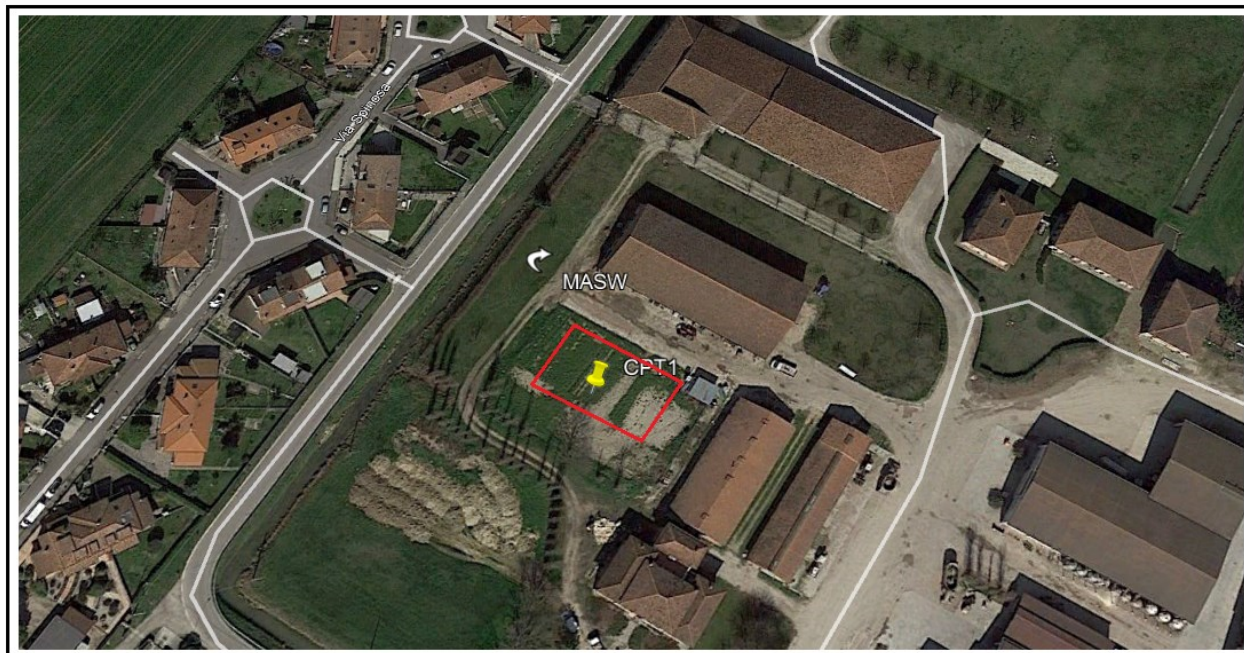


DOCUMENTO: **RELAZIONE GEOLOGICA**
 RIFERIMENTI NORMATIVI: **D.M. 17.01.2018 (N.T.C. P.TO 6.2.1) D.G.R. IX/2616 30.11.2011**
 DOCUMENTO: **RELAZIONE GEOTECNICA**
 RIFERIMENTI NORMATIVI: **D.M. 17.01.2018 (N.T.C. P.TO 6.2.2)**
 TIPOLOGIA DI OPERA: **PROGETTO PER LA COSTRUZIONE DI UN NUOVO DEPOSITO**
 INDIRIZZO: **FONDO SPINOSA - STRADA SPINOSA 10 PORTO MANTOVANO (MN)**



DATA: **2/8/2020**
 COMMITTENTE: **SOCIETÀ AGRICOLA FONDO SPINOSA DI LUGLI WALTER E C. S.N.C.**



DOTT. GEOL. PASINI PAOLO

1. PREMESSA	1
2. MODELLO GEOLOGICO	2
3. INQUADRAMENTO URBANISTICO	13
4. SCELTA DEL TERREMOTO DI PROGETTO E STIMA DEGLI EFFETTI DI SITO.	15
5. MODELLO GEOTECNICO	17
6. VERIFICHE AGLI STATI S.L.U., S.L.V., S.L.E.	19
7. CONCLUSIONI	29
ALLEGATI	



RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

1. PREMESSA

Su incarico dello e per conto della SOCIETÀ AGRICOLA FONDO SPINOSA DI LUGLI WALTER E C. S.N.C. è stato eseguito uno studio finalizzato alla definizione delle caratteristiche geologiche dei

terreni costituenti il sottosuolo della proprietà aziendale situata in via Spinosa n. 10, fondo Spinosa del comune di **Porto Mantovano (MN)**, il quale sarà interessato da un intervento di costruzione di un nuovo deposito agricolo. La presente relazione geologica e geotecnica costituisce uno studio puntuale delle caratteristiche dell'ambiente sottosuolo e idrico, due componenti necessarie alla definizione dello stato dell'ambiente naturale all'interno del quale sarà inserita l'opera in progetto. I criteri e le procedure adottati per la redazione della presente relazione consentono di definire il modello geologico e geotecnico di sito con un approfondimento adeguato alla fase preliminare di studio ed in conformità ai seguenti dispositivi:

✚ *paragrafo 6.2.1 del D.M. 17/01/2018 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni";*

✚ *Deliberazione Giunta Regionale 30 novembre 2011 n. IX/2616.*

Lo studio dell'area è stato effettuato attraverso il reperimento e l'analisi delle fonti bibliografiche disponibili ed attraverso un rilievo in sito, atto ad inquadrare l'area dal punto di vista geologico e geomorfologico. La campagna d'indagini in sito è stata concordata con il committente, il quale ha stabilito le risorse disponibili per la sua esecuzione sulla cui base lo scrivente ha formulato la proposta qui illustrata:

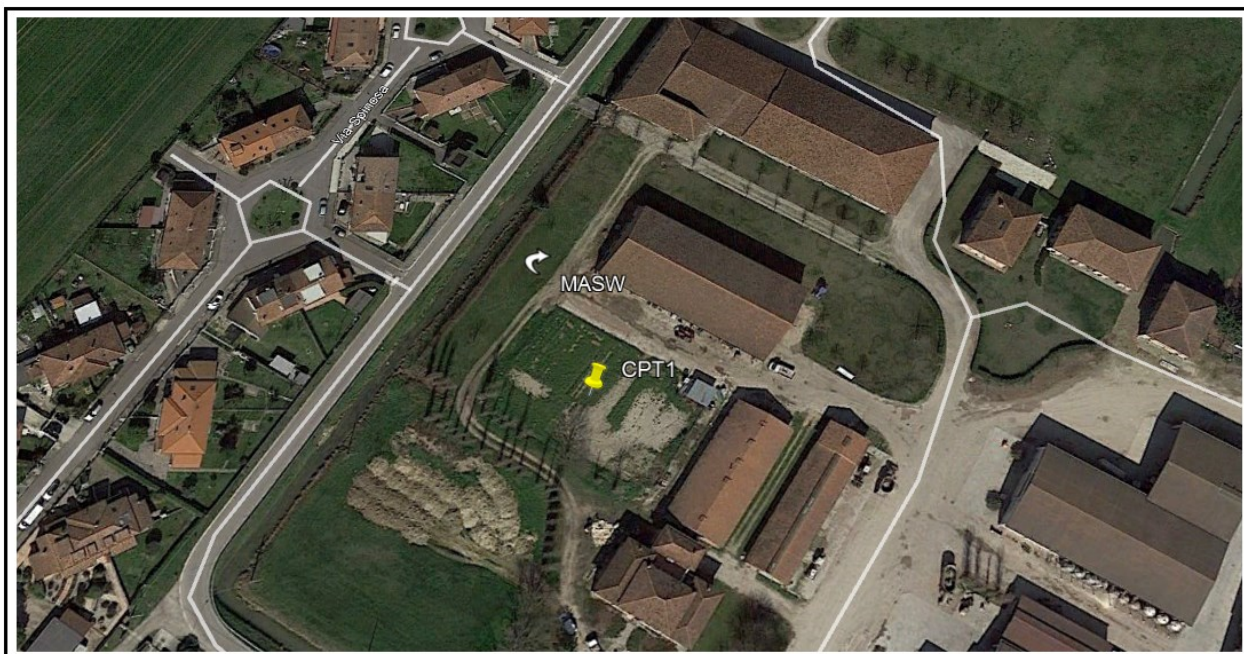
- esecuzione di n°1 prova penetrometrica statica CTP1
- n°1 indagine geofisica con tecnica MASW

Le indagini sono state articolate sull'area interessata dalla nuova struttura edificatoria e sono servite per la **caratterizzazione lito-stratigrafica** e la **parametrizzazione geotecnica dei terreni**, riferiti al **volume significativo di sottosuolo**, che verranno influenzati dalle opere di fondazione delle nuove strutture.

2. MODELLO GEOLOGICO

2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE

L'area oggetto dello studio si colloca nella Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 alla sezione E7c3. La quota media dei terreni è valutabile a circa 29,5 m.s.l.m come deducibile dalla CTR.



Fotografia 1 sito in esame con indicazione prove eseguite

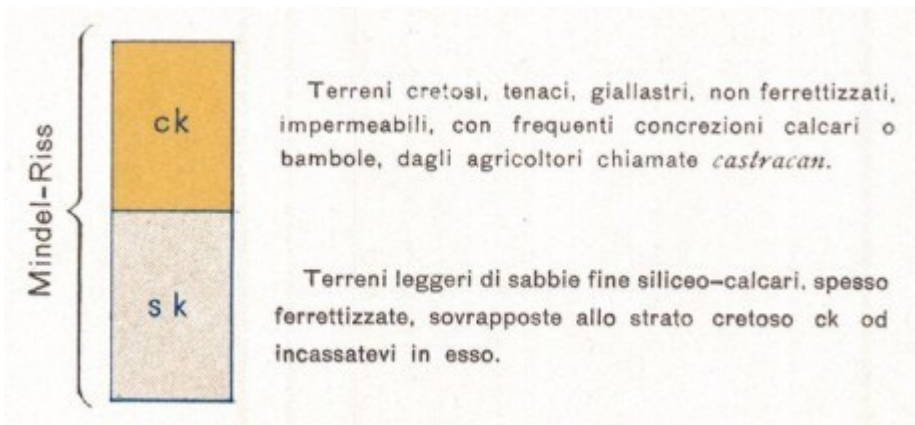
2.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'evoluzione geologica di tutta la fascia pedemontana è collegata allo sviluppo del processo orogenetico alpino. In particolare, l'imponente fenomeno di sedimentazione che si registra a partire dal Pliocene, è collegato alla presenza dell'avanfossa alpina, che si va a raccordare, oltre i 7.000 di profondità nel sottosuolo della Pianura Padana, con le propaggini dell'avanfossa appenninica. Se nel Pleistocene il bacino padano era occupato da acque marine, periodicamente caratterizzate da fenomeni di regressione e d'ingressione, nel Pleistocene medio – superiore e compiutamente nel Pliocene si va delineando il riempimento ad opera degli scaricatori fluvio – glaciali a Nord e fluviali a Sud. Durante i vari intervalli interglaciali, e soprattutto nel corso dell'ultima fase post glaciale, si va strutturando il progressivo riempimento delle aree esterne agli apparati morenici: le conoidi ciottolose – ghiaiose – sabbiose dell'alta pianura (sandur), passano a depositi via via più fini (sabbie, limi e argille) nella media e poi bassa pianura. La gradazione e l'interdigitazione di tali depositi è tipicamente di conoide, con sovrapposizione dei depositi legati alla dinamica fluviale. Il territorio in esame è posto a Sud della linea delle risorgive, all'interno del livello fondamentale della Pianura Padana ed è costituito da “depositi sabbioso-argillosi con lenti ghiaiose a ciottoli minuti”. Esso si raccorda, mediante scarpate anche di notevole altezza, ai depositi alluvionali più recenti che colmano le depressioni individuate in corrispondenza delle aste fluviali; nella fattispecie si rileva, nella zona del F. Chiese, la presenza delle alluvioni attuali e recenti di natura ghiaioso-sabbiosa limitatamente all'alveo del fiume, mentre a contatto diretto con queste si riscontra la presenza delle alluvioni sabbioso-ghiaiose terrazzate post-glaciali antiche in importanti lembi. Le informazioni geologiche e litologiche riguardanti il territorio in

