: Verifica di stabilità globale – Sezione 4 (CPTU 2) – in evidenza il gruppo delle 10 superfici con Fs minore (fascia critica) – Fs min = 1,15

In generale la realizzazione del diaframma plastico, caratterizzato da più elevati valori di resistenza al taglio rispetto ai terreni presenti in loco, non può che incidere positivamente sulla stabilità del

sistema “argine-terre di fondazione” rispetto a tutte le ipotetiche superfici di scivolamento profonde interessanti il paramento arginale lato fiume.

L’analisi di stabilità globale lato fiume, ad intervento realizzato, è stata effettuata in condizioni di falda ordinaria, quindi, in questo caso, in condizioni più severe di quelle associate all’evento con TR 200 anni che determinerebbe la presenza della spinta idrostatica sul paramento lato fiume con incremento del fattore di stabilità globale.

Le superfici critiche (10) con minor valore di F_s sono tutte corticali e stabili (F_s minimo = 1,15); come si osserva dalle immagini infatti la superficie di rottura con il minimo fattore di sicurezza non interseca il diaframma stesso rimanendo confinata a tergo dell’opera e non essendo di fatto interessata dalla presenza dello stesso.

La riduzione del fattore sicurezza minimo tra la situazione pre e post intervento è dovuta al leggero incremento di pendenza assegnato alla scarpata arginale in fase di sistemazione definitiva, con valore di F comunque superiore al valore minimo previsto da normativa.

Si precisa che in considerazione dell’interposizione della geomembrana in HDPE ruvido all’interno del pacchetto di impermeabilizzazione ivi previsto da progetto tali superfici corticali saranno oggetto di ulteriore verifica di stabilità allo scivolamento (Paragrafo 13).

La realizzazione del pacchetto di impermeabilizzazione da realizzare in continuità, a partire dalla testa del diaframma sino alla quota di Massima Piena con TR 200 anni, esclude la possibilità di saturazione della parte superiore del corpo arginale a tergo del diaframma (strato di riporto A1 limoso-sabbioso) caratterizzato, tra l’altro da una rapida dissipazione delle pressioni interstiziali in fase di recessione della piena.

Per tali motivi è stata omessa la verifica di stabilità globale in condizioni di recessione della piena. I Report di calcolo sono allegati alla presente relazione.

12.2.3 Analisi post-intervento in condizioni sismiche

I parametri per la valutazione dell’azione sismica in ambito locale, in funzione del singolo intervento sul territorio, sono ricavati, in ogni caso, dalle procedure dettate dalla normativa statale vigente ed, in particolare, dal D.M. 17/01/2018 “Norme tecniche per le costruzioni” e dalla Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti 21/01/2019 n. 7 “Istruzioni per l’applicazione dell’ “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Trattandosi in questo caso di un argine fluviale, si è considerata una classe d’uso IV e si è fatto riferimento alle grandi opere. Ne consegue un coeff. d’uso $C_u = 2.0$, con vita nominale $V_n = 100$ anni e un tempo di ritorno T_r di 1898 anni per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

L'analisi di stabilità in condizioni sismiche è stata eseguita mediante metodo pseudo statico nel quale l'azione sismica è rappresentata come un'azione statica equivalente proporzionale al peso del volume di terreno instabile o potenzialmente instabile. Nelle verifiche a stato limite ultimo SLV le componenti verticali ed orizzontali di tale forza sono definite come:

$$F_h = k_h * W$$

$$F_v = K_v * W$$

in cui W è il peso del volume di terreno instabile, mentre i coefficienti sismici orizzontale e verticale sono definiti come:

$$K_h = \beta_s a_{max} / g$$

$$K_v = \frac{1}{2} K_h$$

dove:

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito su suolo rigido;

g = accelerazione di gravità.

Il valore di β_s (coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito) è assunto da normativa paria a:

$\beta_s = 0.38$ nelle verifiche dello stato limite ultimo (SLV).

L'accelerazione orizzontale massima attesa al sito è definita, in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, come:

$$a_{max} = S_s S_T a_g$$

dove:

S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica;

S_T = coefficiente di amplificazione topografica;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa sul sito di riferimento rigido.

I parametri sismici a cui fare riferimento per il sito in esame sono stati determinati, utilizzando il foglio elettronico "Spettri NTC ver. 1.0.3" del quale si riporta tabella riassuntiva.

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	120	0,041	2,548	0,306
SLD	201	0,048	2,604	0,330
SLV	1898	0,081	2,887	0,406
SLC	2475	0,086	2,911	0,419

Figura 45 – Valori dei parametri a_g (acc.le massima di riferimento su suolo rigido), F_o , T_c per diversi periodi di ritorno – Vita di riferimento per l'azione sismica pari a 200 anni.

I coefficienti S_S ed S_T , sulla base dei parametri indipendenti sito-specifici dello spettro elastico e sulla base delle rispettive categorie di sottosuolo e topografiche, sono definiti dalla normativa alle tabelle 3.2.IV e 3.2.V riportate in seguito.

Per la caratterizzazione sismica del sito, è stata effettuata un'indagine SCTPU 04, dalla quale risulta un suolo tipo D con un valore di $V_{s30} = 162$ m/s.

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

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

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

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

Nel caso in esame risulta: $S_S = 2,05$ (1,80) e $S_T = 1,0$.

Per quanto sopra l'accelerazione massima attesa al sito risulta, per lo **SLV**, pari a:

$$a_{max} = SS \times ST \times a_g = 1,80 \times 1,0 \times 0,081 = 0,146 \text{ g}$$

A questo punto è possibile ricavare i valori dei coefficienti sismici orizzontale e verticale per lo stato limite in esame:

$$K_h = \beta_s \cdot a_{max} / g = 0,38 \cdot 0,146 = \mathbf{0,055}$$

$$K_v = \frac{1}{2} K_h = 0,5 \cdot 0,055 = \mathbf{0,028}$$

Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni impiegando lo stesso approccio di cui al § 6.8.2 delle NTC 2018 per le opere di materiali sciolti e fronti di scavo, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$

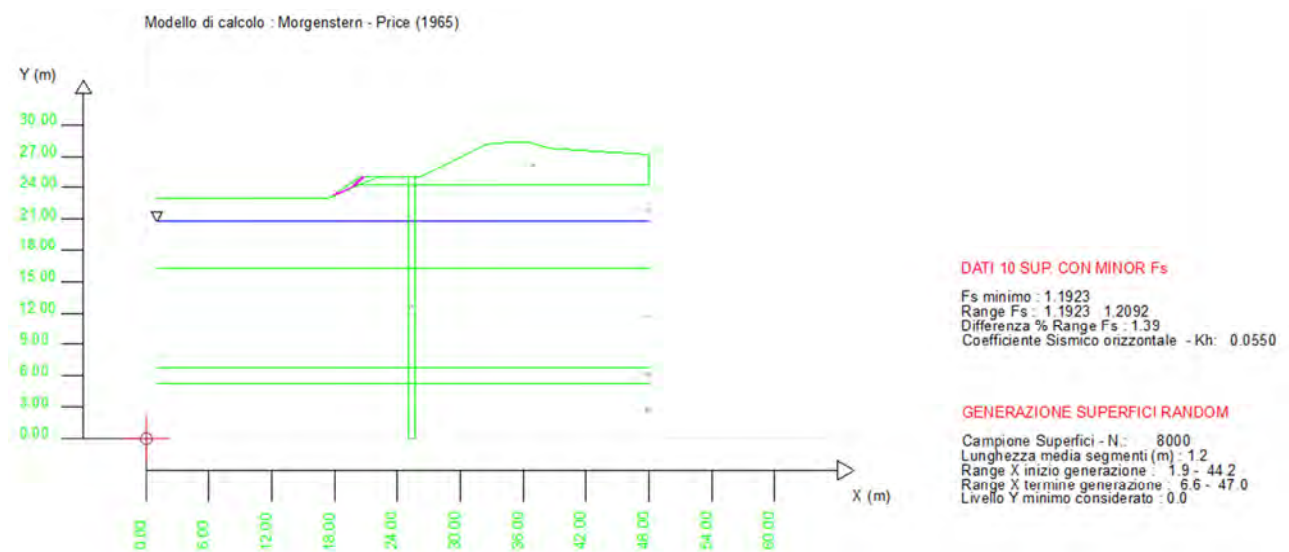


Fig. 46: Verifica di stabilità globale in condizioni sismiche – Sezione 4 (CPTU 2) – in evidenza il gruppo delle 10 superfici con F_s minore (fascia critica) – K_v assunto positivo - Range F_s min = 1,19-1,21

Le superfici critiche (10) con minor valore di F (in condizioni sismiche) non interessano il diaframma, sono piuttosto superficiali e coinvolgono la scarpata del petto sul piano golenale costituita dal riporto di materiale terroso proveniente dallo scavo del diaframma; il range dei valori minimi del F_s (con K_v positivo) rispettano sostanzialmente il valore minimo previsto di normativa.

Le medesime verifiche effettuate assumendo K_v negativo portano a valori di F_s superiori ($F_s = 1,22$).

Va considerato inoltre come le verifiche siano state condotte per un'azione sismica con tempo di ritorno molto lungo ($T_r = 1898$ anni).

13. Analisi di stabilità del sistema di impermeabilizzazione su scarpata arginale

In questo paragrafo analizzeremo la stabilità del pacchetto di impermeabilizzazione della scarpata arginale come evidenziato nella figura sottostante, così costituito:

- Geomembrana in HDPE ruvido/ruvido (ad alta aderenza) – spessore 2 mm – posato su superficie in terra, regolarizzata, di inclinazione pari a 26°;
- Geogriglia di rinforzo tessuta in PET;
- Terreno di copertura di spessore (s) =30 cm.

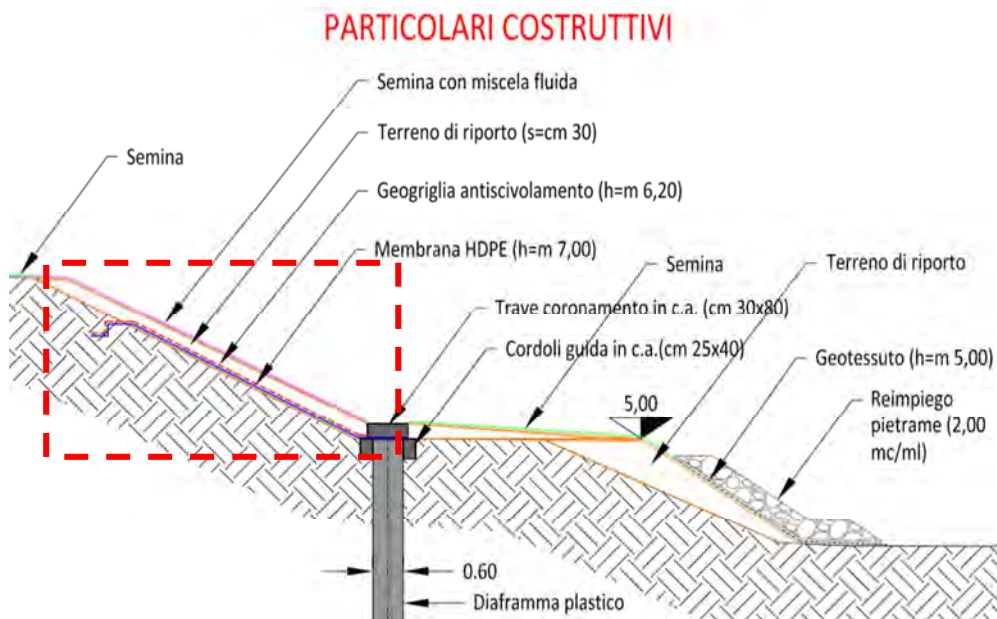


Fig. 45: Evidenziato nel riquadro in figura il posizionamento del pacchetto impermeabilizzante

Considerato il rapporto tra lo spessore del pacchetto di copertura ($S=30$ cm) e la lunghezza della scarpata interessata dall'intervento (circa 4,50 m) è stata utilizzata, per tali verifiche di stabilità, la teoria del pendio indefinito.

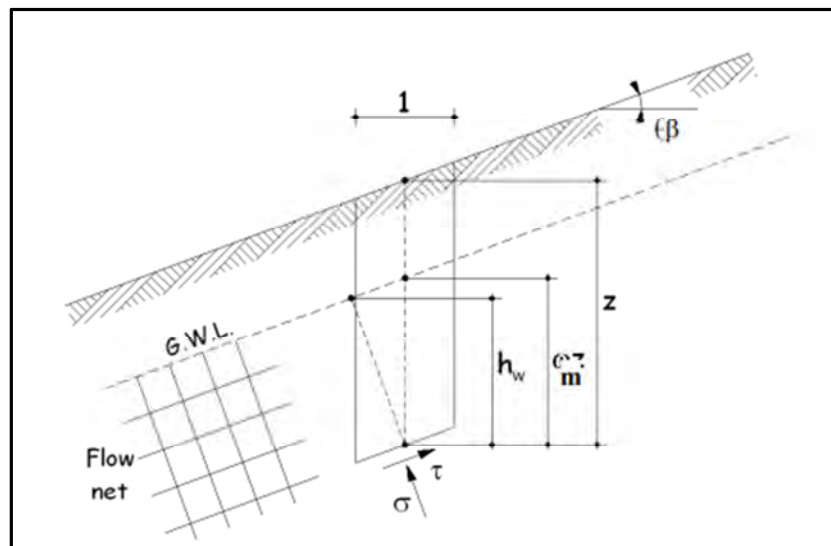


Fig. 46: Schema di pendio indefinito con filtrazione parallela al pendio

In tal caso, nell' ipotesi di $C'=0$, come nel caso di specie, risulta che:

$$FS = \frac{[(1-m) \cdot \gamma + m \cdot \gamma']}{[(1-m) \cdot \gamma + m \cdot \gamma_{sat}]} \cdot \frac{\tan \phi'}{\tan \beta}$$

in cui per semplicità è stato assunto $\gamma = \gamma_{sat}$.

La combinazione di calcolo impiegata, poiché il sistema si può classificare come un'opera in materiale sciolto, sarà A2+M2+R2 delle NTC2018. Pertanto dai valori caratteristici delle resistenze si passa ai valori di progetto con i coefficienti M2; il Fattore di sicurezza (FS) richiesto dovrà essere almeno pari a 1.10 (R2).

Nelle verifiche sono state svolte le seguenti assunzioni (sezione tipo):

- angolo di inclinazione della scarpata arginale $\beta=26^\circ$;
- lunghezza inclinata della scarpata: 4,5 m;
- angolo di attrito del terreno di copertura $\phi_k = 26,60^\circ$;
- angolo di attrito minore del pacchetto (tra geotessile/geomembrana HDPE ruvida) pari a $\phi_k = 21^\circ$
- spessore della falda (temporanea) causata da evento di pioggia, pari a 0,10 m;
- coesione $C= 0$ KPa;
- peso di volume $\gamma = 18$ KN/m³;
- spessore del terreno di copertura (s): 30 cm;
- spessore dell'acqua di infiltrazione: assunta cautelativamente pari ad 1/3 dello spessore della copertura.

L'interfaccia più debole del "pacchetto" di copertura è quella che influenza la stabilità del pendio.

Nel caso in esame l'interfaccia meno resistente, ossia quella che possiede il minore angolo d'attrito, è quella tra la geogriglia tessuta e la geomembrana ($\phi_k = 21^\circ$).

Tale valore è stato ricavato dalla normativa UNE 104425-11/2001 "Sistemas de impermeabilización de vertederos de residuos con lamina de polietileno de alta densidad", di cui segue tabella:

<p align="center">Tabla 2 Coefficientes aproximados de rozamiento entre materiales</p>									
ϕ^*	Arcilla	Arena	Grava	Geotextil Agujado	Geotextil Termosoldado	PEAD Rugoso	PEAD Liso	Geocom-puesto impermeabilizante	Residuos
Arcilla	18								
Arena	22	26							
Grava	24	30	35						
Geotextil Agujado	28	28	27	20					
Geotextil Termosoldado	23	21	21	20	17				
PEAD Rugoso	21	24	35	27	21	30			
PEAD Liso	15	18	18	9	8	24	15		
Geocompuesto Impermeabilizante	30	30	28	22	20	30	16	25	
Residuos	30	30	32	25	19	30	12	25	35

Fig. 47: Sistemi impermeabilizzanti utilizzati nelle discariche di rifiuti con utilizzo di fogli di polietilene ad alta densità

Per la sezione tipo esaminata si esegue il calcolo della stabilità a traslazione del terreno di copertura-geogriglia tessuta posti al di sopra della geomembrana in HDPE ruvida.

Sezione Tipo				
Inclinazione scarpata arginale β [°]	Lunghezza inclinata scarpata [m]	Altezza scarpata [m]	Tult Geogriglia [KN/m]	Fs statico
26,60	4,50	2,00	30	1,60

Di seguito si riporta il risultato del foglio di calcolo utilizzato:

Foglio di calcolo del Fattore di sicurezza del pendio e della Forza di ancoraggio fornita dal geosintetico di rinforzo (geogriglia) Calcolo del Fs secondo la teoria del pendio INDEFINITO (per rapporto lungh. scarpata/spessore sciv. ≥ 10) - $c' = 0$ - $\gamma = \gamma_{sat}$													
				angolo angolo in gradi * radianti									
peso sp. acqua	gw	KN/mc	10,00		mz (altezza a falda hw (carico idraulico 2:1 (orizz/v vert))	0,11							
spessore acqua infiltrazione (AB)	Tw	m	0,10			0,09	m = z' / z	0,33					
inclinazione scarpata arginale	β	°	26,57	0,46			Lungh. scar	10,06					
prodotto coeff. Parziali	(M2)		1,25										
angolo di resist. taglio caratt. Terreno copertura	Φ caratt. (gradi dec.)	°	26,60	0,46	terre limoso- sabbiose								
angolo di resistenza al taglio mobilitato	Φ mob.(gradi dec.)	°	21,83	0,38									
attrito minore del pacchetto copertura	δ_k	°	21,00	0,37	21° angolo attrito interfaccia tra geomembrana ruvida in HDPE e geogriglia tessuta (valore minimo)								
attrito mobilitato del pacchetto copertura	$\delta_{mob.}$	°	17,07	0,30									
spessore terreno copertura (Z)	Tc	m	0,30		z (prof. sup. scorr.)	0,34							
peso spec. terreno copertura	γ_c	KN/mc	18,00		γ'	8,00							
altezza pendio	H	m	4,50										
a favore della sicurezza non si considera la coesione del terreno di copertura													
			FS statico senza rinforzo	0,50					RFcr	1,40	fenomeno di lenta deformaz. sotto carico costante; le		
			Td	Fa statica di trazione richiesta alla geogriglia per Fs pendio = 1,1		16,29			RFid	1,10	danneggiamento in fase installazione		
									RFcd	1,15	fattori chimici e biologici		
			Trazione nominale teorica statica (Tult) richiesta al geosintetico necessarie a contrastare lo scivolamento della copertura a lungo termine (cond.			28,85	KN/m		RFtot	1,77			
			necessita quindi geogriglia con classe Tult statica maggiore KN/m			30,00	KN/m		FS statico con aggiunta di Fa (Td)	1,10	FS statico con geogriglia (Tult)	1,60	

Che evidenzia l'instabilità della scarpata senza l'utilizzo della geogriglia ($F_s = 0,50$) che diventa stabile con l'utilizzo della geogriglia.

Per quanto riguarda i fattori di riduzione della resistenza a trazione della geogriglia

Per quanto riguarda i fattori di riduzione della resistenza a trazione della geogriglia si sono considerati i seguenti fattori:

RF creep	RF danneggiamento	RF durabilità	RF tot
1,40	1,10	1,15	1,77

Per ottenere la resistenza a lungo termine della geogriglia (Tult) si è utilizzata la seguente relazione (da FHWA NHI 10-024/025):

$$T_{LIDS} = T_d = \frac{T_{ult}}{RF_{creep} RF_d RF_{id}}$$

14. Dimensionamento della trincea di ancoraggio della geomembrana

I materiali geosintetici facenti parte del pacchetto di copertura devono essere ancorati a monte della scarpata arginale tramite apposita trincea.

La combinazione delle azioni e delle resistenze allo SLU prese a riferimento è quella relativa ai “Tiranti di ancoraggio” delle NTC 2018; in particolare A1-M1-R3 dove A1= 1,3 – M1= 1,0 ed R3=1,2 (coeff. parziale per la resistenza degli ancoraggi permanenti).

L’azione da contrastare è la forza richiesta al geosintetico nelle condizioni più gravose (T).

Nel caso in esame è stata effettuata la verifica per il corretto dimensionamento della stessa secondo lo schema di ancoraggio rettangolare a L con due tratti orizzontali ed un tratto verticale.

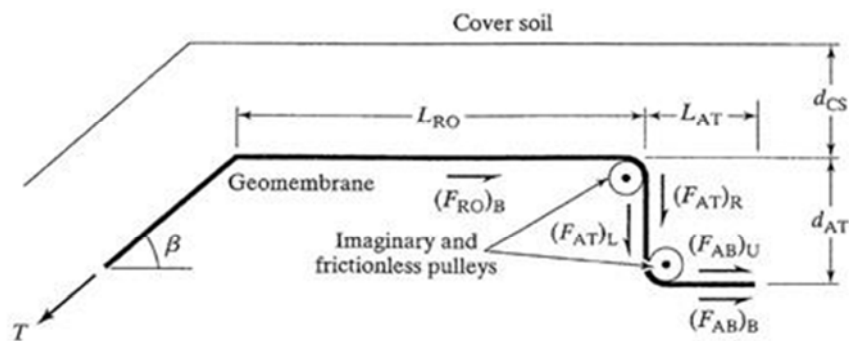


Fig. 48: Trincea di ancoraggio rettangolare a L

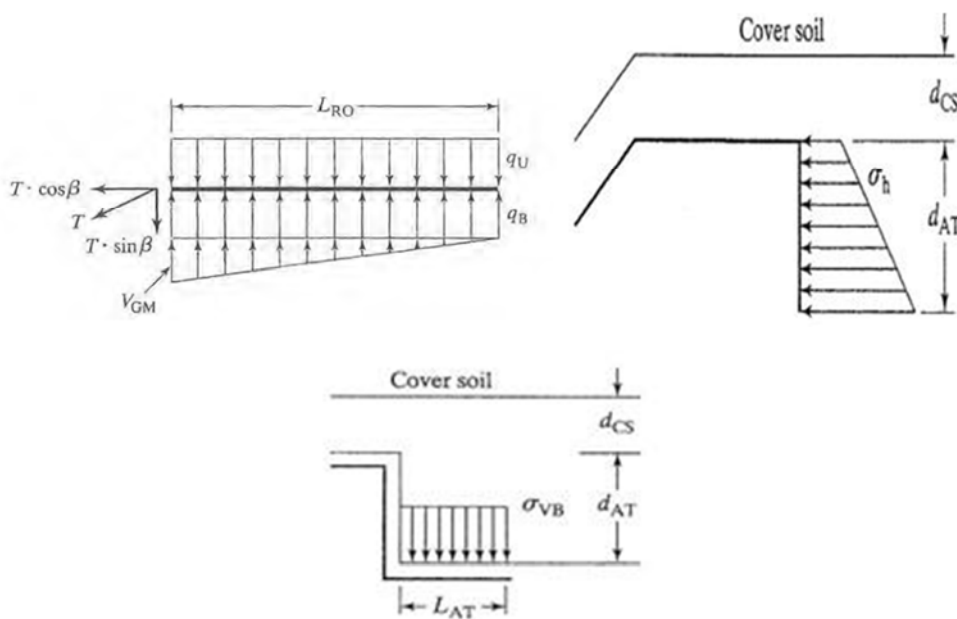


Fig. 49: Schema delle forze in caso di trincea rettangolare

Dove:

$$F_{ROB} = (q_U + 0,5 V_{GM}) L_{RO} \tan \delta_C$$

dove

$$V_{GM} = \frac{2 T \sin \beta}{L_{RO}}$$

$$F_{ATR} = \sigma h_{ave} d_{AT} \tan \delta_F$$

$$F_{ATL} = \sigma h_{ave} d_{AT} \tan \delta_C$$

dove:

$$\sigma h_{ave} = k_0 * \sigma v_{ave}$$

$$\sigma v_{ave} = \gamma_s (d_{cs} + d_{AT})$$

$$F_{ABB} = \sigma v B L_{AT} \tan \delta_C$$

$$F_{ABU} = \sigma v B L_{AT} \tan \delta_F$$

La simbologia utilizzata nella trattazione viene così definita:

T = forza di trazione che la geomembrana può sopportare per unità di larghezza;

F_{ROB} = forza d'attrito al di sotto della geomembrana;

F_{ATL} = forza d'attrito tra il lato sinistro della geomembrana e quello della trincea di ancoraggio;

F_{ATR} = forza d'attrito tra il lato destro della geomembrana e quello della trincea di ancoraggio;

F_{ABB} = forza d'attrito tra la geomembrana e il terreno sottostante la trincea di ancoraggio;

F_{ABU} = forza d'attrito tra la geomembrana e il terreno sottostante la trincea di ancoraggio;

σh_{ave} = tensione orizzontale media nella trincea di ancoraggio;

σv_{ave} = tensione verticale media nella trincea di ancoraggio;

k_0 = coefficiente di spinta a riposo;

L_{RO} = lunghezza di ancoraggio;

δ_C = angolo d'attrito tra terreno sottostante e geomembrana;

δ_F = angolo d'attrito tra terreno di riempimento e geomembrana;

ϕ = angolo di attrito del terreno di riempimento della trincea;

γ_s = peso di volume del terreno di copertura;

d_{cs} = profondità del terreno di copertura;

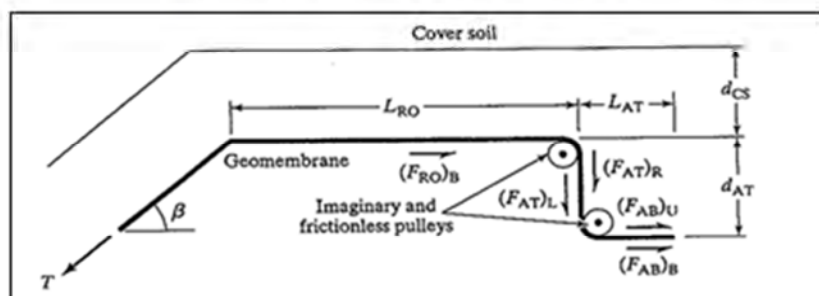
d_{AT} = profondità della trincea di ancoraggio;

β = angolo di inclinazione del pendio, misurato rispetto all'orizzontale.

La forza di attrito all'interfaccia tra geomembrana e terreno di copertura è trascurata.

Lo schema i calcolo è di seguito riportato:

PROGETTAZIONE TRINCEA DI ANCORAGGIO

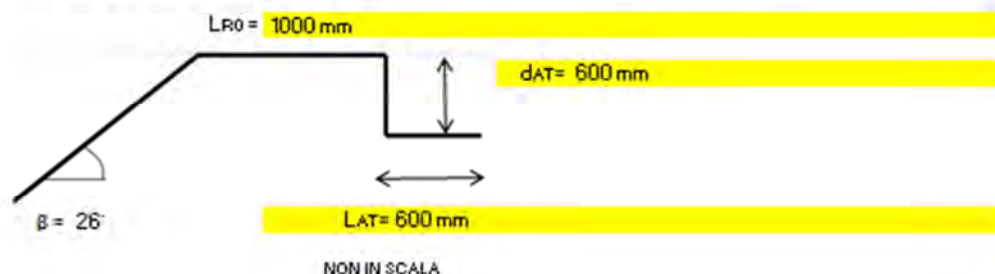


Ref. Geotechnical Aspects of landfill design and construction - X. Qian, R.M. Koerner, D. H. Gray - par. 4.7.2

INFORMAZIONI DI PROGETTO			
SIMBOLO	VALORE	UNITA'	DESCRIZIONE
β	26,00		angolo di inclinazione scarpata
d_{CS}	0,60	m	spessore terreno di copertura
γ_{soil}	18,00	kN/m ³	peso specifico del terreno di copertura
d_{AT}	0,60	m	profondità della trincea
L_{RO}	1,00	m	tratto orizzontale di geosintetico fuori dalla trincea (non inferiore a 0,5 m)
L_{AT}	0,60	m	tratto orizzontale di geosintetico dentro la trincea
$\phi_{soil d}$	28,00		angolo di attrito terreno di riempimento della trincea di progetto
ϕ_{cd}	24,00		angolo di attrito tra geosintetico e terreno sottostante di progetto
ϕ_{fa}	21,00		angolo di attrito tra geosintetico e terreno copertura (geogriglia) di progetto
T_{uts}	30,00	kN/m	Resistenza ultima a trazione a breve termine del geosintetico (scheda tecnica)
RF	1,77		Fattori di riduzione sulla resistenza ($RF = RF_{cr} \cdot RF_{id} \cdot RF_{env}$)
T	16,94	kN/m	Resistenza a trazione a lungo termine (FORZA AGENTE)
T_d	22,02	kN/m	Resistenza a trazione di progetto a lungo termine (FORZA AGENTE)

RISULTATI FORZA RESISTENTE			
SIMBOLO	VALORE	UNITA'	DESCRIZIONE
$(F_{RO})_B$	9,11	kN/m	contributo dovuto all' attrito terreno/geosintetico fuori dalla trincea in direzione orizzontale (trascurata forza attrito geomembrana e terreno di copertura)
$(F_{AT})_R$	1,98	kN/m	contributo dovuto all' attrito tra geosintetici e la parete verticale destra della trincea di ancoraggio
$(F_{AT})_L$	2,30	kN/m	contributo dovuto all' attrito tra geosintetici e la parete verticale sinistra della trincea di ancoraggio
$(F_{AB})_B$	5,77	kN/m	contributo dovuto all' attrito tra la faccia inferiore dei geosintetici e il terreno sottostante sul fondo della trincea
$(F_{AB})_U$	4,97	kN/m	contributo dovuto all' attrito tra la faccia superiore dei geosintetici e il terreno sovrastante sul fondo della trincea
T_{MAX}	26,84	kN/m	resistenza a trazione del geosintetico sviluppata dalla trincea di ancoraggio

FoS	1,22	> 1,2 (R3)
------------	-------------	----------------------



Dall'analisi effettuata risulta che:

- lo spessore minimo della copertura d_{CS} è pari a 0,60 m;
- la lunghezza del tratto di ancoraggio orizzontale complessivo ($L_{RO}+L_{AT}$) è pari a 1,60 m;
- la profondità della trincea (d_{AT}) e quindi la lunghezza del tratto verticale di ancoraggio è pari a 0,60 m.

Complessivamente la lunghezza di ancoraggio della geomembrana è pari a 2,20 m.

15. Conclusioni

Il tratto dell'argine sinistro del Po di Venezia ubicato immediatamente a monte l'abitato di Cavanella Po nel Comune di Adria (RO), durante le piene del fiume è oggetto di particolare attenzione da parte del personale dell'A.I.PO preposto alle attività di sorveglianza a causa dell'elevata esposizione ai fenomeni di filtrazione arginali e sub-arginali e conseguenti dissesti interessanti sia il terrapieno che l'antistante area a campagna, il tutto accompagnato dall'attivazione di fontanazzi particolarmente pericolosi.

In particolare tali problematiche interessano direttamente una fascia di circa 120-140 m di larghezza, a ridosso all'argine sinistro del Po di Venezia da stante 520 a 524, comprese le abitazioni, la viabilità locale, la rete fognaria; il peggioramento della criticità evidenziato nel susseguirsi delle recenti piene comporta sempre maggiori interventi di messa in sicurezza e ripristino dei danni causati all'arginatura con notevole incremento dei relativi costi.

Il presente Progetto intende porre rimedio alle suddette criticità tramite la realizzazione di un diaframma costituito da una miscela autoindurente acqua-cemento-bentonite che con la maturazione assumerà carattere plastico e consistenza (resistenza a compressione con espansione laterale libera), almeno superiore ai 0,5 Kg/cm², con coefficiente di permeabilità atteso di $1 \cdot 10^{-9}$ m/s.

Il diaframma dovrà essere approfondito sino a raggiungere una quota idonea a ridurre i fenomeni di filtrazione del sistema argine-terre di fondazione, qui alimentati dal fiume, a valori non critici.

Le indagini effettuate hanno permesso di evidenziare come il terrapieno arginale sia costituito nella sua parte più elevata e lungo il profilo più esterno della sagoma arginale (sia a fiume che a campagna) da litologie del tipo "sabbie e dei limi sabbiosi" (A1) la cui origine è da attribuire agli interventi di rialzo e ringrosso arginale effettuati nel secolo scorso con materiale proveniente da cave in loco o di dragaggio dall'alveo del fiume.

Tale materiale di riporto rende questi settori dell'arginatura permeabili ai fenomeni di filtrazione per gli eventi di piena con quote idrometriche superiori a circa 4 m sul l.m.m., che così interessano la parte più alta della scarpata arginale a fiume.

Altro principale elemento di criticità sotto il profilo idrogeologico è rappresentato dalle terre in posto costituenti il banco di sabbie da limose a debolmente limose (acquifero corrispondente allo strato B2) posto nei terreni di fondazione arginale.

L'acquifero responsabile delle criticità idrauliche presenta valori del coefficiente di permeabilità variabili da massimi dell'ordine di $1 \cdot 10^{-4}$ m/s in corrispondenza dei sondaggi S2 ed S4 a valori minimi dell'ordine di $1 \cdot 10^{-5}$ / $1 \cdot 10^{-6}$ m/s in corrispondenza dei sondaggi S1 ed S3.

Il banco sabbioso (B2), di notevole estensione e spessore, costituisce via preferenziale di filtrazione delle acque di falda alimentate dall'adiacente fiume Po di Venezia sia in condizioni idrometriche ordinarie che durante gli eventi di piena; il fiume rappresenta quindi un limite a potenziale imposto che condiziona l'acquifero in ogni situazione idrometrica.

Le quote piezometriche misurate hanno permesso di determinare valori superiori al p.c. stesso, anche in condizioni di magra; questa circostanza permette di attribuire carattere artesiano all'acquifero studiato.

Questa situazione idrogeologica è naturalmente favorita dalle condizioni topografiche dell'area deltizia, caratterizzata da quote poste al di sotto del l.m.m..

Al di sotto dell'acquifero sabbioso, a partire da quota – 19,7/-21,7 m s.l.m.m. è presente un livello poco permeabile argilloso-limoso, localmente sabbioso (strato B3), continuo ma di spessore variabile da un minimo di 1,20/1,60 m ad un massimo di 6,5 m; in tale strato si prevede di "incastrare" il diaframma plastico in progetto.

La profondità del diaframma è pertanto quantificata in m 29 a partire dalla sommità del petto arginale a fiume (quota 5,00 m s.l.m.m.) per giungere in definitiva a quota – 24 m s.l.m.m..

L'opera in progetto permetterà una lunghezza d'incastro variabile del diaframma stesso nello strato profondo poco permeabile (B2), questo a maggior garanzia dell'efficacia dell'intervento volta a minimizzare i carichi idraulici, quindi i gradienti idraulici, lungo l'interfaccia tra gli strati B1/B2 che si sviluppa a poca profondità sia alla base dell'arginatura che a campagna.

A conferma della bontà progettuale sono state effettuate le opportune verifiche di filtrazione con modello numerico agli elementi finiti per sezioni 2D (vedi Relazione Geotecnica allegata al progetto) in condizioni di moto transitorio simulando l'evento di piena occorso nell'anno 2000 normalizzato al valore della Massima Piena di Progetto stabilita dall'ADBPO (quota pari a 6,95 m s.l.m.m.).

Le verifiche hanno confermato l'abbattimento dei gradienti idraulici sia all'interno del corpo arginale che nelle terre di fondazione a valori inferiori al valore critico, di garanzia nei confronti del pericolo di sifonamento.

L'estesa del diaframma, stabilita in questo primo stralcio pari a 500 m, è di fatto condizionata dalle risorse economiche al momento disponibili; certamente la realizzazione di questo primo tratto di diaframma andrà a coprire la situazione più critica sotto il profilo idrogeologico, in particolare la zona in cui lo strato sabbioso B2 presenta i valori più elevati del coefficiente di permeabilità.

Il secondo stralcio dovrà prevedere il prolungamento del diaframma prioritariamente verso monte.

Data la limitata estesa del diaframma (500 m) e l'assetto litostratigrafico che non permette immorsature laterali, le aree marginali ad diaframma potranno risentire parzialmente del beneficio idraulico conseguente alla realizzazione dell'opera per possibili fenomeni di aggiramento laterale da parte del flusso di filtrazione; comunque, come già detto, in tali settori i valori del coefficiente di permeabilità delle sabbie dello strato B2 sono inferiori (sino a 100 volte) rispetto alle zone centrali del fronte d'intervento.

E' comunque messa al riparo dai dissesti registrati nella zona centrale al diaframma a livello del piano campagna: la realizzazione dell'opera, allungando i percorsi di filtrazione preferenziali nello strato B2 (per vie laterali) necessari a raggiungere la zona critica centrale, dovrebbe qui determinare un ritardo (ed uno smorzamento) nella risposta idraulica dell'acquifero da evitare riattivazioni di fontanazzi e/o nuovi inneschi.

Anche la parte superiore dell'arginatura (per quote superiori a 4 m s.l.m.m.) è costituita da terre di riporto di media permeabilità ed è esposta, nel corso delle piene, a problematiche di filtrazione e di saturazione del piedibanca: sulla scorta della tempistica ricavabile dal confronto dei dati idrometrici e la comparsa della criticità sulla banca arginale si può stimare, seppur in modo approssimativo, un valore locale del coefficiente di permeabilità dell'ordine di 10^{-4} m/s.

Per non vanificare l'efficacia dell'intervento è quindi indispensabile anche una adeguata impermeabilizzazione della scarpata arginale a fiume, sino alla quota di Massima Piena di Progetto.

L'impermeabilizzazione della scarpata arginale nel tratto individuato permette di chiudere la filtrazione attraverso tali terre di riporto arginali nell'estremo di valle dell'impermeabilizzazione ma non in quello di monte.

Non si può escludere il ripresentarsi di problematiche di filtrazione e saturazione lungo le banche arginali più basse per aggiramento del diaframma lungo il lato di monte dell'intervento attraverso il settore più elevato del corpo arginale.

Non potendo escludere la riattivazione delle criticità nelle aree marginali si rimanda ad un secondo stralcio la prosecuzione della diaframmatrice e la risoluzione definitiva delle problematiche in tali zone.

Lo studio di Riposta sismica locale conferma i risultati emersi nelle verifiche di liquefazione condotte in prima battuta secondo l'approccio semplificato; il rischio di liquefazione per lo strato sabbioso B2 è confermato in relazione alla notevole accelerazione sismica conseguente all'aver attribuito all'argine maestro la classe d'uso IV (opera strategica).

La diaframmatatura in progetto, costituita in fase di scavo da una miscela inizialmente fluida di acqua-cemento-bentonite, a maturazione, dopo l'indurimento, raggiungerà una consistenza plastica, coesiva, dotata di buona deformabilità e quindi in grado di subire spostamenti senza fessurarsi. Tale opera sarà in grado di sopportare anche l'azione dinamica esercitata dal sisma di progetto; pertanto l'inserimento del diaframma nel banco sabbioso non può che migliorare seppur localmente, la risposta all'accelerazione sismica di progetto del sistema argine-diaframma-terre di fondazione.

Sotto il profilo della stabilità dell'arginatura interessata dai lavori risulta che la realizzazione del diaframma non ha alcuna influenza sulle verifiche di stabilità globale.

Un ultimo aspetto riguarda il chimismo delle acque di falda e di fiume che verranno a contatto con l'opera al fine di caratterizzarne l'eventuale aggressività nei confronti della miscela cemento-bentonite con cui sarà realizzato il diaframma.

Le analisi dei campionamenti d'acqua grezza prelevati nel corso della campagna di misure per verificare la risalita del cuneo salino lungo i diversi rami del Delta (luglio 2017 – contributo di Arpae, Arpa Veneto, CNR ISMAR di Venezia, Consorzio di Bonifica Delta del Po e Genio Civile della Regione del Veneto) mostrano che il valore massimo di intrusione, lungo il ramo del Po di Pila, è dell'ordine di 12-15 chilometri dalla foce, in condizioni di alta marea.

Considerato che il diaframma è posto a 33 Km circa dalla foce del Po di Pila si esclude di poter attribuire alle acque fluviali carattere salmastro che potrebbe avere, a lungo termine, influenze sul chimismo delle acque di falda con conseguenti effetti negativi sulla componente cementizia della miscela impiegata.



Fig. 39: Risalita del cuneo salino lungo i rami deltizi – Campagna di misure del Luglio 2017 (Arpae) – la zona d'intervento è posta diversi chilometri più a monte.

I risultati delle analisi effettuate sui campioni dell'acqua di falda rilevano bassi contenuti in cloruri, solfati, anidride carbonica, magnesio ed azoto ammoniacale, infine un valore di PH pari a 7,20, elementi questi che permettono di scongiurare un' azione chimica aggressiva della falda nei confronti della componente cementizia.

Il Progettista
Dott. Geol. Pierpaolo Erbacci

Allegato

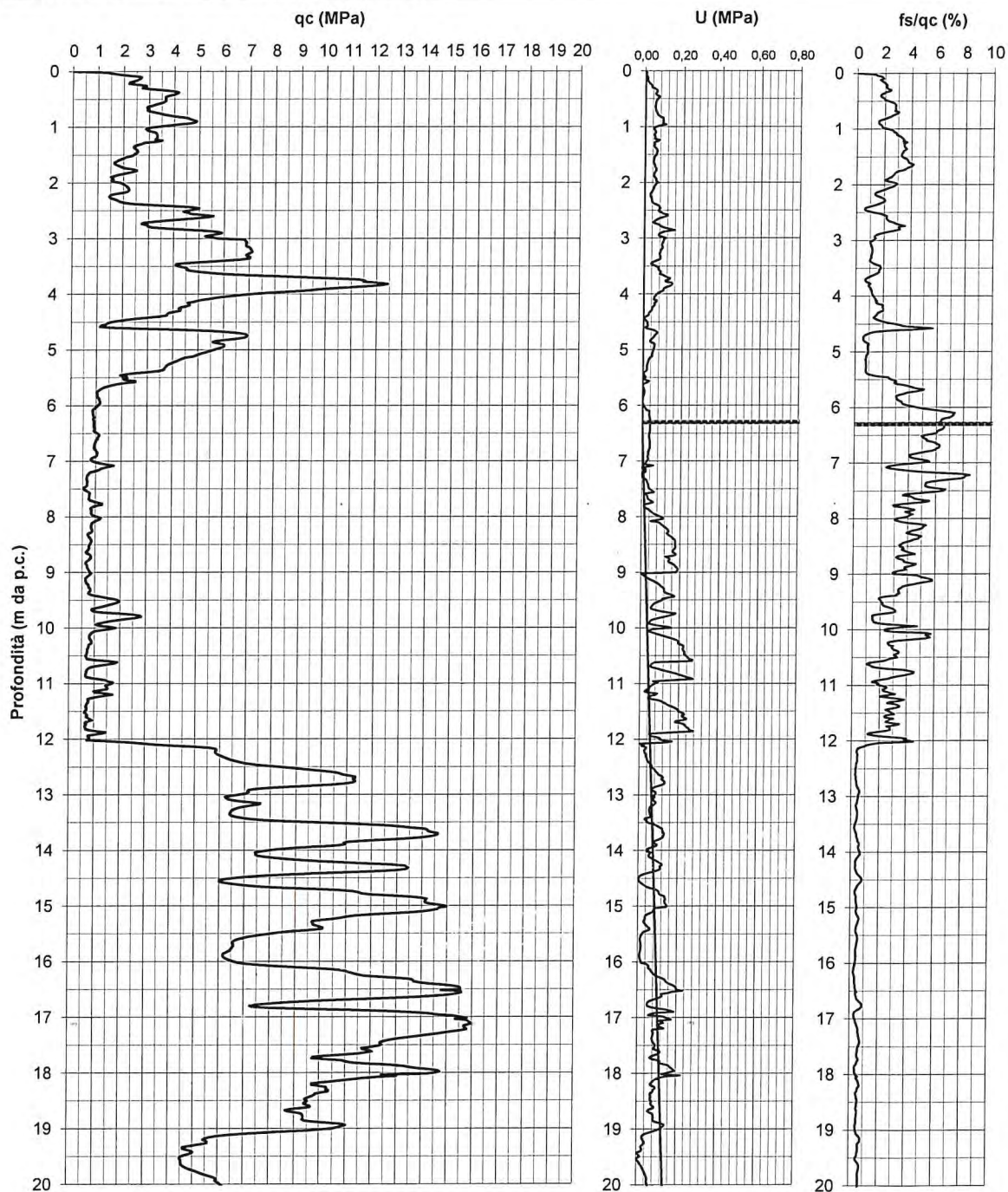
Report verifiche di stabilità globale

Identificativo	Punta: Tecnopenta G1-CPL2IN
Emissione	giu-20
Pagina	1 di 2

PROVA PENETROMETRICA STATICA**DIAGRAMMI DI RESISTENZA**

-Committente **AIPo**
 -Cantiere **Cavanella Po**
 -Quota p.c. 8,30 m s.l.m.
 -Livello di falda 6,30 m da p.c.
 -Attrezzatura Punta elettrica con piezocono

-Prova n° **CPTU2**
 -Data prova **06/12/2018**
 -Prof. preforo 0,00 m
 -Prof. finale 30,00 m

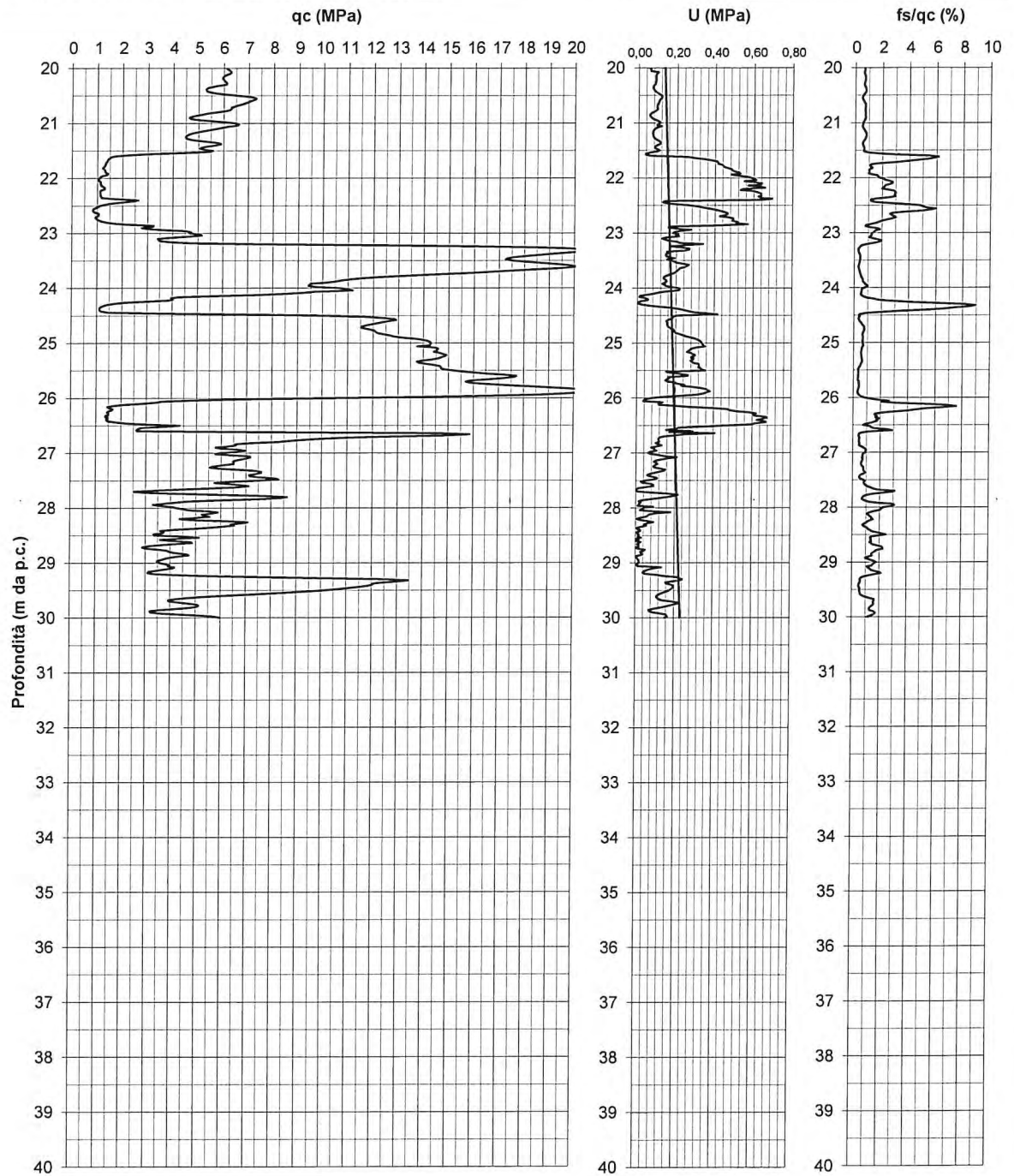


NOTE: 1 MPa = 10 Kg/cm²

Identificativo	Punta: Tecnopenta G1-CPL2IN
Emissione	giu-20
Pagina	2 di 2

PROVA PENETROMETRICA STATICA**DIAGRAMMI DI RESISTENZA**

-Committente	AIPO	-Prova n°	CPTU2
-Cantiere	Cavanella Po	-Data prova	06/12/2018
-Quota p.c.	8,30 m s.l.m.	-Prof. preforo	0,00 m
-Livello di falda	6,30 m da p.c.	-Prof. finale	30,00 m
-Attrezzatura	Punta elettrica con piezocono		



NOTE: 1 MPa = 10 Kg/cm²

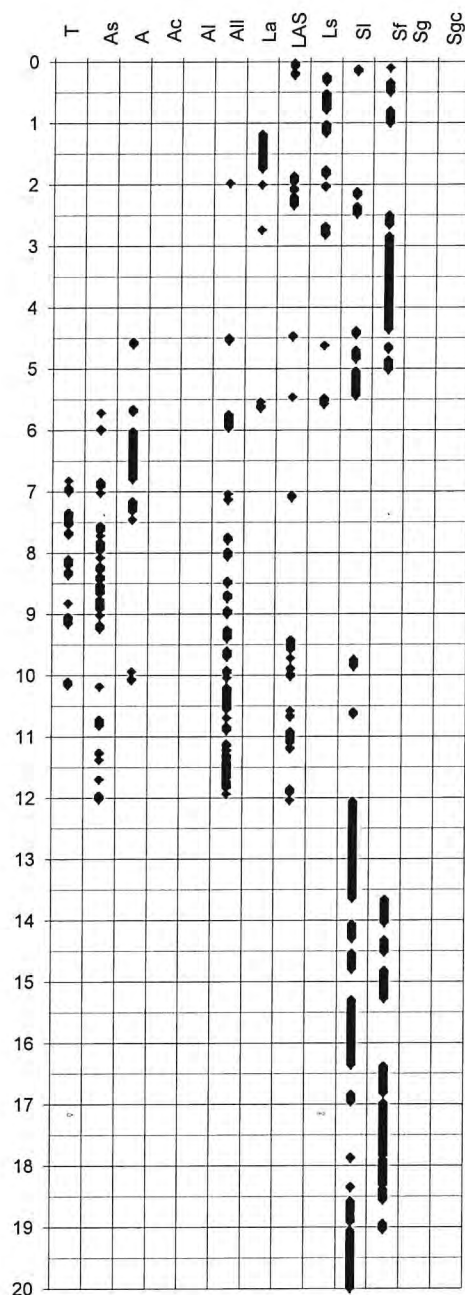
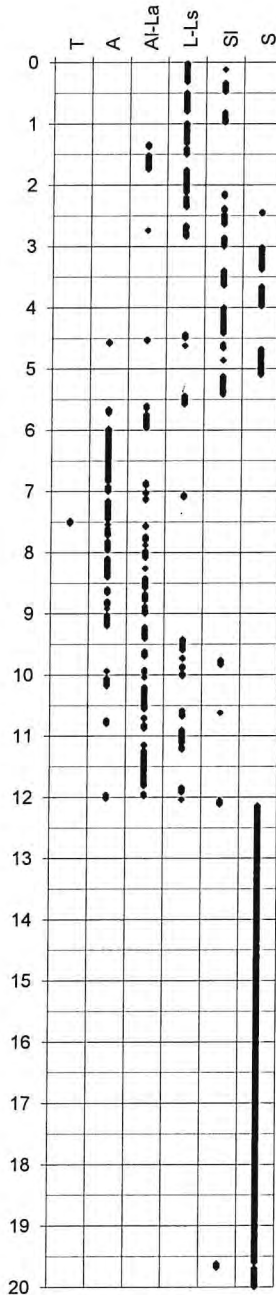
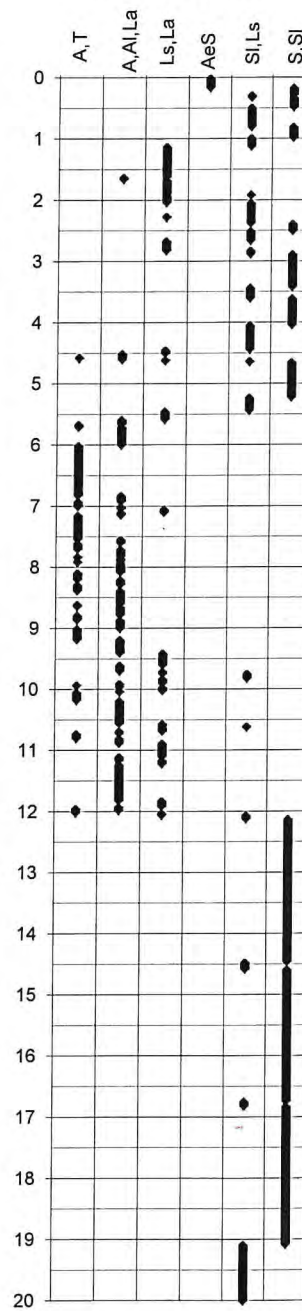
Interpretazione delle prove CPTU

Identificativo	G1-CPL2IN
Emissione	giu-20
Pagina	1 di 2

PROVA PENETROMETRICA STATICA**INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE**

-Committente **AIPo**
 -Cantiere **Cavanella Po**
 -Quota p.c. 8,30 m s.l.m.
 -Livello di falda 6,30 m da p.c.
 -Attrezzatura Punta elettrica con piezocono

-Prova n° **CPTU2**
 -Data prova **06/12/2018**
 -Prof. preforo m
 -Prof. finale **30,00 m**

Douglas-Olsen (1981)**Robertson-Campanella(1983)****Olsen-Farr (1986)**

PROVA PENETROMETRICA STATICA

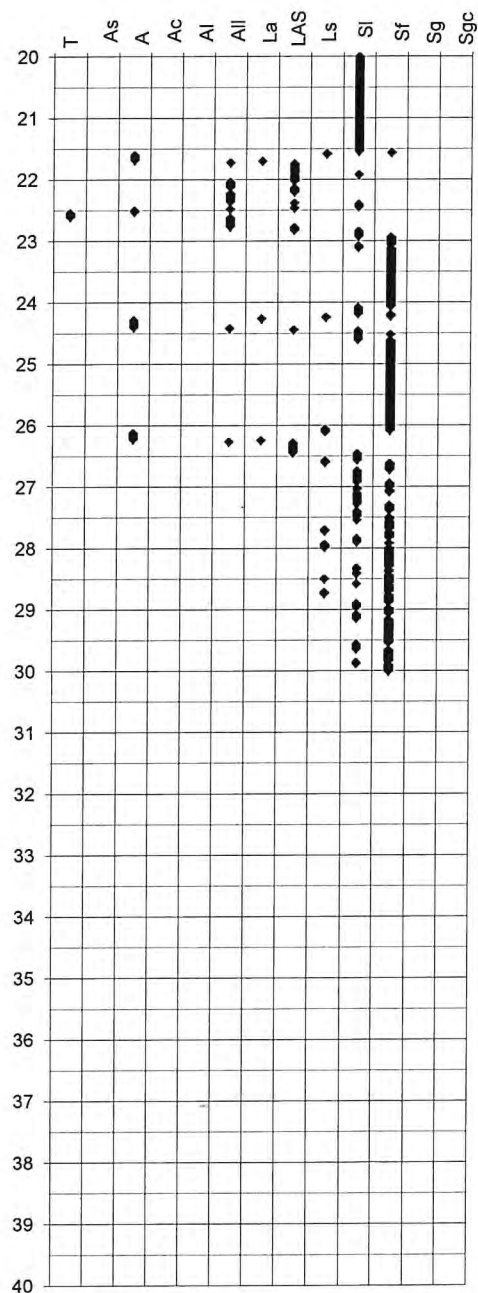
Identificativo	G1-CPL2IN
Emissione	giu-20
Pagina	2 di 2

INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE

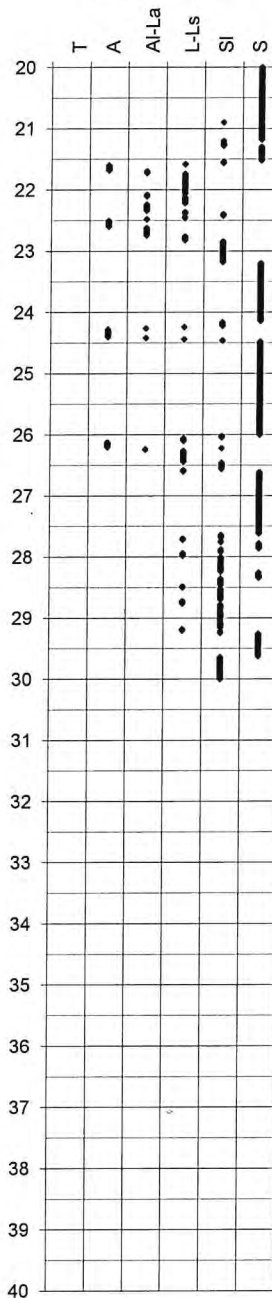
-Committente **AlPo**
 -Cantiere **Cavanella Po**
 -Quota p.c. 8,30 m s.l.m.
 -Livello di falda 6,30 m da p.c.
 -Attrezzatura Punta elettrica con piezocono

-Prova n° **CPTU2**
 -Data prova **06/12/2018**
 -Prof. preforo m
 -Prof. finale 30,00 m

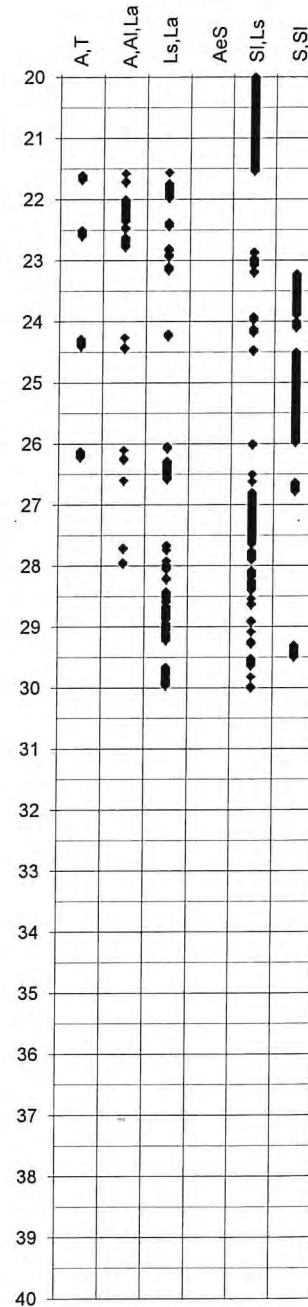
Douglas-Olsen (1981)



Robertson-Campanella(1983)



Olsen-Farr (1986)



Identificativo	-CPL2IN
Emissione	giu-20
Pagina	1 di 2

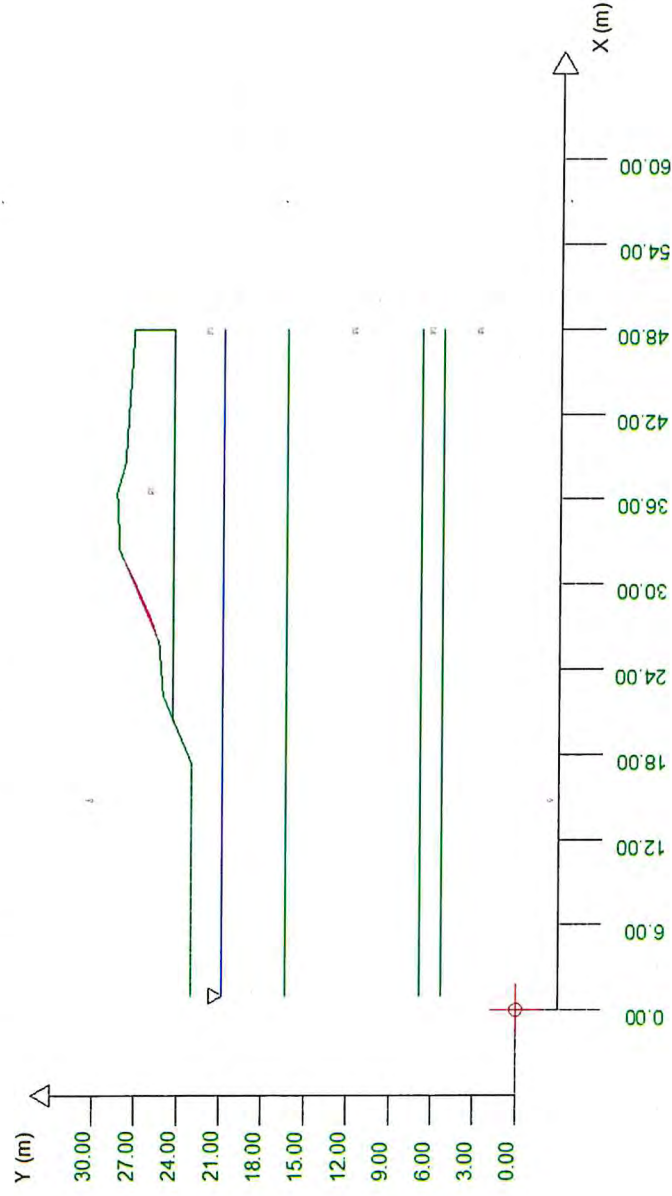
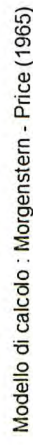
PROVA PENETROMETRICA STATICA**PARAMETRI GEOTECNICI**

-Committente	AIPO	-Prova n°	CPTU2
-Cantiere	Cavanella Po	-Data prova	06/12/2018
-Quota p.c.	8,30 m s.l.m.	-Prof. preforo	0,00 m
-Livello di falda	6,30 m da p.c.	-Prof. finale	30,00 m

							MATERIALI COESIVI							MATERIALI GRANULARI							
DA	A	qcm	fsm	deltaU	litol.	Peso Vol.	Cu (qc)	Cu (U)	OCR (qc)	OCR (U)	M ₀	Eu50	CR	Dr	FI _{DM}	FI'Schm.				E'25	M ₀
m	m	MPa	MPa	MPa	(-)	kN/m3	KPa	KPa	(-)	(-)	MPa	MPa	(-)	(%)	(°)	(°)				MPa	MPa
0,0	5,0	4,27	0,07	0,00	SI	18,15	-	-	-	-	-	-	-	55	35	36	38	40	42	11,55	18,35
5,0	12,0	1,22	0,04	0,06	AI-La	18,00	53	8	2	8	3,88	26,91	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-
12,0	21,5	9,03	0,05	-0,02	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	-	44	32	34	37	39	41	22,66	34,16
21,5	23,1	1,88	0,04	0,25	AI-La	18,00	57	34	1	4	4,45	33,75	0,37	-	-	-	-	-	-	-	-
23,1	25,9	12,82	0,07	0,03	Sf	20,00	-	-	-	-	-	-	-	54	33	35	38	40	42	34,00	45,79
25,9	26,6	4,83	0,06	0,18	L-Ls	20,00	92	34	2	5	6,00	50,73	0,34	37	26	28	31	34	38	13,94	19,70
26,6	27,8	7,22	0,05	-0,09	S	20,00	-	-	-	-	-	-	-	28	29	32	34	37	40	18,06	28,23
27,8	30,0	5,51	0,06	-0,14	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	-	<20	28	30	33	36	39	13,78	21,67
																	</				

RO-E-1432 - Lavori urgenti per la costruzione di un diaframma plastico per il contrasto dei moti di filtrazione in prossimità dell'abitato di Cavanella Po fra gli stanti 521-523 in sinistra Po di Venezia in Comune di Adria (RO).

Cavanella Po – stanti 521 – 523 - Verifica di stabilità globale della scarpata arginale lato fiume – pre diaframatura



DATI 10 SUP. CON MINOR FS

Fs minimo : 1.3594
 Range Fs: 1.3594 1.3639
 Differenza % Range Fs: 0.33
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N.: 8000
Lunghezza media segmenti (m): 1.0
Range X inizio generazione: 1.9 - 44.2
Range X termine generazione: 6.6 - 47.0
Livello Y minimo considerato: 0.0

Report elaborazioni

SSAP 4.9.9- Slope Stability Analysis Program (1991,2019)

WWW.SSAP.EU

Build No. 11232

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 31 dicembre 2019

File report: C:\Users\erbaccipierpaoloro\Desktop\VERIFICA PRE-INTERVENTO- SEZ. CPTU 3.txt

Data: 15/6/2020

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: preintervento.mod

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO-----

___ PARAMETRI GEOMETRICI- Coordinate X Y (in m) ___

SUP T. SUP 2 SUP 3 SUP 4

X Y X Y X Y X Y

1.00	22.95	20.41	24.30	1.00	16.30	1.00	6.80
15.00	22.95	47.95	24.30	47.95	16.30	47.95	6.80
17.35	22.99	47.95	27.17	-	-	-	-
20.41	24.30	38.54	27.77	-	-	-	-
22.21	25.07	36.48	28.35	-	-	-	-
25.86	25.38	32.37	28.15	-	-	-	-
32.37	28.15	25.86	25.38	-	-	-	-
36.48	28.35	22.21	25.07	-	-	-	-
38.54	27.77	20.41	24.30	-	-	-	-
47.95	27.17	-	-	-	-	-	-

SUP 5 SUP 6 SUP 7 SUP 8

X Y X Y X Y X Y

1.00	5.30	-	-	-	-	-	-
47.95	5.30	-	-	-	-	-	-

---- SUP FALDA-----

X Y (in m)

1.00	20.80
47.95	20.80

----- GESTIONE ACQUIFERI-----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

Peso unitario fluido (kN/m^3): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A	0
Coefficiente K	0.000800
Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa)	0.01
Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica	1.00
Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica	= ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI-----

fi'	C'	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
-----	----	----	------	----------	---------	------	-----	----	---

Pagina 1

STRATO 1	0.00	0.00	35.00	18.00	19.00	1.858	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	30.00	0.00	0.00	18.15	19.00	1.858	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 3	31.00	0.00	0.00	19.00	20.50	1.959	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 4	0.00	0.00	37.00	18.00	19.00	2.034	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 5	29.00	0.00	0.00	20.00	21.50	1.759	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: ϕ_i _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C' _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m³)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI- Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25- DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006)- non-lineare- Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM-----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

METODO DI RICERCA: CONVEX RANDOM - Chen (1992)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 28.00 30.00 26.50

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 1.0 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 1.94 44.19

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 6.63 47.01

*** TOTALE SUPERFICI GENERATE : 8000

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO-----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN- PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0000

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0000

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI-----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Fattore di sicurezza (FS)	1.3594	- Min.-	X	Y	Lambda= 0.4928
	26.68		25.73		
	27.00		25.84		
	27.17		25.90		
	27.28		25.95		
	27.39		25.99		
	27.48		26.03		
	27.58		26.06		
	27.67		26.10		
	27.77		26.14		
	27.86		26.18		
	27.96		26.22		
	28.06		26.26		
	28.15		26.30		
	28.25		26.34		
	28.34		26.38		
	28.44		26.42		
	28.53		26.46		
	28.63		26.50		
	28.72		26.54		
	28.82		26.58		
	28.91		26.62		
	29.01		26.66		
	29.10		26.70		
	29.20		26.74		
	29.30		26.78		

29.39	26.82
29.49	26.86
29.58	26.90
29.67	26.94
29.77	26.99
29.87	27.04
29.99	27.10
30.16	27.18
30.48	27.35

Fattore di sicurezza (FS) 1.3610 - N.2-- X Y Lambda= 0.5170

26.98	25.86
27.12	25.90
27.19	25.93
27.24	25.94
27.29	25.96
27.33	25.97
27.37	25.99
27.41	26.01
27.45	26.02
27.49	26.04
27.53	26.06
27.57	26.08
27.61	26.10
27.65	26.11
27.69	26.13
27.73	26.15
27.77	26.17
27.82	26.19
27.86	26.21
27.90	26.22
27.94	26.24
27.98	26.26
28.02	26.28
28.06	26.30
28.10	26.32
28.14	26.34
28.18	26.36
28.22	26.37
28.27	26.39
28.31	26.41
28.35	26.43
28.40	26.46
28.47	26.49
28.61	26.55

Fattore di sicurezza (FS) 1.3616 - N.3-- X Y Lambda= 0.5036

27.45	26.06
27.55	26.09
27.61	26.11
27.65	26.12
27.68	26.13
27.71	26.14
27.74	26.15
27.77	26.17
27.80	26.18
27.84	26.19
27.87	26.21
27.90	26.22
27.93	26.23
27.96	26.25
27.99	26.26
28.02	26.27
28.06	26.29
28.09	26.30
28.12	26.32
28.15	26.33
28.18	26.34
28.21	26.36
28.24	26.37
28.28	26.39
28.31	26.40
28.34	26.42

28.37	26.43
28.40	26.44
28.43	26.46
28.46	26.47
28.50	26.49
28.54	26.51
28.59	26.54
28.70	26.59

Fattore di sicurezza (FS) 1.3625 - N.4-- X Y Lambda= 0.4950

29.07	26.74
29.22	26.79
29.30	26.82
29.35	26.84
29.40	26.85
29.44	26.87
29.49	26.88
29.53	26.90
29.57	26.92
29.62	26.94
29.66	26.95
29.71	26.97
29.75	26.99
29.80	27.01
29.84	27.03
29.88	27.05
29.93	27.07
29.97	27.09
30.02	27.11
30.06	27.13
30.10	27.15
30.15	27.17
30.19	27.19
30.24	27.21
30.28	27.23
30.32	27.25
30.37	27.27
30.41	27.29
30.46	27.31
30.50	27.34
30.55	27.36
30.61	27.39
30.68	27.42
30.83	27.50

Fattore di sicurezza (FS) 1.3627 - N.5-- X Y Lambda= 0.4882

26.29	25.56
26.73	25.70
26.96	25.77
27.11	25.82
27.26	25.87
27.38	25.91
27.51	25.96
27.64	26.01
27.76	26.06
27.90	26.11
28.03	26.17
28.16	26.22
28.29	26.28
28.42	26.33
28.54	26.39
28.67	26.44
28.80	26.50
28.93	26.56
29.06	26.61
29.19	26.67
29.32	26.73
29.45	26.79
29.58	26.84
29.71	26.90
29.84	26.96
29.97	27.02
30.10	27.08

30.23	27.14
30.35	27.20
30.48	27.26
30.62	27.33
30.78	27.41
31.01	27.53
31.45	27.76

Fattore di sicurezza (FS) 1.3628 - N.6-- X Y Lambda= 0.4634

28.71	26.59
28.90	26.65
28.99	26.68
29.06	26.70
29.11	26.72
29.17	26.74
29.22	26.76
29.27	26.78
29.33	26.80
29.38	26.83
29.44	26.85
29.49	26.87
29.54	26.89
29.60	26.92
29.65	26.94
29.70	26.96
29.76	26.99
29.81	27.01
29.87	27.03
29.92	27.05
29.97	27.08
30.03	27.10
30.08	27.12
30.14	27.15
30.19	27.17
30.25	27.19
30.30	27.22
30.35	27.24
30.40	27.26
30.46	27.29
30.52	27.32
30.58	27.36
30.68	27.41
30.86	27.51

Fattore di sicurezza (FS) 1.3631 - N.7-- X Y Lambda= 0.4997

26.80	25.78
27.15	25.90
27.33	25.96
27.46	26.00
27.57	26.04
27.67	26.08
27.77	26.12
27.87	26.16
27.97	26.20
28.07	26.24
28.18	26.28
28.28	26.32
28.38	26.36
28.48	26.41
28.59	26.45
28.69	26.49
28.79	26.53
28.89	26.57
28.99	26.61
29.10	26.65
29.20	26.70
29.30	26.74
29.40	26.78
29.50	26.82
29.61	26.87
29.71	26.91
29.82	26.96
29.92	27.00

30.01	27.05
30.11	27.10
30.23	27.15
30.35	27.22
30.53	27.32
30.88	27.52

Fattore di sicurezza (FS)	1.3633 - N.8--	X	Y	Lambda= 0.5123
	27.76		26.19	
	28.04		26.28	
	28.19		26.32	
	28.29		26.35	
	28.38		26.39	
	28.46		26.41	
	28.54		26.44	
	28.62		26.47	
	28.70		26.51	
	28.79		26.54	
	28.87		26.57	
	28.95		26.61	
	29.03		26.64	
	29.11		26.68	
	29.19		26.71	
	29.28		26.75	
	29.36		26.78	
	29.44		26.82	
	29.52		26.86	
	29.61		26.90	
	29.69		26.94	
	29.77		26.98	
	29.85		27.02	
	29.93		27.05	
	30.02		27.09	
	30.10		27.13	
	30.18		27.17	
	30.26		27.21	
	30.34		27.25	
	30.43		27.29	
	30.52		27.33	
	30.62		27.38	
	30.76		27.45	
	31.04		27.58	

Fattore di sicurezza (FS)	1.3637 - N.9--	X	Y	Lambda= 0.5213
	27.59		26.11	
	27.93		26.22	
	28.11		26.27	
	28.23		26.31	
	28.34		26.35	
	28.44		26.38	
	28.54		26.42	
	28.63		26.46	
	28.73		26.50	
	28.84		26.55	
	28.94		26.59	
	29.04		26.64	
	29.14		26.68	
	29.24		26.73	
	29.34		26.78	
	29.44		26.82	
	29.54		26.87	
	29.64		26.91	
	29.75		26.96	
	29.85		27.01	
	29.95		27.05	
	30.05		27.10	
	30.15		27.15	
	30.25		27.19	
	30.35		27.24	
	30.45		27.29	
	30.55		27.33	
	30.65		27.38	
	30.75		27.43	

30.85	27.47
30.96	27.53
31.09	27.59
31.27	27.67
31.60	27.82

Fattore di sicurezza (FS) 1.3639 - N.10-- X Y Lambda= 0.5078

27.17	25.94
27.35	25.99
27.44	26.02
27.50	26.04
27.56	26.06
27.61	26.07
27.66	26.09
27.71	26.11
27.76	26.13
27.81	26.15
27.86	26.18
27.92	26.20
27.97	26.22
28.02	26.24
28.07	26.27
28.12	26.29
28.17	26.31
28.22	26.34
28.28	26.36
28.33	26.39
28.38	26.41
28.43	26.43
28.48	26.46
28.53	26.48
28.59	26.51
28.64	26.53
28.69	26.55
28.74	26.58
28.79	26.60
28.84	26.63
28.90	26.65
28.96	26.69
29.05	26.73
29.23	26.81

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA-----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR FS *

Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.200

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.359	1.6	1.2	0.2	Surplus
2	1.361	0.3	0.2	0.0	Surplus
3	1.362	0.2	0.2	0.0	Surplus
4	1.362	0.5	0.4	0.1	Surplus
5	1.363	4.8	3.5	0.6	Surplus
6	1.363	0.9	0.6	0.1	Surplus
7	1.363	2.9	2.2	0.4	Surplus
8	1.363	1.7	1.3	0.2	Surplus
9	1.364	2.2	1.6	0.3	Surplus
10	1.364	0.7	0.5	0.1	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 0.0

Note: FTR--> Forza totale Resistente lungo la superficie
di scivolamento

FTA--> Forza totale Agente lungo la superficie
di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

X	dx	alpha	W	ru	U	phi'	(c', Cu)
(m)	(m)	(°)	(kN/m)	(-)	(kPa)	(°)	(kPa)
26.675	0.062	19.85	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00
26.737	0.062	19.85	0.01	0.00	0.00	30.00	0.00
26.799	0.062	19.85	0.01	0.00	0.00	30.00	0.00
26.862	0.062	19.85	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
26.924	0.062	19.85	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
26.986	0.013	19.85	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00
26.999	0.062	20.06	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
27.061	0.062	20.06	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
27.123	0.042	20.06	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
27.166	0.062	20.42	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
27.228	0.056	20.42	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
27.284	0.062	20.81	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
27.346	0.044	20.81	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
27.389	0.062	21.29	0.05	0.00	0.00	30.00	0.00
27.452	0.032	21.29	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
27.484	0.062	21.64	0.05	0.00	0.00	30.00	0.00
27.546	0.032	21.64	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
27.578	0.062	22.00	0.06	0.00	0.00	30.00	0.00
27.640	0.032	22.00	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
27.672	0.062	22.35	0.06	0.00	0.00	30.00	0.00
27.734	0.033	22.35	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
27.767	0.062	22.69	0.06	0.00	0.00	30.00	0.00
27.829	0.034	22.69	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
27.863	0.062	22.69	0.06	0.00	0.00	30.00	0.00
27.925	0.034	22.69	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
27.960	0.062	22.70	0.06	0.00	0.00	30.00	0.00
28.022	0.033	22.70	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
28.055	0.062	22.70	0.06	0.00	0.00	30.00	0.00
28.117	0.034	22.70	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
28.151	0.062	22.70	0.06	0.00	0.00	30.00	0.00
28.213	0.033	22.70	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
28.246	0.062	22.70	0.06	0.00	0.00	30.00	0.00
28.308	0.033	22.70	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
28.341	0.062	22.70	0.06	0.00	0.00	30.00	0.00
28.404	0.033	22.70	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
28.437	0.062	22.70	0.06	0.00	0.00	30.00	0.00
28.499	0.033	22.70	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
28.532	0.062	22.71	0.06	0.00	0.00	30.00	0.00
28.594	0.032	22.71	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
28.627	0.062	22.71	0.07	0.00	0.00	30.00	0.00
28.689	0.033	22.71	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
28.722	0.062	22.71	0.07	0.00	0.00	30.00	0.00
28.784	0.033	22.71	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
28.817	0.062	22.71	0.07	0.00	0.00	30.00	0.00
28.879	0.033	22.71	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
28.913	0.062	22.71	0.07	0.00	0.00	30.00	0.00
28.975	0.033	22.71	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
29.008	0.062	22.71	0.07	0.00	0.00	30.00	0.00
29.070	0.034	22.71	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
29.103	0.012	22.72	0.01	0.00	0.00	30.00	0.00
29.115	0.062	22.72	0.07	0.00	0.00	30.00	0.00
29.177	0.022	22.72	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
29.199	0.062	22.72	0.07	0.00	0.00	30.00	0.00
29.262	0.035	22.72	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
29.296	0.062	22.72	0.07	0.00	0.00	30.00	0.00
29.358	0.035	22.72	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
29.393	0.062	23.26	0.07	0.00	0.00	30.00	0.00
29.455	0.032	23.26	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
29.488	0.062	23.81	0.07	0.00	0.00	30.00	0.00
29.550	0.032	23.81	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
29.581	0.062	24.38	0.07	0.00	0.00	30.00	0.00
29.644	0.031	24.38	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
29.675	0.062	24.93	0.06	0.00	0.00	30.00	0.00
29.737	0.032	24.93	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
29.769	0.062	25.66	0.06	0.00	0.00	30.00	0.00
29.831	0.043	25.66	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
29.874	0.062	26.24	0.05	0.00	0.00	30.00	0.00
29.936	0.055	26.24	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
29.991	0.062	26.78	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
30.053	0.062	26.78	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
30.115	0.042	26.78	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
30.158	0.062	27.07	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00