esame sono state ricavate dalla bibliografia e dalla cartografia geologica esistenti, in particolare dalla Carta geologica d'Italia (scala 1:100000). Data la natura applicativa del presente lavoro, le considerazioni di carattere geologico generale sono trattate sinteticamente. La pianura, posta tra la catena delle Alpi a Nord e degli Appennini a Sud, è il risultato del riempimento di un bacino di subsidenza che raggiunge una profondità massima oltre 6.000 metri verso il margine appenninico, ma che nella zona centrale ha spessori compresi tra 2.000 e 3.000 m. Il territorio, fatto salvo quanto indicato al paragrafo precedente, è praticamente pianeggiante mentre il clima è riconducibile a quello dell'alta pianura padana di tipo temperato sub-continentale: gli inverni sono moderatamente rigidi, poco piovosi e con forti nebbie; le estati sono calde ed afose con precipitazioni a carattere temporalesco; le primavere e gli autunni sono generalmente piovosi. I mesi più piovosi sono quelli autunnali così come maggio e giugno, mentre il minimo di precipitazione si registra a febbraio, marzo ed aprile. Nell'area mantovana i depositi olocenici e quelli della parte terminale del Pleistocene Superiore (Pleniglaciale-Tardiglaciale) sono di origine continentale e sono costituiti da elementi a granulometria variabile dalle argille ai ciottoli. Il passaggio dall'ambiente prettamente marino a quello continentale, con emersione generalizzata della Pianura Padana, è evidenziato anche dall'interfaccia tra le acque salate e le acque dolci che, nella zona di Porto Mantovano, si rinviene tra 500 e 600 metri di profondità in depositi di transizione o marini, originariamente saturi di acque salmastre o salate. Le acque dolci, grazie al gradiente idraulico ed alla permeabilità dei depositi grossolani, ha potuto sostituire, specialmente nell'alta pianura, le acque salate (*flussage*) anche ad elevata profondità all'interno dei depositi del Pleistocene. Con la fine del Pliocene e l'inizio del Pleistocene i depositi quaternari, pleistocenici ed olocenici, risentono dei profondi cambiamenti climatici, le glaciazioni, che interessarono l'emisfero boreale negli ultimi due milioni di anni circa della sua storia. Nella provincia alpina, cui la zona in esame appartiene, le glaciazioni lasciarono un'impronta evidente sul territorio nelle sue varie componenti fisiche e biologiche. L'alternarsi di fasi glaciali e interglaciali con l'avanzamento e il ritiro del ghiacciaio gardesano, provocarono l'erosione, il trasporto e la deposizione di materiali litoidi sotto forma di depositi morenici, di depositi fluvioglaciali e fluviali. Con la fine dell'ultima glaciazione (*Wurm*), si depositarono all'esterno delle cerchie moreniche i depositi fluvioglaciali del Pleistocene Superiore che costituiscono il "*livello fondamentale della pianura*". Durante i vari intervalli interglaciali, e soprattutto nel corso dell'ultima fase post glaciale, si va strutturando il progressivo riempimento delle aree esterne agli apparati morenici: le conoidi ciottolose – ghiaiose – sabbiose dell'alta pianura (*SANDUR*), passano a depositi via via più fini (sabbie, limi e argille) nella media e poi bassa pianura.

La gradazione e l'interdigitazione di tali depositi è tipicamente di conoide, con sovrapposizione dei depositi legati alla dinamica fluviale. Nell'Olocene infine i corsi d'acqua hanno eroso e terrazzato i depositi precedenti formando le valli attuali in parte alluvionate. In relazione alle mutate condizioni di alimentazione, alcuni corsi d'acqua persero la loro importanza, altri scomparvero definitivamente.

Le tracce del paleoreticolo sono ancora evidenti e formano gli elementi geomorfologici caratteristici di questo territorio, su cui in tempi recenti si è sovrapposta l'azione dell'uomo. Le unità affioranti nel territorio esaminato sono esclusivamente di carattere continentale, e legate alle modalità di sedimentazione sopra descritte. In particolare, l'area si trova in prossimità all'interno della media pianura mantovana, caratterizzati da terreni alluvionali costituiti da sabbia fine commista a strati argillosi e limo. Dal punto di vista geologico l'area in esame è inserita all'interno di una formazione sabbiosa variamente intersecata con formazione limo-argillosa, entrambe riferite al periodo *interglaciale Mindel-Riss* (*sk* e *ck* in carta Geologica scala 1:100000 di cui estratto è riportato nel seguito).



2.2.1 UNITA' LITOSTRATIGRAFICHE

I limiti geologico-morfologici della zona di pertinenza del presente studio possono essere fissati fra l'area occupata dall'anfiteatro morenico frontale del Garda, situato a Sud dell'omonimo bacino lacustre e la zona di oltre Po Mantovano. Da Nord a Sud si assiste ad una successione di unità esclusivamente di ambiente continentale di granulometria decrescente e costituite da depositi morenici glaciali, depositi fluvioglaciali, fluviali e da alluvioni di età compresa fra il Pleistocene e l'Olocene. La maggior parte del territorio mantovano è caratterizzato da una successione di materiali **alluvionali di età Pleistocenica**, appartenenti al **Livello Fondamentale della Pianura**, ben gradati da monte a valle che presentano una lieve pendenza (monoclinale). La graduale perdita di carico delle acque favorisce una classazione granulometrica dei depositi. I depositi più antichi sono costituiti da ghiaie e sabbie e si sviluppano dalla zona pedecollinare fino alla sponda sinistra del F. Po. L'area oggetto di studio ricade nella media Pianura ed è sede di depositi sabbiosi, limosi ed argillosi i quali costituiscono la **pianura alluvionale di età olocenica**. Tali depositi si interdigitano in profondità in modo piuttosto complesso e talora si rileva la presenza di lenti di natura prevalentemente coesiva. Essi sono costituiti da una sequenza prevalentemente sabbioso - limosa con frequenti intercalazioni di natura più argilloso-limosa con andamento lentiforme. Più in profondità i depositi possiedono una minore variabilità laterale, con alternanze piuttosto regolari di strati di materiali sabbioso e di sedimenti fini prevalentemente argillosi. Localmente, in questo settore di pianura, possono affiorare anche depositi argillosi stratificati, lacustri, grigiastri o bianco giallastri. Tali depositi possono essere attribuiti a fasi lacustri-palustri correlate a periodi interglaciali. Nel territorio comunale la litologia di superficie è caratterizzata in generale dai seguenti litotipi:

- terreni prevalentemente sabbiosi; si rinvencono lungo le frazioni di Tripoli, Mottella. Altri depositi sabbiosi si riscontrano al confine con il comune di Bigarello, a nord del centro abitato di Stradella, lenti di sabbia si intercettano ad ovest ed est della frazione Villanova De Bellis; quasi sempre sono intercalate a limo ed argilla. In questa zona ricade il lotto in esame
- Terreni argillosi - torbosi; l'argilla torbosa è stata individuata, ad una profondità sempre superiore ai 40 m, in diverse stratigrafie di pozzi con spessori variabili da 50 cm a 14 m.
- Terreni prevalentemente limosi; occupano la gran parte del territorio comunale da nord a sud, e sono spesso associate ad una significativa percentuale di sabbie fini ed argille.
- Terreni prevalentemente argillosi; i terreni argillosi sono stati rilevati a nord di Villanova Maiardina, a nord di Villanova De Bellis, mentre una lente è stata intercettata ad est di Tripoli; ai materiali argillosi risultano generalmente frammiste frazioni limose e sabbie fini.

2.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'assetto morfologico del territorio risulta piuttosto monotono e regolare, sebbene l'andamento pianeggiante sia localmente interrotto da deboli depressioni prevalentemente orientate in direzione N-S attribuibili ad antiche direzioni di deflusso delle acque superficiali. L'area risulta inoltre inserita entro un ambito correlabile a Piane più francamente Alluvionali Recenti, che solcano con andamento talora meandriforme il più ampio ambito della Media Pianura Idromorfa. Le forme antropiche con maggiore effetto sulla fisiografia del territorio sono rappresentate dal locale accumulo di materiali di riporto in relazione alla progressiva urbanizzazione di aree un tempo dedite all'agricoltura. In questa porzione del territorio comunale le quote topografiche variano da 29 a 18 m s.l.m. con pendenze del 2 per mille. Le curve di livello hanno un andamento O – E e lungo la sponda del Lago Superiore di Mantova la pendenza è massima con inclinazione NS, confermata dalle linee del drenaggio superficiale. L'assetto altimetrico e morfologico di questo tratto di pianura è la risultante dell'evoluzione della rete idrografica, che a sua volta dipende dai movimenti tettonici, dalla subsidenza naturale e dall'intervento antropico. I fiumi che scorrono in questa porzione di media-bassa pianura si trovano in uno stadio di maturità evolutiva in cui la fase deposizionali prevale su quella erosiva a causa della bassa capacità di deflusso e dell'esigua capacità di trasporto; questo quadro è confermato dalla presenza di meandri e di alvei pensili che hanno reso necessaria la costruzione di argini artificiali. In assenza di argini artificiali i fiumi tendono a divagare e quando le acque di piena traboccano si verifica un deposito differenziato con la sedimentazione di elementi fini o grossolani in funzione della diversa energia cinetica della corrente. In prossimità dell'alveo il fiume tende a depositare materiali più grossolani formando dossi di tracimazione (argini naturali), oltre che ventagli e canali di esondazione in corrispondenza delle rotte; tali emergenze morfologiche si manifestano sia lungo i corsi attuali dei fiumi che in corrispondenza di alvei abbandonati (paleoalvei). Nelle aree distali più depresse, poste tra un fiume e l'altro, l'energia cinetica della corrente diminuisce ed i depositi si fanno sempre più fini per diventare prevalentemente argillosi nelle bassure dove la prolungata permanenza delle acque favorisce la sedimentazione delle particelle in sospensione. Per la maggiore costipabilità del materiale fini rispetto a quelli sabbiosi, si determina poi un aumento dei dislivelli fra i dossi dei paleoalvei e le valli, oltre che fra la rete idrografica ed il livello medio del territorio. In questa situazione, in concomitanza con gli eventi alluvionali, è possibile che un fiume cambi il suo percorso. In questo meccanismo "naturale" è intervenuto l'uomo che, innalzando argini artificiali ed emungendo acqua dal sottosuolo, accelerando i processi di costipazione e di subsidenza, ha modificato la dinamica deposizionale e quindi l'assetto morfologico del territorio.

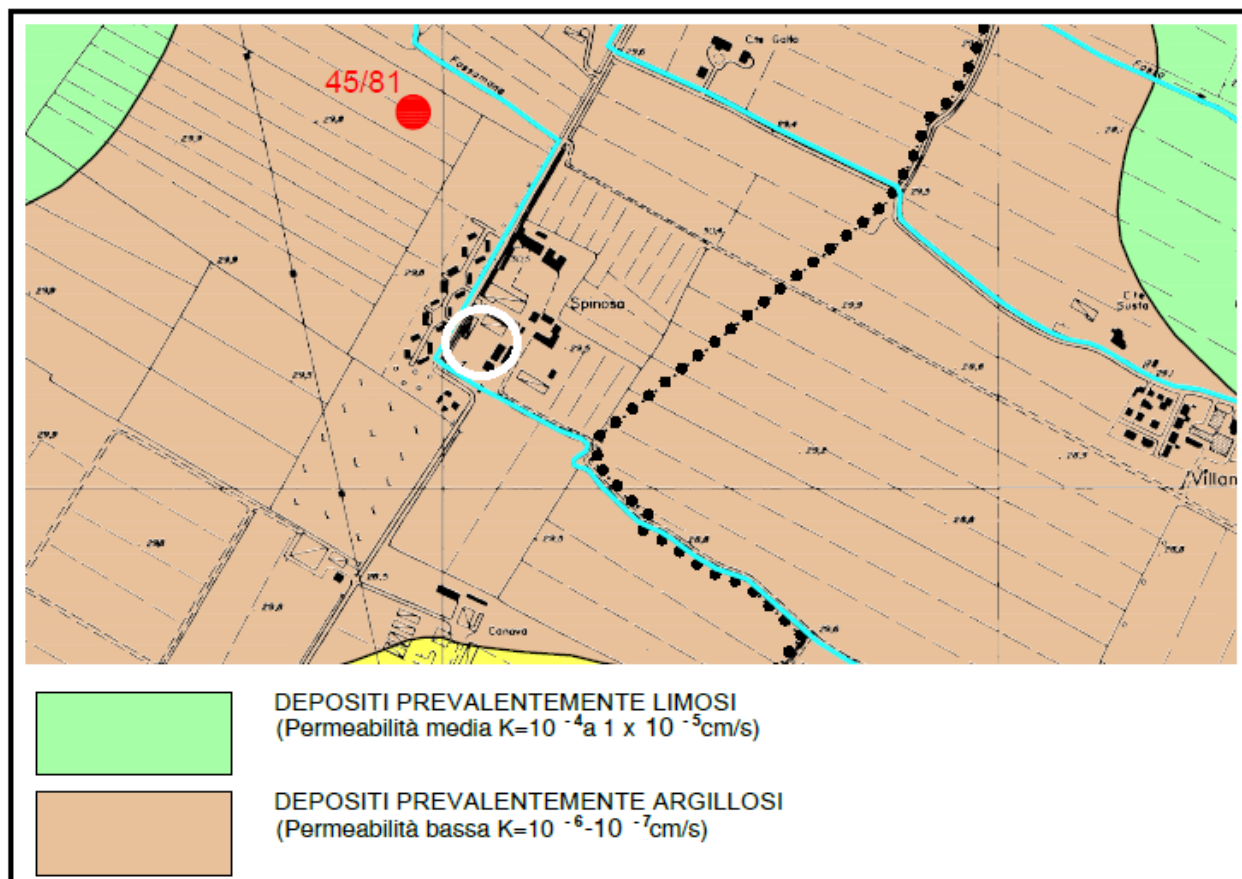


Fig.2: estratto PGT – elementi litologici significativi

2.4 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

In questo settore della pianura le acque superficiali hanno come recapito direttamente o indirettamente il fiume Mincio. Secondo la legge n° 183 del 18/05/1989 il territorio comunale di Porto Mantovano appartiene al bacino idrografico di rilievo nazionale del Po. In applicazione dei criteri indicati all'Art. 8 della Legge 5 gennaio 1994 n° 36, la L.R. 20/10/1998 n° 21 ha suddiviso il territorio della Regione Lombardia in 12 Ambiti Territoriali Ottimali (A.T.O.) ai fini dell'organizzazione del Servizio Idrico Integrato, Porto Mantovano è compreso nell'A.T.O. della provincia di Mantova. La rete idrografica superficiale del territorio comunale è rappresentata quindi da numerosi piccoli corsi d'acqua, canali, seriole, fossi e vasi che formano un fitto reticolo idrografico tipico della media pianura. Attualmente non sono evidenti forme fluviali determinate da corsi d'acqua il cui regime influisca sulle caratteristiche geomorfologiche del territorio. Il territorio è costituito da una fitta rete di scolo con canali e fossati; la gestione delle acque superficiali è affidata al Consorzio di Bonifica Fossa di Pozzolo. Il fiume Mincio, pur non scorrendo attualmente nella zona studiata con le sue divagazioni ha influenzato l'attuale morfo-idrografia con presenza di paleoalvei. Il sistema idrografico è caratterizzato da una rete di canali ad uso irriguo e di scolo, molti dei corsi d'acqua sono artificiali, mentre in alcuni corsi d'acqua, nel

tempo, è stato modificato il tracciato originario. La rete idrografica è rappresentata dal fossato Polfiere, Tartaglione, Dugaletto, Acque basse, cavo Dugale, S. Giorgio, Fossamano, fosso Allegrezza e Derbasco. Il fossato Polfiere, Tartaglione e Dugaletto scendono con direzione NNW, quest'ultimo confluisce nel cavo Fossamana, mentre il fossato Tartaglione, grazie all'azione antropica, ha cambiato percorso assumendo un tracciato rettilineo. Il canale Acque Basse, costruito per raccogliere le acque di vari colatori, attraversa il territorio studiato da est a SW confluendo nel Diversivo Mincio. Il cavo Dugale, così come la gran parte della rete idrografica, è stato realizzato al fine di drenare le acque ad est del territorio comunale. Il cavo S. Giorgio, Fossamano e Derbasco sono opere di bonifica finalizzati al deflusso delle acque di inondazioni, quest'ultimo presenta tratti meandriciformi alternati a tratti rettilinei, incassato in un paleoalveo, il canale presenta un andamento iniziale NNW per poi assumere una direzione N – S. Il fosso Allegrezza attraversa per un breve tratto l'area studiata per poi confluire nel canale navigabile Fissero-Tartaro-Canal Bianco. L'intervento di progetto non presenta problematiche idrauliche e non interferisce in alcun modo con il reticolo idrografico.

2.4.1 RISCHIO IDRAULICO

Per quanto riguarda l'eventuale insorgenza di rischio idraulico legato ai corsi d'acqua fluenti nel territorio comunale o in sua prossimità, si è fatto riferimento al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) adottato con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po n.18/2001 del 26.04.2001. La legge 18 maggio 1989 n. 183 recante "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo" ha dato il via alla riorganizzazione di tutta la materia riguardante la difesa del suolo, prevedendo la ripartizione del territorio nazionale in bacini idrografici classificati di rilievo nazionale, interregionale e regionale, nonché l'istituzione delle Autorità di Bacino che devono provvedere alla redazione dei piani di bacino. I piani di bacino hanno valore di piano territoriale di settore e sono prevalenti rispetto agli strumenti di pianificazione comunale. L'intera regione Lombardia è ricompresa nel bacino nazionale del fiume Po. Allo stato attuale è stato approvato il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF), che individua e regola le attività nelle fasce di pertinenza fluviale sull'asta del fiume Po e sui principali affluenti; tale piano non riguarda l'intero bacino, ma solo la parte di pianura, tra cui anche il fiume Mincio. Le fasce fluviali sono classificate in: fascia di deflusso della piena (Fascia A), fascia di esondazione esterna alla precedente (Fascia B) e area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C); per ciascuna fascia sono perseguiti obiettivi specifici di tutela e regolamento dell'uso del suolo. Per quanto riguarda il rischio alluvioni, l'area in esame, secondo il Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni (PGRA), adottato ai sensi della Direttiva europea 2007/60/CE, recepita nel diritto italiano con D.Lgs. 49/2010, ricade all'interno

del bacino del Po nella macrozona 2. Settore intermedio della pianura padana (*Zona di espansione delle piene su superfici da 10.000 a 30.000 ha. Sviluppo dei fenomeni per rottura impulsiva di argine e progressiva sommersione della pianura circostante. Le inondazioni avvengono per inadeguatezza del reticolo secondario e coinvolgono centri abitati e infrastrutture di rilevante importanza. Il sistema idrografico principale è costituito dall'asta del Po e dagli affluenti, quello secondario è costituito dalla rete artificiale di bonifica, prevalentemente a scolo meccanico*).

Tabella riepilogativa ambiti e soggetti attuatori

AMBITO TERRITORIALE	SOGGETTO ATTUATORE
Reticolo idrografico principale (RP)	Autorità di bacino del fiume Po
Reticolo secondario collinare e montano (RSCM)	Regioni
Reticolo secondario di pianura (RSP)	Regioni con il supporto di URBIM e dei Consorzi di bonifica
Aree costiere lacuali (ACL)	Regioni con il supporto di ARPA e dei Consorzi di regolazione dei laghi
Aree costiere marine (ACM)	Regioni

Tabella riepilogativa scenari di inondazione

Direttiva Alluvioni		Pericolosità	Tempo di ritorno individuato per ciascun ambito territoriale (anni)				
Scenario	TR (anni)		RP	RSCM (legenda PAI)	RSP	ACL	ACM
Elevata probabilità di alluvioni (H = high)	20-50 (frequente)	P3 elevata	10-20	Ee, Ca RME per conoide ed esondazione	Fino a 50 anni	15 anni	10 anni
Media probabilità di alluvioni (M = medium)	100-200 (poco frequente)	P2 media	100-200	Eb, Cp	50-200 anni	100 anni	100 anni
Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L = low)	Maggiore di 500 anni, o massimo storico registrato (raro)	P1 bassa	500	Em, Cn		Massimo storico registrato	>> 100 anni

In particolare essa fa parte dell'ambito territoriale RSP (Reticolo secondario di pianura) le cui caratteristiche di pericolosità sono sotto illustrate. Valutando le Mappe di pericolosità e rischio approvate dalla Regione Lombardia nel PGRA, allegate alla presente, l'area ricade **all'esterno della fascia di probabilità L=rara di alluvioni** o scenari di eventi (H=frequente; M=poco frequente; L=raro) con **rischio non definibile** quindi secondo la classica scala adottata in queste situazioni (R4=molto elevato; R3=elevato; R2=medio; R1=moderato).