30.220	0.062	27.07	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
30.282	0.062	27.07	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
30.344	0.062	27.07	0.01	0.00	0.00	30.00	0.00
30.406	0.062	27.07	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00
30.468	0.015	27.07	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
alpha(°) : Angolo pendenza base concio
W(kN/m) : Forza peso concio
ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale
U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio
phi'(°) : Angolo di attrito efficace base concio
c'/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	ht (m)	yt (m)	yt' (--)	E(x) (kN/m)	T(x) (kN/m)	E' (kN)	rho(x) (--)	FS_qFEM (--)	FS_srmFEM (--)			
26.675	0.000	25.727	0.378	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.045	16.175	14.163		
26.737	0.001	25.750	0.378	1.0944579402E-004	4.3370336514E-007	3.6465839048E-003	0.045	16.175	14.163			
26.799	0.002	25.774	0.392	4.5332290867E-004	1.5868894937E-005	1.0457938979E-002	0.082	5.417	4.765			
26.862	0.005	25.799	0.396	1.4095182565E-003	1.2988825771E-004	1.6155856283E-002	0.217	3.598	3.295			
26.924	0.006	25.823	0.386	2.4617285708E-003	3.2099715736E-004	1.6956722252E-002	0.307	3.127	2.905			
26.986	0.008	25.847	0.381	3.5174830952E-003	5.5815047428E-004	1.8063559496E-002	0.374	2.847	2.657			
26.999	0.008	25.852	0.349	3.7595892661E-003	6.1744477254E-004	1.8552956638E-002	0.387	2.794	2.612			
27.061	0.007	25.873	0.354	4.9886288148E-003	9.6379777302E-004	2.1181541555E-002	0.455	2.557	2.406			
27.123	0.007	25.896	0.373	6.3927600030E-003	1.4229036779E-003	2.4593247745E-002	0.524	2.336	2.221			
27.166	0.008	25.912	0.410	7.4904846441E-003	1.8298741249E-003	2.7078232689E-002	0.575	2.179	2.090			
27.228	0.011	25.939	0.426	9.2760908435E-003	2.5422244506E-003	2.9186339753E-002	0.645	1.971	1.916			
27.284	0.014	25.963	0.421	1.0930337178E-002	3.2530045579E-003	2.9177993464E-002	0.701	1.816	1.782			
27.346	0.016	25.988	0.407	1.2714847623E-002	4.0736838155E-003	2.7430436499E-002	0.754	1.683	1.663			
27.389	0.017	26.006	0.402	1.3869506150E-002	4.6195357091E-003	2.5438721342E-002	0.784	1.614	1.600			
27.452	0.018	26.031	0.404	1.5353379765E-002	5.3491240948E-003	2.2245435624E-002	0.820	1.541	1.534			
27.484	0.018	26.044	0.407	1.6046797460E-002	5.6963404836E-003	2.0967998849E-002	0.836	1.512	1.508			
27.546	0.019	26.069	0.393	1.7298976737E-002	6.3452554401E-003	1.7458822234E-002	0.864	1.466	1.469			
27.578	0.018	26.081	0.401	1.7810673057E-002	6.6175102341E-003	1.6212563820E-002	0.875	1.448	1.455			
27.640	0.019	26.107	0.405	1.8834044141E-002	7.1862350963E-003	1.4078462539E-002	0.898	1.414	1.427			
27.672	0.018	26.119	0.415	1.9247051243E-002	7.4251666951E-003	1.2675059673E-002	0.908	1.400	1.416			
27.734	0.019	26.146	0.416	2.0014567735E-002	7.8952551070E-003	1.0137442218E-002	0.929	1.372	1.393			
27.767	0.018	26.158	0.421	2.0308302546E-002	8.0858018354E-003	8.8354605997E-003	0.937	1.360	1.384			
27.829	0.020	26.186	0.422	2.0841223405E-002	8.4527809016E-003	7.0669542941E-003	0.955	1.337	1.363			
27.863	0.019	26.199	0.424	2.1053166343E-002	8.6055369281E-003	6.3175900804E-003	0.962	1.326	1.355			
27.925	0.020	26.227	0.424	2.1454212941E-002	8.8965347791E-003	5.5659836781E-003	0.976	1.307	1.337			
27.960	0.019	26.240	0.424	2.1627276348E-002	9.0214920701E-003	5.3023810410E-003	0.982	1.298	1.330			
28.022	0.021	26.267	0.423	2.1982041731E-002	9.2723774418E-003	5.1682337558E-003	0.993	1.282	1.316			
28.055	0.020	26.280	0.422	2.2145422621E-002	9.3840234161E-003	5.1451327349E-003	0.998	1.276	1.310			
28.117	0.021	26.308	0.422	2.2496087590E-002	9.6212146286E-003	5.1658248287E-003	1.007	1.262	1.298			
28.151	0.020	26.321	0.421	2.2661071799E-002	9.7316461586E-003	5.1758169325E-003	1.011	1.257	1.293			
28.213	0.022	26.348	0.421	2.3013506403E-002	9.9687511778E-003	5.1920169751E-003	1.020	1.245	1.283			
28.246	0.020	26.361	0.421	2.3175618801E-002	1.0078016491E-002	5.2052130192E-003	1.024	1.240	1.279			
28.308	0.022	26.388	0.422	2.3530427107E-002	1.0319148189E-002	5.2390486051E-003	1.033	1.230	1.269			
28.341	0.021	26.401	0.422	2.3696924049E-002	1.0432717881E-002	5.2553775327E-003	1.037	1.226	1.265			
28.404	0.022	26.428	0.423	2.4054636945E-002	1.0678756518E-002	5.2886347822E-003	1.045	1.216	1.256			
28.437	0.021	26.441	0.423	2.4221217522E-002	1.0793738447E-002	5.2994560112E-003	1.049	1.211	1.252			
28.499	0.023	26.469	0.422	2.4580868139E-002	1.1043888382E-002	5.3083379366E-003	1.058	1.202	1.244			
28.532	0.022	26.481	0.421	2.4748470104E-002	1.1160822190E-002	5.3150703394E-003	1.062	1.198	1.240			
28.594	0.023	26.509	0.421	2.5109323441E-002	1.1414521431E-002	5.3231684950E-003	1.070	1.189	1.231			
28.627	0.022	26.521	0.421	2.5273558902E-002	1.15304446563E-002	5.3353021242E-003	1.074	1.185	1.228			
28.689	0.023	26.549	0.421	2.5636614126E-002	1.1789946172E-002	5.3676555406E-003	1.083	1.176	1.219			
28.722	0.022	26.561	0.422	2.5806266354E-002	1.1912197397E-002	5.3858131475E-003	1.087	1.172	1.216			
28.784	0.024	26.589	0.423	2.6172565339E-002	1.2180319148E-002	5.4177510922E-003	1.096	1.164	1.207			
28.817	0.022	26.602	0.421	2.6434256906E-002	1.2306517711E-002	5.5614379032E-003	1.100	1.160	1.204			
28.879	0.024	26.629	0.433	2.6735285131E-002	1.2598222351E-002	5.8465469037E-003	1.109	1.150	1.195			
28.913	0.024	26.643	0.421	2.6922223593E-002	1.2737169228E-002	5.8279599974E-003	1.114	1.146	1.192			
28.975	0.024	26.669	0.421	2.7310945622E-002	1.3023033840E-002	5.5776243325E-003	1.123	1.136	1.184			
29.008	0.024	26.683	0.421	2.7482279689E-002	1.3146895382E-002	5.3604250505E-003	1.126	1.132	1.181			
29.070	0.024	26.709	0.421	2.7831932089E-002	1.3393868568E-002	4.9822121823E-003	1.133	1.124	1.176			
29.103	0.024	26.723	0.411	2.7988224401E-002	1.3500494432E-002	4.9024329497E-003	1.136	1.120	1.174			
29.115	0.024	26.728	0.389	2.8045895309E-002	1.3538673971E-002	5.0450933666E-003	1.137	1.119	1.173			
29.177	0.022	26.752	0.377	2.8376383606E-002	1.3747676896E-002	4.7361707075E-003	1.141	1.115	1.170			

29.199	0.020	26.760	0.405	2.8476880499E-002	1.3806948492E-002	4.6646818089E-003	1.142	1.114	1.170
29.262	0.021	26.786	0.417	2.8790478555E-002	1.3975300138E-002	4.3529867908E-003	1.143	1.114	1.170
29.296	0.020	26.800	0.455	2.8927611483E-002	1.4036896487E-002	3.4636883400E-003	1.143	1.116	1.171
29.358	0.025	26.830	0.463	2.9086513798E-002	1.4065727533E-002	7.4122038765E-004	1.139	1.123	1.177
29.393	0.025	26.845	0.431	2.9076920699E-002	1.4016789159E-002	-1.9211997252E-003	1.135	1.128	1.181
29.455	0.025	26.872	0.434	2.8774884749E-002	1.3744764767E-002	-7.0422276284E-003	1.125	1.143	1.193
29.488	0.025	26.886	0.433	2.8509159813E-002	1.3541210346E-002	-1.0218395333E-002	1.118	1.150	1.199
29.550	0.025	26.913	0.433	2.7631823565E-002	1.2924468300E-002	-1.5930339441E-002	1.101	1.171	1.216
29.581	0.024	26.927	0.437	2.7098270721E-002	1.2567260207E-002	-1.9038588464E-002	1.092	1.182	1.226
29.644	0.024	26.954	0.422	2.5648376554E-002	1.1635473515E-002	-2.3542339044E-002	1.068	1.214	1.249
29.675	0.021	26.966	0.419	2.4916710151E-002	1.1176623548E-002	-2.6068965432E-002	1.056	1.231	1.260
29.737	0.020	26.993	0.430	2.2994238398E-002	9.9982307575E-003	-3.2421541974E-002	1.024	1.280	1.291
29.769	0.018	27.007	0.435	2.1926339349E-002	9.3560888679E-003	-3.4726861567E-002	1.005	1.313	1.309
29.831	0.016	27.034	0.437	1.9583726408E-002	7.9769349834E-003	-3.8205035810E-002	0.959	1.397	1.353
29.874	0.014	27.052	0.473	1.7942895672E-002	7.0323516430E-003	-4.1722638937E-002	0.923	1.471	1.391
29.936	0.014	27.084	0.493	1.5062272977E-002	5.4221484884E-003	-4.5159718284E-002	0.848	1.647	1.474
29.991	0.014	27.110	0.479	1.2620393955E-002	4.1296837646E-003	-4.3075462634E-002	0.770	1.874	1.569
30.053	0.012	27.140	0.475	1.0014766387E-002	2.8586969770E-003	-4.0196281019E-002	0.672	2.255	1.698
30.115	0.010	27.169	0.460	7.6234171942E-003	1.8194557187E-003	-3.4571129057E-002	0.562	2.840	1.844
30.158	0.007	27.188	0.456	6.2781713930E-003	1.3203926189E-003	-3.0906345867E-002	0.495	3.320	1.927
30.220	0.005	27.217	0.481	4.4506454826E-003	7.5723759387E-004	-2.8832722306E-002	0.401	4.300	2.035
30.282	0.003	27.248	0.500	2.6938486730E-003	2.9908727156E-004	-2.5817614614E-002	0.261	5.698	2.100
30.344	0.003	27.279	0.497	1.2411440815E-003	6.2045021559E-005	-1.8556479547E-002	0.118	3.936	2.006
30.406	0.002	27.309	0.489	3.8701095793E-004	6.7272908259E-006	-9.8839503511E-003	0.145	2.097	1.715
30.468	0.000	27.340	0.489	1.2426673861E-005	7.1152378885E-008	-1.8391437079E-003	0.189	50.000	30.605

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio
yt(m) : coordinata Y linea di trust
yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di trust
E(x)(kN/m) : Forza Normale interconcio
T(x)(kN/m) : Forza Tangenziale interconcio
E' (kN) : derivata Forza normale interconcio
Rho(x) (-) : fattore mobilitazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)
FS_qFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM
FS_srmFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by SRM Procedure

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	dl (m)	alpha (°)	TauStress (kPa)	TauF (kN/m)	TauStrength (kPa)	TauS (kN/m)
26.675	0.062	0.066	19.855	0.012	0.001	0.019	0.001
26.737	0.062	0.066	19.855	0.035	0.002	0.056	0.004
26.799	0.062	0.066	19.855	0.058	0.004	0.093	0.006
26.862	0.062	0.066	19.855	0.081	0.005	0.130	0.009
26.924	0.062	0.066	19.855	0.104	0.007	0.167	0.011
26.986	0.013	0.014	19.855	0.119	0.002	0.190	0.003
26.999	0.062	0.066	20.056	0.133	0.009	0.211	0.014
27.061	0.062	0.066	20.056	0.155	0.010	0.246	0.016
27.123	0.042	0.045	20.056	0.173	0.008	0.275	0.012
27.166	0.062	0.066	20.423	0.193	0.013	0.301	0.020
27.228	0.056	0.060	20.423	0.212	0.013	0.330	0.020
27.284	0.062	0.066	20.809	0.233	0.015	0.354	0.024
27.346	0.044	0.047	20.809	0.247	0.012	0.376	0.018
27.389	0.062	0.067	21.287	0.265	0.018	0.393	0.026
27.452	0.032	0.035	21.287	0.275	0.010	0.408	0.014
27.484	0.062	0.067	21.645	0.288	0.019	0.419	0.028
27.546	0.032	0.034	21.645	0.296	0.010	0.432	0.015
27.578	0.062	0.067	22.002	0.307	0.021	0.439	0.029
27.640	0.032	0.035	22.002	0.314	0.011	0.449	0.016
27.672	0.062	0.067	22.351	0.323	0.022	0.453	0.030
27.734	0.033	0.035	22.351	0.327	0.012	0.459	0.016
27.767	0.062	0.067	22.692	0.334	0.023	0.461	0.031
27.829	0.034	0.037	22.692	0.336	0.012	0.464	0.017
27.863	0.062	0.067	22.694	0.339	0.023	0.468	0.031
27.925	0.034	0.037	22.694	0.341	0.013	0.471	0.017
27.960	0.062	0.067	22.696	0.343	0.023	0.474	0.032
28.022	0.033	0.036	22.696	0.345	0.013	0.477	0.017
28.055	0.062	0.067	22.698	0.348	0.023	0.480	0.032
28.117	0.034	0.036	22.698	0.350	0.013	0.483	0.018
28.151	0.062	0.067	22.699	0.352	0.024	0.486	0.033

28.213	0.033	0.036	22.699	0.354	0.013	0.489	0.017
28.246	0.062	0.067	22.701	0.357	0.024	0.492	0.033
28.308	0.033	0.036	22.701	0.359	0.013	0.495	0.018
28.341	0.062	0.067	22.703	0.361	0.024	0.498	0.034
28.404	0.033	0.036	22.703	0.363	0.013	0.501	0.018
28.437	0.062	0.067	22.705	0.365	0.025	0.504	0.034
28.499	0.033	0.036	22.705	0.368	0.013	0.507	0.018
28.532	0.062	0.067	22.707	0.370	0.025	0.510	0.034
28.594	0.032	0.035	22.707	0.372	0.013	0.513	0.018
28.627	0.062	0.067	22.708	0.374	0.025	0.516	0.035
28.689	0.033	0.036	22.708	0.376	0.014	0.519	0.019
28.722	0.062	0.067	22.710	0.378	0.026	0.522	0.035
28.784	0.033	0.036	22.710	0.381	0.014	0.525	0.019
28.817	0.062	0.067	22.711	0.383	0.026	0.528	0.036
28.879	0.033	0.036	22.711	0.385	0.014	0.531	0.019
28.913	0.062	0.067	22.713	0.387	0.026	0.534	0.036
28.975	0.033	0.036	22.713	0.389	0.014	0.537	0.019
29.008	0.062	0.067	22.715	0.391	0.026	0.540	0.036
29.070	0.034	0.037	22.715	0.394	0.014	0.543	0.020
29.103	0.012	0.013	22.716	0.395	0.005	0.544	0.007
29.115	0.062	0.067	22.716	0.396	0.027	0.546	0.037
29.177	0.022	0.024	22.716	0.398	0.010	0.549	0.013
29.199	0.062	0.067	22.718	0.400	0.027	0.552	0.037
29.262	0.035	0.037	22.718	0.402	0.015	0.554	0.021
29.296	0.062	0.067	22.720	0.404	0.027	0.557	0.038
29.358	0.035	0.038	22.720	0.406	0.015	0.560	0.021
29.393	0.062	0.068	23.259	0.414	0.028	0.556	0.038
29.455	0.032	0.035	23.259	0.412	0.015	0.554	0.020
29.488	0.062	0.068	23.815	0.416	0.028	0.544	0.037
29.550	0.032	0.035	23.815	0.411	0.014	0.538	0.019
29.581	0.062	0.068	24.378	0.411	0.028	0.524	0.036
29.644	0.031	0.034	24.378	0.402	0.014	0.513	0.017
29.675	0.062	0.069	24.934	0.397	0.027	0.494	0.034
29.737	0.032	0.035	24.934	0.384	0.014	0.478	0.017
29.769	0.062	0.069	25.664	0.376	0.026	0.453	0.031
29.831	0.043	0.047	25.664	0.356	0.017	0.429	0.020
29.874	0.062	0.069	26.244	0.338	0.023	0.397	0.028
29.936	0.055	0.062	26.244	0.309	0.019	0.364	0.022
29.991	0.062	0.070	26.783	0.282	0.020	0.324	0.023
30.053	0.062	0.070	26.783	0.246	0.017	0.283	0.020
30.115	0.042	0.047	26.783	0.216	0.010	0.248	0.012
30.158	0.062	0.070	27.071	0.186	0.013	0.210	0.015
30.220	0.062	0.070	27.071	0.146	0.010	0.166	0.012
30.282	0.062	0.070	27.071	0.107	0.007	0.122	0.008
30.344	0.062	0.070	27.071	0.068	0.005	0.077	0.005
30.406	0.062	0.070	27.071	0.029	0.002	0.033	0.002
30.468	0.015	0.017	27.071	0.005	0.000	0.005	0.000

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
dl(m) : lunghezza base concio
alpha(°) : Angolo pendenza base concio
TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio
TauF (kN/m) : Forza di taglio su base concio
TauStrength(kPa) : Resistenza al taglio su base concio
TauS (kN/m) : Forza resistente al taglio su base concio

Cavanella Po – stanti 521 – 523 - Verifica di stabilità globale della scarpata arginale lato fiume – post diaframmatura



Fs minimo : 1.1498
 Range Fs : 1.1498 1.1528
 Differenza % Range Fs : 0.26
 Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000

Campione Superfici - N.: 8000
Lunghezza media segmenti (m): 1.0
Range X inizio generazione: 1.9 - 44.2
Range X termine generazione: 6.6 - 47.0
Livello Y minimo considerato: 0.0

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI-----

	fi'	C'	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	0.00	0.00	35.00	18.00	19.00	1.858	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	30.00	0.00	0.00	18.15	19.00	1.858	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 3	28.00	1.00	0.00	18.00	19.00	1.695	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 4	31.00	0.00	0.00	19.00	20.50	1.959	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 5	0.00	0.00	37.00	18.00	19.00	2.034	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 6	29.00	0.00	0.00	20.00	21.50	1.759	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 7	46.00	5.00	0.00	12.00	12.10	4.165	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi' _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)
 C' _____ Coesione efficace (in Kpa)
 Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)
 Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)
 Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)
 STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)
 ---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI- Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-
 sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)
 GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)
 mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)
 D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)
 Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25- DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006)- non-lineare- Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM-----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

METODO DI RICERCA: CONVEX RANDOM - Chen (1992)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 28.00 30.00 26.50

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 1.0 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 1.94 44.19

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 6.63 47.01

*** TOTALE SUPERFICI GENERATE : 8000

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO-----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN- PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0000

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0000

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI-----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Fattore di sicurezza (FS)	1.1498 - Min.-	X	Y	Lambda= 0.5899
	28.04	25.97		
	28.29	26.08		
	28.42	26.13		
	28.52	26.17		
	28.60	26.21		
	28.68	26.25		
	28.75	26.28		
	28.82	26.31		
	28.90	26.35		
	28.97	26.39		
	29.05	26.42		
	29.13	26.46		
	29.20	26.50		
	29.27	26.54		
	29.35	26.57		
	29.42	26.61		

Report elaborazioni

SSAP 4.9.9- Slope Stability Analysis Program (1991,2019)
WWW.SSAP.EU
Build No. 11232
BY
Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *, **
*UASLP, San Luis Potosi, Mexico
e-mail: lborselli@gmail.com
CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU
** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 31 dicembre 2019

File report: C:\Users\erbaccipierpaoloro\Desktop\report post intervento.txt

Data: 15/6/2020

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: post.mod

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO-----

___ PARAMETRI GEOMETRICI- Coordinate X Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1.00	22.95	20.41	24.30	17.35	22.99	1.00	16.30
15.00	22.95	47.95	24.30	20.41	24.30	47.95	16.30
17.35	22.99	47.95	27.17	22.17	25.00	-	-
19.33	24.30	38.54	27.77	20.37	25.00	-	-
20.37	25.00	36.48	28.35	19.33	24.30	-	-
22.17	25.00	34.54	28.33	17.35	22.99	-	-
25.07	25.00	32.37	28.15	-	-	-	-
25.67	25.00	26.11	25.00	-	-	-	-
26.11	25.00	25.67	25.00	-	-	-	-
32.37	28.15	25.07	25.00	-	-	-	-
34.54	28.33	22.17	25.00	-	-	-	-
36.48	28.35	20.41	24.30	-	-	-	-
38.54	27.77	-	-	-	-	-	-
47.95	27.17	-	-	-	-	-	-

SUP 5		SUP 6		SUP 7		SUP 8	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y

1.00	6.80	1.00	5.30	25.07	25.00	-	-
47.95	6.80	47.95	5.30	25.07	0.00	-	-
-	-	-	-	25.67	0.00	-	-
-	-	-	-	25.67	25.00	-	-
-	-	-	-	25.07	25.00	-	-

---- SUP FALDA-----

X Y (in m)

1.00	20.80
47.95	20.80

----- GESTIONE ACQUIFERI-----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

Peso unitario fluido (kN/m^3): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A	0
Coefficiente K	0.000800
Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa)	0.01
Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica	1.00
Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica	= ATTIVA

29.50	26.65
29.57	26.69
29.65	26.73
29.72	26.77
29.80	26.81
29.87	26.84
29.95	26.88
30.02	26.92
30.10	26.96
30.17	27.00
30.25	27.04
30.32	27.08
30.40	27.12
30.47	27.16
30.56	27.21
30.65	27.26
30.78	27.33
31.03	27.48

Fattore di sicurezza (FS) 1.1512 - N.2-- X Y Lambda= 0.5950

26.66	25.28
27.07	25.45
27.29	25.54
27.44	25.61
27.57	25.67
27.69	25.72
27.81	25.78
27.93	25.83
28.06	25.89
28.18	25.95
28.30	26.01
28.42	26.07
28.55	26.13
28.67	26.18
28.79	26.24
28.91	26.30
29.04	26.36
29.16	26.42
29.28	26.48
29.40	26.54
29.52	26.60
29.64	26.66
29.77	26.72
29.89	26.78
30.01	26.85
30.14	26.91
30.26	26.98
30.38	27.04
30.50	27.11
30.62	27.18
30.75	27.26
30.91	27.35
31.12	27.47
31.54	27.73

Fattore di sicurezza (FS) 1.1515 - N.3-- X Y Lambda= 0.6142

28.51	26.21
28.77	26.32
28.91	26.38
29.00	26.42
29.09	26.46
29.17	26.49
29.24	26.53
29.32	26.56
29.40	26.60
29.47	26.64
29.55	26.68
29.63	26.71
29.71	26.75
29.78	26.79
29.86	26.83
29.94	26.86
30.02	26.90

30.09	26.94
30.17	26.98
30.25	27.01
30.32	27.05
30.40	27.09
30.48	27.13
30.56	27.17
30.64	27.20
30.71	27.24
30.79	27.28
30.87	27.32
30.94	27.36
31.02	27.40
31.10	27.45
31.20	27.51
31.33	27.59
31.60	27.76

Fattore di sicurezza (FS) 1.1517 - N.4-- X Y Lambda= 0.6020

28.14	26.02
28.42	26.13
28.56	26.18
28.66	26.22
28.74	26.26
28.82	26.29
28.90	26.33
28.98	26.37
29.06	26.41
29.14	26.45
29.23	26.49
29.31	26.54
29.39	26.58
29.47	26.62
29.55	26.66
29.63	26.70
29.71	26.75
29.79	26.79
29.87	26.83
29.96	26.87
30.04	26.91
30.12	26.96
30.20	27.00
30.28	27.04
30.36	27.09
30.44	27.13
30.52	27.17
30.60	27.22
30.68	27.26
30.76	27.31
30.85	27.36
30.95	27.41
31.10	27.49
31.37	27.65

Fattore di sicurezza (FS) 1.1518 - N.5-- X Y Lambda= 0.6232

29.51	26.71
29.68	26.78
29.76	26.81
29.82	26.83
29.87	26.86
29.91	26.88
29.96	26.90
30.01	26.92
30.05	26.94
30.10	26.96
30.15	26.99
30.20	27.01
30.24	27.03
30.29	27.05
30.34	27.08
30.38	27.10
30.43	27.13
30.48	27.15

30.53	27.18
30.57	27.20
30.62	27.23
30.67	27.25
30.71	27.28
30.76	27.31
30.81	27.33
30.86	27.36
30.90	27.38
30.95	27.41
31.00	27.43
31.04	27.46
31.10	27.49
31.15	27.52
31.24	27.57
31.40	27.66

Fattore di sicurezza (FS) 1.1518 - N.6-- X Y Lambda= 0.5500

27.63	25.76
27.94	25.89
28.10	25.95
28.21	25.99
28.31	26.04
28.40	26.08
28.49	26.12
28.58	26.16
28.67	26.20
28.77	26.25
28.86	26.30
28.95	26.34
29.04	26.39
29.13	26.43
29.23	26.48
29.32	26.52
29.41	26.57
29.50	26.62
29.59	26.66
29.68	26.71
29.77	26.76
29.86	26.80
29.96	26.85
30.05	26.89
30.14	26.94
30.23	26.99
30.32	27.04
30.41	27.08
30.50	27.13
30.59	27.18
30.69	27.24
30.81	27.31
30.97	27.41
31.28	27.60

Fattore di sicurezza (FS) 1.1519 - N.7-- X Y Lambda= 0.5924

28.94	26.42
29.14	26.50
29.25	26.55
29.32	26.58
29.39	26.60
29.45	26.63
29.51	26.66
29.57	26.68
29.63	26.71
29.69	26.74
29.75	26.77
29.81	26.80
29.87	26.83
29.93	26.86
29.99	26.89
30.05	26.92
30.11	26.95
30.17	26.98
30.23	27.01

30.29	27.05
30.35	27.08
30.41	27.11
30.47	27.14
30.53	27.17
30.59	27.21
30.66	27.24
30.72	27.27
30.78	27.30
30.83	27.33
30.89	27.37
30.96	27.41
31.04	27.45
31.14	27.51
31.35	27.63

Fattore di sicurezza (FS) 1.1529 - N.8-- X Y Lambda= 0.5819

28.06	25.98
28.24	26.05
28.33	26.09
28.40	26.12
28.45	26.14
28.51	26.16
28.56	26.18
28.61	26.21
28.66	26.23
28.72	26.26
28.77	26.28
28.82	26.30
28.87	26.33
28.92	26.35
28.98	26.38
29.03	26.41
29.08	26.43
29.13	26.46
29.19	26.49
29.24	26.52
29.29	26.54
29.34	26.57
29.40	26.60
29.45	26.62
29.50	26.65
29.56	26.68
29.61	26.71
29.66	26.74
29.71	26.76
29.76	26.79
29.82	26.83
29.88	26.87
29.98	26.92
30.15	27.04

Fattore di sicurezza (FS) 1.1529 - N.9-- X Y Lambda= 0.6059

28.23	26.07
28.48	26.16
28.60	26.21
28.69	26.24
28.77	26.27
28.84	26.30
28.91	26.33
28.98	26.37
29.05	26.40
29.12	26.44
29.19	26.47
29.26	26.51
29.33	26.54
29.41	26.58
29.48	26.62
29.55	26.65
29.62	26.69
29.69	26.73
29.76	26.77
29.83	26.81

29.90	26.85
29.97	26.88
30.05	26.92
30.12	26.96
30.19	27.00
30.26	27.04
30.33	27.08
30.40	27.12
30.47	27.16
30.54	27.20
30.62	27.24
30.71	27.29
30.84	27.36
31.08	27.50

Fattore di sicurezza (Fs) 1.1530 - N.10-- X Y Lambda= 0.6005

27.56	25.73
27.91	25.86
28.09	25.93
28.21	25.98
28.32	26.03
28.43	26.07
28.53	26.12
28.63	26.16
28.73	26.21
28.84	26.26
28.94	26.30
29.04	26.35
29.14	26.40
29.24	26.45
29.34	26.50
29.44	26.55
29.54	26.61
29.65	26.66
29.75	26.72
29.85	26.77
29.96	26.83
30.06	26.88
30.16	26.94
30.26	26.99
30.36	27.05
30.47	27.10
30.57	27.16
30.67	27.22
30.77	27.27
30.87	27.33
30.99	27.40
31.11	27.47
31.29	27.58
31.64	27.78

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA-----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.200

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.150	1.1	0.9	-0.0	Deficit
2	1.151	3.7	3.2	-0.2	Deficit
3	1.151	1.4	1.2	-0.1	Deficit
4	1.152	1.5	1.3	-0.1	Deficit
5	1.152	0.5	0.5	-0.0	Deficit
6	1.152	2.3	2.0	-0.1	Deficit
7	1.152	1.0	0.9	-0.0	Deficit
8	1.153	0.8	0.7	-0.0	Deficit
9	1.153	1.4	1.2	-0.1	Deficit
10	1.153	3.1	2.7	-0.1	Deficit

Esito analisi: DEFICIT di RESISTENZA!

Valore massimo di DEFICIT di RESISTENZA(kN/m): -0.2

Note: FTR--> Forza totale Resistente lungo la superficie
di scivolamento

FTA--> Forza totale Agente lungo la superficie
di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	alpha (°)	W (kN/m)	ru (-)	U (kPa)	phi' (°)	(c',Cu) (kPa)
28.039	0.049	22.92	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00
28.088	0.049	22.92	0.01	0.00	0.00	30.00	0.00
28.137	0.049	22.92	0.01	0.00	0.00	30.00	0.00
28.187	0.049	22.92	0.01	0.00	0.00	30.00	0.00
28.236	0.049	22.92	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
28.285	0.009	22.92	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00
28.294	0.049	23.13	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
28.343	0.049	23.13	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
28.392	0.032	23.13	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
28.425	0.049	23.51	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
28.474	0.044	23.51	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
28.518	0.049	23.91	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
28.567	0.034	23.91	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
28.601	0.049	24.41	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
28.650	0.025	24.41	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
28.675	0.049	24.79	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
28.724	0.025	24.79	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
28.749	0.049	25.16	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
28.798	0.025	25.16	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
28.823	0.049	25.52	0.05	0.00	0.00	30.00	0.00
28.873	0.026	25.52	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
28.898	0.049	25.87	0.05	0.00	0.00	30.00	0.00
28.948	0.027	25.87	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
28.975	0.049	26.06	0.05	0.00	0.00	30.00	0.00
29.024	0.026	26.06	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
29.050	0.049	26.24	0.05	0.00	0.00	30.00	0.00
29.099	0.026	26.24	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
29.125	0.049	26.43	0.05	0.00	0.00	30.00	0.00
29.174	0.025	26.43	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
29.200	0.040	26.61	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
29.240	0.034	26.61	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
29.274	0.049	26.80	0.05	0.00	0.00	30.00	0.00
29.323	0.025	26.80	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
29.349	0.049	26.98	0.05	0.00	0.00	30.00	0.00
29.398	0.025	26.98	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
29.423	0.049	27.16	0.05	0.00	0.00	30.00	0.00
29.473	0.026	27.16	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
29.498	0.049	27.34	0.05	0.00	0.00	30.00	0.00
29.547	0.026	27.34	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
29.573	0.049	27.38	0.05	0.00	0.00	30.00	0.00
29.623	0.026	27.38	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
29.649	0.049	27.42	0.05	0.00	0.00	30.00	0.00
29.698	0.026	27.42	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
29.724	0.049	27.46	0.05	0.00	0.00	30.00	0.00
29.773	0.026	27.46	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
29.799	0.049	27.51	0.05	0.00	0.00	30.00	0.00
29.848	0.025	27.51	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
29.873	0.049	27.55	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
29.923	0.026	27.55	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
29.948	0.049	27.59	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
29.998	0.026	27.59	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
30.023	0.049	27.63	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
30.073	0.026	27.63	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
30.099	0.049	27.67	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
30.148	0.026	27.67	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
30.174	0.049	27.91	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
30.223	0.026	27.91	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
30.249	0.049	28.14	0.04	0.00	0.00	30.00	0.00
30.298	0.025	28.14	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
30.323	0.049	28.38	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
30.373	0.025	28.38	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
30.398	0.049	28.62	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
30.447	0.025	28.62	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00

30.472	0.049	28.93	0.03	0.00	0.00	30.00	0.00
30.521	0.034	28.93	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
30.556	0.049	29.18	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
30.605	0.044	29.18	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
30.649	0.049	29.41	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
30.698	0.049	29.41	0.02	0.00	0.00	30.00	0.00
30.747	0.033	29.41	0.01	0.00	0.00	30.00	0.00
30.780	0.049	29.54	0.01	0.00	0.00	30.00	0.00
30.829	0.049	29.54	0.01	0.00	0.00	30.00	0.00
30.879	0.049	29.54	0.01	0.00	0.00	30.00	0.00
30.928	0.049	29.54	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00
30.977	0.049	29.54	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00
31.026	0.008	29.54	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
alpha(°) : Angolo pendenza base concio
W(kN/m) : Forza peso concio
ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale
U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio
phi(°) : Angolo di attrito efficace base concio
c/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	ht (m)	yt (m)	yt' (--)	E(x) (kN/m)	T(x) (kN/m)	E' (kN)	rho(x) (kN)	FS_qFEM (--)	FS_srmFEM (--)			
28.039	0.000	25.971	0.443	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.038	11.524	10.299
28.088	0.001	25.992	0.443	1.0749377751E-004	5.3012965567E-007	4.6611482623E-003	0.038	11.524	10.299			
28.137	0.002	26.014	0.461	4.5930232771E-004	1.9754552278E-005	1.2514528929E-002	0.086	4.245	3.842			
28.187	0.005	26.038	0.466	1.3406560679E-003	1.6042282201E-004	1.8799846315E-002	0.238	2.755	2.543			
28.236	0.006	26.060	0.455	2.3118100548E-003	3.9874609758E-004	1.9676207254E-002	0.343	2.351	2.181			
28.285	0.008	26.083	0.450	3.2795190441E-003	6.8600487937E-004	2.1048924099E-002	0.417	2.123	1.978			
28.294	0.008	26.086	0.409	3.4625870411E-003	7.4499218993E-004	2.1582748573E-002	0.428	2.089	1.948			
28.343	0.007	26.106	0.415	4.6073293199E-003	1.1695911557E-003	2.5012986865E-002	0.505	1.900	1.785			
28.392	0.007	26.127	0.438	5.9273280113E-003	1.7376641682E-003	2.9512231931E-002	0.584	1.730	1.646			
28.425	0.008	26.142	0.483	6.9439655359E-003	2.2335167464E-003	3.2772421269E-002	0.640	1.616	1.555			
28.474	0.011	26.167	0.503	8.6682875457E-003	3.1394349914E-003	3.5805747433E-002	0.721	1.461	1.431			
28.518	0.014	26.189	0.494	1.0258136520E-002	4.0403581685E-003	3.6306024987E-002	0.784	1.348	1.340			
28.567	0.016	26.212	0.476	1.2035002154E-002	5.1227191061E-003	3.4785608024E-002	0.848	1.248	1.256			
28.601	0.017	26.228	0.471	1.3180273243E-002	5.8411381130E-003	3.2837804508E-002	0.882	1.195	1.211			
28.650	0.018	26.252	0.474	1.4721180218E-002	6.8498768653E-003	2.9443750874E-002	0.927	1.136	1.161			
28.675	0.018	26.263	0.477	1.5436472423E-002	7.3281364333E-003	2.8347192417E-002	0.945	1.112	1.140			
28.724	0.019	26.287	0.466	1.6817253047E-002	8.2858604606E-003	2.4696957066E-002	0.981	1.071	1.106			
28.749	0.018	26.298	0.476	1.7385500862E-002	8.6911893314E-003	2.3615969296E-002	0.995	1.056	1.093			
28.798	0.020	26.322	0.475	1.8606673528E-002	9.5959342518E-003	2.1794886271E-002	1.027	1.024	1.067			
28.823	0.019	26.333	0.488	1.9114645288E-002	9.9847196341E-003	2.0465512078E-002	1.040	1.011	1.057			
28.873	0.021	26.359	0.490	2.0141526282E-002	1.0804224274E-002	1.7772297098E-002	1.068	0.985	1.036			
28.898	0.020	26.370	0.494	2.0557281951E-002	1.1147157999E-002	1.6217269805E-002	1.080	0.975	1.028			
28.948	0.022	26.396	0.498	2.1360733788E-002	1.1824949140E-002	1.3719899206E-002	1.102	0.956	1.013			
28.975	0.021	26.408	0.494	2.1692882028E-002	1.2107610743E-002	1.2254742449E-002	1.111	0.948	1.006			
29.024	0.022	26.433	0.507	2.2292418819E-002	1.2609995054E-002	1.0215338487E-002	1.126	0.935	0.995			
29.050	0.022	26.446	0.496	2.2533268228E-002	1.2802554518E-002	8.9017607799E-003	1.131	0.930	0.991			
29.099	0.022	26.471	0.494	2.2946621665E-002	1.3116803870E-002	6.6532030711E-003	1.138	0.921	0.984			
29.125	0.022	26.483	0.499	2.3093885161E-002	1.3219337665E-002	5.4820815074E-003	1.140	0.918	0.982			
29.174	0.023	26.508	0.491	2.3338525014E-002	1.3382930655E-002	3.5817904902E-003	1.142	0.914	0.979			
29.200	0.022	26.520	0.501	2.3411417740E-002	1.3426995557E-002	2.4316509625E-003	1.142	0.912	0.978			
29.240	0.023	26.541	0.500	2.3481529777E-002	1.3468506723E-002	8.6500199131E-004	1.142	0.911	0.976			
29.274	0.022	26.557	0.503	2.3485729771E-002	1.3470247702E-002	-6.6931215142E-004	1.142	0.910	0.976			
29.323	0.023	26.583	0.511	2.3396545097E-002	1.3419961217E-002	-2.6273879943E-003	1.142	0.910	0.976			
29.349	0.022	26.595	0.506	2.3319607261E-002	1.3375919979E-002	-3.7739665400E-003	1.142	0.910	0.976			
29.398	0.023	26.621	0.513	2.3063729394E-002	1.3225023285E-002	-5.6722843039E-003	1.142	0.912	0.978			
29.423	0.022	26.633	0.508	2.2914100984E-002	1.3134373830E-002	-6.6606656600E-003	1.141	0.913	0.979			
29.473	0.022	26.659	0.499	2.2514632697E-002	1.2879175917E-002	-8.2563906572E-003	1.139	0.917	0.981			
29.498	0.021	26.671	0.511	2.2301288178E-002	1.2736866832E-002	-9.1381061882E-003	1.137	0.919	0.983			
29.547	0.022	26.697	0.510	2.1774774019E-002	1.2364403668E-002	-1.0299385435E-002	1.131	0.925	0.988			
29.573	0.021	26.709	0.512	2.1513755072E-002	1.2171356530E-002	-1.0820053571E-002	1.127	0.929	0.991			
29.623	0.021	26.735	0.511	2.0912700095E-002	1.1710316719E-002	-1.1426861753E-002	1.115	0.938	0.999			
29.649	0.020	26.748	0.512	2.0625968774E-002	1.1484409194E-002	-1.1703074167E-002	1.109	0.943	1.003			
29.698	0.021	26.774	0.512	1.9985538527E-002	1.0974071417E-002	-1.1996855064E-002	1.093	0.956	1.013			
29.724	0.020	26.786	0.512	1.9690575380E-002	1.0738176441E-002	-1.2133373811E-002	1.086	0.963	1.018			

29.773	0.020	26.812	0.511	1.9030527617E-002	1.0212956600E-002	-1.2340303960E-002	1.069	0.978	1.031
29.799	0.019	26.824	0.511	1.8726169585E-002	9.9734991762E-003	-1.2455746985E-002	1.061	0.986	1.037
29.848	0.020	26.851	0.511	1.8049581696E-002	9.4465906578E-003	-1.2628089636E-002	1.042	1.005	1.051
29.873	0.018	26.862	0.511	1.7743451941E-002	9.2115710901E-003	-1.2730177345E-002	1.034	1.014	1.058
29.923	0.019	26.889	0.511	1.7052072402E-002	8.6861384136E-003	-1.2898295901E-002	1.014	1.035	1.075
29.948	0.018	26.901	0.512	1.6734062314E-002	8.4476724738E-003	-1.2988658190E-002	1.005	1.045	1.083
29.998	0.018	26.927	0.513	1.6029744466E-002	7.9226802741E-003	-1.3131563706E-002	0.984	1.070	1.102
30.023	0.017	26.939	0.514	1.5707182213E-002	7.6847341368E-003	-1.3283460556E-002	0.974	1.081	1.112
30.073	0.018	26.966	0.515	1.4981065190E-002	7.1536634065E-003	-1.3617795568E-002	0.951	1.110	1.135
30.099	0.016	26.978	0.516	1.4640813250E-002	6.9079978045E-003	-1.3910178086E-002	0.940	1.124	1.146
30.148	0.017	27.005	0.517	1.3873123576E-002	6.3635120785E-003	-1.4596235557E-002	0.913	1.160	1.174
30.174	0.016	27.017	0.518	1.3506665538E-002	6.1098804691E-003	-1.5114088482E-002	0.901	1.178	1.187
30.223	0.016	27.044	0.518	1.2665177999E-002	5.5469070985E-003	-1.6105322824E-002	0.872	1.225	1.220
30.249	0.015	27.056	0.518	1.2266672171E-002	5.2897451524E-003	-1.6702980545E-002	0.859	1.251	1.236
30.298	0.015	27.083	0.519	1.1338944509E-002	4.7138521074E-003	-1.7759356680E-002	0.828	1.320	1.274
30.323	0.014	27.094	0.513	1.0905547092E-002	4.4558686432E-003	-1.8153766927E-002	0.814	1.358	1.291
30.373	0.013	27.121	0.507	9.9203635910E-003	3.8922603799E-003	-1.8464307313E-002	0.781	1.461	1.329
30.398	0.011	27.132	0.498	9.4769409013E-003	3.6485391683E-003	-1.8618028117E-002	0.767	1.518	1.346
30.447	0.010	27.158	0.511	8.4693014757E-003	3.1133905423E-003	-2.0015363771E-002	0.732	1.668	1.385
30.472	0.009	27.170	0.515	7.9702457122E-003	2.8588122277E-003	-2.0208450086E-002	0.714	1.756	1.406
30.521	0.007	27.196	0.521	6.9345045541E-003	2.3455978198E-003	-2.0323652839E-002	0.674	1.976	1.456
30.556	0.006	27.214	0.553	6.2531675854E-003	2.0214481135E-003	-2.1018889975E-002	0.644	2.154	1.498
30.605	0.007	27.242	0.572	5.1340373707E-003	1.5098449498E-003	-2.1627129031E-002	0.586	2.543	1.592
30.649	0.007	27.267	0.556	4.2281679750E-003	1.1228674218E-003	-1.9719855167E-002	0.529	3.016	1.700
30.698	0.006	27.294	0.546	3.3085957916E-003	7.6395948840E-004	-1.7689767176E-002	0.460	3.770	1.845
30.747	0.005	27.321	0.527	2.4850457263E-003	4.7945229518E-004	-1.4801587498E-002	0.384	4.858	2.007
30.780	0.003	27.337	0.531	2.0436937831E-003	3.4958162590E-004	-1.3075330258E-002	0.341	5.610	2.092
30.829	0.003	27.364	0.553	1.4337032862E-003	1.9939733708E-004	-1.2091924310E-002	0.277	6.637	2.190
30.879	0.002	27.392	0.558	8.5217429704E-004	7.9002751278E-005	-1.0728281087E-002	0.185	6.251	2.215
30.928	0.002	27.419	0.556	3.7655509041E-004	1.6111168879E-005	-7.5509270345E-003	0.085	3.238	2.044
30.977	0.001	27.446	0.550	1.0811764658E-004	1.7810559007E-006	-3.8047080202E-003	0.159	1.827	1.601
31.026	0.000	27.474	0.550	1.6450571781E-006	1.0600269747E-008	-4.7602062531E-004	1.210	50.000	47.301

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
 ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio
 yt(m) : coordinata Y linea di trust
 yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di trust
 E(x)(kN/m) : Forza Normale interconcio
 T(x)(kN/m) : Forza Tangenziale interconcio
 E' (kN) : derivata Forza normale interconcio
 Rho(x) (-) : fattore mobilitazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)
 FS_qFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM
 FS_srmFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by SRM Procedure

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	dl (m)	alpha (°)	TauStress (kPa)	TauF (kN/m)	TauStrength (kPa)	TauS (kN/m)
28.039	0.049	0.053	22.919	0.013	0.001	0.018	0.001
28.088	0.049	0.053	22.919	0.039	0.002	0.053	0.003
28.137	0.049	0.053	22.919	0.064	0.003	0.088	0.005
28.187	0.049	0.053	22.919	0.090	0.005	0.124	0.007
28.236	0.049	0.053	22.919	0.116	0.006	0.159	0.008
28.285	0.009	0.009	22.919	0.131	0.001	0.180	0.002
28.294	0.049	0.054	23.129	0.147	0.008	0.199	0.011
28.343	0.049	0.054	23.129	0.171	0.009	0.232	0.012
28.392	0.032	0.035	23.129	0.192	0.007	0.260	0.009
28.425	0.049	0.054	23.512	0.213	0.011	0.284	0.015
28.474	0.044	0.047	23.512	0.234	0.011	0.312	0.015
28.518	0.049	0.054	23.915	0.257	0.014	0.336	0.018
28.567	0.034	0.037	23.915	0.274	0.010	0.358	0.013
28.601	0.049	0.054	24.413	0.293	0.016	0.374	0.020
28.650	0.025	0.028	24.413	0.306	0.008	0.390	0.011
28.675	0.049	0.054	24.787	0.321	0.017	0.402	0.022
28.724	0.025	0.027	24.787	0.331	0.009	0.415	0.011
28.749	0.049	0.054	25.158	0.344	0.019	0.424	0.023
28.798	0.025	0.028	25.158	0.353	0.010	0.434	0.012
28.823	0.049	0.055	25.522	0.364	0.020	0.441	0.024
28.873	0.026	0.028	25.522	0.371	0.011	0.449	0.013
28.898	0.049	0.055	25.873	0.380	0.021	0.453	0.025
28.948	0.027	0.030	25.873	0.385	0.012	0.459	0.014

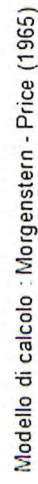
28.975	0.049	0.055	26.055	0.391	0.021	0.462	0.025
29.024	0.026	0.029	26.055	0.395	0.012	0.467	0.014
29.050	0.049	0.055	26.240	0.400	0.022	0.469	0.026
29.099	0.026	0.029	26.240	0.403	0.012	0.472	0.013
29.125	0.049	0.055	26.425	0.407	0.022	0.473	0.026
29.174	0.025	0.028	26.425	0.409	0.012	0.475	0.013
29.200	0.040	0.045	26.611	0.412	0.019	0.474	0.021
29.240	0.034	0.038	26.611	0.412	0.016	0.475	0.018
29.274	0.049	0.055	26.795	0.414	0.023	0.474	0.026
29.323	0.025	0.028	26.795	0.414	0.012	0.473	0.013
29.349	0.049	0.055	26.978	0.414	0.023	0.470	0.026
29.398	0.025	0.028	26.978	0.413	0.012	0.468	0.013
29.423	0.049	0.055	27.160	0.412	0.023	0.464	0.026
29.473	0.026	0.029	27.160	0.410	0.012	0.461	0.013
29.498	0.049	0.055	27.339	0.408	0.023	0.456	0.025
29.547	0.026	0.029	27.339	0.404	0.012	0.451	0.013
29.573	0.049	0.055	27.381	0.401	0.022	0.447	0.025
29.623	0.026	0.029	27.381	0.396	0.012	0.442	0.013
29.649	0.049	0.056	27.423	0.393	0.022	0.437	0.024
29.698	0.026	0.029	27.423	0.388	0.011	0.432	0.013
29.724	0.049	0.056	27.465	0.384	0.021	0.427	0.024
29.773	0.026	0.029	27.465	0.380	0.011	0.422	0.012
29.799	0.049	0.056	27.506	0.375	0.021	0.416	0.023
29.848	0.025	0.029	27.506	0.370	0.011	0.411	0.012
29.873	0.049	0.056	27.548	0.366	0.020	0.405	0.022
29.923	0.026	0.029	27.548	0.360	0.011	0.399	0.012
29.948	0.049	0.056	27.590	0.355	0.020	0.393	0.022
29.998	0.026	0.029	27.590	0.350	0.010	0.387	0.011
30.023	0.049	0.056	27.632	0.345	0.019	0.380	0.021
30.073	0.026	0.029	27.632	0.339	0.010	0.374	0.011
30.099	0.049	0.056	27.673	0.334	0.019	0.367	0.020
30.148	0.026	0.029	27.673	0.328	0.010	0.361	0.011
30.174	0.049	0.056	27.907	0.322	0.018	0.352	0.020
30.223	0.026	0.029	27.907	0.315	0.009	0.344	0.010
30.249	0.049	0.056	28.143	0.308	0.017	0.333	0.019
30.298	0.025	0.029	28.143	0.299	0.009	0.323	0.009
30.323	0.049	0.056	28.380	0.291	0.016	0.312	0.017
30.373	0.025	0.028	28.380	0.281	0.008	0.300	0.009
30.398	0.049	0.056	28.616	0.271	0.015	0.287	0.016
30.447	0.025	0.029	28.616	0.259	0.007	0.274	0.008
30.472	0.049	0.056	28.929	0.247	0.014	0.258	0.015
30.521	0.034	0.039	28.929	0.231	0.009	0.242	0.009
30.556	0.049	0.056	29.177	0.215	0.012	0.223	0.013
30.605	0.044	0.050	29.177	0.195	0.010	0.202	0.010
30.649	0.049	0.057	29.413	0.175	0.010	0.180	0.010
30.698	0.049	0.057	29.413	0.152	0.009	0.156	0.009
30.747	0.033	0.037	29.413	0.133	0.005	0.136	0.005
30.780	0.049	0.057	29.543	0.113	0.006	0.116	0.007
30.829	0.049	0.057	29.543	0.089	0.005	0.091	0.005
30.879	0.049	0.057	29.543	0.065	0.004	0.066	0.004
30.928	0.049	0.057	29.543	0.040	0.002	0.041	0.002
30.977	0.049	0.057	29.543	0.016	0.001	0.016	0.001
31.026	0.008	0.009	29.543	0.002	0.000	0.002	0.000

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
dl(m) : lunghezza base concio
alpha(") : Angolo pendenza base concio
TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio
TauF (kN/m) : Forza di taglio su base concio
TauStrength(kPa) : Resistenza al taglio su base concio
TauS (kN/m) : Forza resistente al taglio su base concio

RO-E-1432 - Lavori urgenti per la costruzione di un diaframma plastico per il contrasto dei moti di filtrazione in prossimità dell'abitato di Cavanella Po fra gli stanti 521-523 in sinistra Po di Venezia in Comune di Adria (RO).

Cavanella Po – stanti 521 – 523 - Verifica di stabilità globale della scarpata arginale lato fiume – post diaframmaturo – cond. sismiche



DATI 10 SUP. CON MINOR FS

Fs minimo : 1.1923
Range Fs : 1.1923 1.2092
Differenza % Range Fs : 1.39
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0550

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N : 8000
Lunghezza media segmenti (m) : 1.2
Range X inizio generazione : 1.9 - 44.2
Range X termine generazione : 6.6 - 47.0
Livello Y minimo considerato : 0.0

Report elaborazioni

SSAP 4.9.9- Slope Stability Analysis Program (1991,2019)
WWW.SSAP.EU
Build No. 11232
BY
Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**
*UASLP, San Luis Potosi, Mexico
e-mail: lborselli@gmail.com
CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU
** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 31 dicembre 2019

File report: C:\VERIFICHESSAP2010\ROE1423verificastabilitadiaframmaplastico\postintervento cond.sismiche\report
post diaframmatatura cond. sismiche.txt
Data: 22/6/2020

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: diaframmacond.sismiche.mod

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO-----

___ PARAMETRI GEOMETRICI- Coordinate X Y (in m) ___

SUP T. SUP 2 SUP 3 SUP 4

X Y X Y X Y X Y

1.00	22.95	20.41	24.30	17.35	22.99	1.00	16.30
15.00	22.95	47.95	24.30	20.41	24.30	47.95	16.30
17.35	22.99	47.95	27.17	22.17	25.00	-	-
19.33	24.30	38.54	27.77	20.37	25.00	-	-
20.37	25.00	36.48	28.35	19.33	24.30	-	-
22.17	25.00	34.54	28.33	17.35	22.99	-	-
25.07	25.00	32.37	28.15	-	-	-	-
25.67	25.00	26.11	25.00	-	-	-	-
26.11	25.00	25.67	25.00	-	-	-	-
32.37	28.15	25.07	25.00	-	-	-	-
34.54	28.33	22.17	25.00	-	-	-	-
36.48	28.35	20.41	24.30	-	-	-	-
38.54	27.77	-	-	-	-	-	-
47.95	27.17	-	-	-	-	-	-

SUP 5 SUP 6 SUP 7 SUP 8

X Y X Y X Y X Y

1.00	6.80	1.00	5.30	25.07	25.00	-	-
47.95	6.80	47.95	5.30	25.07	0.00	-	-
-	-	-	-	25.67	0.00	-	-
-	-	-	-	25.67	25.00	-	-
-	-	-	-	25.07	25.00	-	-

---- SUP FALDA-----

X Y (in m)

1.00	20.80
47.95	20.80

----- GESTIONE ACQUIFERI-----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

Peso unitario fluido (kN/m^3): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A	0
Coefficiente K	0.000800
Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa)	0.01
Coefficiente di soprapressione oltre pressione idrostatica	1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi°	C°	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	0.00	0.00	50.00	18.00	19.00	3.482	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	36.00	0.00	0.00	18.15	19.00	2.525	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 3	28.00	1.00	0.00	18.00	19.00	1.695	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 4	37.00	0.00	0.00	19.00	20.50	2.651	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 5	0.00	0.00	52.00	18.00	19.00	3.759	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 6	35.00	0.00	0.00	20.00	21.50	2.404	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 7	46.00	5.00	0.00	12.00	12.10	4.165	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi° _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C° _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in 'SNIFF SEARCH') (adimensionale)

----- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI- Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sgci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25- DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006)- non-lineare- Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

METODO DI RICERCA: CONVEX RANDOM - Chen (1992)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m): 1.2 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 1.94 44.19

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 6.63 47.01

*** TOTALE SUPERFICI GENERATE : 8000

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN- PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0550

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0275

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

N.B. Le forze orizzontali addizionali in testa e alla base sono poste uguali a 0 durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Fattore di sicurezza (Fs)	1.1923 - Min.-	X	Y	Lambda= 0.7992
	17.81	23.30		
	18.07	23.35		
	18.20	23.38		
	18.29	23.41		
	18.36	23.43		
	18.43	23.46		
	18.50	23.48		
	18.57	23.51		
	18.64	23.55		
	18.72	23.59		
	18.80	23.63		
	18.87	23.67		
	18.94	23.71		
	19.02	23.74		
	19.09	23.78		

19.16	23.82
19.24	23.86
19.31	23.90
19.39	23.94
19.46	23.97
19.53	24.01
19.60	24.06
19.67	24.10
19.75	24.14
19.82	24.19
19.90	24.24
19.98	24.29
20.05	24.34
20.11	24.39
20.19	24.45
20.26	24.52
20.35	24.60
20.48	24.73
20.73	25.00

Fattore di sicurezza (FS) 1.1939 - N.2-- X Y Lambda= 0.7749

17.86	23.33
18.09	23.38
18.21	23.41
18.30	23.44
18.37	23.46
18.44	23.48
18.50	23.50
18.57	23.53
18.64	23.55
18.71	23.58
18.78	23.61
18.85	23.64
18.92	23.67
18.98	23.70
19.05	23.73
19.12	23.76
19.19	23.79
19.26	23.83
19.33	23.87
19.40	23.90
19.46	23.94
19.53	23.98
19.59	24.02
19.66	24.06
19.74	24.11
19.81	24.16
19.88	24.21
19.95	24.26
20.01	24.32
20.07	24.38
20.14	24.45
20.22	24.55
20.34	24.69
20.59	25.00

Fattore di sicurezza (FS) 1.2000 - N.3-- X Y Lambda= 0.7815

17.88	23.34
18.13	23.40
18.25	23.43
18.34	23.46
18.41	23.48
18.48	23.50
18.55	23.53
18.62	23.56
18.69	23.59
18.76	23.62
18.84	23.66
18.91	23.69
18.98	23.73
19.05	23.76
19.12	23.79
19.20	23.83

19.27	23.86
19.35	23.90
19.42	23.93
19.48	23.97
19.55	24.01
19.62	24.05
19.69	24.09
19.76	24.14
19.83	24.19
19.91	24.25
19.98	24.30
20.05	24.36
20.12	24.42
20.19	24.48
20.27	24.55
20.35	24.63
20.48	24.75
20.72	25.00

Fattore di sicurezza (FS) 1.2022 - N.4-- X Y Lambda= 0.7472

18.05	23.45
18.30	23.48
18.42	23.50
18.50	23.51
18.57	23.53
18.63	23.55
18.70	23.57
18.76	23.60
18.83	23.63
18.91	23.66
18.98	23.70
19.05	23.74
19.12	23.77
19.19	23.81
19.26	23.85
19.33	23.89
19.39	23.93
19.47	23.97
19.54	24.01
19.61	24.05
19.67	24.10
19.74	24.14
19.81	24.18
19.88	24.22
19.95	24.27
20.03	24.32
20.10	24.36
20.16	24.41
20.23	24.46
20.30	24.51
20.37	24.58
20.45	24.65
20.57	24.77
20.82	25.00

Fattore di sicurezza (FS) 1.2053 - N.5-- X Y Lambda= 0.7672

17.90	23.35
18.13	23.42
18.25	23.45
18.34	23.48
18.41	23.50
18.48	23.52
18.55	23.54
18.61	23.57
18.68	23.59
18.76	23.62
18.82	23.64
18.89	23.67
18.96	23.70
19.03	23.73
19.09	23.76
19.16	23.79
19.23	23.82

19.31	23.86
19.37	23.90
19.44	23.93
19.50	23.97
19.57	24.01
19.64	24.06
19.70	24.11
19.77	24.16
19.85	24.22
19.92	24.27
19.99	24.33
20.05	24.39
20.12	24.45
20.19	24.52
20.27	24.61
20.39	24.74
20.63	25.00

Fattore di sicurezza (FS) 1.2068 - N.6-- X Y Lambda= 0.8057

17.82	23.30
18.08	23.37
18.20	23.41
18.29	23.44
18.37	23.46
18.44	23.49
18.51	23.52
18.58	23.55
18.65	23.58
18.73	23.62
18.80	23.65
18.88	23.69
18.95	23.72
19.02	23.76
19.10	23.80
19.17	23.83
19.24	23.87
19.32	23.91
19.39	23.95
19.46	23.99
19.53	24.02
19.61	24.07
19.68	24.11
19.75	24.15
19.83	24.20
19.91	24.25
19.98	24.29
20.05	24.34
20.12	24.39
20.19	24.45
20.26	24.52
20.35	24.60
20.48	24.73
20.73	25.00

Fattore di sicurezza (FS) 1.2084 - N.7-- X Y Lambda= 0.7818

17.79	23.28
18.04	23.34
18.16	23.37
18.25	23.39
18.32	23.41
18.39	23.44
18.45	23.46
18.52	23.49
18.59	23.52
18.67	23.56
18.74	23.60
18.81	23.63
18.88	23.67
18.95	23.70
19.02	23.74
19.09	23.77
19.17	23.81
19.24	23.85

19.31	23.89
19.38	23.94
19.45	23.98
19.51	24.03
19.58	24.07
19.65	24.13
19.72	24.19
19.79	24.25
19.87	24.31
19.94	24.38
20.01	24.44
20.08	24.50
20.16	24.58
20.24	24.66
20.37	24.77
20.61	25.00

Fattore di sicurezza (FS) 1.2086 - N.8-- X Y Lambda= 0.8203

17.79	23.28
18.05	23.35
18.17	23.39
18.26	23.41
18.34	23.44
18.41	23.47
18.48	23.49
18.55	23.53
18.62	23.56
18.70	23.60
18.78	23.64
18.85	23.67
18.92	23.71
19.00	23.75
19.07	23.79
19.14	23.83
19.21	23.87
19.29	23.91
19.36	23.95
19.44	23.99
19.51	24.04
19.58	24.08
19.66	24.12
19.73	24.16
19.81	24.20
19.89	24.25
19.96	24.29
20.03	24.34
20.10	24.39
20.17	24.45
20.24	24.51
20.33	24.60
20.46	24.73
20.72	25.00

Fattore di sicurezza (FS) 1.2090 - N.9-- X Y Lambda= 0.7811

17.82	23.30
18.07	23.38
18.19	23.42
18.28	23.45
18.36	23.48
18.44	23.51
18.51	23.53
18.58	23.56
18.65	23.59
18.73	23.61
18.80	23.64
18.87	23.67
18.95	23.70
19.02	23.73
19.09	23.76
19.16	23.79
19.24	23.82
19.32	23.86
19.39	23.89

19.46	23.92
19.53	23.96
19.60	24.00
19.67	24.04
19.74	24.08
19.82	24.13
19.90	24.19
19.97	24.24
20.04	24.29
20.11	24.35
20.18	24.41
20.26	24.48
20.34	24.57
20.47	24.71
20.73	25.00

Fattore di sicurezza (FS) 1.2092 - N.10-- X Y Lambda= 0.7377

18.12	23.50
18.34	23.53
18.44	23.54
18.52	23.56
18.58	23.57
18.64	23.59
18.70	23.60
18.76	23.62
18.82	23.65
18.89	23.68
18.95	23.70
19.01	23.73
19.07	23.76
19.14	23.79
19.19	23.82
19.25	23.85
19.32	23.88
19.38	23.92
19.45	23.96
19.51	24.00
19.57	24.03
19.63	24.07
19.69	24.11
19.75	24.15
19.82	24.20
19.89	24.25
19.95	24.29
20.01	24.34
20.06	24.39
20.12	24.45
20.19	24.51
20.26	24.60
20.37	24.73
20.59	25.00

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA-----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR FS *

Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.200

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.192	10.9	9.1	-0.1	Deficit
2	1.194	10.4	8.7	-0.1	Deficit
3	1.200	10.6	8.8	0.0	Surplus
4	1.202	10.8	9.0	0.0	Surplus
5	1.205	10.1	8.4	0.0	Surplus
6	1.207	10.6	8.8	0.1	Surplus
7	1.208	9.7	8.0	0.1	Surplus
8	1.209	10.4	8.6	0.1	Surplus
9	1.209	11.2	9.3	0.1	Surplus
10	1.209	9.4	7.8	0.1	Surplus

Esito analisi: DEFICIT di RESISTENZA!

Valore massimo di DEFICIT di RESISTENZA(kN/m): -0.1

Note: FTR--> Forza totale Resistente lungo la superficie

di scivolamento
 FTA--> Forza totale Agente lungo la superficie
 di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN
 per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	alpha (°)	W (kN/m)	ru (-)	U (kPa)	phi' (°)	(c',Cu) (kPa)	
17.812	0.048	12.32	0.01	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
17.860	0.048	12.32	0.03	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
17.908	0.048	12.32	0.05	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
17.957	0.048	12.32	0.07	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.005	0.048	12.32	0.09	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.053	0.020	12.32	0.04	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.073	0.048	13.31	0.11	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.121	0.048	13.31	0.13	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.169	0.030	13.31	0.09	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.199	0.048	15.28	0.16	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.247	0.039	15.28	0.14	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.286	0.048	17.51	0.19	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.334	0.027	17.51	0.11	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.361	0.048	20.17	0.21	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.409	0.023	20.17	0.10	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.432	0.048	22.15	0.23	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.480	0.019	22.15	0.09	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.499	0.048	24.10	0.24	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.547	0.021	24.10	0.11	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.568	0.048	25.84	0.25	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.616	0.024	25.84	0.13	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.640	0.048	27.31	0.26	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.688	0.031	27.31	0.17	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.719	0.048	27.31	0.28	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.767	0.029	27.31	0.17	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.796	0.048	27.31	0.29	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.844	0.027	27.31	0.16	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.870	0.048	27.31	0.29	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.919	0.026	27.31	0.16	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.945	0.048	27.31	0.30	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
18.993	0.025	27.31	0.16	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.018	0.048	27.31	0.31	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.066	0.025	27.31	0.17	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.091	0.048	27.31	0.32	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.139	0.026	27.31	0.17	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.165	0.048	27.31	0.33	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.213	0.026	27.31	0.18	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.239	0.048	27.31	0.34	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.287	0.026	27.31	0.19	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.314	0.016	27.89	0.12	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.330	0.048	27.89	0.35	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.378	0.008	27.89	0.06	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.386	0.048	28.47	0.36	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.434	0.024	28.47	0.18	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.458	0.048	29.07	0.37	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.506	0.023	29.07	0.18	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.529	0.048	29.66	0.38	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.578	0.024	29.66	0.19	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.602	0.048	30.26	0.38	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.650	0.024	30.26	0.19	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.674	0.048	30.84	0.39	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.722	0.026	30.84	0.21	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.748	0.048	31.39	0.39	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.796	0.028	31.39	0.23	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.824	0.026	31.89	0.21	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.850	0.048	31.89	0.40	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.898	0.007	31.89	0.06	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.905	0.048	33.70	0.40	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.953	0.024	33.70	0.20	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
19.977	0.048	35.72	0.40	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
20.025	0.022	35.72	0.18	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00
20.047	0.048	37.82	0.39	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00

20.095	0.019	37.82	0.15	0.00	0.00	28.00	1.00
20.114	0.048	39.77	0.39	0.00	0.00	28.00	1.00
20.162	0.023	39.77	0.18	0.00	0.00	28.00	1.00
20.185	0.048	42.17	0.38	0.00	0.00	28.00	1.00
20.233	0.028	42.17	0.21	0.00	0.00	28.00	1.00
20.261	0.048	43.97	0.36	0.00	0.00	28.00	1.00
20.309	0.040	43.97	0.29	0.00	0.00	28.00	1.00
20.349	0.021	45.47	0.15	0.00	0.00	28.00	1.00
20.370	0.040	45.47	0.26	0.00	0.00	28.00	1.00
20.410	0.048	45.47	0.28	0.00	0.00	28.00	1.00
20.458	0.018	45.47	0.09	0.00	0.00	28.00	1.00
20.476	0.048	46.19	0.22	0.00	0.00	28.00	1.00
20.524	0.048	46.19	0.17	0.00	0.00	28.00	1.00
20.572	0.048	46.19	0.13	0.00	0.00	28.00	1.00
20.620	0.048	46.19	0.08	0.00	0.00	28.00	1.00
20.668	0.048	46.19	0.04	0.00	0.00	28.00	1.00
20.716	0.018	46.19	0.00	0.00	0.00	28.00	1.00

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
alpha(*) : Angolo pendenza base concio
W(kN/m) : Forza peso concio
ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale
U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio
phi(*) : Angolo di attrito efficace base concio
c'/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	ht (m)	yt (m)	yt' (--)	E(x) (kN/m)	T(x) (kN/m)	E' (kN)	rho(x) (kN)	FS_qFEM (--)	FS_srmFEM (--)			
17.812	0.000	23.296	0.331	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	1.5036546032E+000	0.040	2.405	1.321		
17.860	0.005	23.312	0.331	6.3047308419E-002	3.5036286668E-004	1.1177859140E+000	0.040	2.405	1.321			
17.908	0.011	23.328	0.363	1.0753384302E-001	2.8016976676E-003	1.0571321752E+000	0.040	2.206	1.143			
17.957	0.019	23.347	0.373	1.6474610776E-001	1.3020869023E-002	1.1454686721E+000	0.102	3.626	1.224			
18.005	0.026	23.364	0.348	2.1773083766E-001	2.7847155497E-002	1.0974080527E+000	0.165	5.524	1.309			
18.053	0.032	23.380	0.344	2.7031954878E-001	4.5634588783E-002	1.0850438011E+000	0.217	6.950	1.383			
18.073	0.034	23.387	0.352	2.9177345518E-001	5.4109900887E-002	1.0985039632E+000	0.238	7.049	1.415			
18.121	0.040	23.404	0.370	3.4657976619E-001	7.8832045659E-002	1.1738956540E+000	0.294	6.056	1.496			
18.169	0.047	23.422	0.395	4.0470519765E-001	1.0917485436E-001	1.2489771232E+000	0.350	4.592	1.565			
18.199	0.052	23.435	0.439	4.4341004572E-001	1.3130976896E-001	1.2969745137E+000	0.387	3.875	1.600			
18.247	0.061	23.457	0.447	5.0750131966E-001	1.7098005361E-001	1.2595847868E+000	0.445	3.043	1.638			
18.286	0.068	23.474	0.457	5.5429927221E-001	2.0169734676E-001	1.1804147180E+000	0.483	2.676	1.650			
18.334	0.075	23.497	0.468	6.0988309638E-001	2.4060189505E-001	1.0735623032E+000	0.527	2.373	1.644			
18.361	0.079	23.509	0.472	6.3725816520E-001	2.6048872450E-001	9.9596769472E-001	0.547	2.266	1.636			
18.409	0.084	23.532	0.471	6.8236653221E-001	2.9495005963E-001	8.2532965473E-001	0.580	2.118	1.613			
18.432	0.086	23.542	0.481	6.9998797780E-001	3.0905838937E-001	7.6102214330E-001	0.593	2.073	1.602			
18.480	0.090	23.566	0.487	7.3548481432E-001	3.3903552843E-001	6.3796789217E-001	0.619	1.987	1.575			
18.499	0.092	23.575	0.509	7.4674125887E-001	3.4912754482E-001	5.9328975336E-001	0.627	1.963	1.566			
18.547	0.095	23.600	0.510	7.7458907253E-001	3.7583474011E-001	4.9270872587E-001	0.650	1.895	1.540			
18.568	0.096	23.610	0.539	7.8429568096E-001	3.8578460086E-001	4.4786558023E-001	0.658	1.871	1.530			
18.616	0.100	23.638	0.552	8.0512919179E-001	4.0964393371E-001	3.6742619920E-001	0.680	1.799	1.506			
18.640	0.101	23.650	0.580	8.1304044147E-001	4.1959276717E-001	3.2906113635E-001	0.688	1.766	1.496			
18.688	0.105	23.679	0.583	8.2826758236E-001	4.4114484087E-001	2.6650730080E-001	0.709	1.681	1.472			
18.719	0.106	23.696	0.604	8.3547436921E-001	4.5249369181E-001	2.3684983080E-001	0.719	1.631	1.460			
18.767	0.112	23.727	0.602	8.4704187744E-001	4.7217308457E-001	2.0001753707E-001	0.738	1.543	1.437			
18.796	0.113	23.742	0.593	8.5208987854E-001	4.8136322977E-001	1.8156281224E-001	0.745	1.502	1.427			
18.844	0.118	23.772	0.592	8.6128205482E-001	4.9879372938E-001	1.6487271378E-001	0.761	1.431	1.406			
18.870	0.118	23.786	0.583	8.6530644057E-001	5.0666632721E-001	1.5485200464E-001	0.767	1.401	1.396			
18.919	0.123	23.816	0.580	8.7315087426E-001	5.2278312531E-001	1.4010561437E-001	0.780	1.347	1.376			
18.945	0.123	23.829	0.579	8.7648608903E-001	5.2997230663E-001	1.3199598949E-001	0.785	1.325	1.367			
18.993	0.128	23.859	0.581	8.8322244984E-001	5.4550421831E-001	1.1944293229E-001	0.798	1.280	1.346			
19.018	0.128	23.872	0.582	8.8591907150E-001	5.5216960372E-001	1.1176152584E-001	0.803	1.263	1.337			
19.066	0.132	23.901	0.583	8.9156867701E-001	5.6738821413E-001	9.9848127393E-002	0.815	1.226	1.315			
19.091	0.133	23.915	0.598	8.9387645585E-001	5.7417998547E-001	9.2743567849E-002	0.820	1.210	1.305			
19.139	0.138	23.945	0.624	8.9853957886E-001	5.8943060832E-001	8.4551573826E-002	0.832	1.177	1.281			
19.165	0.141	23.961	0.634	9.0052892176E-001	5.9678599987E-001	7.5124425451E-002	0.838	1.162	1.269			
19.213	0.147	23.992	0.619	9.0388359466E-001	6.1119015259E-001	5.3481793322E-002	0.849	1.136	1.246			
19.239	0.148	24.007	0.590	9.0505172597E-001	6.1744330610E-001	3.7993317961E-002	0.853	1.125	1.235			
19.287	0.153	24.036	0.568	9.0629205872E-001	6.2889242734E-001	8.9099356072E-003	0.862	1.105	1.216			
19.314	0.152	24.049	0.512	9.0628266318E-001	6.3341479042E-001	-1.1786799052E-002	0.864	1.098	1.209			

19.330	0.152	24.058	0.539	9.0597294467E-001	6.3622811068E-001	-2.6446244614E-002	0.866	1.093	1.203
19.378	0.153	24.084	0.539	9.0363413349E-001	6.4318688171E-001	-7.9968482426E-002	0.870	1.080	1.189
19.386	0.153	24.088	0.586	9.0294554382E-001	6.4410260476E-001	-8.9946607363E-002	0.870	1.077	1.186
19.434	0.155	24.117	0.579	8.9726911387E-001	6.4910910778E-001	-1.3717840073E-001	0.874	1.063	1.170
19.458	0.155	24.130	0.631	8.9377460345E-001	6.5063509114E-001	-1.7143224042E-001	0.875	1.057	1.162
19.506	0.161	24.162	0.660	8.8312403569E-001	6.5243854876E-001	-2.3870934698E-001	0.877	1.041	1.143
19.529	0.163	24.177	0.658	8.7738473362E-001	6.5240683902E-001	-2.6929236256E-001	0.877	1.034	1.133
19.578	0.168	24.209	0.635	8.6221704375E-001	6.4945537936E-001	-3.0893296959E-001	0.876	1.019	1.113
19.602	0.168	24.223	0.625	8.5481689296E-001	6.4714497973E-001	-3.3527049984E-001	0.875	1.013	1.104
19.650	0.171	24.254	0.654	8.3586486729E-001	6.3941548395E-001	-4.2753618895E-001	0.870	1.000	1.084
19.674	0.173	24.270	0.651	8.2515073847E-001	6.3407250840E-001	-4.6131744806E-001	0.866	0.995	1.075
19.722	0.175	24.301	0.642	8.0133223796E-001	6.2103481601E-001	-4.9321422970E-001	0.857	0.984	1.057
19.748	0.176	24.317	0.633	7.8874195126E-001	6.1346904346E-001	-5.2129975601E-001	0.851	0.979	1.049
19.796	0.177	24.348	0.635	7.6103224873E-001	5.9565407440E-001	-5.3748409166E-001	0.838	0.971	1.035
19.824	0.178	24.366	0.639	7.4653476570E-001	5.8580861305E-001	-5.7318489767E-001	0.830	0.968	1.030
19.850	0.178	24.382	0.637	7.3016359841E-001	5.7416824767E-001	-6.2749393716E-001	0.821	0.964	1.025
19.898	0.179	24.413	0.634	6.9995590360E-001	5.5147371331E-001	-7.0575460973E-001	0.801	0.959	1.021
19.905	0.179	24.417	0.657	6.9506249080E-001	5.4766651706E-001	-7.2799829639E-001	0.798	0.958	1.021
19.953	0.179	24.449	0.651	6.5624608871E-001	5.1676602955E-001	-8.2673319990E-001	0.772	0.954	1.021
19.977	0.178	24.464	0.698	6.3593764951E-001	5.0017938650E-001	-9.0514044558E-001	0.757	0.952	1.023
20.025	0.178	24.500	0.720	5.8587555768E-001	4.5875397192E-001	-1.0503392027E+000	0.721	0.952	1.030
20.047	0.178	24.515	0.726	5.6289224381E-001	4.3951374225E-001	-1.1002607695E+000	0.703	0.953	1.034
20.095	0.176	24.550	0.718	5.0512846803E-001	3.9102711518E-001	-1.1378025505E+000	0.657	0.959	1.047
20.114	0.174	24.563	0.701	4.8402393151E-001	3.7330657832E-001	-1.1559944947E+000	0.639	0.962	1.052
20.162	0.168	24.597	0.734	4.2316543917E-001	3.2207648474E-001	-1.3627211785E+000	0.585	0.973	1.068
20.185	0.167	24.615	0.784	3.9089473804E-001	2.9497686340E-001	-1.4354217584E+000	0.553	0.979	1.076
20.233	0.162	24.653	0.759	3.1919415569E-001	2.3550355308E-001	-1.4088815356E+000	0.479	0.991	1.089
20.261	0.156	24.672	0.766	2.8169072059E-001	2.0495632159E-001	-1.4527256327E+000	0.436	0.996	1.094
20.309	0.148	24.711	0.743	2.0419683367E-001	1.4479085579E-001	-1.4841346013E+000	0.342	0.992	1.087
20.349	0.137	24.738	0.657	1.4965368981E-001	1.0536355078E-001	-1.3354639241E+000	0.271	0.976	1.068
20.370	0.128	24.751	0.597	1.2149328654E-001	8.5988037282E-002	-1.2627301938E+000	0.232	0.964	1.054
20.410	0.111	24.774	0.584	7.4607457714E-002	5.7240347546E-002	-1.1275164181E+000	0.181	0.929	1.012
20.458	0.090	24.802	0.569	2.2953992884E-002	2.8874038497E-002	-8.5383887612E-001	0.115	0.871	0.946
20.476	0.081	24.812	0.588	9.2716051098E-003	2.2596487800E-002	-7.5902512097E-001	0.098	0.850	0.921
20.524	0.061	24.841	0.666	-2.5429625744E-002	8.1875785872E-003	-6.8358303696E-001	0.047	0.781	0.836
20.572	0.045	24.876	0.741	-5.6490818685E-002	-2.4306743831E-003	-4.3774551788E-001	0.047	0.688	0.723
20.620	0.032	24.912	0.757	-6.7541856014E-002	-3.3093569027E-003	-1.1886875406E-002	0.047	0.606	0.604
20.668	0.018	24.949	0.763	-5.5347271090E-002	-1.3144333788E-003	4.9230714486E-001	0.040	0.640	0.505
20.716	0.005	24.986	0.763	-2.0180658694E-002	-2.0611097705E-004	1.0049520378E+000	0.040	1.352	1.061

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
 ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio
 yt(m) : coordinata Y linea di trust
 yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di trust
 E(x)(kN/m) : Forza Normale interconcio
 T(x)(kN/m) : Forza Tangenziale interconcio
 E' (kN) : derivata Forza normale interconcio
 Rho(x) (-) : fattore mobilitazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)
 FS_qFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM
 FS_srmFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by SRM Procedure

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X	dx	dl	alpha	TauStress	TauF	TauStrength	TauS
(m)	(m)	(m)	(°)	(kPa)	(kN/m)	(kPa)	(kN/m)
17.812	0.048	0.049	12.322	0.051	0.003	1.101	0.054
17.860	0.048	0.049	12.322	0.154	0.008	1.310	0.064
17.908	0.048	0.049	12.322	0.257	0.013	1.549	0.076
17.957	0.048	0.049	12.322	0.360	0.018	1.772	0.087
18.005	0.048	0.049	12.322	0.463	0.023	1.985	0.098
18.053	0.020	0.020	12.322	0.536	0.011	2.140	0.043
18.073	0.048	0.049	13.308	0.641	0.032	2.276	0.112
18.121	0.048	0.049	13.308	0.746	0.037	2.492	0.123
18.169	0.030	0.031	13.308	0.831	0.026	2.668	0.083
18.199	0.048	0.050	15.284	1.009	0.050	2.767	0.138
18.247	0.039	0.040	15.284	1.104	0.045	2.912	0.118
18.286	0.048	0.050	17.507	1.317	0.066	2.972	0.150
18.334	0.027	0.028	17.507	1.397	0.039	3.077	0.086
18.361	0.048	0.051	20.172	1.624	0.083	3.062	0.157
18.409	0.023	0.024	20.172	1.696	0.041	3.143	0.076
18.432	0.048	0.052	22.150	1.876	0.097	3.135	0.163

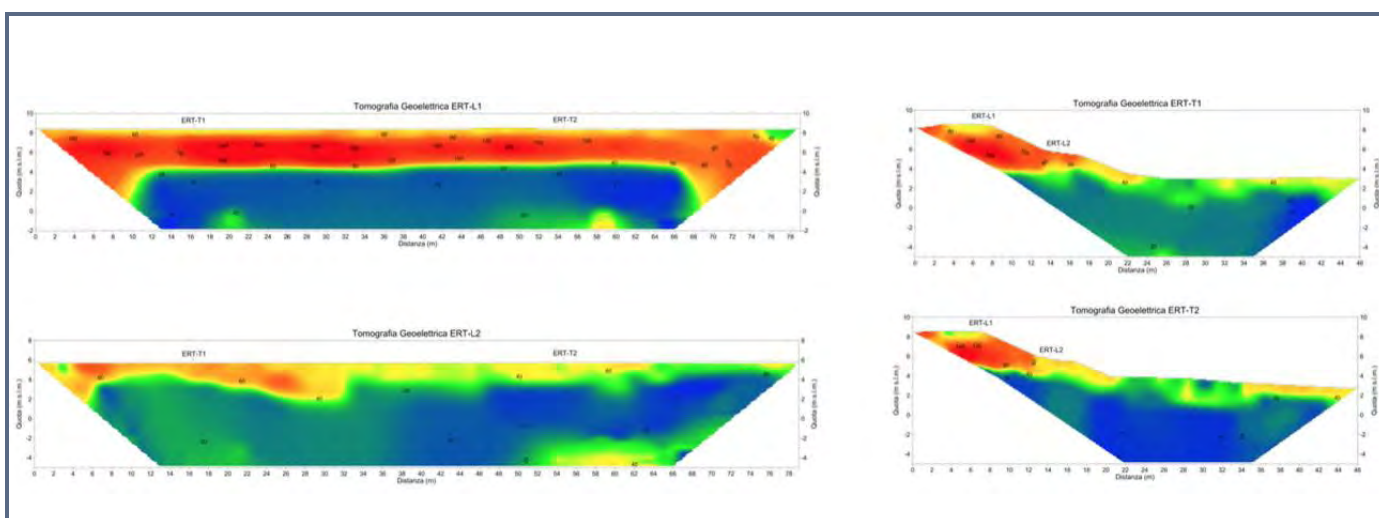
18.480	0.019	0.020	22.150	1.938	0.039	3.202	0.065
18.499	0.048	0.053	24.104	2.105	0.111	3.172	0.167
18.547	0.021	0.023	24.104	2.163	0.051	3.232	0.076
18.568	0.048	0.053	25.839	2.310	0.123	3.198	0.171
18.616	0.024	0.026	25.839	2.361	0.062	3.250	0.085
18.640	0.048	0.054	27.308	2.485	0.135	3.217	0.174
18.688	0.031	0.035	27.308	2.533	0.088	3.266	0.113
18.719	0.048	0.054	27.309	2.580	0.140	3.306	0.179
18.767	0.029	0.032	27.309	2.627	0.085	3.354	0.108
18.796	0.048	0.054	27.310	2.674	0.145	3.393	0.184
18.844	0.027	0.030	27.310	2.719	0.082	3.439	0.104
18.870	0.048	0.054	27.311	2.764	0.150	3.477	0.188
18.919	0.026	0.029	27.311	2.809	0.083	3.522	0.104
18.945	0.048	0.054	27.311	2.854	0.155	3.559	0.193
18.993	0.025	0.028	27.311	2.899	0.081	3.603	0.100
19.018	0.048	0.054	27.312	2.943	0.159	3.639	0.197
19.066	0.025	0.029	27.312	2.987	0.086	3.683	0.106
19.091	0.048	0.054	27.313	3.032	0.164	3.720	0.201
19.139	0.026	0.029	27.313	3.077	0.088	3.762	0.108
19.165	0.048	0.054	27.314	3.121	0.169	3.802	0.206
19.213	0.026	0.029	27.314	3.166	0.093	3.846	0.113
19.239	0.048	0.054	27.315	3.211	0.174	3.887	0.210
19.287	0.026	0.030	27.315	3.256	0.097	3.932	0.117
19.314	0.016	0.019	27.886	3.319	0.062	3.920	0.073
19.330	0.048	0.054	27.886	3.358	0.183	3.956	0.215
19.378	0.008	0.009	27.886	3.392	0.031	3.989	0.036
19.386	0.048	0.055	28.474	3.463	0.189	3.981	0.218
19.434	0.024	0.027	28.474	3.503	0.095	4.019	0.109
19.458	0.048	0.055	29.070	3.579	0.197	4.016	0.221
19.506	0.023	0.027	29.070	3.615	0.096	4.050	0.108
19.529	0.048	0.055	29.656	3.686	0.204	4.048	0.224
19.578	0.024	0.028	29.656	3.719	0.104	4.078	0.114
19.602	0.048	0.056	30.255	3.786	0.211	4.073	0.227
19.650	0.024	0.028	30.255	3.815	0.106	4.103	0.115
19.674	0.048	0.056	30.836	3.876	0.217	4.093	0.229
19.722	0.026	0.030	30.836	3.901	0.116	4.116	0.123
19.748	0.048	0.056	31.390	3.956	0.223	4.109	0.232
19.796	0.028	0.033	31.390	3.978	0.131	4.123	0.136
19.824	0.026	0.031	31.893	4.020	0.124	4.116	0.127
19.850	0.048	0.057	31.893	4.037	0.229	4.133	0.234
19.898	0.007	0.008	31.893	4.050	0.033	4.155	0.033
19.905	0.048	0.058	33.698	4.148	0.240	4.061	0.235
19.953	0.024	0.029	33.698	4.150	0.121	4.069	0.119
19.977	0.048	0.059	35.719	4.228	0.251	3.975	0.235
20.025	0.022	0.027	35.719	4.213	0.113	3.969	0.107
20.047	0.048	0.061	37.815	4.254	0.259	3.853	0.235
20.095	0.019	0.024	37.815	4.221	0.101	3.815	0.092
20.114	0.048	0.063	39.771	4.219	0.264	3.703	0.232
20.162	0.023	0.030	39.771	4.164	0.124	3.704	0.110
20.185	0.048	0.065	42.165	4.120	0.267	3.540	0.230
20.233	0.028	0.037	42.165	4.035	0.150	3.456	0.128
20.261	0.048	0.067	43.971	3.938	0.263	3.345	0.224
20.309	0.040	0.055	43.971	3.813	0.209	3.203	0.176
20.349	0.021	0.031	45.467	3.712	0.114	3.041	0.093
20.370	0.040	0.057	45.467	3.478	0.198	2.870	0.164
20.410	0.048	0.069	45.467	3.042	0.209	2.623	0.180
20.458	0.018	0.025	45.467	2.716	0.069	2.391	0.060
20.476	0.048	0.069	46.188	2.379	0.165	2.189	0.152
20.524	0.048	0.069	46.188	1.892	0.131	1.939	0.135
20.572	0.048	0.069	46.188	1.404	0.098	1.647	0.114
20.620	0.048	0.069	46.188	0.916	0.064	1.404	0.098
20.668	0.048	0.069	46.188	0.428	0.030	1.188	0.083
20.716	0.018	0.026	46.188	0.092	0.002	1.038	0.027