2.5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Per quanto riguarda la struttura degli acquiferi si fa riferimento in particolare allo Studio della Regione Lombardia (2002), "Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia" oltre che

ad altri studi ed indagini. Nel sottosuolo della Regione Lombardia sono stati riconosciute quattro unità idrostratigrafiche (Gruppi Acquiferi A, B, C, D) a partire dal piano campagna. Ciascun Gruppo Acquifero è stato descritto attraverso i parametri geometrici, stratigrafici, deposizionali e ambientali.

Dal punto di vista idrogeologico, la successione stratigrafica dei depositi della pianura padana è definita, partendo dal basso, dall'**Unità Villafranchiana** (Pleistocene Inferiore), caratterizzata da **depositi di fascies marina e continentale prevalentemente a granulometria fine** (argille, limi, limi sabbiosi e argillosi grigio-azzurri) **cui si intercalano rari intervalli sabbiosi-ghiaiosi**. Entro questa unità circolano le cosiddette “falde profonde continentali”, che costituiscono gli acquiferi profondi, confinati e ad elevato grado di protezione naturale rispetto alla superficie (Unità idrostratigrafiche C e D – III acquifero). L'intervallo argilloso del Villafranchiano rappresenta quindi il substrato impermeabile rispetto agli acquiferi sovrastanti appartenenti al cosiddetto “acquifero tradizionale”, che consta di una falda superficiale per lo più non confinata (unità idrostratigrafica A – I acquifero) e una seconda falda generalmente semiconfinata (unità idrostratigrafica B – II acquifero), costituenti talora un'unica falda. L' “acquifero tradizionale” circola, in questo settore della pianura, nella **sequenza sabbioso-ghiaiosa** del Pleistocene-Olocene, con presenza di intercalazioni di limi e argille. La sequenza con permeabilità per lo più elevata ($k = 10^{-1} \div 10^{-2}$ cm/sec) possiede uno spessore di circa 70 ÷ 80 metri e risulta delimitata alla base da un potente intervallo argilloso. Le stratigrafie dei pozzi presenti nel territorio studiato interessano generalmente i primi 100 metri di sottosuolo e localmente raggiungono fino a circa 300 m di profondità e confermano l'assetto idrogeologico sopradescritto. Si evidenzia infatti la presenza inizialmente di alternanze di intervalli sabbioso-ghiaiosi, caratterizzati da una permeabilità per porosità elevata e di intervalli argilloso-limosi, pressochè impermeabili, con andamento lentiforme e scarsa continuità laterale. L'area oggetto della presente relazione rientra nella Unità conosciuta in letteratura (F. Baraldi A. Zavatti- Studi sulla Vulnerabilità degli acquiferi – volume 5) come UNITA' del MEDIO MANTOVANO. Le caratteristiche generali di questa unità sono le seguenti:

- il 1° livello acquifero è compreso tra il piano campagna e 30-35 metri di profondità; i depositi permeabili produttivi sono sabbiosi, ghiaiosi oppure misti con spessori che variano da un minimo di 9-10 metri ad un massimo di 20-26 metri;
- il 2° livello acquifero si trova tra 50 e 84 metri di profondità e in qualche caso da 80 a 100 metri circa; i depositi permeabili produttivi sono costituiti generalmente da sabbie con spessori di 15-25 metri;
- il 3° livello acquifero si trova a quote diverse comprese tra questi intervalli: 90- 105; 100-125;

110-130 metri di profondità; i depositi permeabili produttivi sono costituiti da sabbie e da sabbie con ghiaie o ghiaietto con spessori da 15 a 25 metri;

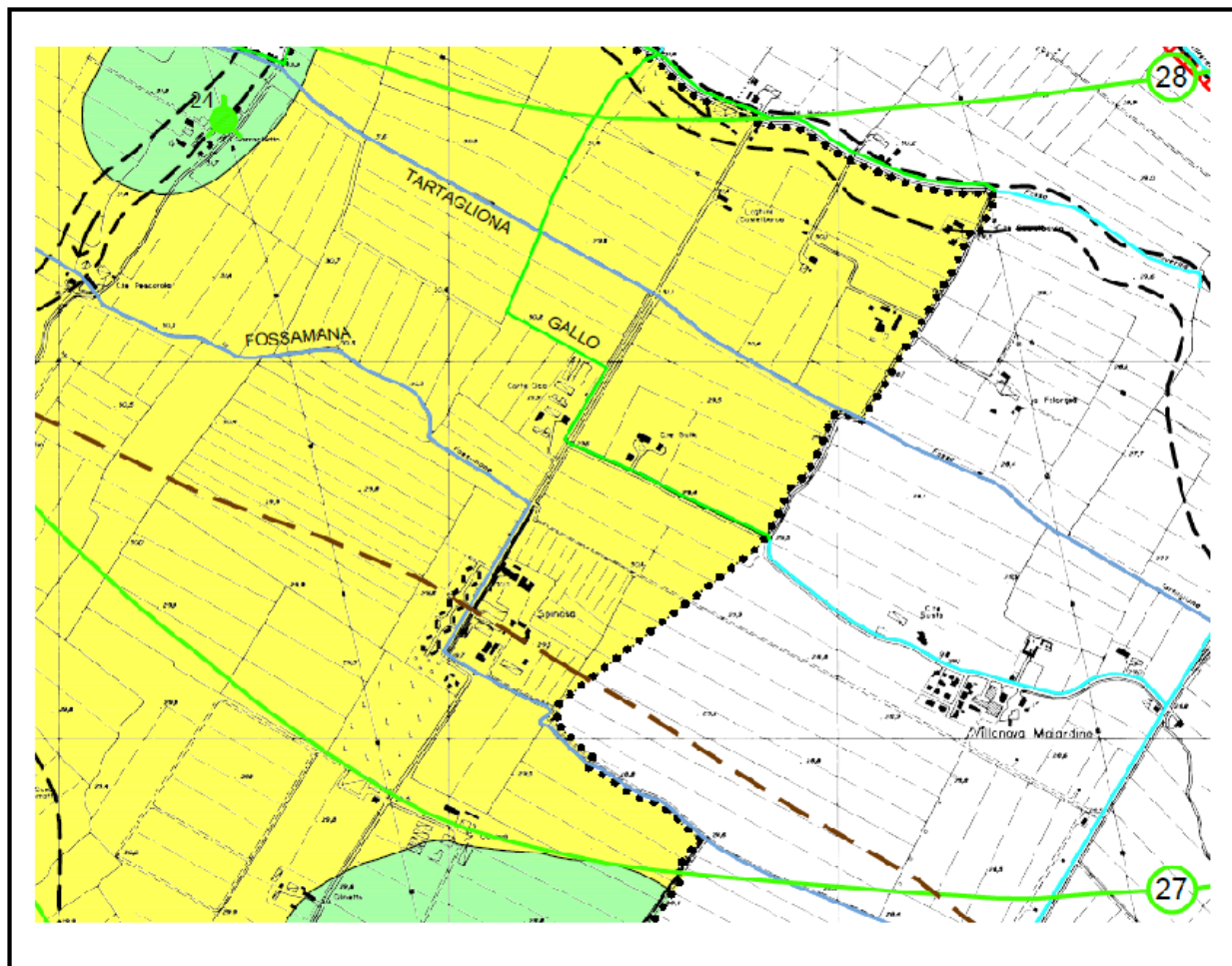


Fig. 3 estratto carta idrogeologica da PGT

Nelle stratigrafie dei pozzi superficiali, sono generalmente presenti lenti impermeabili sottili e discontinue che non garantiscono sufficiente protezione da eventuali sostanze inquinanti provenienti dal suolo o dalle acque superficiali. Nelle stratigrafie dei pozzi più profondi che interessano soprattutto il 3° e il 4° acquifero, sono presenti depositi impermeabili con spessori consistenti e arealmente estesi che sono in grado di garantire una maggiore protezione per gli usi potabili delle acque. Il campo di moto degli acquiferi presenti è diretto da nord a sud. La piezometria varia da 27 metri s.l.m. a nord di Villanova Maiardina a 21 metri s.l.m. a sud del centro abitato di Villanova de Bellis. La variazione annua del livello piezometrico è da mettere in relazione alle acque di irrigazione nel periodo aprile - settembre.

La falda è individuata in sito a circa **-1,4 m da pc attuale** alla data di esecuzione della prova (21 maggio 2020).

3. INQUADRAMENTO URBANISTICO DELL'AREA

La fase di progettazione preliminare e di valutazione della fattibilità dell'intervento ha previsto l'analisi delle limitazioni d'uso del territorio (vincoli) in particolare modo quelli descritti e presenti nella relazione geologica a corredo del vigente **PGT** comunale e quelli relativi alla normativa sovraordinata (PTCP, Ambientale, Regionale e di Bacino). Dalla visione della **Carta di Fattibilità Geologica** per le azioni di piano si evince che il sito in esame ricade in **classe 2a**, "*fattibilità con modeste limitazioni*".