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
dl(m) : lunghezza base concio
alpha(°) : Angolo pendenza base concio
TauStress(kPa) : Sforzo di taglio su base concio
TauF (kN/m) : Forza di taglio su base concio
TauStrength(kPa) : Resistenza al taglio su base concio
TauS (kN/m) : Forza resistente al taglio su base concio

ESECUZIONE DI INDAGINI TOMOGRAFICHE DI DETTAGLIO NONCHÉ DI PORTANZA E CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI CON RIGUARDO I LAVORI URGENTI PER LA COSTRUZIONE DI UN DIAFRAMMA PLASTICO PER IL CONTRASTO DEI MOTI DI FILTRAZIONE IN PROSSIMITÀ DELL'ABITATO DI CAVANELLA PO FRA STANTI 521-523 IN SINISTRA DEL PO DI VENEZIA IN COMUNE DI ADRIA (RO)

Rif. RO-E-1432



RAPPORTO LAVORI



GeoExploration
www.geoexploration.net srl

Via G.Bruno 19 – 47121 FORLÌ (FC)
e-mail: info@geoexploration.net
pec: geoexploration.srl@pec.it
tel: 335 5306642 – 328 7168492

Committente

**AGENZIA REGIONALE PER LA SICUREZZA TERRITORIALE
E LA PROTEZIONE CIVILE
Servizio Area Affluenti Po
Sede di Reggio Emilia
Via Emilia S.Stefano 25**

CODICE	DATA	REV.	REDATTO	VERIFICATO
GE_R02_20	14/02/2020	0	DOTT. GEOL. DIEGO PERACCINI	ING. GIUSEPPE MAINARDI

Indice

1	INDICAZIONI GENERALI	2
2	Prospezione Geoelettrica Tomografica - ERT	4
2.1	Operazioni di Campagna e Strumentazione Utilizzata	6
2.2	Esito dell'Indagine Geoelettrica	7
3	Prova penetrometrica statica con piezocono e punta sismica (cptu-scptu)	9
3.1	Velocità Vs e Categorie di Sottosuolo	9
4	Caratterizzazione ambientale del terreno (DPR 120/17)	11
4.2	Analisi chimiche di laboratorio	11

Elenco Allegati

Allegato 1 – Fotografie Acquisizione Dati

Allegato 2 – Elaborati Prove Penetrometriche SCPTU-CPTU

Allegato 3 – Certificati Analisi di Laboratorio

Elenco Tavole

Tavola 1 – Planimetria Indagini geognostiche (Foglio A2 – scala 1:500)

Tavola 2 – Tomografie Geoelettriche ERT (Foglio A1 – scala 1:200)

1 INDICAZIONI GENERALI

Su incarico dell'Agenzia Interregionale per il fiume Po - Ufficio di Rovigo - avente il seguente oggetto:

"ESECUZIONE DI INDAGINI TOMOGRAFICHE DI DETTAGLIO NONCHÉ DI PORTANZA E CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI CON RIGUARDO I LAVORI URGENTI PER LA COSTRUZIONE DI UN DIAFRAMMA PLASTICO PER IL CONTRASTO DEI MOTI DI FILTRAZIONE IN PROSSIMITÀ DELL'ABITATO DI CAVANELLA PO FRA STANTI 521-523 IN SINISTRA DEL PO DI VENEZIA IN COMUNE DI ADRIA (RO) - RIF. RO-E-1432"

sono state eseguite indagini di tipo geofisico (Tomografie geoelettriche ERT) e prove geognostiche penetrometriche (SCPTU-CPTU) sugli argini, piani golenali e piano campagna in sinistra fiume Po nelle località Cavanella Po (Comune di Adria) e Pioppa (Comune di Porto Viro).

La campagna di indagini in località Cavanella Po ha avuto lo scopo di fornire informazioni utili per la definizione di un modello geologico finalizzato all'esecuzione di un diaframma plastico in progetto e per verificare inoltre eventuali anomalie di tipo stratigrafico o antropico presenti nel sottosuolo.

La campagna di indagini in località Pioppa ha invece avuto lo scopo di caratterizzare i terreni presenti al fine di verificarne l'eventuale utilizzo per la realizzazione del piè banca mancante dell'arginatura. A tal proposito sono stati inoltre prelevati campioni di terreni da analizzare chimicamente ai sensi dei criteri previsti in tema di utilizzo di terre e rocce da scavo dal D. Lgs. n. 152/2006 e D.P.R. n. 120 del 13/06/2017. In dettaglio, sono state eseguite le seguenti indagini:

- n.8 tomografie geoelettriche di varia lunghezza con interdistanza elettrodica di 1 m denominate ERT-L1, ERT-L2, ERT-T1, ERT-T2 (località Cavanella Po) ed ERT-L3, ERT-L4, ERT-T3, ERT-T4 (località Pioppa);
- n.2 prove penetrometriche in località Pioppa denominate SCPTU-1 (prova con cono sismico) e CPTU-2;
- n.3 prelievo di campioni in località Pioppa denominati C1, C2 e C3, per le analisi chimiche di laboratorio.

Per tutte le indagini è stato eseguito il rilievo topografico con strumentazione GPS differenziale collegato alla rete ItalPos; L'ubicazione delle indagini geofisiche e geognostiche è riportata sulla planimetria in Tavola 1, mentre in Tabella 1 e Tabella 2 si riportano le coordinate degli stendimenti geofisici e delle prove puntuali.

Il rilievo GPS è stato georeferenziato utilizzando la monografia del caposaldo (anno 2005) dell'idrometro di Cavanella Po, fornita dalla Committenza; le coordinate sono in formato WGS-84 UTM32.

LINEA	Coordinate WGS84-UTM32	
	Inizio	Fine
ERT-L1	748102.38 E - 4990961.85 N	748172.18 E - 4990998.47 N
ERT-L2	748105.78 E - 4990954.81 N	748175.14 E - 4990992.31 N
ERT-T1	748113.58 E - 4990975.68 N	748135.91 E - 4990936.16 N
ERT-T2	748147.58 E - 4990993.59 N	748169.96 E - 4990953.18 N
ERT-L3	751505.52 E - 4990133.10 N	751657.74 E - 4990089.28 N
ERT-L4	751537.47 E - 4990103.96 N	751658.88 E - 4990062.63 N
ERT-T3	751558.08 E - 4990092.05 N	751570.03 E - 4990135.92 N
ERT-T4	751636.07 E - 4990059.68 N	751649.50 E - 4990120.39 N

Tabella 1 – Coordinate di inizio e fine degli stendimenti geoelettrici

LINEA	Coordinate WGS84-UTM32	
	E	N
SCPTU-1	751587.67	4990081.53
CPTU-2	751584.35	4990107.67
C1	751551.46	4990114.93
C2	751592.02	4990106.26
C3	751639.44	4990089.26

Tabella 2 – Coordinate delle indagini puntuali (prove penetrometriche e campioni)

Segue una breve descrizione dei metodi geofisici e geognostici utilizzati e delle modalità esecutive delle prospezioni. A conclusione del rapporto lavori vengono commentati i risultati ottenuti dall'elaborazione e restituzione dati.

Le fotografie delle fasi di acquisizione dati sono riportate in Allegato 1.

2 PROSPEZIONE GEOELETTRICA TOMOGRAFICA - ERT

Lo scopo dei metodi geoelettrici ERT (*Earth Resistivity Tomography*) è quello di ottenere informazioni sulla natura e struttura del sottosuolo, attraverso una serie di misure opportunamente effettuate dalla superficie. E' noto che se agli estremi di un conduttore si applica una differenza di potenziale ΔV , in esso passerà una corrente di intensità I che è legata alla differenza di potenziale dalla legge di Ohm:

$$R = \Delta V / I$$

dove R è la resistenza elettrica che dipende dalla natura e dalle caratteristiche geometriche del conduttore.

Nel caso specifico, la formulazione della suddetta legge diventa:

$$\rho = K (\Delta V / I)$$

in cui K è il coefficiente geometrico del conduttore, vedi dimensionamento dello stendimento elettrodo, e ρ rappresenta una proprietà intrinseca del materiale e indica la resistenza al passaggio della corrente.

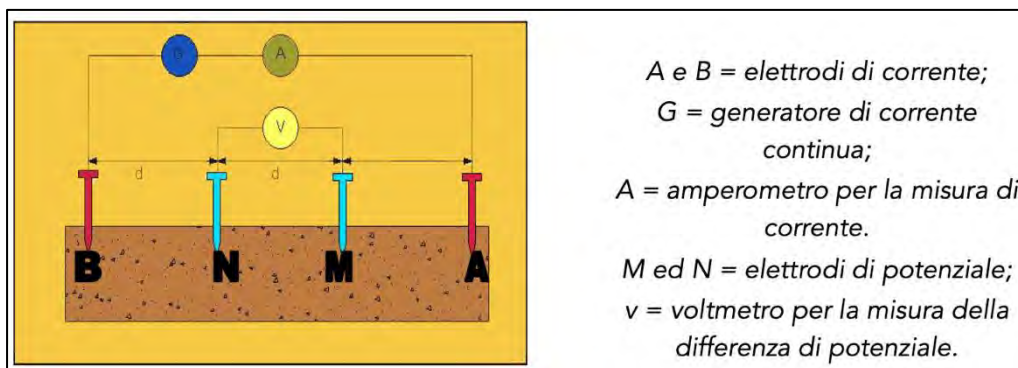


Figura 1 – Quadripolo di misura delle indagini geoelettriche

Questo fattore è noto col nome di resistività, si misura in $\text{Ohm} \cdot \text{m}$ e fornisce elementi utili per l'individuazione della natura dei litotipi investigati. Il valore di tale parametro dipende dalla composizione mineralogica dei terreni, dalla presenza di eventuali fluidi di saturazione, dalla temperatura, dalla porosità e dal grado di cementazione.

L'indagine viene eseguita mediante stendimenti multielettrodi e acquisizione dei dati di resistività ricorrendo a dispositivi di vario tipo (Wenner, Wenner-Schlumberger, Dipolo-Dipolo, Polo-Polo, Polo-Dipolo) a seconda delle esigenze investigative. Possono essere utilizzati uno o più stendimenti con base a 16 elettrodi (o un numero personalizzato di elettrodi) spazati uniformemente a piacimento in relazione alla profondità da raggiungere e risoluzione richiesta.

La disposizione degli elettrodi è generalmente programmata dall'operatore e ottimizzata per minimizzare il numero dei profili necessari ad individuare l'obiettivo della ricerca. Tutti gli elettrodi sono collegati, mediante un apposito cavo multiconduttore, allo strumento di acquisizione.

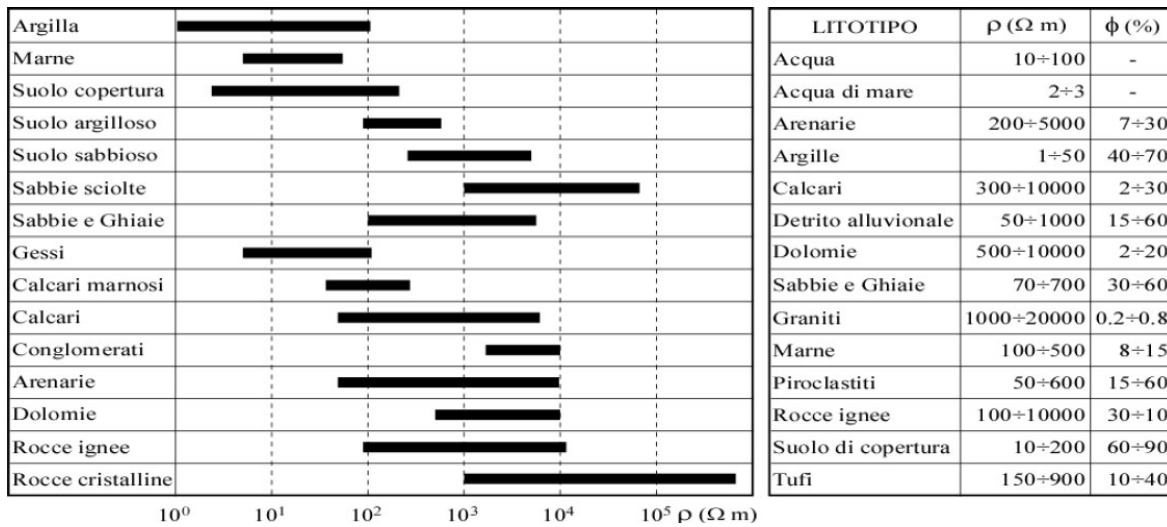


Tabella 3 – Valori indicativi di resistività (Ω ·m) e di porosità (%) di alcuni litotipi.

Utilizzando, ad esempio, la configurazione del tipo Wenner (vedi schema riportato sotto), la corrente viene applicata ad una coppia di elettrodi A-B misurando la differenza di potenziale tra le coppie di elettrodi M-N e poi traslando il quadripolo fino alla fine dello stendimento. Si passa successivamente ad una seconda coppia di trasmissione e così via fino a raggiungere il numero massimo di misure indipendenti sui poli e dipoli disponibili ed in base alle eventuali altre configurazioni scelte e citate sopra.

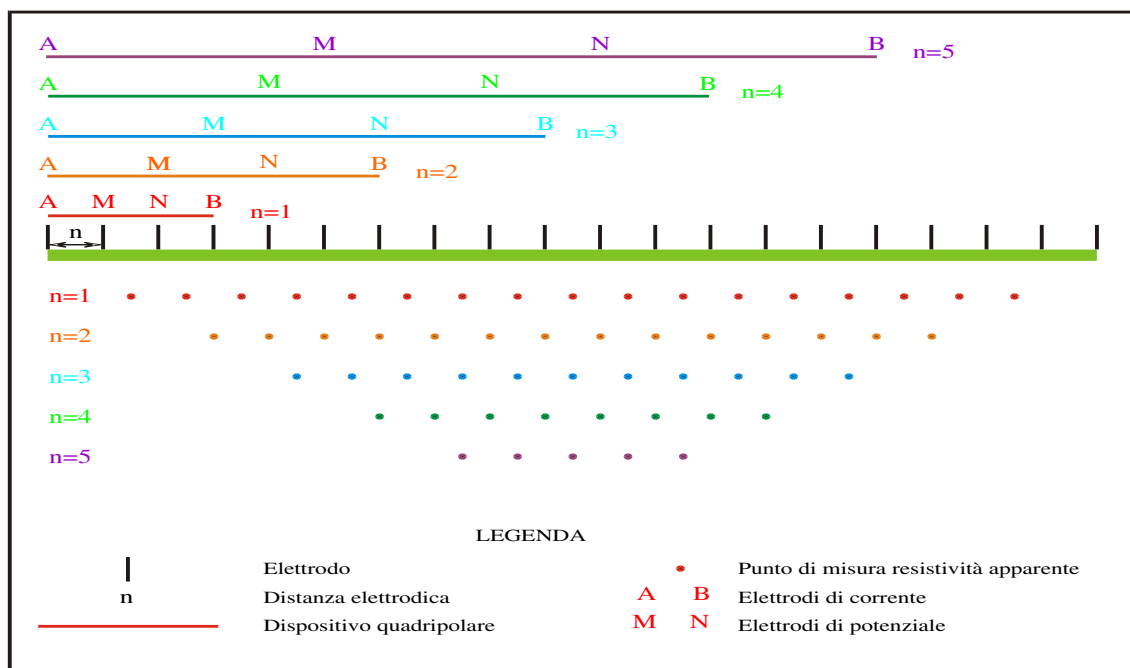


Figura 2 - Schema di acquisizione dati con configurazione del tipo Wenner e ricostruzione della relativa pseudosezione di resistività apparente

Si ottengono, con questa procedura, centinaia di letture per ciascuna misura d'interesse, che costituiscono le resistività apparenti dei terreni investigati; successivamente con un apposito algoritmo d'inversione, è possibile ricostruire la distribuzione bidimensionale delle resistività reali del sottosuolo legate alle caratteristiche litologiche specifiche.

Essendo il sottosuolo non omogeneo, perché composto di più litotipi, si otterranno valori di resistività apparente dipendenti dalle proprietà elettriche dei materiali stessi alle varie profondità investigate.

Il sistema dei profili tomografici geoelettrici con dispositivo multi-array per tomografia elettrica di resistività è una metodologia innovativa in quanto evoluzione delle misure con quadripolo classico AMNB, intesa ed applicata in modo tale da ottenere risoluzioni spaziali elevate.

In particolare, questa tecnica permette di ricostruire una sezione su scala cromatica a colori che mostra la distribuzione spaziale in due dimensioni (distanza/profondità) della resistività reale del sottosuolo con una risoluzione che dipende dalla distanza reciproca dei quattro elettrodi.

2.1 OPERAZIONI DI CAMPAGNA E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Come già indicato nelle informazioni iniziali, l'indagine geoelettrica è stata eseguita mediante n. 8 stendimenti multielettrodi con distanza interelettrodica 1 m, per un totale complessivo di 650 m come da computo metrico in programma. Le lunghezze delle tomografie ERT in dettaglio sono le seguenti:

- ERT-L1, ERT2-L2 (80 elettrodi) 79 m
- ERT-T1, ERT2-T2 (48 elettrodi) 47 m
- ERT-L3, (96 elettrodi x 2 con sovrapposizione di 32 elettrodi) 159 m
- ERT-L3, (80 elettrodi x 2 con sovrapposizione di 32 elettrodi) 129 m
- ERT-T3 (48 elettrodi) 47 m
- ERT-T4 (64 elettrodi) 63 m

Nel caso specifico è stata utilizzata la configurazione Wenner-Schlumberger al fine di conseguire il massimo dettaglio e la profondità ottimale d'indagine dal piano campagna.

L'apparecchiatura utilizzata nella prospezione tomografica è il georesistivimetro multielettrodo di ultima generazione a corrente alternata POLARES (prodotto dalla PASI s.r.l di Torino) in configurazione di moduli da 16 elettrodi.

Lo strumento lavora assegnando agli elettrodi una corrente alternata (ampiezza, frequenza e fase modificabile dall'utente) permettendo di programmare le sequenze di misure desiderate direttamente in campagna in funzione della profondità e del dettaglio richiesto.

Prima di iniziare ogni acquisizione delle resistività apparenti per ogni lettura della configurazione scelta, il georesistivimetro esegue sul terreno, mediante la distribuzione degli elettrodi con i cavi di collegamento, i controlli delle resistenze di presa su ogni elettrodo e l'eliminazione dei potenziali spontanei.

I files raccolti vengono poi scaricati dal georesistivimetro POLARES tramite porta USB e trasferiti al notebook per essere elaborati con software Res2DInv in maniera speditiva direttamente in campagna per il controllo della qualità dei dati in tempo reale e successivamente in sequenza completa per la restituzione finale, presso la nostra sede.

Le misure di resistività ottenute come rapporto tra differenza di potenziale misurata agli elettrodi M-N e la corrente che fluisce tra A-B, moltiplicata per le costanti geometriche dipendenti dalle posizioni reciproche e specifiche dei quattro elettrodi AMNB, sono dette resistività apparenti e forniscono la pseudosezione di resistività apparente.

La ricostruzione delle sezioni di resistività reale avviene tramite l'utilizzo di specifico software denominato Res2DInv che utilizza il metodo degli elementi finiti per il calcolo diretto delle resistività reali e la minimizzazione degli errori tramite processo d'inversione ai minimi quadrati con un numero variabile di iterazioni. La restituzione del software Res2DInv è costituita da immagini a vari colori associati ai valori di resistività dei terreni con escursione dei valori di resistività in scala logaritmica.

2.2 ESITO DELL'INDAGINE GEOELETTRICA

L'associazione indicativa tra valori di resistività ottenuti ed i terreni presenti nell'area d'indagine (Tabella 4) è stata effettuata mediante le informazioni stratigrafiche delle prove geognostiche effettuate indicate in planimetria.

Tipologia di terreno	Resistività ($\Omega \cdot m$)
1. Terreni prevalentemente limosi-argillosi, in falda	< 20
2. Terreni prevalentemente limosi-sabbiosi, in falda	20 - 40
3. Terreni prevalentemente sabbiosi; terreni di riporto superficiali	40 - 60
4. Terreni prevalentemente sabbioso-limosi drenati che costituiscono i corpi arginali; Terreni di riporto grossolani, eventuali manufatti antropici (?)	> 60

Tabella 4 – Tipologia di terreno e valori indicativi di resistività associati

Le tomografie effettuate in località Cavanella Po (ERT-L1, ERT-L2, ERT-T1 e ERT-T2) hanno delineato l'assetto stratigrafico locale costituito dai terreni alto-resistivi associati al copro arginale e ai terreni di riporto della bancata lato fiume o talvolta in zona golenale; alla base di questi terreni sono presenti limi argillosi aventi generalmente resistività comprese tra 10-30 $\Omega \cdot m$. La profondità di indagine raggiunta è di circa 10 m da piano campagna, per cui il tetto del probabile strato sabbioso alla base della successione indagata si individua solo marginalmente (parte finale di ERT-L2 in profondità).

Un sondaggio effettuato dalla Committenza successivamente alle indagini geoelettriche ha individuato un manufatto antropico sul piano della linea ERT-L2 tra le profondità 3,20-4,00 m da piano campagna.

E' possibile che la tomografia geoelettrica non abbia individuato il manufatto per 3 principali motivi:

- Risoluzione verticale: lo spessore del target di 80 cm è inferiore alla spaziatura degli elettrodi posti ad interdistanza 1 m. La risoluzione verticale diminuisce con la profondità proporzionalmente alla densità delle linee di corrente e, in via teorica, sotto i 2 m di profondità il potere risolutivo è inferiore alla spaziatura degli elettrodi.
- Il sondaggio è stato effettuato a circa 1 m di distanza dalla linea geoelettrica (effettuata più a ridosso del piede della banca arginale, come da foto allegata). Lungo il piede della banca arginale le perforazioni effettuate per la bonifica bellica non hanno intercettato il manufatto, quindi questo probabilmente finisce prima del piede della bancata arginale e della linea ERT-L2.
- Probabilmente il manufatto è una platea "isolata" di spessore noto e larghezza limitata (?). Se così fosse, essendo un manufatto in calcestruzzo molto più resistivo rispetto ai terreni che lo inglobano, le linee di corrente teoriche passerebbero attorno al manufatto avendo una via preferenziale in terreni più conduttivi.

Per le tomografie effettuate in località Pioppa (ERT-L3, ERT-L3, ERT-T3 e ERT-T4) si possono ritenere valide le considerazioni precedenti che associano le resistività misurate al corpo arginale e all'assetto stratigrafico dei terreni in posto.

In particolare la linea ERT-L3, effettuata per caratterizzare i terreni presenti al fine di verificarne l'eventuale utilizzo per la realizzazione del piè banca mancante dell'arginatura, si presenta lineare con andamento degli strati piano-parallelo e senza anomalie da segnalare. Anche in questo caso il tetto dello strato sabbioso alla base della successione indagata, individuato con le prove penetrometriche, si individua solo marginalmente in profondità nella parte centrale della sezione (resistività > 40 $\Omega \cdot m$). Sulle linee longitudinali ERT-L3 e ERT-L4 non si evidenziano anomalie di resistività legate al fontanazzo presente in zona. Per i dettagli si rimanda alle sezioni tomografiche finali riportate in Tavola 2 in scala 1:200.

3 PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PIEZOCONO E PUNTA SISMICA (CPTU-SCPTU)

Al fine di caratterizzare in maniera diretta i terreni indagati mediante le indagini geofisiche in località Pioppa, come riportato in planimetria (Tavola 1 sono state effettuate n.2 prove penetrometriche:

- SCPTU-1 (prova con cono sismico) fino alla profondità di 35 m da piano campagna
- CPTU-2 fino alla profondità di 25 m da piano campagna.

Per le prove penetrometriche è stata utilizzata la seguente strumentazione:

- Sistema di spinta: penetrometro statico tipo Gouda da 100 kN cingolato mod. Pagani TG 63-100
- Piezocono G1-CPL2IN e sistema di acquisizione G1-PEN8 di produzione Tecno Penta s.a.s.

Tutti i risultati in dettaglio sono riportati negli di Allegato 2

3.1 VELOCITÀ VS E CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

Facendo riferimento alla nuova normativa tecnica in materia di progettazione antisismica (NTC2018), la caratterizzazione geotecnica dei terreni dal punto di vista sismico richiede come elemento indispensabile la conoscenza del profilo delle velocità delle onde di taglio Vs degli strati del terreno presenti nel sito di studio.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

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

N numero di strati;

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

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la

profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s_{eq}}$ è definita dal parametro V_{s30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. La normativa, sulla base del suddetto profilo, fornisce una classificazione dei suoli suddivisa nelle tipologie A, B, C, D ed E (rif. Tab. 3.2.II delle NTC2018):

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s

C - Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s

D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s

E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m

Il valore V_{s30} per la classificazione sismica dei terreni di fondazione fornito dalla prova SCPT-1 è risultato essere di 221 m/s e rientra nella tipologia "C" - Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s

4 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEL TERRENO (DPR 120/17)

Per la caratterizzazione del terreno dell'area in esame, ai sensi dei criteri previsti in tema di utilizzo di terre e rocce da scavo dal D. Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. e D.P.R. n. 120 del 13/06/2017, sono state eseguite le seguenti indagini:

- N° 3 prelievi di campioni di terreno medio composito (denominati C1-C2-C3) e rappresentativi dell'area di studio;
- N° 3 analisi di laboratorio di chimica sul campione di terreno prelevato, con determinazione del contenuto in metalli pesanti (Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo totale, Cromo esavalente, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame e Zinco), amianto e idrocarburi pesanti.

I campioni medi prelevati, ottenuti tramite quartatura come prescritto, sono stati immediatamente riposti in un apposito contenitore di vetro a tenuta stagna e successivamente inviati ad un laboratorio certificato per essere sottoposto ad opportune analisi chimiche.

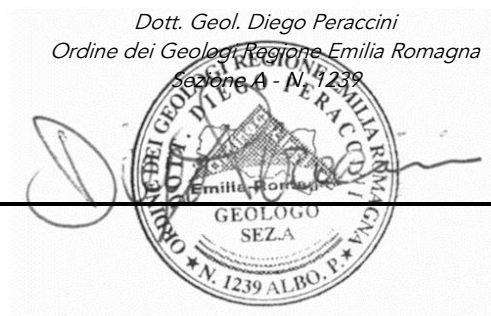
4.2 ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO

Sono state effettuate da laboratorio certificato analisi chimiche per la determinazione del contenuto in metalli pesanti (Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo totale, Cromo VI, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame e Zinco), idrocarburi pesanti e amianto (presenza/assenza). I risultati ottenuti dalle analisi chimiche effettuate sono riportati in Allegato 3.

Dalle analisi chimiche effettuate si evince che i campioni di terreno analizzati sono conformi con quanto previsto dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (Allegato 5 Tabella 1), relativo a: "Concentrazione soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare" per i siti ad uso "verde pubblico, privato, residenziale" (colonna A), in base ai parametri indagati e previsti da tale normativa.

In base ai dati emersi dai risultati dell'analisi di laboratorio di chimica eseguita sui campioni di terreno prelevati, si può affermare che il sottosuolo, in corrispondenza dell'area di interesse, risulta "non contaminato" da metalli pesanti e idrocarburi pesanti.

Forlì, 14/02/2020



Dott. Ing. Giuseppe Mainardi
Ordine degli Ingegneri Provincia di Ravenna
Sezione A - Settore A - N. 1826



ALLEGATO 1 - FOTOGRAFIE ACQUISIZIONE DATI



Foto 1 – Acquisizione dati ERT-L1 e rilievo GPS



Foto 2 – Acquisizione dati ERT-L2



Foto 3 – Acquisizione dati ERT-T1



Foto 4 – Acquisizione dati ERT-T3



Foto 5 – Acquisizione dati ERT-L4



Foto 6 – Acquisizione dati ERT-T4 (Pasi Polares)



Foto 7 – Acquisizione dati SCPTU-1



Foto 8 – Acquisizione dati CPTU-2

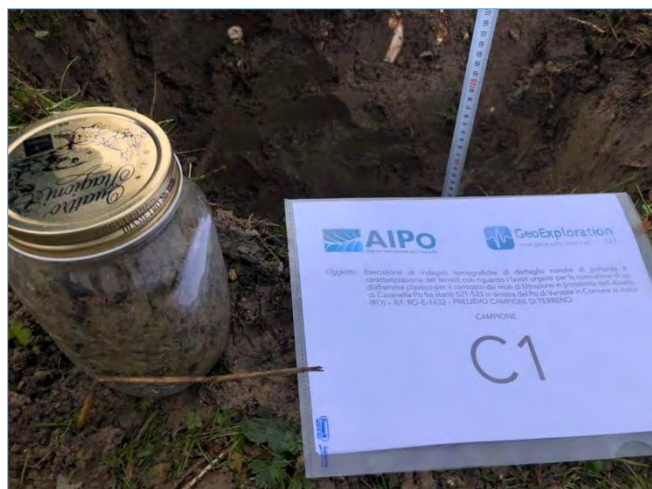


Foto 9 – Prelievo Campione C1



Foto 10 – Prelievo Campione C2



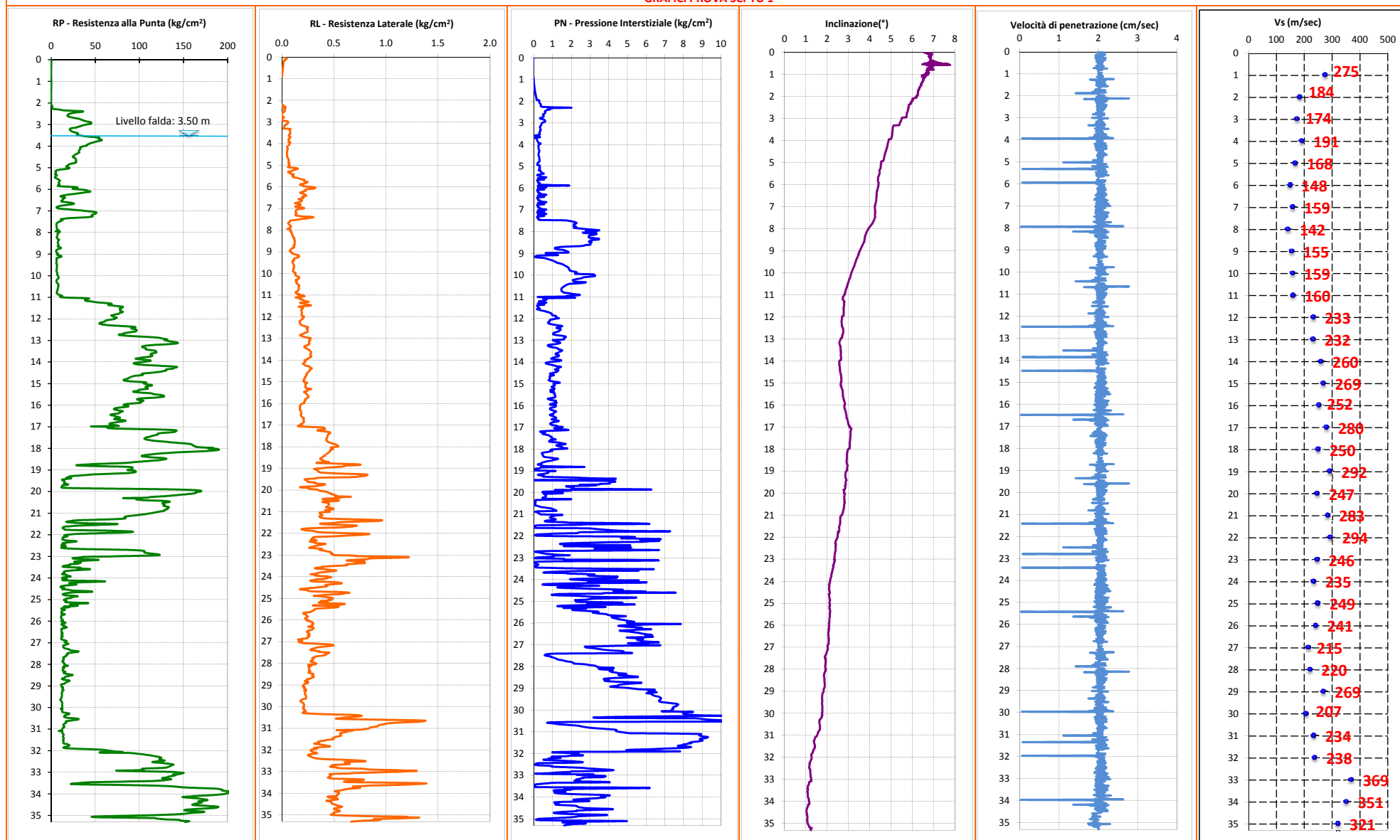
Foto 11 – Prelievo Campione C3



Foto 12 – Campioni C1-C2-C3

ALLEGATO 2
ELABORATI PROVE PENETROMETRICHE

GRAFICI PROVA SCPTU 1



Vs 30 e ANAGRAFICA PROVA SCPTU 1

prof. (p)	prof.(cs)	Dist (L)	Tempo (t)	VsP	L2-L1	t2-t1	VsL				Vs30
m	m	m	sec	m/sec	m	sec	m/sec				
0.00	0.00	0.00	0.0000								
1.30	1.00	1.8028	0.0066	275	1.80	0.0066	275	1.00	0.00364		
2.30	2.00	2.5000	0.0103	242	0.70	0.0038	184	1.00	0.00543		
3.30	3.00	3.3541	0.0153	220	0.85	0.0049	174	1.00	0.00575		
4.30	4.00	4.2720	0.0201	213	0.92	0.0048	191	1.00	0.00522		
5.30	5.00	5.2202	0.0257	203	0.95	0.0056	168	1.00	0.00595		
6.30	6.00	6.1847	0.0322	192	0.96	0.0065	148	1.00	0.00674		
7.30	7.00	7.1589	0.0383	182	0.97	0.0061	159	1.00	0.00630		
8.30	8.00	8.1394	0.0452	180	0.98	0.0069	142	1.00	0.00704		
9.30	9.00	9.1241	0.0516	177	0.98	0.0064	155	1.00	0.00646		
10.30	10.00	10.1119	0.0578	175	0.99	0.0062	159	1.00	0.00629		
11.30	11.00	11.1018	0.0640	173	0.99	0.0062	160	1.00	0.00625		
12.30	12.00	12.0934	0.0683	177	0.99	0.0043	233	1.00	0.00430		
13.30	13.00	13.0863	0.0725	180	0.99	0.0043	232	1.00	0.00431		
14.30	14.00	14.0801	0.0764	184	0.99	0.0038	260	1.00	0.00384		
15.30	15.00	15.0748	0.0801	188	0.99	0.0037	269	1.00	0.00371		
16.30	16.00	16.0702	0.0840	191	1.00	0.0039	252	1.00	0.00396		
17.30	17.00	17.0660	0.0876	195	1.00	0.0036	280	1.00	0.00357		
18.30	18.00	18.0624	0.0915	197	1.00	0.0040	250	1.00	0.00400		
19.30	19.00	19.0591	0.0950	201	1.00	0.0034	292	1.00	0.00343		
20.30	20.00	20.0562	0.0990	203	1.00	0.0040	247	1.00	0.00405		
21.30	21.00	21.0535	0.1025	205	1.00	0.0035	283	1.00	0.00353		
22.30	22.00	22.0511	0.1059	208	1.00	0.0034	294	1.00	0.00340		
23.30	23.00	23.0489	0.1100	210	1.00	0.0041	246	1.00	0.00406		
24.30	24.00	24.0468	0.1142	211	1.00	0.0043	235	1.00	0.00426		
25.30	25.00	25.0450	0.1182	212	1.00	0.0040	249	1.00	0.00401		
26.30	26.00	26.0432	0.1224	213	1.00	0.0041	241	1.00	0.00414		
27.30	27.00	27.0416	0.1270	213	1.00	0.0046	215	1.00	0.00465		
28.30	28.00	28.0401	0.1315	213	1.00	0.0045	220	1.00	0.00455		
29.30	29.00	29.0388	0.1353	215	1.00	0.0037	269	1.00	0.00372		
30.30	30.00	30.0375	0.1401	214	1.00	0.0048	207	1.00	0.00484		
31.30	31.00	31.0363	0.1444	215	1.00	0.0043	234	1.00	0.00427		
32.30	32.00	32.0351	0.1486	216	1.00	0.0042	238	1.00	0.00421		
33.30	33.00	33.0341	0.1513	218	1.00	0.0027	369	1.00	0.00271		
34.30	34.00	34.0321	0.1541	221	1.00	0.0028	351	1.00	0.00285		
35.30	35.00	35.0321	0.1572	223	1.00	0.0031	321	1.00	0.00311		

35.00 0.15858

220.7

prof.(cs): profondità cono sismico

prof. (p): profondità piezometro

prof. (p): profondità piezometro

D1: distanza fra la sorgente del rumore S - geofono triassiale (L)

Tempo (t): tempo d'arrivo dell'onda a S

VsP: velocità del suono nel percorso fra S ed L - Vs puntuale alla profondità

VsL: Vs per ogni livello (L2 - L1)/(t2 - t1)

Nel calcolo delle Vs30 è da intendersi un possibile valore di indeterminazione del +/- 20% del valore ricavato

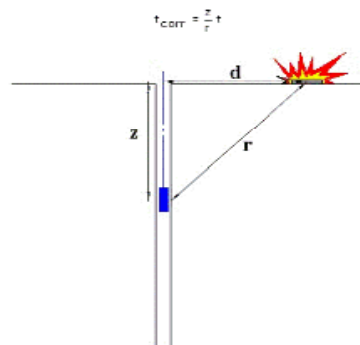


Figura 1 Schema di down hole con metodo diretto



Prof.	RP	RL	PN	Incl.	V.avanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi °	cm/sec																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
0.020	0.536	0.029	2.232	6.575	2.000	1.660	-0.055	-0.029	0.085	6.326	2.000	3.300	22.745	0.015	0.346	5.389	2.178	4.940	17.085	0.069	0.288	4.550	2.000	6.580	13.983	0.165	0.288	4.320	2.063	0.040	0.411	0.032	-3.069	6.871	2.182	1.680	-0.055	-0.029	0.085	6.326	2.000	3.320	23.503	0.082	0.370	5.113	2.000	4.960	17.339	0.066	0.299	4.543	2.110	6.600	18.798	0.188	0.359	4.316	2.106	0.060	0.438	0.039	-2.883	6.687	2.048	1.700	-0.035	-0.029	0.097	6.285	2.000	3.340	24.894	0.075	0.333	5.107	1.746	4.980	19.433	0.074	0.319	4.546	2.073	6.620	22.462	0.194	0.453	4.312	1.970	0.080	0.363	0.046	-3.162	6.943	2.037	1.720	0.038	-0.030	0.102	6.288	1.926	3.360	26.436	0.074	0.339	5.100	2.053	5.000	20.647	0.075	0.324	4.546	2.035	6.640	24.661	0.190	0.664	4.312	2.144	0.100	0.338	0.037	-3.441	6.789	2.123	1.740	-0.014	-0.030	0.106	6.279	2.178	3.380	28.712	0.075	0.341	5.096	1.970	5.020	20.724	0.075	0.288	4.532	1.109	6.660	25.924	0.184	0.565	4.310	1.922	0.120	0.212	0.033	-3.999	6.857	1.952	1.760	0.009	-0.031	0.110	6.262	2.038	3.400	30.152	0.078	0.332	5.088	2.152	5.040	19.309	0.069	0.299	4.537	2.083	6.680	25.013	0.182	0.216	4.306	2.174	0.140	0.237	0.032	-4.371	6.807	2.172	1.780	-0.119	-0.032	0.115	6.265	2.016	3.420	30.532	0.079	0.316	5.088	2.028	5.060	16.005	0.062	0.319	4.528	2.108	6.700	22.307	0.170	0.385	4.307	2.126	0.160	0.110	0.019	-4.557	6.891	1.928	1.800	0.004	-0.032	0.120	6.267	2.148	3.440	29.722	0.078	0.299	5.089	2.139	5.080	10.935	0.057	0.324	4.531	1.966	6.720	18.465	0.153	0.523	4.308	1.900	0.180	0.109	0.019	-4.650	6.764	2.124	1.820	0.078	-0.034	0.125	6.265	1.852	3.460	29.240	0.078	0.288	5.083	1.995	5.100	8.388	0.071	0.288	4.520	2.209	6.740	14.884	0.126	0.549	4.300	2.239	0.200	0.134	0.017	-4.836	6.834	2.084	1.840	-0.019	-0.035	0.130	6.275	2.194	3.480	29.794	0.078	0.299	5.076	1.927	5.120	6.169	0.073	0.259	4.519	2.070	6.760	11.102	0.134	0.251	4.297	2.006	0.220	0.134	0.018	-4.929	6.809	1.987	1.860	-0.028	-0.035	0.135	6.254	1.968	3.500	31.663	0.078	0.319	5.078	2.261	5.140	5.564	0.150	0.319	4.525	2.019	6.780	9.061	0.156	0.168	4.297	2.092	0.240	0.134	0.015	-5.022	6.881	2.091	1.880	-0.031	-0.036	0.142	6.254	1.424	3.520	34.719	0.081	0.324	5.078	1.950	5.160	5.008	0.153	0.324	4.521	2.137	6.800	7.422	0.176	0.189	4.292	2.088	0.260	0.133	0.016	-5.208	6.819	1.922	1.900	-0.108	-0.037	0.145	6.244	2.000	3.540	38.761	0.077	0.271	5.070	2.083	5.180	4.779	0.143	0.257	4.521	2.062	6.820	6.313	0.180	0.221	4.281	1.972	0.280	0.108	0.015	-5.301	6.830	2.194	1.920	-0.108	-0.037	0.145	6.244	2.000	3.560	43.813	0.075	0.191	5.067	2.091	5.200	5.079	0.127	0.347	4.517	1.850	6.840	6.238	0.176	0.221	4.281	2.214	0.300	0.183	0.014	-5.301	6.851	2.008	1.940	-0.083	-0.037	0.146	6.266	2.000	3.580	49.195	0.071	0.061	5.070	2.050	5.220	5.531	0.111	0.372	4.515	2.244	6.860	6.667	0.162	0.221	4.273	2.018	0.320	0.032	0.014	-5.487	6.883	2.041	1.960	0.055	-0.042	0.288	6.213	2.000	3.600	54.489	0.072	0.288	5.063	2.076	5.240	5.300	0.101	0.377	4.516	2.014	6.880	7.622	0.151	0.223	4.271	1.950	0.340	-0.018	0.014	-5.580	6.875	2.050	1.980	-0.124	-0.042	0.289	6.220	2.151	3.620	54.051	0.067	0.299	5.062	1.935	5.260	5.171	0.093	0.385	4.509	2.164	6.900	10.823	0.129	0.316	4.268	2.266	0.360	0.008	0.013	-5.673	6.847	1.949	2.000	-0.052	-0.041	0.288	6.176	2.036	3.640	53.310	0.066	0.319	5.070	2.119	5.280	4.866	0.075	0.409	4.501	2.064	6.920	18.917	0.134	0.288	4.256	2.015	0.380	0.018	0.014	-5.763	6.824	2.050	2.020	-0.077	-0.040	0.288	6.166	2.000	3.660	54.064	0.073	0.324	5.055	2.004	5.300	4.359	0.060	0.432	4.492	1.928	6.940	23.584	0.176	0.359	4.249	2.000	0.400	0.084	0.012	-5.766	7.034	1.989	2.040	-0.133	-0.040	0.287	6.208	2.000	3.680	55.654	0.080	0.065	5.056	2.111	5.320	5.848	0.060	0.527	4.469	0.071	6.960	29.150	0.208	0.453	4.238	1.949	0.420	-0.067	0.012	-5.859	6.797	2.108	2.060	0.191	-0.039	0.291	6.165	1.954	3.700	57.196	0.082	0.102	5.052	1.998	5.340	6.253	0.070	0.512	4.466	2.160	6.980	34.639	0.214	0.664	4.237	1.994	0.440	-0.092	0.011	-5.859	6.717	2.121	2.080	0.315	-0.037	0.304	6.075	2.207	3.720	57.493	0.079	0.135	5.053	1.972	5.360	6.583	0.082	0.366	4.461	1.993	7.000	38.080	0.202	0.565	4.242	2.308	0.460	0.034	0.010	-5.952	6.750	1.954	2.100	0.639	-0.022	0.322	6.006	2.042	3.740	56.774	0.073	0.151	5.053	2.192	5.380	5.575	0.082	0.214	4.461	2.159	7.020	44.200	0.163	0.216	4.245	1.929	0.480	0.085	0.010	-6.138	7.337	2.106	2.120	0.940	-0.020	0.344	6.000	2.782	3.760	54.276	0.067	0.155	5.047	1.907	5.400	4.921	0.092	0.173	4.459	2.051	7.040	48.246	0.147	0.385	4.244	2.088	0.500	0.060	0.008	-6.138	6.553	1.990	2.140	1.264	-0.016	0.370	6.033	1.666	3.780	52.034	0.064	0.161	5.052	2.200	5.420	4.368	0.113	0.218	4.461	1.998	7.060	50.626	0.138	0.523	4.243	2.053	0.520	0.009	0.008	-6.138	6.665	2.094	2.160	1.338	-0.010	0.377	6.018	1.905	3.800	50.096	0.063	0.176	5.033	1.983	5.440	4.368	0.109	0.303	4.464	2.214	7.080	51.463	0.137	0.549	4.242	1.941	0.540	0.010	0.008	-6.231	6.466	2.058	2.180	1.159	-0.005	0.370	5.995	2.231	3.820	48.440	0.065	0.193	5.033	2.070	5.460	4.570	0.100	0.359	4.470	2.044	7.100	51.006	0.134	0.251	4.245	2.175	0.560	0.025	0.008	-6.231	7.780	1.995	2.200	1.282	0.000	0.366	6.015	1.948	3.840	46.871	0.069	0.188	5.041	2.056	5.480	5.301	0.102	0.453	4.468	1.941	7.120	50.473	0.131	0.168	4.245	2.028	0.580	0.010	0.007	-6.231	6.688	2.101	2.220	1.178	0.012	0.370	5.978	2.215	3.860	44.875	0.067	0.212	5.031	1.886	5.500	6.587	0.110	0.664	4.465	2.204	7.140	49.079	0.130	0.359	4.254	2.114	0.600	0.010	0.006	-6.324	7.012	2.106	2.240	1.274	0.010	0.378	5.939	1.929	3.880	43.777	0.067	0.220	5.027	2.263	5.520	7.574	0.112	0.565	4.452	2.008	7.160	47.560	0.132	0.453	4.252	2.088	0.620	0.010	0.006	-6.324	6.862	1.999	2.260	1.698	0.005	0.462	5.960	2.204	3.900	42.549	0.065	0.233	5.016	1.765	5.540	8.148	0.104	0.216	4.446	2.119	7.180	46.370	0.137	0.664	4.246	1.933	0.640	0.034	0.006	-6.417	6.921	1.950	2.280	3.000	0.009	1.053	5.928	2.005	3.920	41.703	0.061	0.243	5.009	2.325	5.560	8.904	0.128	0.385	4.446	2.049	7.200	45.912	0.139	0.565	4.254	2.103	0.660	0.060	0.006	-6.417	6.809	2.138	2.300	8.236	0.036	2.010	5.922	2.002	3.940	40.321	0.081	0.359	4.402	0.057	5.580	9.912	0.149	0.523	4.432	1.957	7.220	46.112	0.140	0.216	4.250	2.097	0.680	0.009	0.005	-6.417	6.821	2.074	2.320	11.224	0.022	0.944	5.943	2.145	3.960	40.777	0.073	0.341	4.888	2.130	5.600	9.937	0.162	0.549	4.419	2.264	7.240	46.918	0.137	0.385	4.261	1.941	0.700	-0.067	0.005	-6.417	6.957	2.043	2.340	13.754	0.025	0.765	5.921	1.957	3.980	40.270	0.073	0.326	4.894	2.041	5.620	9.533	0.170	0.251	4.415	1.951	7.260	46.991	0.131	0.523	4.260	2.149	0.720	-0.041	0.003	-6.417	6.705	2.119	2.360	12.214	0.021	0.875	5.851	2.146	4.000	37.311	0.075	0.283	4.890	2.050	5.640	9.331	0.187	0.168	4.415	2.146	7.280	43.672	0.130	0.549	4.255	1.930	0.740	0.009	0.008	-6.417	6.886	2.119	2.380	14.024	0.021	0.869	5.824	2.018	4.020	37.093	0.075	0.283	4.886	2.042	5.660	9.202	0.189	0.211	4.415	2.149	7.300	47.625	0.131	0.251	4.255	2.062	0.760	-0.017	0.003	-6.417	6.793	2.226	2.400	36.383	0.023	0.718	5.838	1.978	4.040	33.338	0.069	0.238	4.877	1.960	5.680	8.649	0.216	0.221	4.394	2.000	7.320	26.973	0.139	0.168	4.246	2.042	0.780	0.00




Committente: AIPO
Cantiere: Cavanella PO
Data: 09/01/2020

ID Prova: SCPTU 1
Profondità falda: a mt 3.50 da p.c.
Preforo: 2.30 mt da p.c.

Profondità massima raggiunta: 35.30 mt
Punta sismica: Tecnopenta CPLSD
RIF. 02/20GF

Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz
metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi *	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi *	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi *	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi *	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi *	cm/sec
8.220	6.319	0.102	2.954	3.831	2.028	9.860	6.894	0.108	2.274	3.204	1.955	11.500	78.429	0.206	0.223	2.797	2.000	13.140	141.225	0.259	1.339	2.584	2.002	14.780	85.586	0.221	0.839	2.668	2.065
8.240	6.420	0.102	2.934	3.828	2.012	9.880	6.969	0.106	2.306	3.192	2.139	11.520	77.683	0.163	0.316	2.789	2.073	13.160	136.085	0.261	1.214	2.577	2.179	14.800	83.755	0.222	0.808	2.665	1.984
8.260	6.647	0.104	2.934	3.812	2.188	9.900	7.095	0.107	2.261	3.188	1.945	11.540	78.053	0.173	0.288	2.779	1.837	13.180	129.348	0.260	1.057	2.578	1.995	14.820	82.229	0.222	0.792	2.677	2.191
8.280	7.050	0.106	2.985	3.806	2.083	9.920	6.868	0.112	2.208	3.175	2.151	11.560	78.627	0.196	0.163	2.773	2.246	13.200	118.240	0.262	0.821	2.581	1.996	14.840	82.075	0.217	0.808	2.668	2.014
8.300	7.579	0.106	3.247	3.794	2.060	9.940	6.742	0.118	2.205	3.172	2.076	11.580	78.821	0.204	0.235	2.777	2.018	13.220	112.695	0.264	0.753	2.585	2.219	14.860	83.064	0.214	0.854	2.673	2.074
8.320	8.613	0.111	3.481	3.787	1.918	9.960	7.017	0.130	3.184	3.152	2.164	11.600	78.227	0.203	0.305	2.781	2.034	13.240	107.195	0.264	0.742	2.590	1.968	14.880	86.871	0.212	0.992	2.668	2.020
8.340	9.066	0.112	3.416	3.783	2.161	9.980	7.295	0.129	3.224	3.146	1.966	11.620	78.139	0.197	0.384	2.773	2.103	13.260	104.821	0.258	0.772	2.591	1.991	14.900	92.302	0.209	1.131	2.666	1.991
8.360	8.614	0.121	3.468	3.770	1.919	10.000	7.597	0.129	3.248	3.142	2.002	11.640	79.193	0.190	0.497	2.781	2.041	13.280	103.181	0.255	0.826	2.595	2.128	14.920	101.873	0.208	1.322	2.677	2.155
8.380	8.287	0.120	3.173	3.772	2.217	10.020	8.127	0.128	3.273	3.135	2.187	11.660	80.656	0.191	0.616	2.773	2.073	13.300	103.165	0.246	0.926	2.608	2.070	14.940	107.713	0.209	1.388	2.665	1.999
8.400	8.010	0.118	3.019	3.781	2.086	10.040	8.277	0.128	3.264	3.133	1.945	11.680	81.210	0.189	0.657	2.772	2.000	13.320	104.167	0.237	1.030	2.619	2.128	14.960	107.739	0.217	1.295	2.672	2.007
8.420	7.681	0.120	3.015	3.774	1.957	10.060	8.480	0.129	3.073	3.128	2.126	11.700	79.946	0.185	0.782	2.774	2.000	13.340	105.620	0.221	1.174	2.622	1.989	14.980	104.828	0.207	1.081	2.643	2.197
8.440	7.530	0.117	3.000	3.765	2.244	10.080	8.555	0.130	2.860	3.115	1.960	11.720	78.822	0.187	0.820	2.780	1.950	13.360	107.003	0.216	1.267	2.625	2.041	15.000	105.520	0.213	1.051	2.643	1.959
8.460	7.531	0.122	2.942	3.765	2.037	10.100	8.529	0.137	2.638	3.108	2.246	11.740	77.229	0.189	0.890	2.781	2.135	13.380	107.624	0.214	1.312	2.628	2.089	15.020	107.254	0.227	1.072	2.645	2.207
8.480	7.481	0.125	3.091	3.758	2.089	10.120	8.150	0.147	2.606	3.112	2.049	11.760	76.459	0.190	0.936	2.781	1.987	13.400	107.079	0.216	1.306	2.641	1.995	15.040	110.457	0.241	1.116	2.652	2.036
8.500	7.632	0.124	2.996	3.759	2.076	10.140	7.721	0.158	2.542	3.099	2.037	11.780	74.694	0.192	0.958	2.784	2.130	13.420	108.057	0.223	1.367	2.635	2.110	15.060	113.508	0.240	1.116	2.637	1.935
8.520	8.061	0.123	3.038	3.752	2.072	10.160	7.266	0.162	2.431	3.094	2.065	11.800	72.219	0.193	0.960	2.778	2.073	13.440	112.234	0.234	1.482	2.633	2.101	15.080	114.372	0.230	1.103	2.640	2.184
8.540	8.262	0.122	3.008	3.753	1.993	10.180	6.812	0.165	2.284	3.092	1.999	11.820	70.151	0.193	0.978	2.786	1.926	13.460	115.649	0.237	1.515	2.629	1.867	15.100	112.822	0.224	1.052	2.633	2.036
8.560	8.389	0.120	3.017	3.744	2.000	10.200	6.533	0.167	2.185	3.089	2.000	11.840	68.186	0.188	0.981	2.781	2.178	13.480	118.329	0.246	1.487	2.639	2.000	15.120	109.238	0.227	0.973	2.659	2.063
8.580	8.389	0.120	3.017	3.744	2.182	10.220	6.202	0.162	2.093	3.079	2.000	11.860	68.732	0.188	1.080	2.772	2.000	13.500	118.523	0.253	1.443	2.630	2.110	15.140	107.025	0.226	0.944	2.651	2.106
8.600	8.389	0.120	3.017	3.744	2.048	10.240	6.075	0.158	2.087	3.068	2.000	11.880	70.578	0.188	1.183	2.774	1.746	13.520	119.098	0.262	1.388	2.639	2.073	15.160	106.919	0.226	0.990	2.657	1.970
8.620	7.582	0.122	2.723	3.720	2.037	10.260	6.047	0.146	2.107	3.066	1.926	11.900	70.578	0.188	1.183	2.774	2.053	13.540	119.418	0.266	1.339	2.649	2.035	15.180	107.829	0.227	1.055	2.661	2.144
8.640	7.481	0.124	2.708	3.714	2.123	10.280	6.070	0.139	2.127	3.050	2.178	11.920	71.213	0.188	1.207	2.766	1.970	13.560	118.849	0.269	1.305	2.640	1.109	15.200	108.662	0.227	1.099	2.677	1.922
8.660	8.161	0.121	2.535	3.705	1.952	10.300	6.395	0.132	2.203	3.036	2.038	11.940	74.397	0.193	1.180	2.777	2.152	13.580	117.015	0.272	1.245	2.646	2.083	15.220	109.673	0.226	1.107	2.684	2.174
8.680	9.421	0.121	1.965	3.694	2.172	10.320	6.440	0.146	2.773	3.030	2.016	11.960	73.548	0.197	1.185	2.769	2.028	13.600	113.805	0.278	1.174	2.645	2.108	15.240	109.364	0.223	1.085	2.690	2.126
8.700	10.883	0.112	1.473	3.681	1.928	10.340	7.172	0.142	2.753	3.021	2.148	11.980	72.567	0.213	1.343	2.701	2.139	13.620	113.039	0.277	1.168	2.654	1.966	15.260	104.254	0.231	0.955	2.691	1.900
8.720	11.184	0.112	1.276	3.670	2.124	10.360	7.424	0.137	2.577	3.013	1.852	12.000	72.113	0.202	1.183	2.701	1.995	13.640	113.039	0.277	1.168	2.654	2.209	15.280	100.365	0.232	0.880	2.695	2.239
8.740	9.975	0.116	1.130	3.665	2.084	10.380	7.752	0.135	2.261	3.012	2.194	12.020	69.729	0.201	1.069	2.702	1.927	13.660	112.765	0.280	1.271	2.643	2.070	15.300	99.090	0.232	0.915	2.705	2.006
8.760	8.764	0.114	1.241	3.650	1.987	10.400	8.282	0.135	1.909	3.011	1.968	12.040	69.328	0.204	0.944	2.699	2.261	13.680	114.432	0.279	1.342	2.647	2.019	15.320	98.930	0.280	1.069	2.729	2.092
8.780	7.378	0.118	1.121	3.652	2.091	10.420	8.307	0.141	1.819	3.007	1.424	12.060	63.409	0.205	0.865	2.693	1.950	13.700	114.601	0.276	1.312	2.641	2.137	15.340	96.092	0.262	0.968	2.740	2.088
8.800	6.420	0.114	1.211	3.636	1.922	10.440	8.130	0.146	1.771	3.002	2.000	12.080	61.808	0.200	0.838	2.703	2.083	13.720	114.390	0.275	1.329	2.643	2.062	15.360	92.948	0.258	0.881	2.739	1.972
8.820	5.915	0.106	1.349	3.623	2.194	10.460	8.105	0.144	1.704	2.983	2.000	12.100	61.069	0.193	0.838	2.697	2.091	13.740	112.859	0.272	1.297	2.640	1.850	15.380	93.207	0.254	0.919	2.732	2.214
8.840	5.688	0.096	1.568	3.608	2.008	10.480	8.357	0.149	1.681	2.983	2.000	12.120	60.885	0.190	0.850	2.695	2.050	13.760	108.917	0.272	1.169	2.643	2.244	15.400	97.982	0.246	1.061	2.733	2.018
8.860	5.764	0.089	1.654	3.601	2.041	10.500	8.231	0.155	1.640	2.969	2.000	12.140	59.079	0.187	0.808	2.686	2.076	13.780	104.769	0.276	1.071	2.646	2.014	15.420	104.507	0.236	1.109	2.724	1.950
8.880	5.690	0.086	1.704	3.597	2.050	10.520	8.106	0.162	1.618	2.970	2.151	12.160	57.526	0.178	0.776	2.686	1.935	13.800	101.867	0.277	1.027	2.654	2.164	15.440	112.173	0.217	1.113	2.733	2.266
8.900	5.917	0.083	1.760	3.583	1.949	10.540	7.803	0.166	1.572	2.965	2.036	12.180	55.437	0.173	0.754	2.678	2.119	13.820	98.840	0.283	0.968	2.655	2.064	15.460	114.582	0.212	1.092	2.740	2.015
8.920	6.397	0.078	1.832	3.575	2.181	10.560	7.701	0.166	1.535	2.955	2.000	12.200	54.799	0.172	0.759	2.677	2.004	13.840	95.683	0.280	0.922	2.659	1.928	15.480	115.392	0.215	1.097	2.746	2.000
8.940	6.372	0.076	1.847	3.566	1.989	10.580	7.624	0.167	1.509	2.946	2.000	12.220	52.945	0.170	0.791	2.683	2.111	13.860	97.453	0.275	1.026	2.655	2.075	15.500	112.742	0.218	1.128	2.744	1.949
8.960	6.372	0.076	1.848	3.566	2.108	10.600	7.548	0.160	1.494	2.946	1.954	12.240	56																

						Committente: AIPO Cantiere: Cavanella PO Data: 09/01/2020						ID Prova: SCPTU 1 Profondità falda: a mt 3.50 da p.c. Preforo: 2.30 mt da p.c.						Profondità massima raggiunta: 35.30 mt Punta sismica: Tecnopenta CPLSD Rif. 02/20GF											
Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz
metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi *	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi *	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi *	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi *	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi *	cm/sec
16.420	68.427	0.184	0.860	2.894	2.263	18.060	190.107	0.486	0.982	2.963	2.101	19.700	14.841	0.347	1.725	2.848	2.215	21.340	25.474	0.645	0.782	2.611	1.886	22.980	89.640	0.485	0.138	2.345	2.204
16.440	67.131	0.184	0.872	2.897	1.926	18.080	187.241	0.491	0.984	2.963	2.106	19.720	12.329	0.414	1.742	2.849	1.929	21.360	22.512	0.809	1.684	2.615	2.263	23.000	66.097	0.514	0.082	2.333	2.008
16.460	68.045	0.187	0.944	2.900	2.574	18.100	181.885	0.491	0.897	2.958	1.999	19.740	12.616	0.411	1.926	2.859	2.204	21.380	18.585	0.960	1.904	2.616	1.765	23.020	36.300	0.698	0.048	2.332	2.119
16.480	70.786	0.187	1.041	2.911	0.044	18.120	175.461	0.480	0.786	2.947	1.950	19.760	12.347	0.398	2.122	2.854	2.005	21.400	17.170	0.963	4.508	2.605	2.325	23.040	34.039	0.704	1.604	2.373	2.049
16.500	72.232	0.183	1.088	2.915	1.057	18.140	166.239	0.466	0.649	2.941	2.138	19.780	12.080	0.374	2.046	2.853	2.002	21.420	19.692	0.921	5.886	2.604	0.057	23.060	30.323	0.906	1.594	2.354	1.957
16.520	73.652	0.181	1.116	2.909	2.003	18.160	154.069	0.466	0.497	2.947	2.074	19.800	11.738	0.341	2.016	2.841	2.145	21.440	26.416	0.801	6.147	2.604	2.130	23.080	24.205	1.215	1.684	2.349	2.264
16.540	75.631	0.182	1.162	2.908	2.083	18.180	142.914	0.468	0.434	2.937	2.043	19.820	12.425	0.309	2.179	2.832	1.957	21.460	36.324	0.637	2.768	2.594	2.041	23.100	25.139	1.220	6.550	2.354	1.951
16.560	77.431	0.184	1.190	2.910	2.106	18.200	135.361	0.464	0.424	2.938	2.119	19.840	31.231	0.217	5.201	2.795	2.146	21.480	63.026	0.551	2.443	2.584	2.050	23.120	33.024	1.101	6.670	2.347	2.146
16.580	77.963	0.185	1.176	2.912	1.948	18.220	126.944	0.456	0.452	2.939	1.881	19.860	66.735	0.174	6.155	2.768	2.018	21.500	75.185	0.521	0.328	2.575	2.012	23.140	46.291	0.894	4.497	2.326	2.119
16.600	75.703	0.189	1.081	2.928	2.114	18.240	121.117	0.453	0.460	2.927	2.226	19.880	112.214	0.210	1.200	2.790	1.978	21.520	68.072	0.473	0.071	2.572	1.960	23.160	53.733	0.835	1.043	2.332	2.000
16.620	72.097	0.194	0.955	2.935	1.907	18.260	116.151	0.450	0.478	2.932	1.978	19.900	104.276	0.254	1.985	2.806	2.215	21.540	53.626	0.367	0.061	2.560	2.114	23.180	46.453	0.830	0.071	2.337	2.000
16.640	71.361	0.200	0.974	2.947	2.202	18.280	112.406	0.445	0.486	2.931	2.013	19.920	158.200	0.263	1.624	2.802	1.995	21.560	39.775	0.376	0.061	2.563	2.050	23.200	36.959	0.752	0.082	2.330	2.000
16.660	74.281	0.204	1.104	2.945	2.002	18.300	107.589	0.437	0.493	2.928	2.103	19.940	166.852	0.263	1.226	2.800	2.103	21.580	27.515	0.444	0.061	2.566	2.056	23.220	30.782	0.678	0.071	2.323	2.000
16.680	79.104	0.212	1.256	2.954	2.000	18.320	104.579	0.431	0.495	2.930	2.000	19.960	169.964	0.317	0.465	2.795	1.961	21.600	22.029	0.568	0.071	2.569	2.106	23.240	26.353	0.623	0.071	2.305	2.000
16.700	83.546	0.208	1.331	2.966	1.365	18.340	102.583	0.426	0.528	2.929	2.000	19.980	169.212	0.350	0.474	2.792	2.200	21.620	15.719	0.693	0.061	2.573	1.959	23.260	26.221	0.629	0.082	2.293	2.000
16.720	84.408	0.205	1.308	2.974	2.255	18.360	102.747	0.419	0.595	2.929	2.000	20.000	169.212	0.350	0.474	2.792	1.995	21.640	13.782	0.721	2.851	2.575	2.188	23.280	33.729	0.790	0.155	2.276	2.000
16.740	82.072	0.206	1.172	2.974	1.789	18.380	106.208	0.415	0.767	2.927	2.000	20.020	163.726	0.357	1.528	2.840	1.976	21.660	13.158	0.696	3.206	2.577	1.903	23.300	33.013	0.734	0.246	2.292	1.964
16.760	78.567	0.207	1.053	2.975	2.028	18.400	111.019	0.411	0.958	2.923	2.000	20.040	164.819	0.378	1.246	2.828	2.145	21.680	12.989	0.669	3.416	2.575	2.128	23.320	30.558	0.707	0.185	2.305	2.183
16.780	74.810	0.209	0.964	2.985	2.012	18.420	117.050	0.410	1.090	2.925	2.012	20.060	163.728	0.412	0.542	2.804	2.034	21.700	13.627	0.610	3.755	2.575	2.026	23.340	30.558	0.707	0.185	2.305	1.977
16.800	71.889	0.211	0.916	2.987	2.188	18.440	125.971	0.398	1.293	2.930	2.092	20.080	161.723	0.431	0.615	2.821	2.162	21.720	14.336	0.561	4.026	2.573	1.959	23.360	21.272	0.798	0.082	2.283	2.042
16.820	68.689	0.213	0.876	2.990	2.083	18.460	129.489	0.392	1.211	2.926	2.076	20.100	158.193	0.445	0.647	2.812	1.977	21.740	15.044	0.388	4.365	2.540	2.209	23.380	21.823	0.741	0.038	2.285	2.164
16.840	66.708	0.212	0.871	2.990	2.060	18.480	130.648	0.388	1.189	2.927	2.000	20.120	153.416	0.448	0.631	2.810	2.024	21.760	15.196	0.259	5.021	2.503	1.924	23.400	20.252	0.688	0.139	2.288	1.960
16.860	66.022	0.209	0.896	3.005	1.918	18.500	128.835	0.383	1.043	2.918	2.000	20.140	147.926	0.462	0.632	2.811	2.130	21.780	27.232	0.209	7.286	2.541	2.206	23.420	17.319	0.623	0.146	2.278	0.060
16.880	66.224	0.204	0.938	3.006	2.161	18.520	126.265	0.379	0.966	2.922	2.024	20.160	142.814	0.476	0.639	2.815	1.980	21.800	58.278	0.187	4.695	2.539	1.932	23.440	14.216	0.615	0.101	2.265	2.090
16.900	68.076	0.201	1.040	3.008	1.919	18.540	122.577	0.367	0.854	2.921	2.067	20.180	137.471	0.474	0.644	2.815	2.089	21.820	76.364	0.204	2.470	2.519	2.094	23.460	13.153	0.628	0.873	2.255	2.088
16.920	72.493	0.194	1.190	3.026	2.217	18.560	115.895	0.374	0.693	2.913	2.073	20.200	132.053	0.497	0.609	2.802	2.080	21.840	89.450	0.215	2.381	2.501	2.000	23.480	13.075	0.580	1.885	2.257	1.952
16.940	75.717	0.192	1.265	3.026	2.086	18.580	110.331	0.373	0.608	2.911	2.121	20.220	123.660	0.510	0.512	2.801	2.090	21.860	92.787	0.249	2.341	2.499	2.000	23.500	21.402	0.483	4.136	2.256	2.160
16.960	76.528	0.177	1.234	3.055	1.957	18.600	104.514	0.384	0.524	2.917	2.055	20.240	115.721	0.504	0.457	2.801	2.047	21.880	89.249	0.300	2.119	2.502	2.214	23.520	33.161	0.425	6.411	2.243	2.008
16.980	45.221	0.172	1.546	3.079	2.244	18.620	98.088	0.397	0.437	2.923	1.965	20.260	110.521	0.526	0.530	2.805	1.937	21.900	78.876	0.318	0.722	2.502	1.941	23.540	29.774	0.384	4.091	2.245	2.070
17.000	69.171	0.192	1.257	3.054	2.037	18.640	92.019	0.405	0.410	2.922	2.107	20.280	109.553	0.514	0.676	2.806	2.153	21.920	57.464	0.337	0.190	2.494	2.102	23.560	30.740	0.390	3.731	2.237	2.024
17.020	66.159	0.172	1.131	3.066	2.089	18.660	87.727	0.407	0.400	2.925	2.080	20.300	81.503	0.661	1.991	2.829	2.010	21.940	39.942	0.366	0.082	2.505	2.067	23.580	43.564	0.338	5.599	2.228	2.041
17.040	63.731	0.153	1.089	3.090	2.076	18.680	77.265	0.411	0.293	2.932	2.052	20.320	101.918	0.578	1.089	2.816	1.863	21.960	27.006	0.464	0.071	2.498	1.964	23.600	43.973	0.317	2.747	2.234	2.149
17.060	64.831	0.176	1.146	3.128	2.072	18.700	62.410	0.450	0.208	2.944	2.044	20.340	96.845	0.567	0.092	2.815	2.144	21.980	22.009	0.584	0.138	2.490	2.126	23.620	35.936	0.328	1.721	2.228	2.048
17.080	73.082	0.277	1.402	3.143	1.993	18.720	49.537	0.359	0.253	2.959	2.394	20.360	96.339	0.550	0.082	2.815	2.152	22.000	16.917	0.782	1.551	2.485	2.123	23.640	26.535	0.397	0.997	2.219	2.166
17.100	96.180	0.395	1.714	3.139	2.038	18.740	41.114	0.334	0.392	2.968	1.798	20.380	100.043	0.464	0.092	2.809	2.024	22.020	14.827	0.840	4.845	2.486	2.050	23.660	20.042	0.427	0.617	2.223	1.980
17.120	121.131	0.408	1.843	3.122	1.975	18.760	32.415	0.454	0.466	2.965	1.879	20.400	106.542	0.398	0.082	2.821	2.000	22.040	16.722	0.812	5.399	2.483	2.080	23.680	15.910	0.471	0.521	2.200	2.006
17.140	130.162	0.409	1.452	3.122	1.991	18.780	28.647	0.568	0.602	2.962	1.962	20.420	123.901	0															

Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz
metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi*	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi*	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi*	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi*	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi*	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi*	cm/sec
24.620	46.465	0.249	3.689	2.095	2.114	26.260	15.069	0.292	5.644	2.083	2.091	27.900	13.590	0.276	2.813	1.918	1.424	29.540	11.760	0.232	6.718	1.760	1.950	31.180	12.885	0.599	8.885	1.410	2.137	31.180	12.885	0.599	8.885	1.410	2.137
24.640	46.465	0.249	3.689	2.095	2.088	26.280	17.741	0.280	6.274	2.076	1.922	27.920	13.893	0.279	2.909	1.923	2.000	29.560	11.406	0.233	6.689	1.766	2.083	31.200	13.164	0.581	8.968	1.402	2.062	31.200	13.164	0.581	8.968	1.402	2.062
24.660	26.873	0.265	1.373	2.099	1.933	26.300	16.831	0.253	5.561	2.069	2.194	27.940	14.650	0.298	3.109	1.924	2.000	29.580	11.331	0.231	6.707	1.768	2.091	31.220	13.820	0.561	9.162	1.402	1.850	31.220	13.820	0.561	9.162	1.402	1.850
24.680	21.214	0.346	1.074	2.097	2.103	26.320	15.266	0.281	5.210	2.067	2.008	27.960	15.179	0.307	3.278	1.916	2.000	29.600	11.078	0.231	6.708	1.765	2.050	31.240	14.198	0.560	9.310	1.384	2.244	31.240	14.198	0.560	9.310	1.384	2.244
24.700	17.632	0.550	0.957	2.102	2.097	26.340	12.693	0.294	4.589	2.059	2.041	27.980	15.584	0.322	3.340	1.919	2.000	29.620	10.574	0.230	6.766	1.768	2.076	31.260	14.225	0.567	9.262	1.377	2.014	31.260	14.225	0.567	9.262	1.377	2.014
24.720	15.213	0.628	1.276	2.112	1.941	26.360	11.534	0.306	4.642	2.062	2.050	28.000	14.980	0.330	3.358	1.934	2.151	29.640	10.321	0.213	6.925	1.777	1.935	31.280	14.000	0.562	9.213	1.385	2.164	31.280	14.000	0.562	9.213	1.385	2.164
24.740	13.375	0.648	2.109	2.110	2.149	26.380	11.659	0.301	4.996	2.061	1.949	28.020	15.181	0.322	3.459	1.936	2.036	29.660	10.723	0.197	7.143	1.777	2.119	31.300	13.723	0.562	9.031	1.385	2.064	31.300	13.723	0.562	9.031	1.385	2.064
24.760	13.102	0.597	2.571	2.113	1.930	26.400	11.658	0.298	5.171	2.062	2.181	28.040	15.886	0.323	3.638	1.945	2.000	29.680	10.950	0.189	7.336	1.781	2.004	31.320	13.473	0.567	8.898	1.386	1.928	31.320	13.473	0.567	8.898	1.386	1.928
24.780	14.113	0.590	3.052	2.111	2.263	26.420	11.809	0.293	5.368	2.063	1.989	28.060	19.040	0.253	4.274	1.921	2.000	29.700	11.555	0.183	7.563	1.781	2.111	31.340	13.297	0.569	8.868	1.390	0.071	31.340	13.297	0.569	8.868	1.390	0.071
24.800	16.408	0.547	3.890	2.117	2.042	26.440	11.859	0.291	5.536	2.055	2.108	28.080	17.149	0.279	3.808	1.909	1.954	29.720	11.883	0.179	7.674	1.779	1.998	31.360	13.529	0.549	8.892	1.405	2.050	31.360	13.529	0.549	8.892	1.405	2.050
24.820	24.949	0.448	5.459	2.121	1.936	26.460	11.858	0.273	5.674	2.063	2.121	28.100	14.628	0.284	3.470	1.910	2.207	29.740	12.337	0.178	7.720	1.776	1.972	31.380	13.834	0.528	8.966	1.404	1.993	31.380	13.834	0.528	8.966	1.404	1.993
24.840	30.128	0.406	5.342	2.143	2.234	26.480	11.755	0.259	5.773	2.066	1.954	28.120	13.369	0.275	3.532	1.894	2.042	29.760	12.413	0.180	7.701	1.771	2.192	31.400	14.213	0.508	9.016	1.410	2.159	31.400	14.213	0.508	9.016	1.410	2.159
24.860	27.747	0.355	4.119	2.145	1.974	26.500	11.855	0.243	5.922	2.074	2.106	28.140	13.924	0.259	3.877	1.892	2.782	29.780	12.414	0.187	7.630	1.781	1.907	31.420	14.213	0.503	8.894	1.420	2.051	31.420	14.213	0.503	8.894	1.420	2.051
24.880	24.051	0.305	3.152	2.129	2.171	26.520	12.433	0.241	6.106	2.070	1.990	28.160	14.728	0.254	4.216	1.884	1.666	29.800	12.591	0.194	7.633	1.778	2.200	31.440	14.311	0.498	8.800	1.421	1.998	31.440	14.311	0.498	8.800	1.421	1.998
24.900	23.315	0.366	2.903	2.126	2.059	26.540	12.936	0.241	6.303	2.068	2.094	28.180	14.477	0.265	4.146	1.870	1.905	29.820	12.516	0.200	7.608	1.772	1.983	31.460	13.782	0.486	8.530	1.427	2.214	31.460	13.782	0.486	8.530	1.427	2.214
24.920	22.150	0.406	2.817	2.114	1.957	26.560	12.357	0.243	6.020	2.072	2.058	28.200	13.746	0.262	4.050	1.863	2.231	29.840	12.618	0.204	7.510	1.777	2.070	31.480	13.578	0.494	8.401	1.428	2.044	31.480	13.578	0.494	8.401	1.428	2.044
24.940	18.661	0.432	2.203	2.117	2.236	26.580	11.978	0.256	5.967	2.075	1.995	28.220	13.568	0.261	4.117	1.867	1.948	29.860	12.518	0.210	7.452	1.781	2.056	31.500	13.550	0.494	8.321	1.435	1.941	31.500	13.550	0.494	8.321	1.435	1.941
24.960	17.049	0.474	2.244	2.116	1.896	26.600	12.129	0.256	6.140	2.079	2.101	28.240	12.938	0.262	4.115	1.859	2.215	29.880	12.468	0.211	7.449	1.776	1.886	31.520	14.002	0.449	8.415	1.434	2.204	31.520	14.002	0.449	8.415	1.434	2.204
24.980	16.724	0.471	2.315	2.117	2.231	26.620	12.937	0.257	6.373	2.075	2.106	28.260	13.014	0.260	4.269	1.853	1.929	29.900	12.469	0.213	7.427	1.779	2.263	31.540	13.849	0.420	8.214	1.414	2.008	31.540	13.849	0.420	8.214	1.414	2.008
25.000	14.984	0.490	2.252	2.114	2.040	26.640	12.609	0.264	6.047	2.074	1.999	28.280	13.365	0.259	4.425	1.854	2.204	29.920	12.469	0.214	7.407	1.783	1.765	31.560	13.873	0.416	8.197	1.425	2.119	31.560	13.873	0.416	8.197	1.425	2.119
25.020	14.401	0.450	2.257	2.112	2.081	26.660	12.307	0.254	4.992	2.081	1.950	28.300	13.566	0.264	4.522	1.855	2.005	29.940	12.595	0.213	7.463	1.777	2.325	31.580	13.770	0.376	7.981	1.411	2.049	31.580	13.770	0.376	7.981	1.411	2.049
25.040	15.215	0.453	4.084	2.139	2.073	26.680	11.702	0.266	5.183	2.081	2.138	28.320	14.852	0.261	4.857	1.854	2.002	29.960	12.495	0.208	7.436	1.762	0.057	31.600	13.896	0.365	8.051	1.403	1.957	31.600	13.896	0.365	8.051	1.403	1.957
25.060	16.959	0.477	4.739	2.128	1.948	26.700	12.182	0.260	5.560	2.082	2.074	28.340	16.188	0.263	4.937	1.865	2.145	29.980	12.673	0.207	7.376	1.774	2.130	31.620	13.945	0.346	7.852	1.394	2.264	31.620	13.945	0.346	7.852	1.394	2.264
25.080	17.868	0.448	4.127	2.126	2.175	26.720	13.014	0.248	5.855	2.082	2.043	28.360	15.155	0.273	4.645	1.870	1.957	30.000	12.723	0.210	7.359	1.773	2.041	31.640	13.846	0.354	7.698	1.369	1.951	31.640	13.846	0.354	7.698	1.369	1.951
25.100	17.364	0.430	4.139	2.129	2.058	26.740	12.434	0.251	5.599	2.072	2.119	28.380	14.273	0.259	4.518	1.872	2.146	30.020	12.572	0.211	7.319	1.763	2.050	31.660	14.353	0.354	7.755	1.366	2.146	31.660	14.353	0.354	7.755	1.366	2.146
25.120	16.281	0.373	2.859	2.120																															



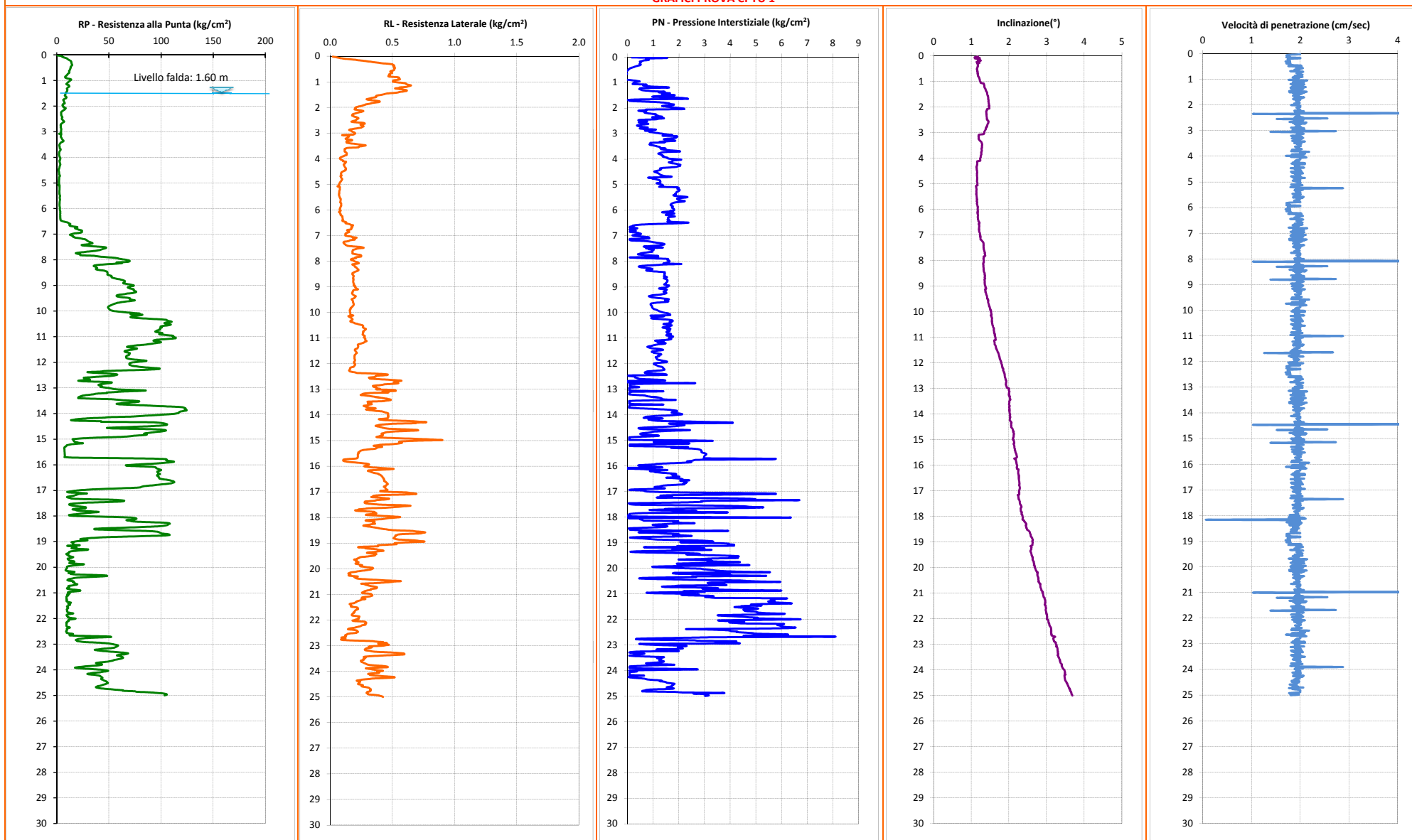
Committente: AIPO
Cantiere: Cavanella PO
Data: 09/01/2020

ID Prova: SCPTU 1
Profondità falda: a mt 3.50 da p.c.
Preforo: 2.30 mt da p.c.