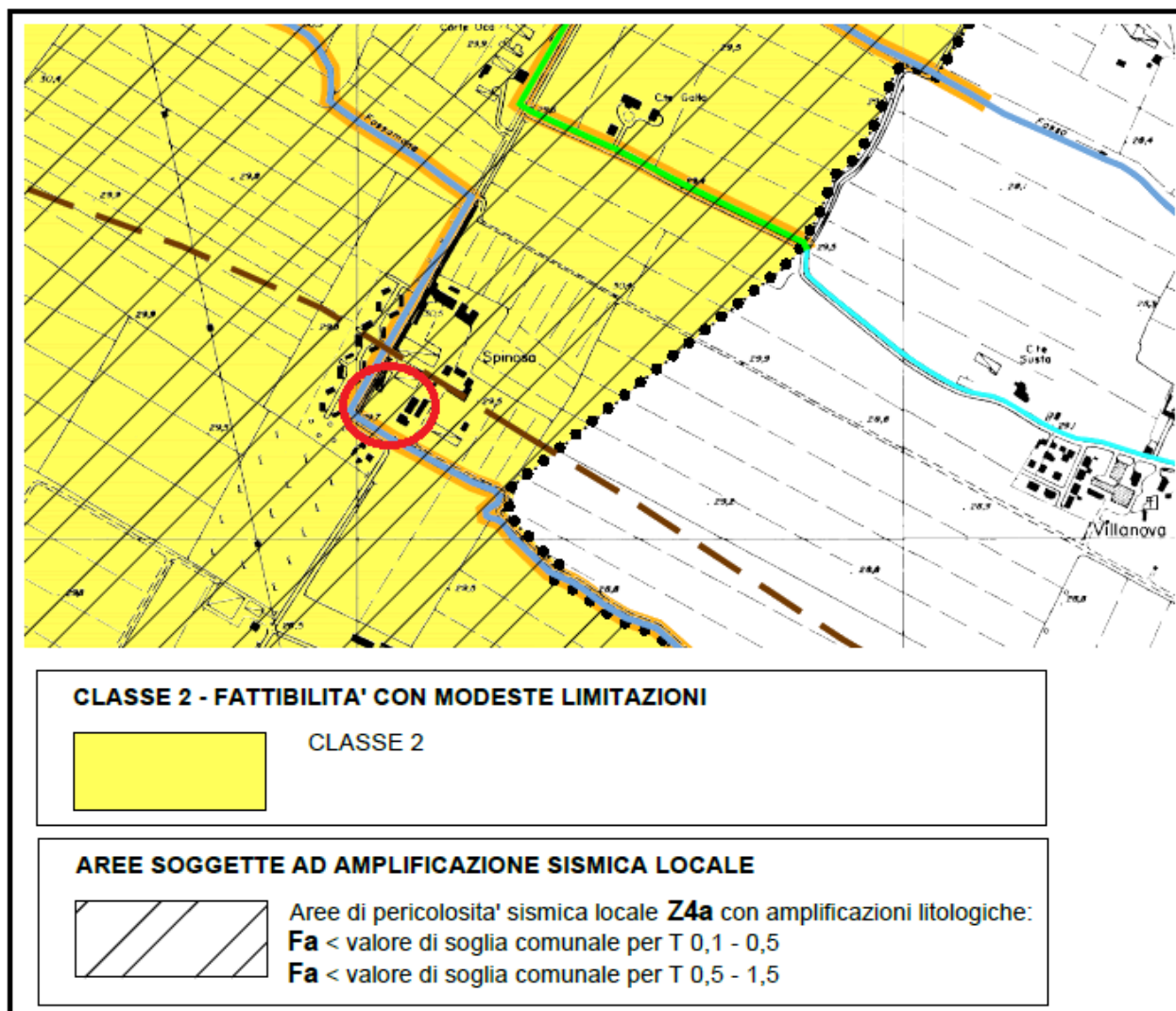
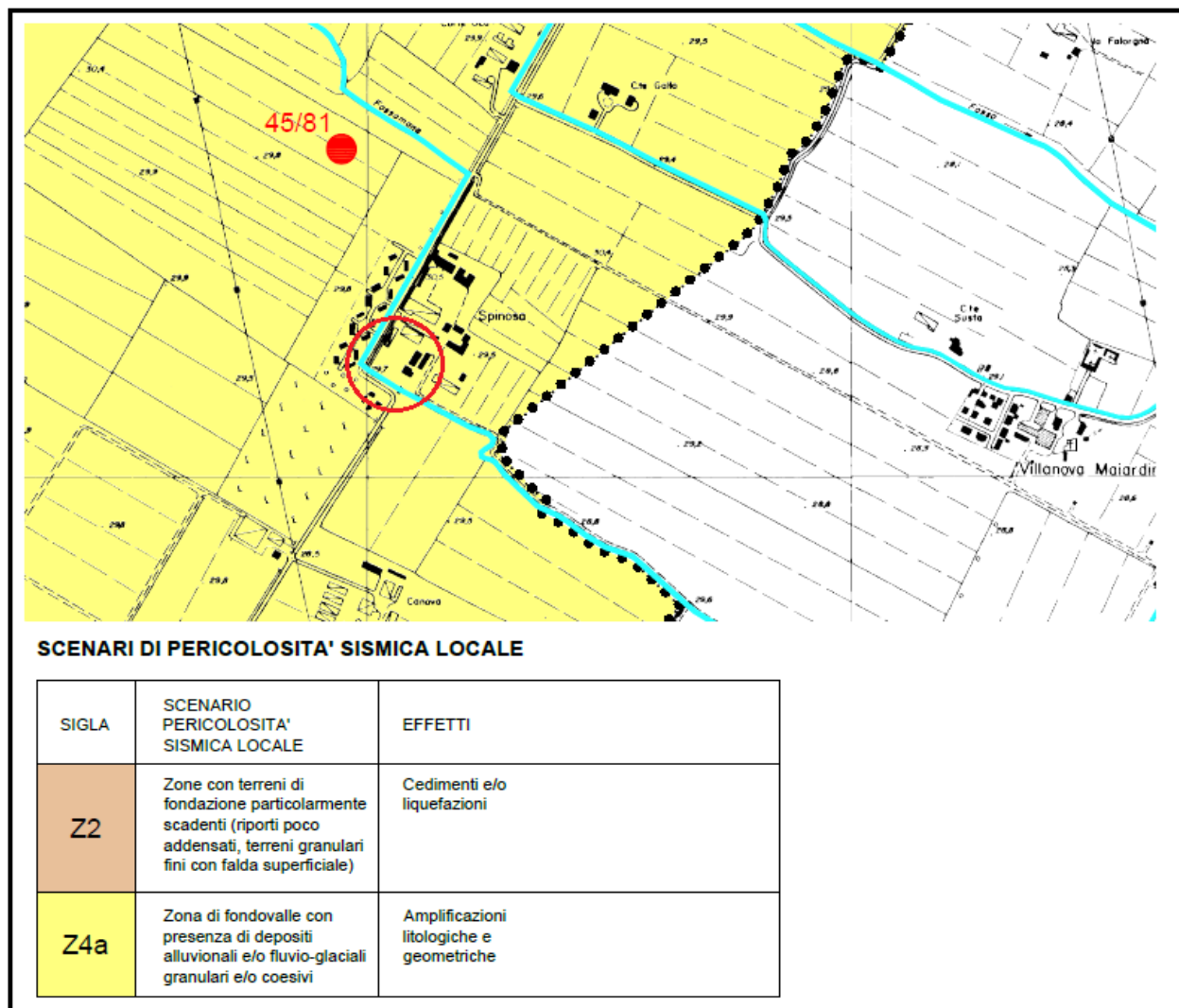


Fig. 4 estratto carta di fattibilità PGT

Nella **Carta di Pericolosità Sismica Locale** l'area di studio ricade in zona **Z4a** (Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi fluvioglaciali granulari e/o coesivi). Dallo studio della componente sismica del PGT si evince che la procedura semi quantitativa di 2° livello ha evidenziato che per lo scenario ascrivibile al sito oggetto di intervento la possibile amplificazione sismica risulta **inferiore ai valori di soglia** forniti dalla Regione Lombardia e dalla normativa nazionale e che quindi l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa per la categoria di

sottosuolo identificata (D.M. 17 gennaio 2018) risulta sufficiente a tenere in considerazione i reali effetti di amplificazione litologica.



LITOLOGIA: SABBIOSA								
			Valori soglia (*)					
PR	CM	COMUNE	INTERVALLO	B	C	C _{calc}	D	E
20	45	PORTO MANTOVANO	0.1 - 0.5	1,4	1,8	1,56	2,1	1,9
			0.5 - 1.5	1,7	2,4	1,72	4,0	3,0
			categoria sottosuolo come calcolato					
			necessità 3° livello o categoria sottosuolo superiore					
			(*) T(s) 0,44					

Per la caratterizzazione della classe di sottosuolo è stata eseguita una indagine geofisica con tecnica **MASW** per la quale è stato verificata una categoria di sottosuolo di tipo **C**. Dalla successiva **analisi di II livello** emerge che, nell'intervallo di periodo compreso tra $0.1 \div 0.5$ e $0.5 \div 1.5$ s, il **valore di Fa** risulta inferiore a quello di soglia, quindi in questo contesto potrà essere confermata una **categoria di sottosuolo** pari a quella misurata, pertanto la **C**.

4. SCELTA DEL TERREMOTO DI PROGETTO E STIMA DEGLI EFFETTI DI SITO

4.1 Determinazione del sisma di progetto.

La determinazione del sisma di progetto è stata effettuata sulla base della procedura descritta nel D.M. 17.01.2018. (appendice B). Questi i parametri di calcolo impiegati:

Parametro	S.L.V.	S.L.D.
Accelerazione max al bedrock (g): (componente orizzontale)	0,1071	0,043
Fattore di amplificazione spettrale max:	2,53	2,54
Periodo inizio tratto velocità costante (s):	0,29	0,26

4.2 Determinazione Descrizione parametri sismici di calcolo utilizzati in tabella

Sulla base dei risultati ottenuti attraverso l'indagine geofisica e in base alle indicazioni contenute nel **D.M. 17.01.2018**, sono stati stimati i parametri sismici da impiegare nelle successive fasi di verifica.

Calcolo di $a_{gh_{max}}$ - accelerazione massima orizzontale al piano di posa delle fondazioni

Esso si ottiene dalla seguente relazione:

$$a_g = S_s S_t a_{gbedrock}$$

dove $a_{gbedrock}$ è l'accelerazione sismica orizzontale al bedrock, S_s è il fattore di amplificazione stratigrafica e S_t il fattore di amplificazione topografica. 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:

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

- 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 $V_S \geq 800$ 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 $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Sulla base del valore calcolato di $V_{s,30}$

vengono identificate 5 classi, A, B, C, D ed E alle quali corrispondono un differente spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente (viene indicata in rosso quella riferita al terreno in esame):

Categoria sottosuolo	Descrizione	spessore	V _{s,eq} (m/s)	
		m	da	a
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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 .	Qualsiasi	Qualsiasi	≥ 800
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente, compresi fra 360 m/s e 800 m/s.	> 30 m	360	800
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori delle velocità equivalenti compresi fra 180 e 360 m/s.	> 30 m	180	360
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati oppure di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori delle velocità equivalenti compresi fra 100 e 180 m/s.	> 30 m	100	180
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.	Fino a 30 m	D	C

Il valore della **V_{s,eq}** stimato con l'indagine **MASW** ha fornito un valore di **234 m/s** rispetto al p.c. il quale pone il sito, secondo il D.M. 17.01.2018, nella **categoria di sottosuolo C**. Utilizzando questo dato vengono ricavati i valori di Fa (fattori di amplificazione spettrali) pari a:

SUOLO DI CATEGORIA C

✚ Fa (nell'intervallo 0.1-0.5 s) = **1.56** < 1.8±0.1 (soglia comunale)

✚ Fa (nell'intervallo 0.5-1.5 s) = **1.72** < 2.4±0.1 (soglia comunale)

Quindi nell'analisi di II livello, questi valori sono stati confrontati con quelli di soglia previsti dalla Normativa regionale, nel caso di sottosuolo di tipo **C**, per il Comune di **Porto Mantovano** ed i valori di Fa calcolati risultano inferiori a quelli di soglia, quindi in questo contesto viene confermata la **categoria di sottosuolo C**.

Coefficiente stratigrafico S_s

Viene stimato in funzione della categoria del sottosuolo secondo lo schema seguente:

ESPRESSIONI DI S _s	
Categoria sottosuolo	S _s
A	1,00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 F_0 a_{bedrock} \leq 1.20$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 F_0 a_{bedrock} \leq 1.50$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 F_0 a_{bedrock} \leq 1.80$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 F_0 a_{bedrock} \leq 1.60$

Coefficiente topografico S_t

Categoria topografica	Caratteristiche della superficie topografica	S _t
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1,00
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1,20
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1,20
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1,40

Coefficiente sismico orizzontale terreno k_{hk}

È necessario per la valutazione degli effetti cinematici del sisma sul terreno di fondazione e si determina infine moltiplicando il valore di a_g per un fattore correttivo β : $k_{hk} = \beta a_g$

Valore di A_g accelerazione massima orizzontale al piano di posa delle fondazioni

$$a_g h_{max}(G) = 0,161$$

4.3 Stima dell'inclinazione del carico dovuta ad eventi sismici

Si evidenzia inoltre che i valori della capacità portante sono comunque subordinati ai cedimenti (vedere capitolo specifico). Si ricorda anche che i valori della capacità portante dipendono dall'interazione struttura – terreno e pertanto i valori saranno in funzione delle tipologie delle fondazioni che verranno adottate, delle dimensioni e dalla loro profondità di imposta. Nel caso di sollecitazioni indotte da un evento sismico è opportuno tenere in considerazione, nel calcolo dei carichi ammissibili, anche degli effetti inerziali sul terreno di fondazione, effetti che conducono ad una diminuzione della capacità portante. In sostanza la componente orizzontale della sollecitazione sismica conduce ad una risultante del carico inclinata rispetto alla verticale. L'inclinazione della risultante da inserire nel calcolo della portanza è quello di considerare l'accelerazione massima orizzontale al piano di posa delle fondazioni secondo la relazione:

$$\theta = \arctg a_{gSLV}, \text{ da cui si ricava } \theta = \arctg 0,161 = 9,13^\circ$$

5. MODELLO GEOTECNICO

5.1 INDAGINE GEOGNOSTICA IN SITO

5.1.1 Breve descrizione dell'indagine utilizzata nei calcoli

Per l'acquisizione dei dati geotecnici, inerenti le caratteristiche del volume di sottosuolo che sarà coinvolto dalle opere di fondazione, è stata eseguita n. 1 prova CPT, le cui caratteristiche sono illustrate in tabella.

PROVE PENETROMETRICHE ESEGUITE			
PROVA	PROFONDITA' RAGGIUNTA dal piano di camp. att. (m)	PROFONDITA' CHIUSURA FORO dal piano di camp. att. (m)	LIVELLO PIEZOMETRICO dal piano di camp. att. (m) sede di prova
CPT1	10	-	- 1,4 (misurata) (*)

(*) 21/5/2020

5.1.2 Penetrometro utilizzato per prove penetrometriche

La prova penetrometrica è stata eseguita con penetrometro statico/dinamico "Geo Deep Drill" le cui norme di riferimento per le prove sono le norme UNI EN ISO 22476.



fotografia 2 CPT1

5.2 STIMA DEI VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO

L'indagine in sito, tarata come scritto con l'indagine geofisica eseguita nel sito adiacente, ha rilevato una litologia ed una stratigrafia, con conseguente parametrizzazione geotecnica, come nel modello geotecnico di seguito riportato. La valutazione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici, per le verifiche allo Stato Limite Ultimo e allo Stato Limite d'Esercizio, è stata eseguita conformemente alle indicazioni contenute nell'Eurocodice 7. Considerato il numero sufficientemente elevato di dati misurati (valori di **q_c**) si è optato per un approccio statistico, utilizzando una probabilità di superamento del 5%, come indicato nell'Eurocodice 7. Il modello geotecnico è stato ottenuto attraverso la procedura descritta in dettaglio di seguito:

- I singoli valori di **q_c** ottenuti con la prova penetrometrica sono stati inizialmente accorpati in strati omogenei;
- Per ogni strato omogeneo è stata eseguita una stima cautelativa del valore medio di **q_c** con la seguente relazione statistica:

$$p_k = p_m - t_{n-1}^{0,05} \left(\frac{s_p}{\sqrt{n}} \right) \quad \text{dove:}$$

p_k = valore caratteristico del parametro geotecnico (**q_{c o} N_{spt}**);
 p_m = valore medio del parametro (**q_{c o} N_{spt}**);
 n = numero di misure;
 s_p = deviazione standard delle misure;

$t_{n-1}^{0,05}$ = t di Student per n-1 gradi di libertà e probabilità di superamento del 5%.

I livelli stratigrafici individuati lungo le verticali di prova sono stati correlati fra di loro e i corrispondenti parametri geotecnici mediati. Questa operazione è stata condotta sulla base delle indicazioni contenute nell'Eurocodice 7: *("Se l'edificio è sufficientemente rigido e resistente, il parametro rappresentativo può essere dato dalla media dei valori medi nell'ambito dell'intero volume, o parte del volume stesso, di terreno sottostante l'edificio stesso.")* e nella Circolare 02.02.2009 *("...appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi ... quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.")*.

Da m: a m:		descrizione litologica	Φ_k (°)	C _{uk} (kPa)	γ_{natk} (t/m ³)	Dr (%)	E _v /Mok (kg/cm ²)
0 ÷ 1,2	AI	Argilla limosa	-	70	1,8	-	50
1,2 ÷ 3,8	SI	Sabbia poco limosa	30	-	1,9	75	200
3,8 ÷ 7,6	La	Argilla soffice	-	50	1,8	-	40
7,6 ÷ 10	SI	Sabbia	32	-	1,9	65	250

Profondità della falda circa -1,4 m da p.c. di prova (21/5/2020)			
METODO CALCOLO PRINCIPALI			
denominazione	Simbolo	Unità misura	Metodo di calcolo
Angolo di attrito	Φ'	(°)	De Beer
Angolo di attrito a volume costante	Φ_{cv}	(°)	Bolton
Densità relativa incoerenti	Dr	(%)	Kulhawy & Mayne
Coesione non drenata	cu	(kg/cm ²)	Searle
Coesione efficace (drenata)	c'	(kg/cm ²)	Mesre et Al.
Rapporto di sovra consolidazione	O.C.R.	-	Ladd & Foot
Peso di volume incoerenti	γ_{nat}	(t/m ³)	Correlazione con Dr%
Peso di volume coesivi	γ_{nat}	(t/m ³)	Correlazione con Cu
Modulo di Young incoerenti	E _s	(kg/cm ²)	Schmertmann
Modulo edometrico coesivi	M	(kg/cm ²)	Mitchell & Gardner - CL

6. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (S.L.U.)

Sono state condotte, facendo riferimento a quanto disposto dal D.M. 17.01.2018, le seguenti verifiche:

1. verifica alla liquefazione dei terreni in condizioni sismiche;
2. verifica al collasso per carico limite dell'insieme terreno-fondazione (**SLU, SLV**);
3. verifica agli **SLE**.

6.1 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI IN CONDIZIONI SISMICHE

Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. Se il terreno risulta

suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione. In assenza di interventi di miglioramento del terreno, l'impiego di fondazioni profonde richiede comunque la valutazione della riduzione della capacità portante e degli incrementi delle sollecitazioni indotti nei pali.

6.1.2 Esclusione della verifica a liquefazione

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. **accelerazioni massime** attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) **minori di 0,1g**;
2. profondità media stagionale della **falda superiore a 15 m** dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

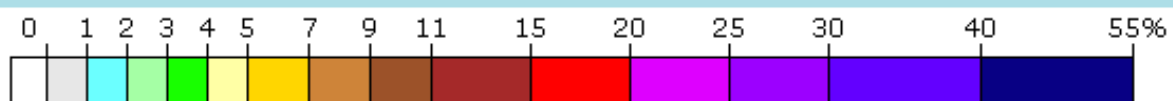
6.1.3 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE NEL SITO IN ESAME

L'applicazione dei quattro criteri previsti dalla Normativa nazionale (D.M. 17.01.2018) non consente di escludere la possibilità di liquefazione nei terreni di fondazione del sito in esame. La magnitudo momento di riferimento per il calcolo è stata ottenuta dalle mappe interattive di pericolosità sismica dell'INGV.

Considerando un tempo di ritorno di 475 anni, coerentemente con quanto disposto dalle NTC 2018, si è stimata una magnitudo di **5.270**. Sono stati presi come riferimento un'accelerazione orizzontale massima in superficie **a_{max} uguale a 0,161 g** e una soggiacenza media della **falda** pari a **1,4 m**. L'indice di liquefazione stimato con il metodo di Robertson e Wride (1997) pone il sito in una condizione di **rischio molto basso**.

Valori medi TERREMOTO DI SCENARIO		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.270	34.400	1.480

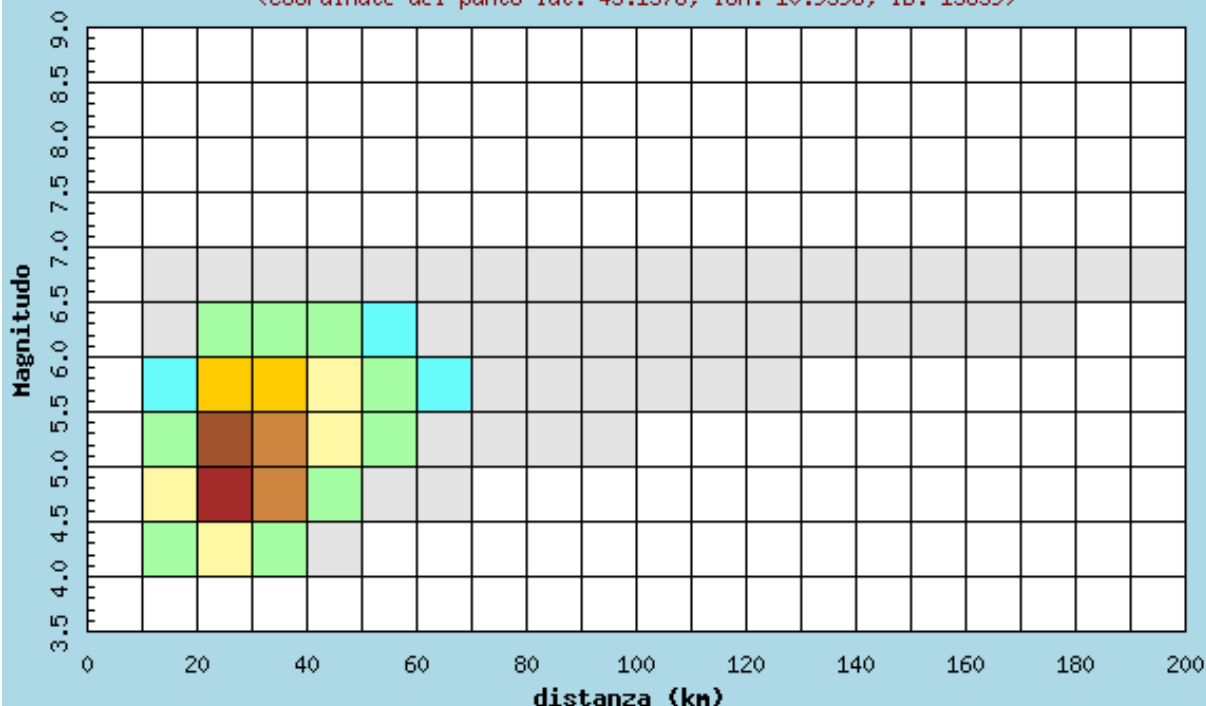
Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 45.1578, lon: 10.9398, ID: 13839)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	2.320	4.720	2.910	1.450	0.606	0.064	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	4.940	12.200	9.650	6.060	2.550	0.276	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	2.070	7.070	7.530	6.010	2.640	0.300	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.266	2.650	4.140	4.110	2.050	0.255	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.591	2.100	2.580	1.470	0.204	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.040	0.881	1.470	0.875	0.137	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.241	0.743	0.441	0.074	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.030	0.264	0.142	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.001	0.102	0.102	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.044	0.142	0.040	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.123	0.043	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.081	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.040	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Contributo percentuale alla pericolosità