Profondità massima raggiunta: 35.30 mt
Punta sismica: Tecnopenta CPLSD
RIF. 02/20GF

Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz
metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi °	cm/sec
32.820	107.459	0.530	1.987	1.229	2.088	34.460	162.289	0.479	2.377	1.032	2.244	32.840	102.794	0.577	1.965	1.233	1.972	34.480	160.857	0.482	2.520	1.038	2.037
32.860	105.081	0.764	1.397	1.221	2.214	34.500	159.803	0.499	2.712	1.044	2.089	32.880	102.738	0.804	1.050	1.226	2.018	34.520	162.740	0.511	3.246	1.050	2.076
32.900	99.083	0.856	0.753	1.242	1.950	34.540	172.526	0.530	4.108	1.046	2.072	32.920	73.867	1.062	0.082	1.252	2.266	34.560	179.952	0.529	4.222	1.059	1.993
32.940	91.543	1.165	1.071	1.257	2.015	34.580	187.554	0.551	3.655	1.047	1.844	32.960	117.117	1.296	3.173	1.253	2.000	34.600	189.498	0.569	2.845	1.055	1.947
32.980	138.446	1.200	2.305	1.250	1.949	34.620	188.086	0.578	2.279	1.066	1.885	33.000	143.796	1.123	3.087	1.243	1.994	34.640	186.598	0.559	2.306	1.072	1.933
33.020	149.938	0.973	3.728	1.256	2.308	34.660	180.035	0.551	2.001	1.069	1.891	33.040	149.109	0.849	3.843	1.263	1.929	34.680	170.833	0.522	1.561	1.079	1.921
33.060	147.114	0.693	3.729	1.261	2.088	34.700	162.316	0.501	1.205	1.079	1.857	33.080	145.272	0.646	3.741	1.261	2.053	34.720	155.196	0.501	1.060	1.079	2.055
33.100	138.044	0.486	2.617	1.175	1.941	34.740	151.275	0.511	1.143	1.073	1.848	33.120	141.401	0.457	2.654	1.165	2.175	34.760	150.833	0.526	1.414	1.078	1.932
33.140	140.009	0.464	2.496	1.166	2.028	34.780	154.988	0.534	1.978	1.076	1.866	33.160	138.288	0.475	2.478	1.151	2.114	34.800	164.601	0.557	3.107	1.069	1.953
33.180	135.067	0.473	2.301	1.152	2.088	34.820	173.375	0.553	3.910	1.067	1.868	33.200	132.502	0.465	2.253	1.149	1.933	34.840	172.705	0.543	3.541	1.063	1.790
33.220	132.068	0.461	2.428	1.144	2.103	34.860	165.381	0.519	2.867	1.077	2.008	33.240	129.677	0.449	2.362	1.141	2.097	34.880	158.645	0.501	2.410	1.071	1.929
33.260	125.734	0.450	2.163	1.126	1.941	34.900	154.420	0.503	2.262	1.075	1.918	33.280	126.050	0.441	2.564	1.102	2.149	34.920	149.409	0.491	2.058	1.074	1.914
33.300	134.369	0.463	3.819	1.088	1.930	34.940	142.087	0.501	1.717	1.086	1.887	33.320	136.118	0.494	4.032	1.095	2.263	34.960	131.341	0.488	1.251	1.086	1.958
33.340	132.896	0.705	1.125	1.097	2.042	34.980	116.354	0.469	0.729	1.087	1.854	33.360	129.075	0.787	0.784	1.103	1.936	35.000	95.022	0.506	0.251	1.097	2.005
33.380	122.738	0.782	0.516	1.080	2.234	35.020	72.166	0.599	0.188	1.098	1.914	33.400	114.477	0.756	0.288	1.077	1.974	35.040	53.756	0.752	0.111	1.104	1.752
33.420	90.096	0.716	0.071	1.080	2.171	35.060	45.843	0.946	0.246	1.118	2.302	33.440	66.071	0.620	0.082	1.092	2.059	35.080	54.231	1.203	2.037	1.137	1.764
33.460	42.603	0.596	0.071	1.113	1.957	35.100	91.087	1.210	4.920	1.146	1.780	33.480	35.891	0.647	0.082	1.103	2.236	35.120	118.212	1.319	3.760	1.159	1.964
33.500	30.448	0.984	0.071	1.079	1.896	35.140	119.527	1.214	1.673	1.159	2.034	33.520	23.764	1.277	0.071	1.084	2.231	35.160	125.019	1.095	1.520	1.167	1.874
33.540	22.492	1.389	1.082	1.076	2.040	35.180	131.117	1.886	1.729	1.220	1.892	33.560	40.842	1.330	4.644	1.076	2.081	35.200	145.503	0.947	2.768	1.275	2.000
33.580	75.372	1.249	6.197	1.077	2.073	35.220	145.503	0.947	2.768	1.275	2.000	33.600	101.943	1.169	4.615	1.095	1.948	35.240	148.477	0.896	2.044	1.220	2.000
33.620	121.657	0.996	2.500	1.087	2.175	35.260	156.247	0.785	1.966	1.226	2.000	33.640	134.162	0.839	1.630	1.099	2.058	35.280	154.314	0.731	1.749	1.239	2.023
33.660	140.578	0.781	1.976	1.096	2.068	35.300	151.827	0.665	1.618	1.248	2.000	33.680	146.082	0.683	1.100	1.094	2.131						
33.700	152.955	0.691	1.062	1.094	1.948							33.720	164.680	0.750	1.082	1.099	2.052						
33.740	178.590	0.752	1.656	1.095	1.890							33.760	188.717	0.714	1.689	1.091	2.327						
33.780	191.179	0.647	1.239	1.099	1.950							33.800	193.539	0.626	1.101	1.104	2.170						
33.820	194.174	0.600	1.226	1.110	1.994							33.840	193.614	0.589	1.437	1.130	2.064						
33.860	197.194	0.565	2.019	1.137	2.014							33.880	202.652	0.526	2.890	1.136	2.029						
33.900	205.720	0.508	3.681	1.143	2.263							33.920	205.435	0.522	4.064	1.146	1.926						
33.940	203.051	0.537	3.660	1.156	2.574							33.960	201.011	0.546	3.582	1.150	0.044						
33.980	198.542	0.549	3.607	1.146	1.657							34.000	195.968	0.550	3.827	1.148	2.003						
34.020	192.201	0.547	3.740	1.162	2.088							34.040	186.324	0.538	3.499	1.167	2.106						
34.060	179.890	0.531	3.224	1.168	1.948							34.080	169.617	0.528	2.528	1.173	2.148						
34.100	161.277	0.528	2.323	1.167	1.907							34.120	156.266	0.530	2.112	1.166	2.202						
34.140	148.858	0.443	2.410	1.109	2.002							34.160	151.377	0.439	2.756	1.116	2.000						
34.180	158.337	0.452	2.962	1.112	1.365							34.200	165.678	0.472	2.530	1.113	2.255						
34.220	168.524	0.521	1.499	1.090	1.789							34.240	171.747	0.534	0.939	1.083	2.028						
34.260	175.728	0.537	1.109	1.080	2.012							34.280	177.118	0.534	1.146	1.067	2.188						
34.300	175.992	0.491	1.320	1.068	2.083							34.320	171.695	0.456	1.236	1.057	2.060						
34.340	166.788	0.426	1.154	1.051	1.918							34.360	167.187	0.443	1.372	1.045	2.161						
34.380	170.226	0.466	1.884	1.036	1.919							34.400	170.596	0.474	2.251	1.035	2.217						
34.420	167.947	0.479	2.323	1.032	2.086							34.440	165.195	0.479	2.337	1.034	1.957						

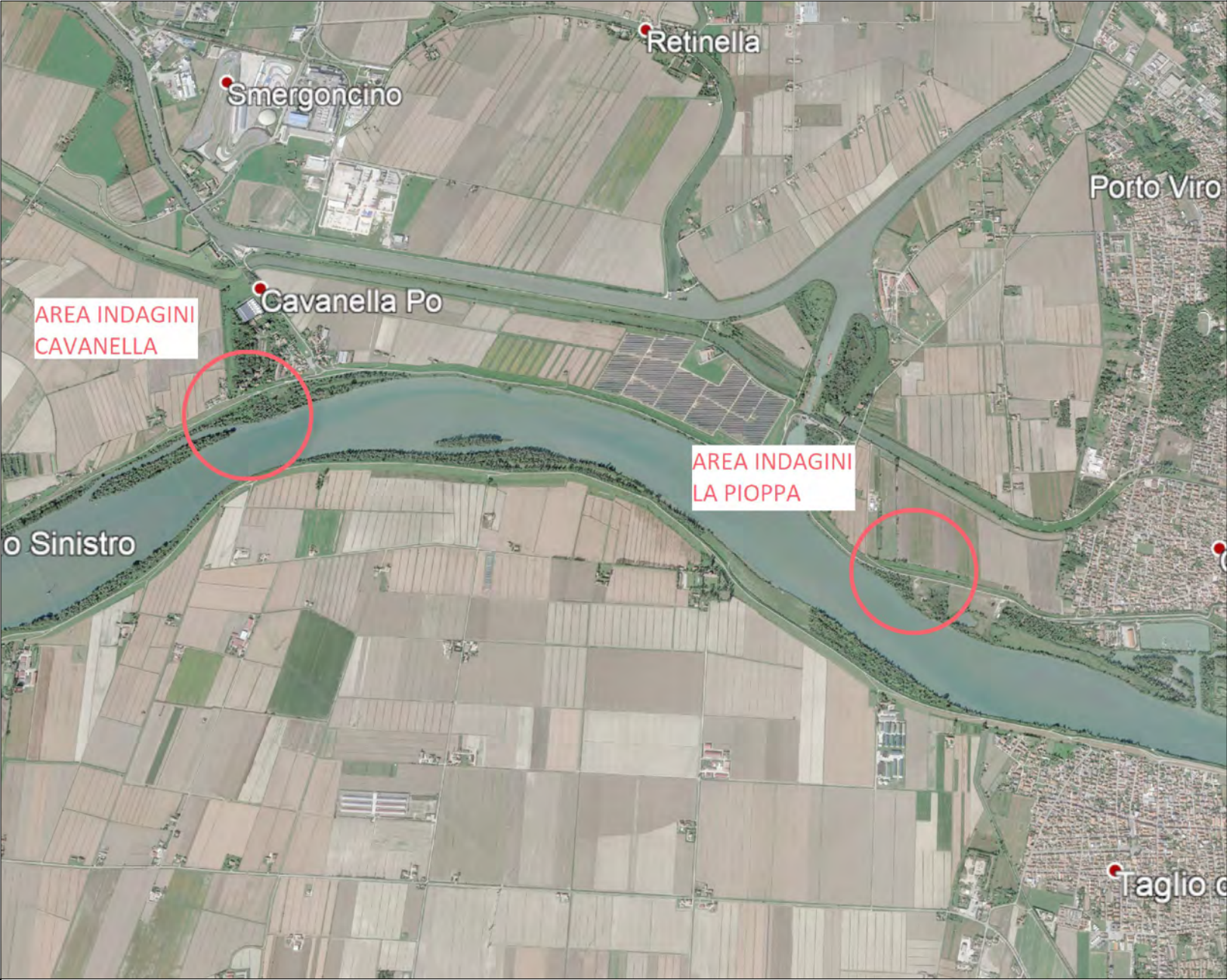
GRAFICI PROVA CPTU 1



Prof.	RP	RL	PN	Incl.	V.avanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi °	cm/sec	metri	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	Gradi °	cm/sec																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
0.020	0.772	0.021	0.168	1.165	2.000	1.660	9.445	0.311	0.512	1.447	1.985	3.300	5.445	0.167	1.532	1.218	1.827	4.940	2.172	0.077	1.130	1.157	1.849	6.580	12.095	0.166	0.304	1.198	2.048	0.040	3.723	0.046	1.529	1.171	1.788	1.680	9.183	0.293	0.019	1.448	1.896	3.320	5.746	0.133	1.250	1.232	2.029	4.960	2.296	0.075	1.198	1.163	1.869	6.600	13.079	0.185	0.200	1.211	1.969	0.060	5.440	0.066	0.847	1.087	1.716	1.700	8.672	0.302	0.082	1.451	2.082	3.340	6.372	0.131	1.441	1.248	1.911	4.980	2.195	0.076	1.274	1.164	1.989	6.620	12.649	0.173	0.225	1.211	1.887	0.080	5.594	0.087	0.711	1.223	1.757	1.720	7.479	0.336	0.082	1.452	1.885	3.360	6.544	0.131	0.889	1.263	1.987	5.000	2.269	0.071	1.352	1.164	1.919	6.640	12.220	0.174	0.100	1.208	1.892	0.100	6.931	0.113	0.797	1.095	1.732	1.740	6.691	0.373	0.446	1.449	2.033	3.380	6.237	0.134	0.902	1.271	1.937	5.020	2.269	0.071	1.372	1.164	2.007	6.660	12.371	0.179	0.080	1.213	2.047	0.120	8.471	0.156	0.823	1.227	1.787	1.760	6.254	0.396	1.013	1.450	1.854	3.400	5.046	0.158	0.892	1.278	1.841	5.040	2.268	0.070	1.346	1.158	1.980	6.680	13.176	0.171	0.219	1.212	1.844	0.140	9.911	0.201	0.615	1.171	1.722	1.780	6.624	0.399	1.331	1.458	1.868	3.420	4.208	0.194	0.851	1.283	2.097	5.060	2.418	0.071	1.386	1.167	1.976	6.700	16.326	0.169	0.377	1.211	1.974	0.160	10.366	0.224	0.570	1.179	2.000	1.800	6.868	0.381	1.520	1.460	2.000	3.440	3.621	0.225	0.884	1.284	1.902	5.080	1.612	0.059	1.245	1.129	2.000	6.720	19.754	0.173	0.307	1.205	1.958	0.180	10.948	0.265	0.480	1.249	2.000	1.820	6.931	0.349	1.632	1.459	1.909	3.460	3.237	0.256	0.997	1.290	1.984	5.100	2.797	0.078	1.943	1.124	1.814	6.740	19.576	0.170	0.082	1.208	1.946	0.200	11.833	0.296	0.494	1.238	1.754	1.840	7.097	0.330	1.634	1.454	1.966	3.480	2.900	0.285	1.038	1.273	1.965	5.120	2.797	0.078	1.990	1.127	2.044	6.760	17.608	0.166	0.082	1.209	1.906	0.220	12.796	0.329	0.512	1.201	1.740	1.860	7.464	0.314	1.805	1.459	1.917	3.500	2.817	0.271	1.156	1.285	2.026	5.140	2.646	0.078	1.950	1.133	1.952	6.780	18.035	0.139	0.112	1.200	1.769	0.240	13.558	0.356	0.497	1.140	1.756	1.880	7.754	0.287	1.788	1.462	1.973	3.520	2.504	0.241	1.251	1.280	1.928	5.160	2.823	0.078	1.941	1.132	1.925	6.800	19.699	0.136	0.318	1.210	2.143	0.260	13.920	0.393	0.475	1.171	1.760	1.900	7.516	0.280	1.438	1.462	1.956	3.540	2.578	0.227	1.271	1.284	2.000	5.180	2.747	0.078	2.007	1.137	1.887	6.820	20.911	0.148	0.189	1.211	1.896	0.280	13.953	0.419	0.463	1.217	1.790	1.920	6.196	0.264	1.345	1.469	1.987	3.560	2.578	0.227	1.271	1.284	2.000	5.200	2.797	0.078	2.030	1.136	1.804	6.840	22.855	0.144	0.082	1.205	2.000	0.300	14.245	0.471	0.512	1.159	1.698	1.940	5.779	0.254	1.475	1.465	1.875	3.580	2.958	0.138	1.475	1.285	2.000	5.220	2.823	0.077	2.022	1.140	2.093	6.860	24.244	0.154	0.218	1.210	1.854	0.320	14.231	0.502	0.489	1.178	1.757	1.960	5.592	0.233	1.647	1.469	1.923	3.600	2.926	0.128	1.304	1.285	2.012	5.240	2.797	0.076	2.001	1.140	2.880	6.880	24.165	0.142	0.401	1.216	2.079	0.340	14.270	0.504	0.419	1.175	1.797	1.980	5.605	0.217	1.827	1.472	1.968	3.620	2.942	0.117	1.386	1.272	1.893	5.260	2.747	0.073	1.962	1.139	2.000	6.900	24.012	0.130	0.455	1.218	1.851	0.360	14.483	0.515	0.339	1.177	1.745	2.000	6.124	0.205	2.044	1.481	1.809	3.640	2.961	0.116	1.539	1.274	1.979	5.280	2.697	0.074	1.914	1.132	1.901	6.920	24.162	0.125	0.519	1.228	2.000	0.380	14.776	0.508	0.285	1.170	1.716	2.020	6.570	0.201	2.195	1.464	2.000	3.660	3.334	0.118	1.745	1.273	1.965	5.300	2.596	0.073	1.904	1.132	2.055	6.940	22.920	0.122	0.498	1.229	1.802	0.400	14.888	0.517	0.234	1.176	1.790	2.040	6.469	0.200	2.212	1.476	2.000	3.680	3.832	0.116	1.976	1.280	1.958	5.320	2.570	0.073	1.893	1.139	1.887	6.960	18.951	0.123	0.274	1.231	2.084	0.420	14.397	0.512	0.168	1.176	1.813	2.060	7.404	0.207	1.717	1.472	2.000	3.700	3.800	0.117	2.041	1.282	1.921	5.340	2.544	0.073	1.871	1.136	1.935	6.980	15.645	0.123	0.189	1.229	1.897	0.440	13.903	0.513	0.104	1.164	1.808	2.080	8.678	0.197	0.734	1.479	2.000	3.720	3.618	0.117	1.462	1.278	2.032	5.360	2.594	0.072	1.853	1.138	1.914	7.000	14.131	0.123	0.252	1.233	2.000	0.460	13.562	0.521	0.078	1.160	1.802	2.100	8.247	0.224	0.429	1.482	1.921	3.740	3.234	0.122	1.320	1.274	1.829	5.380	2.670	0.072	1.880	1.137	1.958	7.020	12.689	0.143	0.501	1.231	2.000	0.480	13.271	0.515	0.044	1.151	1.757	2.120	8.017	0.250	0.513	1.480	1.960	3.760	2.951	0.129	1.268	1.264	1.980	5.400	2.794	0.070	1.796	1.130	2.003	7.040	13.769	0.171	0.696	1.245	1.832	0.500	13.556	0.517	0.034	1.159	2.024	2.140	7.432	0.267	0.694	1.422	1.949	3.780	2.618	0.132	1.196	1.269	1.913	5.420	2.567	0.071	1.790	1.137	1.909	7.060	14.724	0.178	0.832	1.240	2.114	0.520	13.290	0.516	0.009	1.148	1.921	2.160	7.622	0.259	0.726	1.415	1.966	3.800	2.535	0.133	1.245	1.263	1.824	5.440	2.718	0.072	1.877	1.136	1.999	7.080	15.931	0.212	0.579	1.247	1.800	0.540	10.944	0.514	0.007	1.161	1.917	2.180	5.912	0.246	0.662	1.418	2.000	3.820	2.380	0.133	1.284	1.265	1.818	5.460	2.818	0.074	1.871	1.140	1.839	7.100	15.782	0.196	0.838	1.239	2.065	0.560	10.507	0.507	0.029	1.157	2.054	2.200	5.174	0.225	0.769	1.410	2.000	3.840	2.400	0.132	1.352	1.269	2.000	5.480	3.145	0.075	1.842	1.142	2.010	7.120	16.867	0.185	0.082	1.243	1.814	0.580	12.679	0.490	0.053	1.156	2.000	2.220	4.589	0.211	0.910	1.400	1.881	3.860	2.400	0.132	1.352	1.269	2.000	5.500	3.144	0.077	2.258	1.143	1.947	7.140	18.656	0.199	0.082	1.246	2.053	0.600	12.437	0.483	0.096	1.167	2.000	2.240	4.509	0.200	1.090	1.397	2.075	3.880	2.288	0.115	1.398	1.261	2.000	5.520	3.219	0.078	2.061	1.145	1.988	7.160	22.572	0.197	0.082	1.247	1.898	0.620	11.915	0.491	0.121	1.160	1.883	2.260	4.199	0.184	1.120	1.401	1.890	3.900	2.331	0.109	1.369	1.253	2.094	5.540	2.992	0.080	1.931	1.146	1.946	7.180	24.771	0.163	0.141	1.247	2.003	0.640	11.896	0.498	0.095	1.170	1.919	2.280	4.245	0.178	1.089	1.400	2.063	3.920	2.478	0.097	1.458	1.250	1.833	5.560	2.916	0.084	1.935	1.145	1.862	7.200	27.099	0.154	0.666	1.268	1.880	0.660	12.280	0.498	0.024	1.171	1.957	2.300	4.363	0.177	1.183	1.403	1.907	3.940	2.574	0.088	1.551	1.251	1.933	5.580	2.915	0.085	1.950	1.150	2.072	7.220	28.338	0.143	0.858	1.280	1.783	0.680	12.132	0.484	0.047	1.175	1.795	2.320	4.436	0.177	1.227	1.403	1.960	3.960	2.619	0.081	1.549	1.253	2.037	5.600	2.965	0.084	2.019	1.148	1.851	7.240	28.920	0.112	0.972	1.289	2.134	0.700	12.035	0.477	0.107	1.165	2.059	2.340	4.247	0.188	1.335	1.399	1.112	3.980	2.917	0.079	1.634	1.242	1.705	5.620	3.141	0.084	2.118	1.158	2.047	7.260	29.451	0.108	1.084	1.300	1.778	0.720	11.534	0.474	0.105	1.176	1.946	2.360	4.491	0.193	0.959	1.408	1.902	4.000	3.264	0.078	1.926	1.240	2.093	5.640	3.241	0.084	2.230	1.151	1.927	7.280	30.309	0.107	1.127	1.310	2.083	0.740	10.704	0.482	0.115	1.205	2.008	2.380	4.585	0.210	1.213	1.408	1.974	4.020	3.387	0.084	1.923	1.239	1.907	5.660	3.239	0.083	2.304	1.151	1.958	7.300	31.966	0.122	1.322	1.322	1.852	0.760	10.302	0.473	0.165	1.180	1.923	2.400	5.031	0.221	1.418	1.403	1.921	4.040	3.610	0.088	1.858	1.238	2.123	5.680	3.063	0.081	1.945	1.141	1.989	7.320	32.913	0.114	1.438	1.323	2.031	0.780	10.101	0.467	0.177

Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz
metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi°	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi°	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi°	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi°	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi°	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi°	cm/sec
8.220	36.224	0.200	0.486	1.319	1.898	9.860	49.088	0.165	1.024	1.492	2.000	11.500	73.274	0.203	1.084	1.687	1.945	13.140	63.334	0.328	0.061	2.008	1.769	14.780	83.826	0.425	0.647	2.131	1.785	14.780	83.826	0.425	0.647	2.131	1.785
8.240	35.437	0.210	0.590	1.326	2.059	9.880	49.489	0.161	1.075	1.502	2.000	11.520	69.767	0.206	0.961	1.690	1.916	13.160	56.838	0.277	0.061	2.003	2.143	14.800	85.043	0.419	1.162	2.134	2.128	14.800	85.043	0.419	1.162	2.134	2.128
8.260	36.572	0.211	0.786	1.326	1.899	9.900	49.892	0.158	1.144	1.507	1.926	11.540	66.717	0.208	0.941	1.695	1.837	13.180	48.091	0.259	0.071	2.004	1.896	14.820	86.385	0.398	1.217	2.123	1.853	14.820	86.385	0.398	1.217	2.123	1.853
8.280	37.654	0.216	0.919	1.326	2.554	9.920	50.295	0.160	1.175	1.500	1.929	11.560	65.267	0.213	0.995	1.699	1.863	13.200	48.091	0.259	0.061	2.004	2.000	14.840	83.613	0.388	0.970	2.124	2.107	14.840	83.613	0.388	0.970	2.124	2.107
8.300	38.280	0.219	0.971	1.331	1.536	9.940	50.827	0.157	1.219	1.517	1.895	11.580	65.087	0.215	1.053	1.702	2.016	13.220	38.967	0.246	0.281	1.996	1.854	14.860	76.039	0.373	0.437	2.128	1.891	14.860	76.039	0.373	0.437	2.128	1.891
8.320	38.830	0.227	0.887	1.328	1.905	9.960	51.383	0.160	1.272	1.514	1.974	11.600	66.227	0.210	1.190	1.717	1.801	13.240	36.264	0.288	0.653	2.008	2.079	14.880	71.185	0.416	0.061	2.125	2.001	14.880	71.185	0.416	0.061	2.125	2.001
8.340	37.863	0.227	0.728	1.325	2.064	9.980	52.702	0.160	1.336	1.531	1.901	11.620	68.607	0.206	1.290	1.719	2.025	13.260	32.926	0.318	0.725	2.000	1.851	14.900	66.381	0.514	0.061	2.124	1.933	14.900	66.381	0.514	0.061	2.124	1.933
8.360	37.504	0.227	0.739	1.334	1.875	10.000	55.011	0.161	1.407	1.526	1.856	11.640	70.056	0.202	1.312	1.724	2.658	13.280	28.423	0.347	0.810	2.002	2.000	14.920	55.003	0.633	0.071	2.117	1.959	14.920	55.003	0.633	0.071	2.117	1.959
8.380	38.510	0.218	0.918	1.331	2.048	10.020	59.224	0.162	1.523	1.523	2.095	11.660	69.901	0.197	1.227	1.730	1.279	13.300	25.614	0.368	0.956	2.020	1.802	14.940	38.617	0.746	0.061	2.108	1.913	14.940	38.617	0.746	0.061	2.108	1.913
8.400	41.058	0.208	1.183	1.331	1.938	10.040	63.844	0.162	1.594	1.525	1.822	11.680	69.138	0.197	1.193	1.733	1.829	13.320	23.638	0.399	1.179	2.020	2.084	14.960	28.219	0.837	0.071	2.110	1.974	14.960	28.219	0.837	0.071	2.110	1.974
8.420	45.553	0.195	1.446	1.333	1.785	10.060	69.532	0.162	1.639	1.534	2.096	11.700	69.568	0.196	1.236	1.734	1.984	13.340	22.218	0.422	1.262	2.022	1.897	14.980	20.276	0.898	0.061	2.114	2.012	14.980	20.276	0.898	0.061	2.114	2.012
8.440	46.538	0.192	1.447	1.335	2.128	10.080	75.193	0.163	1.664	1.532	1.877	11.720	68.881	0.195	1.180	1.739	1.880	13.360	20.974	0.453	1.329	2.023	2.000	15.000	15.302	0.711	2.267	2.108	1.811	15.000	15.302	0.711	2.267	2.108	1.811
8.460	48.197	0.181	1.440	1.344	1.853	10.100	79.457	0.165	1.655	1.531	1.987	11.740	67.307	0.196	1.098	1.743	1.841	13.380	20.641	0.470	1.351	2.026	2.000	15.020	15.654	0.606	3.309	2.125	2.077	15.020	15.654	0.606	3.309	2.125	2.077
8.480	48.522	0.179	1.454	1.353	2.107	10.120	70.752	0.185	0.894	1.539	1.934	11.760	66.722	0.196	1.101	1.750	1.948	13.400	20.737	0.487	1.447	2.031	1.832	15.040	16.102	0.555	1.591	2.126	1.869	15.040	16.102	0.555	1.591	2.126	1.869
8.500	48.694	0.178	1.434	1.358	1.891	10.140	82.011	0.147	1.411	1.517	1.907	11.780	66.443	0.196	1.117	1.748	1.767	13.420	34.717	0.485	1.850	2.039	2.114	15.060	16.275	0.555	1.021	2.133	2.080	15.060	16.275	0.555	1.021	2.133	2.080
8.520	48.641	0.180	1.431	1.352	2.001	10.160	80.542	0.153	1.239	1.528	1.890	11.800	66.520	0.195	1.135	1.755	2.066	13.440	51.383	0.448	0.601	2.038	1.800	15.080	16.596	0.578	1.293	2.136	1.843	15.080	16.596	0.578	1.293	2.136	1.843
8.540	48.789	0.184	1.452	1.357	1.933	10.180	77.321	0.157	1.036	1.535	1.913	11.820	66.621	0.198	1.141	1.757	1.815	13.460	58.234	0.423	0.060	2.021	2.065	15.100	17.323	0.565	1.588	2.141	1.850	15.100	17.323	0.565	1.588	2.141	1.850
8.560	48.811	0.188	1.439	1.355	1.959	10.200	74.455	0.169	0.958	1.536	2.081	11.840	67.104	0.199	1.168	1.757	1.936	13.480	63.612	0.303	0.071	2.019	1.814	15.120	19.717	0.534	2.411	2.137	2.054	15.120	19.717	0.534	2.411	2.137	2.054
8.580	48.657	0.190	1.418	1.364	1.913	10.220	71.435	0.172	0.920	1.547	1.804	11.860	69.035	0.200	1.278	1.766	1.871	13.500	74.399	0.330	0.061	2.011	2.053	15.140	21.077	0.494	1.629	2.141	2.721	15.140	21.077	0.494	1.629	2.141	2.721
8.600	49.918	0.188	1.513	1.367	1.974	10.240	70.750	0.172	1.003	1.550	1.980	11.880	71.752	0.199	1.358	1.767	1.944	13.520	79.021	0.327	0.071	2.007	1.898	15.160	25.193	0.405	0.082	2.124	1.417	15.160	25.193	0.405	0.082	2.124	1.417
8.620	51.945	0.186	1.354	1.361	2.012	10.260	73.744	0.179	1.330	1.554	1.980	11.900	76.729	0.197	1.466	1.779	1.862	13.540	78.261	0.303	0.061	2.011	2.003	15.180	18.777	0.383	0.082	2.127	1.829	15.180	18.777	0.383	0.082	2.127	1.829
8.640	52.628	0.185	1.459	1.361	1.811	10.280	81.102	0.180	1.621	1.549	2.003	11.920	81.706	0.194	1.541	1.783	1.980	13.560	73.410	0.319	0.061	2.012	1.880	15.200	13.994	0.350	0.092	2.135	2.000	15.200	13.994	0.350	0.092	2.135	2.000
8.660	52.473	0.184	1.413	1.354	2.077	10.300	89.298	0.175	1.722	1.550	1.906	11.940	85.972	0.191	1.522	1.788	1.882	13.580	67.825	0.335	0.292	2.007	1.783	15.220	11.477	0.380	0.082	2.140	2.000	15.220	11.477	0.380	0.082	2.140	2.000
8.680	52.648	0.186	1.468	1.360	1.869	10.320	98.049	0.165	1.761	1.549	2.020	11.960	83.790	0.194	1.285	1.787	1.921	13.600	61.351	0.305	1.396	2.004	2.134	15.240	9.641	0.419	1.370	2.142	2.070	15.240	9.641	0.419	1.370	2.142	2.070
8.700	53.585	0.189	1.514	1.369	2.070	10.340	104.770	0.162	1.747	1.549	1.938	11.980	78.663	0.193	1.068	1.800	1.876	13.620	57.443	0.304	0.113	2.003	1.778	15.260	9.343	0.389	2.355	2.146	1.931	15.260	9.343	0.389	2.355	2.146	1.931
8.720	55.610	0.187	1.549	1.361	1.843	10.360																													

Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vavanz																		
metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi *	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi *	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi *	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi *	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi *	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi *	cm/sec	metri	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Gradi *	cm/sec																		
16.420	96.138	0.420	2.019	2.260	2.096	18.060	71.210	0.424	0.518	2.366	1.772	19.700	11.552	0.211	3.261	2.632	2.143	21.340	9.965	0.191	5.780	2.969	2.128	22.980	50.877	0.448	0.630	3.246	1.877	16.440	96.635	0.422	1.830	2.269	1.877	18.080	75.371	0.363	0.479	2.364	2.078	19.720	11.532	0.209	3.106	2.633	1.896	21.360	11.578	0.162	6.200	2.961	1.853	23.000	53.589	0.426	1.091	3.252	1.987
16.460	97.436	0.427	1.508	2.262	1.987	18.100	76.462	0.291	0.546	2.363	1.764	19.740	12.247	0.228	3.524	2.646	2.000	21.380	13.672	0.157	6.381	2.968	2.107	23.020	55.870	0.332	1.712	3.267	1.934	16.480	97.729	0.431	1.824	2.266	1.934	18.120	75.880	0.285	0.590	2.361	2.112	19.760	16.135	0.214	4.378	2.661	1.854	21.400	12.589	0.164	5.313	2.963	1.891	23.040	58.150	0.310	2.297	3.265	1.907
16.500	98.148	0.429	2.075	2.261	1.907	18.140	73.977	0.316	0.644	2.375	1.742	19.780	16.997	0.210	3.746	2.663	2.079	21.420	11.103	0.168	4.816	2.959	2.001	23.060	58.830	0.335	2.028	3.269	1.890	16.520	98.137	0.435	2.136	2.267	1.890	18.160	66.861	0.357	1.956	2.406	0.062	19.800	15.665	0.204	2.904	2.659	1.851	21.440	11.836	0.167	4.881	2.951	1.933	23.080	58.169	0.321	1.955	3.256	1.913
16.540	98.657	0.435	2.153	2.267	1.913	18.180	70.368	0.344	1.775	2.403	1.831	19.820	12.898	0.225	1.922	2.660	2.000	21.460	12.949	0.176	5.216	2.955	1.959	23.100	57.200	0.294	2.053	3.265	2.081	16.560	101.134	0.434	2.406	2.263	2.081	18.200	71.387	0.349	1.928	2.412	1.998	19.840	12.199	0.238	1.944	2.670	1.802	21.480	12.044	0.169	4.448	2.975	1.913	23.120	56.130	0.285	2.121	3.283	1.804
16.580	104.879	0.435	2.053	2.267	1.804	18.220	76.666	0.349	1.931	2.429	1.747	19.860	18.180	0.257	3.789	2.672	2.084	21.500	11.214	0.206	4.430	2.978	1.974	23.140	54.729	0.280	2.148	3.287	1.980	16.600	107.711	0.445	2.256	2.271	1.980	18.240	88.980	0.361	2.609	2.436	2.006	19.880	25.920	0.253	4.733	2.674	1.897	21.520	10.056	0.221	4.168	2.978	2.002	23.160	51.219	0.279	1.844	3.291	1.890
16.620	109.730	0.449	2.265	2.272	1.890	18.260	103.373	0.332	1.720	2.446	1.719	19.900	23.600	0.242	3.064	2.663	2.000	21.540	9.907	0.221	4.415	2.979	1.811	23.180	44.081	0.285	1.124	3.293	2.003	16.640	111.674	0.451	2.312	2.276	2.003	18.280	107.739	0.313	1.378	2.456	2.030	19.920	18.753	0.270	1.735	2.678	2.000	21.560	10.716	0.225	4.971	2.979	2.077	23.200	41.076	0.320	1.644	3.292	1.906
16.660	112.245	0.459	2.210	2.277	1.906	18.300	108.396	0.277	0.985	2.465	1.788	19.940	14.219	0.301	0.969	2.689	1.832	21.580	11.020	0.221	5.092	2.989	1.869	23.220	36.499	0.335	1.327	3.291	2.020	16.680	112.641	0.461	2.261	2.275	2.020	18.320	106.971	0.267	1.102	2.455	2.013	19.960	11.146	0.341	1.018	2.689	2.114	21.600	10.968	0.209	4.931	2.986	2.080	23.240	38.649	0.381	1.978	3.295	1.938
16.700	111.207	0.464	2.160	2.281	1.938	18.340	106.537	0.291	1.355	2.455	1.779	19.980	9.864	0.345	1.603	2.681	1.800	21.620	10.162	0.203	4.518	2.981	1.843	23.260	42.290	0.477	0.429	3.293	1.811	16.720	109.800	0.456	2.203	2.279	1.911	18.360	105.491	0.323	1.552	2.445	1.993	19.980	9.968	0.340	2.194	2.688	2.065	21.640	9.681	0.198	4.556	2.977	1.850	23.280	47.951	0.541	0.571	3.304	2.040
16.740	106.285	0.450	1.834	2.282	2.040	18.380	102.286	0.346	1.498	2.456	1.782	20.020	10.022	0.330	2.868	2.700	1.814	21.660	9.681	0.198	4.556	2.977	2.054	23.300	53.903	0.590	0.071	3.300	1.831	16.760	101.503	0.449	1.488	2.274	1.831	18.400	97.457	0.375	1.150	2.459	1.961	20.040	9.798	0.312	2.942	2.703	2.053	21.680	9.858	0.197	4.615	2.979	2.721	23.320	60.474	0.597	0.430	3.295	2.057
16.800	96.566	0.438	1.318	2.271	2.057	18.420	86.938	0.395	0.508	2.465	1.867	20.060	9.171	0.282	3.168	2.710	1.898	21.700	10.186	0.188	5.014	2.987	1.417	23.340	66.003	0.596	0.652	3.298	1.886	16.820	86.797	0.439	1.057	2.283	1.993	18.440	60.187	0.452	0.071	2.476	1.848	20.100	18.880	0.219	3.536	2.718	1.880	21.720	9.934	0.191	5.024	2.989	1.829	23.360	68.460	0.529	0.568	3.311	1.993
16.840	83.106	0.444	1.070	2.287	1.928	18.480	45.042	0.478	0.071	2.476	1.956	20.120	8.594	0.202	3.871	2.727	1.783	21.760	10.792	0.179	5.458	2.997	2.000	23.400	64.235	0.361	1.195	3.307	1.999	16.860	81.038	0.446	1.313	2.291	1.999	18.480	36.155	0.537	0.104	2.478	1.970	20.140	9.630	0.166	4.522	2.736	2.134	21.780	13.062	0.175	6.125	2.992	2.070	23.420	59.154	0.296	0.066	3.292	1.928
16.880	80.166	0.447	1.439	2.292	1.928	18.520	36.240	0.659	1.072	2.483	1.913	20.160	13.363	0.157	5.447	2.739	1.778	21.800	15.836	0.174	6.017	3.001	1.931	23.440	57.703	0.269	0.302	3.305	1.813	16.900	73.759	0.451	0.931	2.288	1.813	18.540	49.976	0.690	3.910	2.506	1.810	20.180	17.095	0.147	1.838	2.764	2.083	21.820	13.568	0.176	4.423	2.998	1.973	23.460	59.931	0.285	0.935	3.312	2.021
16.920	60.017	0.461	0.158	2.288	2.021	18.560	66.864	0.743	2.089	2.527	1.936	20.200	14.728	0.149	1.763	2.756	1.852	21.840	10.443	0.203	3.527	3.013	1.970	23.480	61.450	0.279	1.412	3.310	1.845	16.940	46.616	0.457	0.071	2.283	1.845	18.580	83.702	0.764	0.767	2.539	1.855	20.220	11.325	0.163	2.004	2.762	2.031	21.860	9.561	0.235	3.693	3.010	1.811	23.500	62.842	0.277	1.198	3.325	2.098
16.960	34.241	0.404	0.698	2.282	2.098	18.600	93.535	0.739	0.430	2.549	1.906	20.240	13.217	0.156	3.973	2.756	1.921	21.880	9.687	0.233	4.128	3.011	2.030	23.520	63.547	0.267	1.149	3.325	1.877	16.980	26.545	0.404	0.648	2.273	1.877	18.620	97.353	0.728	1.089	2.558	1.800	20.260	13.499	0.149	3.819	2.759	1.965	21.900	9.891	0.232	4.460	3.011	1.929	23.540	63.515	0.272	1.316	3.334	1.999
17.000	20.166	0.485	0.769	2.271	1.999	18.640	98.329	0.608	1.342	2.555	1.932	20.300	18.016	0.175	4.005	2.760	1.952	21.920	10.295	0.230	4.767	3.017	1.926	23.560	62.264	0.265	1.278	3.339	1.906	17.020	16.301	0.613	1.347	2.267	1.906	18.660	99.661	0.549	1.794	2.562	1.865	20.320	36.120	0.222	5.377	2.756	1.849	21.940	11.203	0.225	5.081	3.019	2.061	23.580	60.096	0.248	1.298	3.345	2.003
17.040	12.738	0.643	4.283	2.273	2.003	18.680	100.494	0.538	2.016	2.568	2.000	20.320	47.652	0.195	5.256	2.762	1.985	21.960	10.925	0.228	4.940	3.016	1.827	23.600	57.448	0.248	1.234	3.355	1.849	17.060	10.034	0.678	4.360	2.267	1.849	18.700	105.153	0.525	1.772	2.574	1.788	20.340	48.363	0.201	2.671	2.764	1.896	21.980	14.177	0.205	5.957	3.009	2.029	23.620	54.927	0.249	1.270	3.356	1.869
17.080	11.946	0.692	5.777	2.268	1.869	18.720	107.784	0.528	2.227	2.581	1.716	20.360	41.762	0.205	1.585	2.769	2.082	22.000	10.859	0.196	6.728	3.004	1.911	23.640	53.806	0.255	1.410	3.350	1.989	17.100	23.048	0.609	5.776	2.275	1.989	18.740	108.130	0.525	2.491	2.578	1.757	20.380	30.888	0.217	0.592	2.782	1.885	22.020	16.824	0.179	5.187	3.016	1.987	23.660	51.616	0.267	1.403	3.364	1.919
17.120	29.035	0.437	4.034	2.271	1.919	18.760	103.298	0.520	1.924	2.577	1.732	20.400	20.873	0.262	0.453	2.779	2.033	22.040	12.565	0.196	3.543	3.040	1.937	23.680	49.003	0.275	1.272	3.367	2.007	17.140	24.708	0.365	4.036	2.276	1.907	18.780	96.762	0.515	2.498	2.577	1.732	20.420	16.836	0.266	0.948	2.787	1.884	22.060	11.178	0.195	3.667	3.046	1.841	23.700	44.875	0.267	1.362	3.366	1.980
17.160	19.944	0.346	1.279	2.236	1.980	18.800	69.186	0.510	0.097	2.594	1.722	20.440	14.920	0.407	1.946	2.																																											



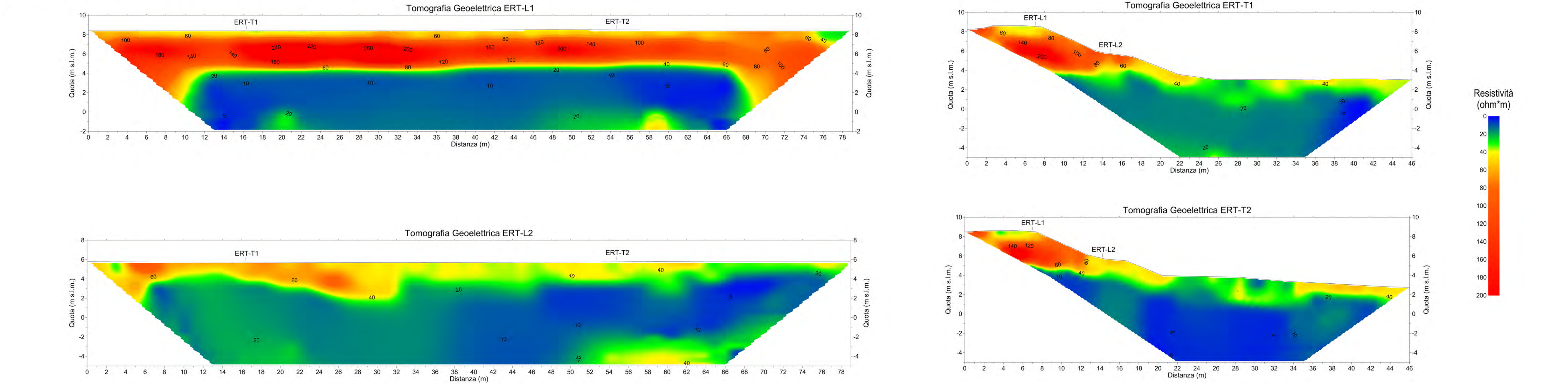
LEGENDA

- ERT-L1 Tomografia geoelettica e relativa progressiva metrica
- C1 Campione prelevato alla profondità di 80-100 cm

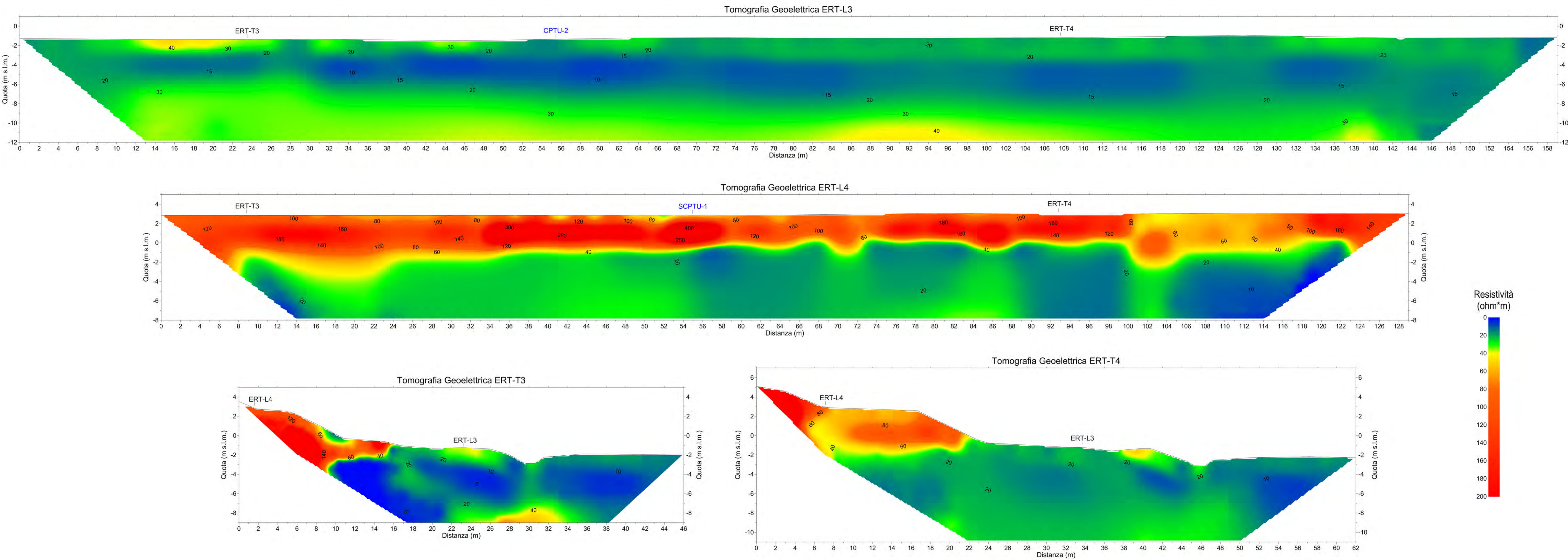
- SCPTU Prova penetrometrica SCptu
- CPTU Prova penetrometrica Cptu



Tomografie geoelettriche ERT - località Cavanella Po (RO)



Tomografie geoelettriche ERT - località Pioppa (RO)



RO-E-1432-M

Indagini di caratterizzazione dei terreni inerente i lavori urgenti per la costruzione di un diaframma plastico per il contrasto dei moti di filtrazione in prossimità dell'abitato di Cavanella Po fra stanti 521-523 in sinistra del Po di Venezia in Comune di Adria (RO)

CUP: B32G19000120002 – CIG: ZC82A08273

ELABORATO:

19-090.G_Rp.1.a

RAPPORTO INDAGINI ESEGUITE

ESTENSORI:

COMMITTENTE:

PARMAGEO
INDAGINI GEOGNOSTICHE



- Sede Operativa di Rovigo -

INDICE

1. PREMESSA	3
1.1. LOCALIZZAZIONE AREA DI INDAGINE	3
1.2. INDAGINI ESEGUITE	4
2. INDAGINI GEOGNOSTICHE e ambientali	5
2.1. SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO	5
3 PROVA DI PERMEABILITA'	19
4 PROVE DI LABORATORIO	20

ALLEGATI

Allegato - Certificati di Laboratorio

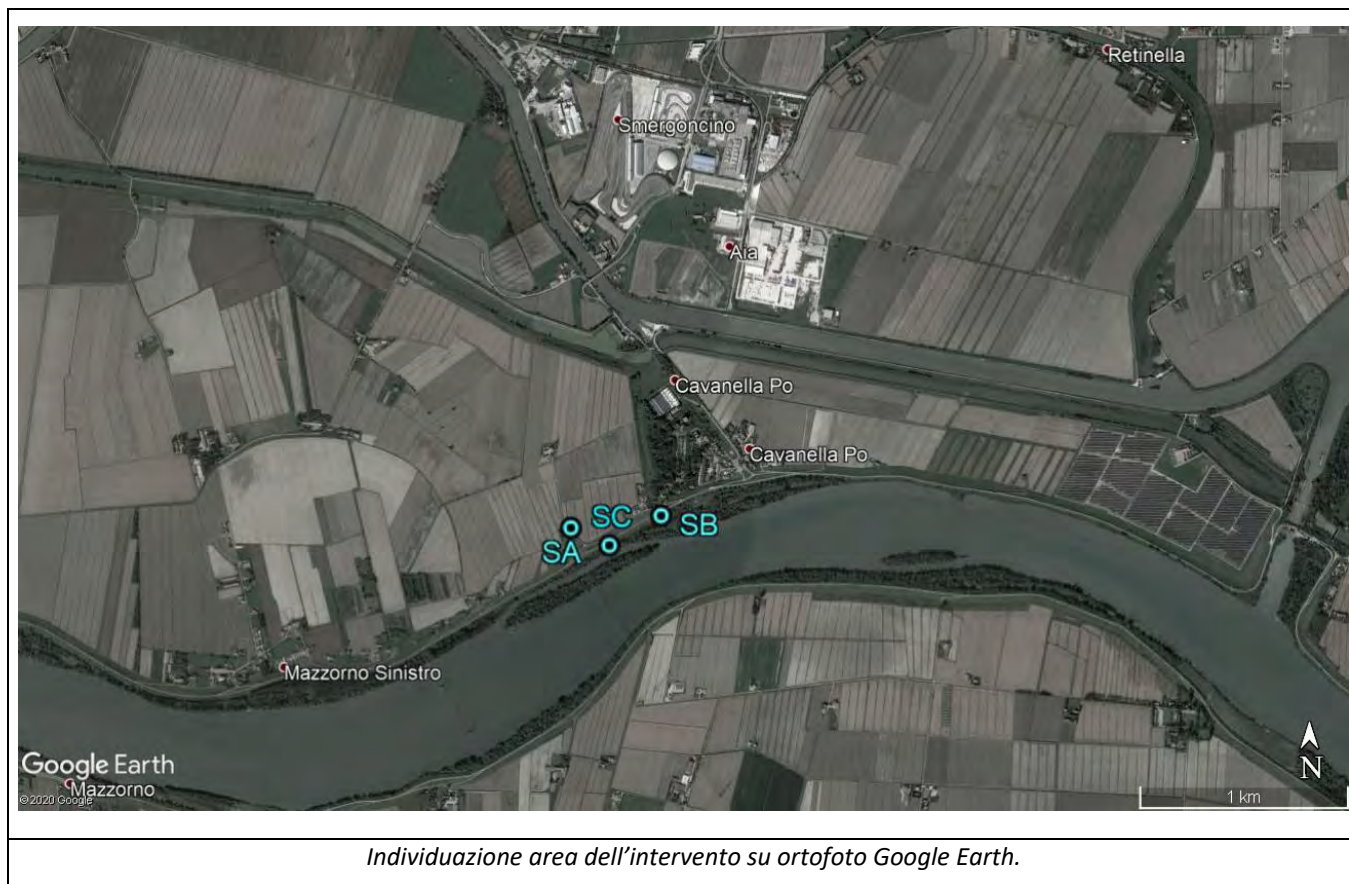
1. PREMESSA

Nel presente rapporto sono raccolte le risultanze delle indagini geognostiche e ambientali eseguite per conto dell'Agenzia Interregionale per il Fiume Po – Ufficio Operativo di Rovigo, di supporto alla costruzione di un diaframma plastico per il contrasto dei moti di filtrazione in prossimità dell'abitato di Cavanella Po fra stanti 521-523 in sinistra del Po di Venezia in Comune di Adria (RO).

1.1. LOCALIZZAZIONE AREA DI INDAGINE

Le indagini interessano un breve settore in sponda sinistra del F. Po in prossimità dell'abitato di Cavanella Po nel comune di Adria (RO).

L'area è in zona di pianura con quote medie del piano campagna naturale in leggera depressione, oscillanti tra -1 e -2 m s.l.m.



1.2. INDAGINI ESEGUITE

La campagna di indagini è stata così articolata:

- N° 1 sondaggio a carotaggio continuo (SA), spinto fino a 29.0 m da p.c., nel corso del quale sono stati prelevati n° 7 campioni, n° 3 dei quali sottoposti successivamente in laboratorio a prove granulometriche e n° 4 ad analisi ambientale per terre e rocce da scavo; nel corso del sondaggio è stata inoltre eseguita una prova di permeabilità i cui risultati sono riportati in 3. PROVA DI PERMEABILITA'. Il sondaggio è stato inoltre attrezzato fino a 3.0 m di profondità con piezometro tipo Casagrande.
- N° 1 sondaggio a carotaggio continuo (SB), spinto fino a 29.0 m da p.c., nel corso del quale sono stati prelevati n° 4 campioni sottoposti successivamente in laboratorio ad analisi ambientale per terre e rocce da scavo.
- N° 1 sondaggio a carotaggio continuo (SC), spinto fino a 15.0 m da p.c., nel corso del quale sono stati prelevati n° 2 campioni rimaneggiati sottoposti successivamente in laboratorio a prove granulometriche; il sondaggio è stato inoltre attrezzato per tutta la lunghezza con tubo piezometrico a tubo aperto (Norton).
- Nel rapporto è inoltre inserito il test di cessione eseguito su n° 1 un campione prelevato da un cumulo presso Porto Viro Rovigo loc. Pioppa - lat. N 45,02054, long. E 12,19429.



Individuazione punti di sondaggio su ortofoto Google Earth.

2. INDAGINI GEOGNOSTICHE E AMBIENTALI

2.1. SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

Per la realizzazione dei sondaggi è stata utilizzata una sonda semovente cingolata MDT 80V, con prestazioni più che adeguate alla profondità da raggiungere.

I sondaggi sono stati condotti a rotazione con l'usuale metodologia che prevede di spingere in profondità l'utensile di perforazione e campionamento (carotiere) per il tramite di aste di prolunga giuntabili con filetto conico M/F.

In particolare è stato utilizzato un carotiere semplice con lunghezza utile pari a 1500 mm e diam. esterno pari a 101 mm dotato di corona ad inserti di carburo di tungsteno, adatto al campionamento dei locali terreni alluvionali sciolti.

La perforazione è stata condotta a secco, in modo da consentire il recupero pressoché totale dei campioni, preservandone per quanto possibile tessitura e composizione.

Per sostenere le pareti del perforo si è reso necessario l'utilizzo dei tubi di rivestimento provvisori in acciaio, giuntabili anch'essi al pari delle aste di perforazione, con filetti M/F ricavati nello spessore. I tubi di rivestimento, muniti alla base di utensile costituito da corona con inserti in carburo di tungsteno, sono stati infissi con ausilio dell'acqua.

Dopo ogni operazione di carotaggio, quando possibile utile al recupero di 1500 mm di campionatura (pari alla lunghezza del carotiere), il materiale veniva estratto mediante pistone idraulico, quindi senza ausilio di acqua in pressione, usualmente e speditivamente utilizzata. Questo metodo consente di preservare ulteriormente il campione evitandone il dilavamento.

Il materiale estratto veniva infine riposto in apposite casse catalogatrici in PVC dotate di n° 5 scomparti atte al contenimento di 5.0 m di campionatura.

Il geologo di cantiere provvedeva alla scorticatura superficiale delle carote estratte ed eseguiva su di esse, quando le condizioni granulometriche lo consentivano (argille - limi) di eseguire su di esse le usuali prove geotecniche speditive (Pocket Penetrometer e Vane Test); procedeva quindi alla stesura della scheda stratigrafica di campagna e alla fotografia delle cassette con i riferimenti occorrenti per l'identificazione.

I sondaggi SA ed SB sono stati spinti entrambi fino a 29,0 m da p.c., mentre il sondaggio SC è stato spinto fino a 15.0 m da p.c.

Nel corso dei sondaggi sono stati prelevati complessivamente n° 13 campioni sottoposti in parte ad analisi granulometrica e in parte ad analisi ambientale per terre e rocce da scavo.

Foto delle postazioni e delle casse catalogatrici sono riportate a seguire, mentre le schede stratigrafiche sono riportate in ALLEGATO.



A.I.Po - Cavanella Po - Postazione sondaggio SA



A.I.Po - Cavanella Po - Sondaggio SA - Cassa 1 (0.0 ÷ 5.0 m)



A.I.Po - Cavanella Po - Sondaggio SA - Cassa 2 (5.0 ÷ 10.0 m)



A.I.Po - Cavanella Po - Sondaggio SA - Cassa 3 (10.0 ÷ 15.0 m)



A.I.Po - Cavanella Po - Sondaggio SA - Cassa 4 (15.0 ÷ 20.0 m)



A.I.Po - Cavanella Po - Sondaggio SA - Cassa 5 (20.0 ÷ 25.0 m)



A.I.Po - Cavanella Po - Sondaggio SA - Cassa 6 (25.0 ÷ 29.0 m)



A.I.Po - Cavanella Po - Sondaggio SA - Pozzetto di protezione piezometro



A.I.Po - Cavanella Po - Postazione sondaggio SB



A.I.Po - Cavanella Po - Sondaggio SB - Cassa 1 (0.0 ÷ 5.0 m)



A.I.Po - Cavanella Po - Sondaggio SB - Cassa 2 (5.0 ÷ 10.0 m)



A.I.Po - Cavanella Po - Sondaggio SB - Cassa 3 (10.0 ÷ 15.0 m)



A.I.Po - Cavanella Po - Sondaggio SB - Cassa 4 (15.0 ÷ 20.0 m)



A.I.Po - Cavanella Po - Sondaggio SB - Cassa 5 (20.0 ÷ 25.0 m)



A.I.Po - Cavanella Po - Sondaggio SB - Cassa 6 (25.0 ÷ 29.0 m)



A.I.Po - Cavanella Po - Postazione sondaggio SC



A.I.Po - Cavanella Po - Sondaggio SC - Cassa 1 (0.0 ÷ 5.0 m)



A.I.Po - Cavanella Po - Sondaggio SC - Cassa 2 (5.0 ÷ 10.0 m)



A.I.Po - Cavanella Po - Sondaggio SC - Cassa 3 (10.0 ÷ 15.0 m)



A.I.Po - Cavanella Po - Sondaggio SC - Pozzetto di protezione piezometro

PARMAGEO S.r.l. indagini geognostiche V. Argini sud, 31 • 43030 BASILICANOVA (PR) ☎ 0521.681030 • 📠 0521.1550449 info@parmageo.com • www.parmageo.com <small>C.F., p. IVA e Reg. Impr. di PR: 01716130347 REA: 173188 • Cap. Soc.: 30.000,00 Euro int. vers.</small>		Committente:		Sondaggio N°:	Pag:
		A.I.PO Rif. RO-E-1432		SA	1/1
Località:		Cavanello Po (Adria, RO)		Certificato di prova N°:	
				19-090.G.Sc.SA	
Cantiere:		ARGINE SX F. PO, stanti 521-523		Data inizio:	Data fine:
				04/02/2020	05/02/2020
Il geologo di cantiere:	Fluido perf.:	Metodo:	Quota inizio:		
Dr. S. Verduri	acqua	carotaggio cont.	p.c.		
Il direttore del laboratorio:	Perforatrice:	Coordinate:			
Dr. E. Faccini	MDT "80 V"				

Profondità'	Stratigrafia	Descrizione	Scala 1:175	Pocket [Kg/cm ²]	Vane Test	Campioni	Cassetta	Carotaggio %	Piezometro	Falda
0.40		Sabbie a prevalente granulometria fine, per brevi tratti debolmente limose, alterate con conseguente colorazione marrone-nocciola. Da segnalare: una debole componente argillosa da - 2.40 a - 2.60 m, apparati radicali fino a circa - 0.40 m, un frammento di cellophane poco prima dei 3.00 m.	1 2 3	3.75 2.50	0.75 0.60	0.70 CR1a 1.00 2.00 2.20	1			
3.00		Sabbie in grana da media a fine debolmente limose, alterate, di colore marrone-nocciola.	4							
4.20		Limi con argilla e argillosi di prevalente colorazione grigia. Plaghe di colore nocciola con piccole tasche di ossidazione di colore marrone-ruggine verso la base del livello.	5 6 7	1.50 1.00 0.50	0.54 0.60 0.28	4.70 CR2a 5.00				
6.00		Argille localmente limose di colore prevalentemente marrone-nocciola chiaro. Al tetto e alla base passaggi graduali a colorazioni grigiastre. In evidenza screziature ocracee e puntinature organiche.	8 9	0.50 0.50	0.32 0.30	7.00 CR2g 7.30	2			
6.60		Argille ripetutamente alternate a livelli di limi argillosi/argillo-sabbiosi. Colore grigio.	10							
9.20		Sabbie di taglia media e fine di colore grigio con sporadici resti conchigliari.	11 12 13 14 15 16 17 18 19							
			20			12.60 CR3a 13.00	3	100		
19.60		Limo argilloso/debolmente argilloso di colore grigio.	21							
20.40		Sabbie limose/debolmente limose di colore grigio.	22							
21.00		Limi con argilla/argillosi di colore grigio variegato, da chiaro a scuro. Residui torbosi di colore brunastro da - 24.50 m alla base del livello.	23 24 25	1.20 1.00 0.70	0.48 0.35 0.36		5			
24.50		Sabbie (grossolane al tetto, più fini verso il basso) con limo e limose da - 25.00 a - 26.00 m. Colore grigio.	26 27	0.70 0.50	0.30 0.28					
24.70			28	0.50	0.37					
25.00			29	1.25	0.52					
26.00										
27.85		Limi con argilla e argillosi di colore grigio. Resti conchigliari evidenti soprattutto al tetto.	28	1.00	0.45	28.00 CR4a	6			
29.00			29	0.80	0.38	28.40				

NOTE:

1) Tipologia campioni rimaneggiati:

- CRa: campione per analisi ambientali;
- CRg: campione per analisi granulometriche.

2) Installato piezometro tipo "CASAGRANDE" protetto da chiusino cilindrico in acciaio diam. 127 mm.

PARMAGEO S.r.l. indagini geognostiche V. Argini sud, 31 • 43030 BASILICANOVA (PR) ☎ 0521.681030 • 📠 0521.1550449 info@parmageo.com • www.parmageo.com <small>C.F., p. IVA e Reg. Impr. di PR: 01716130347 REA: 173188 • Cap. Soc.: 30.000,00 Euro int. vers.</small>		Committente:		Sondaggio N°:	Pag:
		A.I.PO Rif. RO-E-1432		SB	1/1
Località:		Cavanello Po (Adria, RO)		Certificato di prova N°:	
Cantiere:		ARGINE SX F. PO, stanti 521-523		19-090.G.Sc.SB	
Il geologo di cantiere:		Fluido perf.:	Metodo:	Data inizio:	Data fine:
Dr. S. Verduri		acqua	carotaggio cont.	06/02/2020	07/02/2020
Il direttore del laboratorio:		Perforatrice:	Coordinate:		
Dr. E. Faccini		MDT "80 V"			

Profondità'	Stratigrafia	Descrizione	Scala 1:175	Pocket [Kg/cm ²]	Vane Test	Campioni	Cassetta	Carotaggio %	Falda
3.00		Sabbie in prevalenti granulometrie fini, alterate, di colore marrone (raramente limose/debolmente limose). Frammenti di laterizi alla base del livello.	1	2.50	1.00				
3.10			2	2.75	1.00	1.00			
4.00			3	3.50	1.00	CR1a			
4.60				1.50	0.60	1.30			
4.70				0.50	0.25				
5.20		CLS armato.	4	0.50	0.25		1		
5.40			5	0.70	0.30				
6.00		Ammasso caotico di litologie variegato: dalle sabbie fini marroni con frammenti di laterizi, ai limi, sia argillosi che sabbiosi, di colore grigio-marrone chiaro e attraversati da due livelli anomali: uno di ghiaietta minuta con qualche frammento di laterizio (4.60-4.70 m) e uno di ghiaie arrotondate più grossolane (5.00-5.40 m).	6	0.50	0.15	4.60			
6.90			7	0.70	0.35	CR2a			
7.00			8	0.50	0.15	5.00			
7.50		Limi argillosi debolmente sabbiosi di colore grigio. Resti arborei poco prima dei 7.00 m e a circa 7.50 m. Plaghe torbose nerastre a circa 9.00 m di profondità.	9	0.50	0.15		2		
7.60			10						
8.90			11						
9.00		Sabbie a grana media e fine (limose da 9.00 a 10.00 m) di colore grigiastro. Resti conchigliari dispersi nell'ammasso. Molti piccoli gusci di bivalvi integri concentrati negli ultimi 30 cm, accompagnati da tracce di torbe bruno-nerastre.	12	0.50	0.15				
10.00			13						
			14						
			15						
			16						
			17						
			18						
			19						
			20						
			21						
			22						
23.00			23						
23.30		Limi argillosi/debolmente argillosi grigi.	24						
24.20			25						
		Sabbie, da medie a fini, queste ultime spesso posizionate su livelli a debole componente limosa. Frammenti conchigliari dispersi nell'ammasso.	26						
			27						
			28						
28.60			29						
29.00		Limi con argilla di colore grigio.							

NOTE:

- 1) Tipologia campioni rimaneggiati:
 - CRa: campione per analisi ambientali.

PARMAGEO indagini geognostiche V. Argini sud, 31 • 43030 BASILICANOVA (PR) ☎ 0521.681030 • 📠 0521.1550449 info@parmageo.com • www.parmageo.com C.F., p. IVA e Reg. Impr. di PR: 01716130347 REA: 173188 • Cap. Soc.: 30.000,00 Euro int. vers.	Committente:		Sondaggio N°:	Pag:
	A.I.PO Rif. RO-E-1432		SC	1/1
	Località:		Certificato di prova N°:	
	Cavanella Po (Adria, RO)		19-090.G Sc.SC	
	Cantiere:	Data inizio:	Data fine:	
ARGINE SX F. PO, stanti 521-523	03/02/2020	04/02/2020		
Il geologo di cantiere:	Fluido perf.:	Metodo:	Quota inizio:	
Dr. S. Verduri	acqua	carotaggio cont.	p.c.	
Il direttore del laboratorio:	Perforatrice:	Coordinate:		
Dr. E. Faccini	MDT "80 V"			

Profondità'	Stratigrafia	Descrizione	Scala 1:175	Pocket [Kg/cm ²]	Vane Test	Campioni	Cassetta	Carotaggio %	Tubo aperto	Falda
0.40		Limi agillosi di colore marrone-nocciola. Frammenti di laterizi e apparati radicali fino a circa - 0.40 m.	1	2.50	1.00					0.05
			2	2.75	1.00					
2.10				3.50	1.00					
2.90		Limi e limi sabbiosi/debolmente sabbiosi di colore variabile dal grigio al marrone ocreo. Resti vegetali torbificati poco prima dei 3.00 m di profondità	3	1.50	0.60		1			
3.00				0.50	0.25					
3.90		Sabbie in grana media e fine di colore grigio.	4	0.50	0.25					
4.00		Argille/argille limose a tratti debolmente sabbiose, organiche, di colore da marrone (in assoluto la tonalità dominante) a grigio. Impregnate di materiale torboso.	5	0.70	0.35	5.50 CR1g				
			6	0.50	0.15	6.00				
			7	0.50	0.15		2	100		
8.30		Limi debolmente argillosi di colore grigio/grigio-marrone, sabbiosi oltre i 10.50 m.	8							
			9							
			10	0.50	0.15					
10.50			11							
11.00		Sabbie medie e fini di colore grigiastro con resti conchigliari sparsi nel deposito.	12				3			
			13							
			14			13.60 CR2g				
15.00			15			14.00				
										15.00

NOTE:

- 1) Tipologia campioni rimaneggiati:
 - CRg: campione per analisi granulometriche.
- 2) Installato piezometro tipo "NORTON" diam. 60 mm, fessurato con calza da - 12.00 a - 15.00 m, sporgente 0.80 cm da terra, con tappo a vite. Protetto in superficie da chiusino in PVC diam. 125 mm, sporgente 1.00 m da terra, con tappo a vite.
- 3) Valori piezometrici indicati in colonna:
 - 0.05 m: livello di falda all'interno del piezometro;
 - 1.10 m: tetto del freatico superficiale.

3 PROVA DI PERMEABILITA'

Commessa: 19-090.G_AIPO-RO	Sondaggio: SA	Codice prova: SA-PL.CV.1_Cavanella
Committente: A.I.PO - Rovigo	Località: Cavanella Po - Adria (RO)	
Data esecuzione: 04-05/02/2020	Cantiere: RO-E-1432	Argine sinistro F. Po - Stanti 521-523

Schema prova

CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' (A.G.I. 1977)

Prova LEFRANC a carico variabile

k = coefficiente di permeabilità (m/s)

Risultato 9,55E-07

Dati

Profondità della falda indisturbata nel foro rispetto a p.c. (m)	4,40
Altezza livello di riferimento su p.c. per la misura degli abbassamenti (m)	0,23
Profondità fondo foro da p.c. (m)	6,50
D = Diametro foro (m)	0,101
l = lunghezza tratto di prova (m)	0,50
A = Area di base foro di sondaggio (mq)	0,008011865
Cl = Coefficiente di forma (m)	0,50
h1/h2 = rapporto tra altezze di carico ai tempi t1 e t2 (cm)	5,444444444
t2-t1 = differenza tempi relativi alle altezze di carico h1 e h2 (s)	28440,0

per prove sopra falda "h" è misurato dalla base del foro

se: $l \leq D$ $Cl = 2\pi D + l$

se: $l >> D$ $Cl = l$

n dati	t (ora)	t (min)	t (s)	H (m)	DH (m)	Carico h (m)
1	0,00	0,0	0,0	0,000	0,00	4,63
2	0,00	0,3	15,0	0,000	0,00	4,63
3	0,01	0,5	30,0	0,009	0,01	4,62
4	0,02	1,0	60,0	0,020	0,01	4,61
5	0,03	2,0	120,0	0,040	0,02	4,59
6	0,07	4,0	240,0	0,090	0,05	4,54
7	0,13	8,0	480,0	0,190	0,10	4,44
8	0,27	16,0	960,0	0,370	0,18	4,26
9	0,53	32,0	1920,0	0,690	0,32	3,94
10	1,07	64,0	3840,0	1,320	0,63	3,31
11	1,40	84,0	5040,0	1,750	0,43	2,88
12	5,40	324,0	19440,0	3,650	1,90	0,98
13	13,30	798,0	47880,0	4,450	0,80	0,18

Prova LEFRANC a carico variabile
(correlazione tra gli abbassamenti ed il tempo)

Il responsabile di sito:

ed.2 rev.1 A_IQ_PRO-Lev

14/12/2011

Il direttore tecnico: dr. geol. Stefano Verduri

Il direttore tecnico: dr. geol. Enrico Faccini

4 PROVE DI LABORATORIO

Nella tabella che segue sono indicate le prove di laboratorio a cui sono stati sottoposti i n° 13 campioni prelevati nel corso dei sondaggi a carotaggio continuo oltre al campione prelevato da un cumulo in loc. Pioppa.

N°	Loc.	Sondaggio	Campione	Profondità		Granulometria	Terre e rocce da scavo	Test di cessione
				da	a			
1	loc. Cavanella Po (campioni prelevati da sondaggi a carotaggio continuo)	SA	CR 1a	0,70	1,00		X	
2			CR 1g	2,00	2,20	X		
3			CR 2a	4,70	5,00		X	
4			CR 2g	7,00	7,30	X		
5			CR 3a	12,60	13,00		X	
6			CR 3g	17,60	18,00	X		
7			CR 4a	28,00	28,40		X	
8		SB	CR 1a	1,00	1,30		X	
9			CR 2a	4,60	5,00		X	
10			CR 3 a	13,00	13,60		X	
11			CR 4a	27,60	28,00		X	
12		SC	CR 1g	5,50	6,00	X		
13			CR 2g	13,60	14,00	X		
14	loc. Pioppa		Cumulo 1					X

I certificati di tutte le prove eseguite sono prodotti in Allegato, mentre di seguito sono riportati i grafici ricavati dalle analisi granulometriche.

ANALISI GRANULOMETRICA

PARMAGEO
 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Diametri [mm]	% passante	Committente	AIPO ROVIGO	Località	CAVANELLA PO (RO)
2	100,00	Lavoro	RO-E-1432-M	Data	13/02/20
0,2	78,00			Campione	SA CR 1G
0,05	34,00	Profond.	2,00 - 2,20	Operatore	VERDURI
0,02	33,00				
0,002	20,00				

The graph shows the granulometric distribution of sample SA CR 1G. The x-axis represents the diameter of grains in mm on a logarithmic scale from 100 to 0.001. The y-axis represents the percentage of material passing through the sieve, from 0 to 100. The curve is a red line connecting the following points: (2, 100), (0.2, 78), (0.05, 34), (0.02, 33), and (0.002, 20).

Diametri [mm]	Classe
%	descrizione
0,2 - 2,0	22,00 sabbia grossa
0,2 - 0,05	44,00 sabbia fine
0,05 - 0,02	1,00 limo grosso
0,02 - 0,002	13,00 limo fine
< 0,002	20,00 argilla

ANALISI GRANULOMETRICA

PARMAGEO
 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Diametri [mm]	% passante	Committente	AIPO ROVIGO	Località	CAVANELLA PO (RO)
2	100,00	Lavoro	RO-E-1432-M	Data	13/02/20
0,2	99,80			Campione	SA CR 2G
0,05	37,80	Profond.	7,00 - 7,30	Operatore	VERDURI
0,02	37,60				
0,002	4,60				

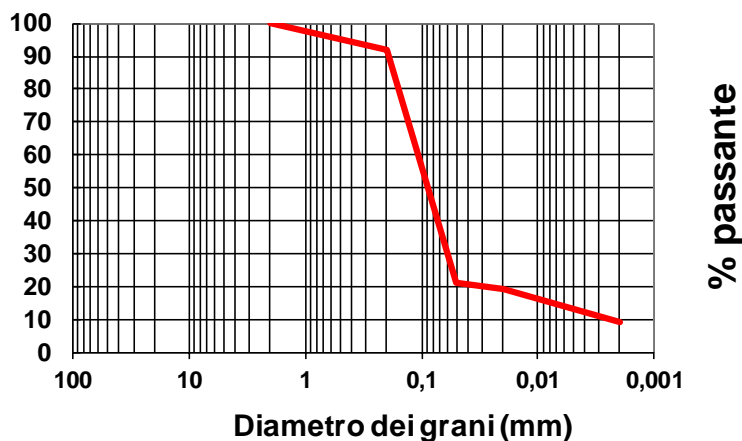
The graph shows the granulometric distribution of sample SA CR 2G. The x-axis represents the diameter of grains in mm on a logarithmic scale from 100 to 0.001. The y-axis represents the percentage of material passing through the sieve, from 0 to 100. The curve is a red line connecting the following points: (2, 100), (0.2, 99.8), (0.05, 37.8), (0.02, 37.6), and (0.002, 4.6).

Diametri [mm]	Classe
%	descrizione
0,2 - 2,0	0,20 sabbia grossa
0,2 - 0,05	62,00 sabbia fine
0,05 - 0,02	0,20 limo grosso
0,02 - 0,002	33,00 limo fine
< 0,002	4,60 argilla

ANALISI GRANULOMETRICA

PARMAGEO
 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Diametri [mm]	% passante	Committente	AIPO ROVIGO	Località	CAVANELLA PO (RO)
2	100,00	Lavoro	RO-E-1432-M	Data	13/02/20
0,2	92,10			Campione	SA CR 3G
0,05	21,10	Profond.	17,60 - 18,00	Operatore	VERDURI
0,02	19,40				
0,002	9,40				

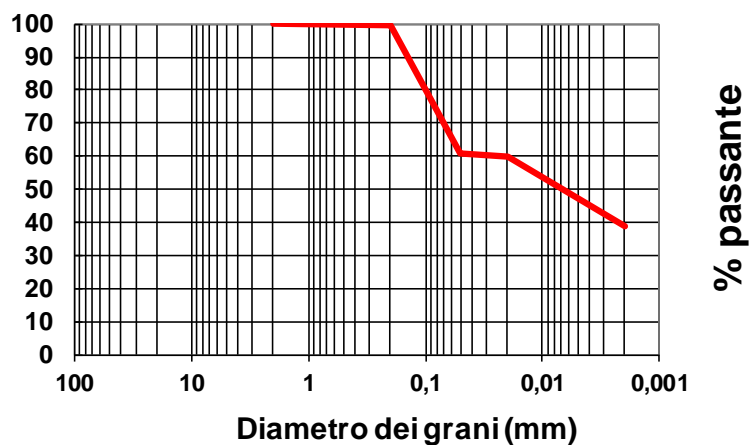


Diametri [mm]	Classe
0,2 - 2,0	7,90 sabbia grossa
0,2 - 0,05	71,00 sabbia fine
0,05 - 0,02	1,70 limo grosso
0,02 - 0,002	10,00 limo fine
< 0,002	9,40 argilla

ANALISI GRANULOMETRICA

PARMAGEO
 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Diametri [mm]	% passante	Committente	AIPO ROVIGO	Località	CAVANELLA PO (RO)
2	100,00	Lavoro	RO-E-1432-M	Data	14/02/20
0,2	99,72			Campione	SC CR 1G
0,05	60,72	Profond.	5,50 - 6,00	Operatore	VERDURI
0,02	59,99				
0,002	38,99				



Diametri [mm]	Classe
0,2 - 2,0	0,28 sabbia grossa
0,2 - 0,05	39,00 sabbia fine
0,05 - 0,02	0,73 limo grosso
0,02 - 0,002	21,00 limo fine
< 0,002	39,00 argilla

ANALISI GRANULOMETRICA
PARMAGEO
 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Diametri [mm]	% passante
2	100,00
0,2	21,00
0,05	2,00
0,02	1,80
0,002	0,86

Committente	AIPO ROVIGO	Località	CAVANELLA PO (RO)
Lavoro	RO-E-1432-M	Data	13/02/20
Campione	SC CR 2G		
Profond.	13,60 - 14,00	Operatore	VERDURI

Diametri [mm]	Classe
%	descrizione
0,2 - 2,0	79,00 sabbia grossa
0,2 - 0,05	19,00 sabbia fine
0,05 - 0,02	0,20 limo grosso
0,02 - 0,002	0,94 limo fine
< 0,002	0,87 argilla