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilit  di eccedenza
del 10% in 50 anni

(Coordinate del punto lat: 45.1578, lon: 10.9398, ID: 13839)



6.2 Verifica al collasso per carico limite dell'insieme terreno-fondazione (SLU, SLV).

6.2.1 Azioni sulla fondazione.

La verifica allo S.L.U. per il collasso per carico limite dell'insieme terreno-fondazione   stata condotta considerando le due combinazioni delle azioni previste dalla Normativa (D.M.17.01.2018):

1. combinazione fondamentale (condizioni statiche) (**SLU**);
2. combinazione sismica (condizioni dinamiche) (**SLV**).

6.2.2 Resistenza del terreno

La capacit  portante del terreno di fondazione   stata calcolata utilizzando la relazione di **Brinch Hansen**. Si ricorda che il valore della capacit  portante dipende dall'interazione struttura – terreno e pertanto i valori saranno in funzione delle tipologie delle fondazioni che verranno adottate, delle dimensioni e dalla loro profondit  di imposta e che la **capacit  portante non coincide con il carico di esercizio** dell'opera, ma sar  uguale o minore ad esso in stretta relazione con i cedimenti indotti nel terreno. Ricordiamo inoltre che la presenza di sollecitazioni legate al verificarsi di un sisma produce sulle fondazioni, rispetto al caso statico, un incremento di eccentricit  e di inclinazione delle forze trasmesse dalla struttura in elevazione, una degradazione della resistenza del terreno e l'insorgenza di forze di inerzia nel terreno di

fondazione. Trascurando, nel caso di fondazioni superficiali poggianti su materiale a comportamento coesivo, i fenomeni di degradazione della resistenza e della forza d'inerzia del terreno di fondazione, resta da considerare l'effetto inerziale legato alla sovrastruttura, trascurando il momento ma considerando almeno l'inclinazione del carico (o attraverso la definizione di un angolo o attraverso il valore dell'azione di taglio). E' stata ipotizzata una tipologia di **fondazione a TRAVE** aventi le dimensioni riportate in tabella. I **parametri geotecnici** utilizzati sono quelli indicati nelle tabelle al capitolo 5. Le fondazioni dovranno necessariamente essere impostate sullo strato granulare e qualora si riscontrino dei settori in cui tale strato si rilevi a profondità maggiori, si consiglia di sostituire il materiale scadente con cls magro. Non essendo disponibili i carichi definitivi di progetto la verifica della condizione: $E_d \leq R_d$ ($R_d = Q$) dove E_d e R_d sono, rispettivamente, i valori di progetto dell'azione e della resistenza, con $R_d = Q$, dovrà essere condotta successivamente dal progettista

Tabella I COMBINAZIONE FONDAMENTALE SLU						
FONDAZIONI						
TIPO	L=L'(m)	B = B' (m)	D (m)	carico statico V (kg/cmq)	inclinazione carico cond.	carico SLU- SLV (kg/cmq)
TRAVE	40	2	-0,8	1,9	9,13	1,59
APPROCCIO 2 Fs parziale per j:1,00 Fs parziale per c: 1,00 FS globale: 2,30 categoria sismica del terreno = categoria C falda ~ 1,4 m da pc attuale (21/5/2020) parametri geomeccanici sotto fondazione Cu = 70 kPa Eed=5 MPa c.Poisson=0,35						

6.3 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO (S.L.E.)

È stata condotta, facendo riferimento a quanto disposto dal D.M. 17.01.2018, la seguente verifica agli Stati Limite d'Esercizio:

- verifica agli spostamenti e alle distorsioni indotte dai cedimenti del terreno a lungo termine;
- verifica agli spostamenti e alle distorsioni indotte dai cedimenti del terreno in condizioni sismiche.

6.3.1 Calcolo della distribuzione delle tensioni nel terreno di fondazione.

L'applicazione del sovraccarico della fondazione conduce ad una variazione dello stato tensionale del terreno. Il carico applicato tende a diffondersi fino al suo completo assorbimento. L'entità dei cedimenti viene ipotizzata a seconda della tipologia di fondazione, delle dimensioni, della profondità d'imposta delle stesse e dei carichi di esercizio. Generalmente si ammette che il sovraccarico si annulli ad una profondità, sotto il piano di posa della fondazione, variabile da 1 a 4 volte B (B = lato corto della fondazione). La normativa esistente in materia (NTC2018 paragrafo 6.4.1) stabilisce la profondità d'indagine solo per civili abitazioni, e la indica in $z_a = b-1,5b$ della

dimensione minore b in pianta del manufatto. Se si fa riferimento alle indicazioni contenute nell'Eurocodice 7 parte 2 e nelle norme UNI EN 1197-2 essa viene fissata dal massimo tra le due seguenti condizioni:

- $Z_a \geq 6m$
- $Z_a \geq 3b$ per fondazioni isolate superficiali
- $Z_a \geq 6m$
- $Z_a \geq 1,5b$ per fondazioni a platea

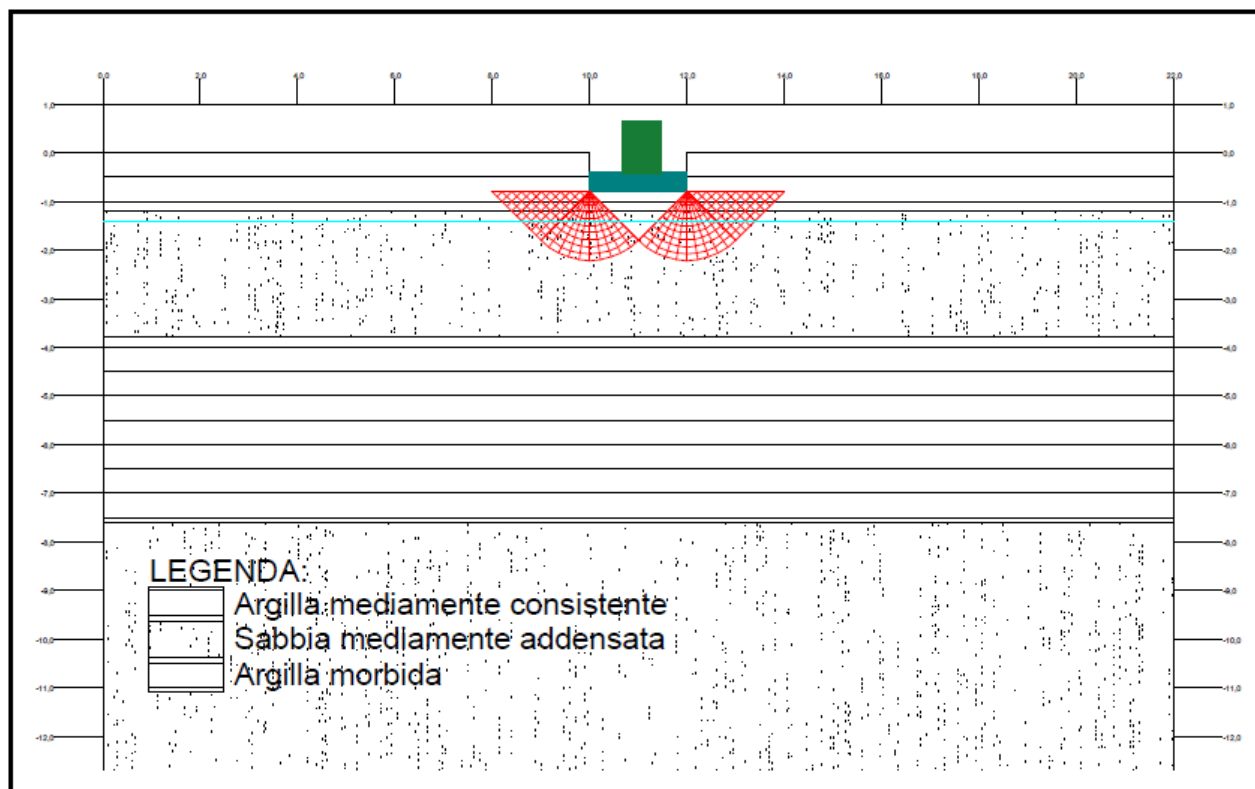


Fig. 6 schema concettuale delle fondazioni

E' importante eseguire una stima di come il carico si diffonde negli strati di fondazione, in quanto indispensabile per il successivo calcolo dei cedimenti. È utile ricordare che fondazioni di maggiori dimensioni sopportano carichi al piede maggiori in quanto ripartiscono questo ultimo su una maggiore superficie diminuendo in tal modo il carico di esercizio ma occorre ricordare che allo stesso tempo variano i bulbi delle tensioni trasmesse nel sottosuolo e pertanto sarà compito del tecnico progettista effettuare sia l'opportuno dimensionamento della fondazione sia l'opportuna ripartizione dei carichi.

6.3.2 Cause dei cedimenti

I cedimenti sono dovuti alla **deformazione elastica e plastica** del terreno e, nel caso di terreni poco permeabili (argille e limi), al processo di lenta espulsione dell'acqua contenuta al loro interno (consolidazione). In quanto le caratteristiche geotecniche del terreno variano da punto a

punto, così come spesso variano da punto a punto anche le condizioni di carico, i cedimenti possono assumere localmente valori differenti. Il cedimento calcolato in un punto prende il nome di **cedimento assoluto**; la differenza fra i cedimenti assoluti misurati in due o più punti prende il nome di **cedimento differenziale**. Il **cedimento assoluto** totale è dato dalla somma di tre componenti:

$$S_{tot} = S_{imm} + S_{con} + S_{sec}$$

- S_{imm} = **cedimento immediato**, dovuto alla deformazione iniziale, senza variazione di volume, del terreno caricato; è prevalente nei terreni incoerenti (coesione=0), trascurabile in quelli coesivi (coesione>0);
- S_{con} = **cedimento di consolidazione**, legato alla variazione di volume del terreno saturo, in seguito alla lenta espulsione dell'acqua contenuta al suo interno; è dominante nei terreni coesivi, poco permeabili, e trascurabile in quelli incoerenti (da mediamente a molto permeabili);
- S_{sec} = **cedimento secondario**, dovuto alla deformazione viscosa dello scheletro solido del terreno; normalmente trascurabile in tutti i tipi di terreno.

Proprio per le differenti modalità con cui si manifestano i cedimenti nei **terreni coesivi** ed **incoerenti**, i due casi vanno trattati separatamente.

Cedimenti nei terreni incoerenti. (Metodo utilizzato: Teoria dell'elasticità).

Si tratta di un metodo speditivo utile per avere una prima indicazione dell'ammontare del cedimento. La relazione è la seguente:

$$S = DH \times Q_z / E_d \text{ in cui:}$$

DH=spessore dello strato;

Q_z =incremento di pressione dovuto al sovraccarico applicato dalla fondazione a metà strato;

E_d =modulo di deformazione dello strato.

Cedimenti nei terreni coesivi. (Metodo utilizzato: Teoria dell'elasticità).

Ha la stessa espressione per il procedimento relativo a terreni incoerenti; al posto del modulo di deformazione va utilizzato però il modulo edometrico definito come segue:

$$E_d = 1/m_v; \text{ in cui}$$

m_v =modulo di compressibilità volumetrica dello strato.

Cedimenti assoluti e differenziali.

Elevati cedimenti differenziali (dell'ordine di alcuni centimetri in genere, ma a volte anche meno) possono indurre lesioni nell'opera. Partendo dal presupposto che a elevati cedimenti assoluti generalmente corrispondono elevati cedimenti differenziali, Terzaghi e Peck proposero di considerare come valori limite tollerabili cedimenti assoluti di **2,5 cm** in **terreni incoerenti** (sabbie e ghiaie) e **5 cm** in **terreni coesivi** (limi e argille). La maggiore tolleranza consentita per i

materiali dotati di coesione dipende dal fatto che in quest'ultimi i cedimenti sono essenzialmente dovuti alla consolidazione, quindi distribuiti su intervalli di tempo relativamente ampi, fatto che consente alla sovrastruttura di meglio adattarsi alle deformazioni del terreno. Un sistema meno empirico di procedere consiste nello stimare la distorsione angolare fra due o più punti della struttura di cui sia noto il cedimento assoluto del terreno di fondazione:

$$D_{ang} = (S_2 - S_1)/L_{12} \text{ in cui}$$

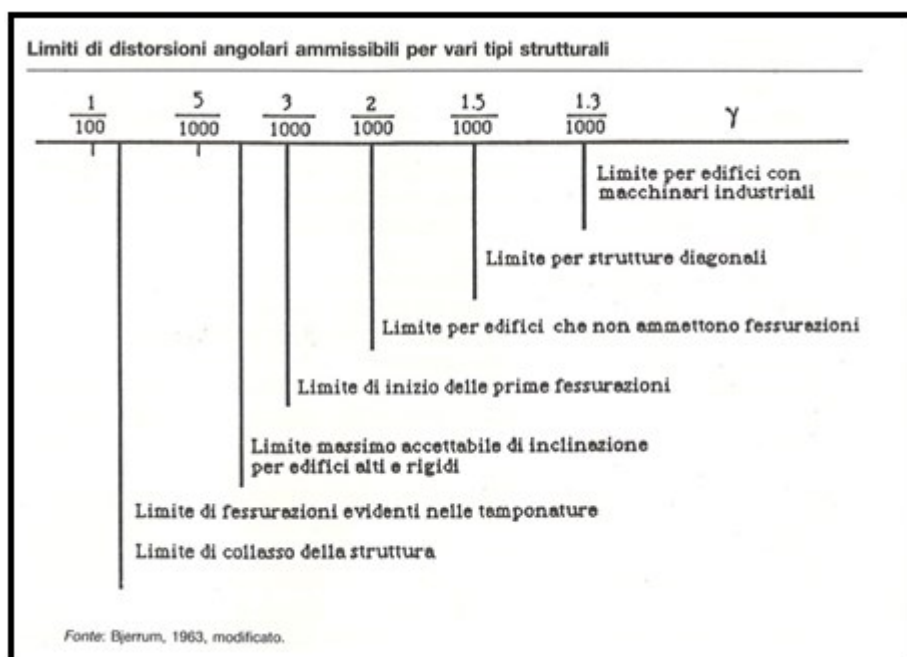
Dang=distorsione angolare;

S2=cedimento assoluto nel punto 2;

S1=cedimento assoluto nel punto 1;

L12=distanza fra i punti 1 e 2.

In prima approssimazione, sono da considerare tollerabili distorsioni angolari inferiori a 1/600 per strutture in muratura e a 1/1000 per strutture in calcestruzzo.



Cedimento ammissibile delle strutture		
Tipo di movimento	Tipo di struttura	Intervallo dei valori di cedimento massimo ammissibile
Cedimento rigido o assoluto	Edifici in muratura	da 2 a 5 cm
	Edifici intelaiati	2 10
	Strutture molto snelle e flessibili	10 30
	Fognature	15 30
	Dislivello edificio/sede stradale	30 60
Rotazione rigida o inclinazione	Strutture molto snelle e flessibili	4°/∞ (dell'altezza)
	Gru	3°/∞ (dell'altezza)
Cedimento differenziale	Muri in mattoni, elevati	da 0.5 a 1°/∞ di L ⁽²⁾
	Lesioni su intonaci	1°/∞ di L
	Edifici intelaiati in acciaio, continui	2°/∞ di L
	Edifici intelaiati in c.a.	2 a 4°/∞ di L
	Edifici a setti in c.a.	3°/∞ di L

¹ Possibilità di cedimenti differenziali.
² Distanza tra due punti con differente cedimento espresso in millesimi (cm/10 m).
 Fonte: Cestelli Guidi, 1981, modificato.

6.3.3 Risultati del calcolo.

Il volume significativo di analisi nel calcolo dei cedimenti viene limitato inferiormente dalla profondità alla quale le tensioni indotte dalle fondazioni si dissipano completamente. Sarà compito del tecnico progettista valutare se i cedimenti stimati possono essere ammissibili per l'opera in questione. Per la stima del modulo di reazione o **coefficiente di sottofondazione** (k di Winkler) del terreno di fondazione è stato applicato il metodo di **Bowles**. Si definisce pressione di contatto la pressione unitaria che la fondazione esercita in ciascun punto d'appoggio sul terreno di fondazione. Per modulo o coefficiente di sottofondazione si definisce quindi la relazione che esiste fra la pressione di contatto in ogni punto della fondazione e la relativa deformazione del terreno: $k = Q/s$.

Generalmente ci si basa sull'ipotesi che il modulo k sia costante sotto ogni punto della fondazione, come proposto da Winkler e da Westergaard. Se ciò si può verificare nel caso di fondazioni rigide, per fondazioni elastiche l'assunzione non è più valida. L'utilizzo di k anche per il dimensionamento di platee e reticoli di travi rimane nonostante questo ancora diffuso, mancando metodi di calcolo più attendibili e uguale semplicità. Numerose sono le relazioni proposte in letteratura per il calcolo di k . Nel seguente lavoro è stata utilizzata la relazione di **Bowles (1974)** il quale propone la seguente relazione:

$$k \text{ (kN/mc)} = 40 \times Q \times f_c \quad \text{dove}$$

- $f_c = 2.54/\text{cedimento della fondazione (cm)}$;
- $Q = \text{carico di esercizio (kPa)}$.

6.3.4 Stima agli stati limite di esercizio (S.L.E.)

CEDIMENTI ASSOLUTI

La stima è stata eseguita utilizzando un carico unitario verticale inferiore a quello risultante allo **S.L.V.** (condizioni sismiche). Il volume significativo di analisi nel calcolo dei cedimenti viene limitato inferiormente dalla profondità alla quale le tensioni indotte dalla fondazione si dissipano completamente. Poiché nel sottosuolo, all'interno del volume significativo coinvolto dalla pressione esercitata dalle fondazioni al terreno, sono presenti depositi a comportamento misto **granulare e coesivo**, sulla base di indicazioni presenti in letteratura, è stato deciso di prendere come cedimento massimo uniforme il valore di **45-50 mm**.

Tabella II - SLV COMBINAZIONE SISMICA**FONDAZIONI**

TIPO	L=L'(m)	B = B' (m)	D (m)	carico (kg/cm ²) (1)	cedimento (mm)	K winkler kg/cm ² (*)
TRAVE	40	2	-0,8	1,59	52	0,86

(*) metodo di Bowles (1) carico massimo = ipotizzato dallo scrivente

CEDIMENTI DIFFERENZIALI

Il cedimento differenziale viene in tutti i casi descritto dal valore della distorsione angolare γ prodotta, definita come il rapporto fra la differenza di cedimento ΔS tra due punti e la loro distanza reciproca L , ossia $\gamma = \Delta S/L$: i cedimenti differenziali attesi, considerando i carichi considerati precedentemente risultano essere compresi nei limiti consentiti.

6.4 Stima dei cedimenti delle fondazioni superficiali indotte dal sisma.

In terreni sabbiosi sciolti le vibrazioni prodotte da un evento sismico possono condurre ad un aumento del grado di addensamento degli strati incoerenti su cui poggia la fondazione; in questo contesto lito stratigrafico si esclude tale fenomeno.

7. CONCLUSIONI

L'indagine geologica ha permesso di definire la natura e le caratteristiche dei terreni presenti nell'area esaminata, come descritto nel paragrafo dedicato. I rilievi hanno evidenziato l'assenza di processi geomorfologici in atto e sulla base delle considerazioni e dei calcoli geotecnici svolti nei paragrafi precedenti si traggono le seguenti conclusioni:

- in base alla **D.g.r. 11 luglio 2014 – n. X/2129**, il Comune di **Porto Mantovano (MN)** viene classificato in **zona sismica 3**;
- Da una indagine sismica eseguita con metodologia **MASW** ed a seguito dell'**analisi di II livello** è stata assegnata al terreno sito al di **sotto del piano di posa delle fondazioni** la **categoria di sottosuolo C** (secondo il D.M. 17.01.2018);
- La **verifica alla liquefazione dei terreni** è stata eseguita utilizzando i dati di una prova **MASW** eseguita dallo scrivente nel sito in esame ed il metodo semplificato di Robertson e Wride (1997) dalle quali risulta rischio molto basso e pertanto si ritiene il sito **non liquefacibile**;



Fotografia 3 indagine MASW

- I valori stimati della capacità portante ammissibile per carico unitario non sono da assumere come carichi di esercizio o come capacità portante in senso stretto dei terreni indagati, in quanto essa modifica il proprio valore in relazione alle caratteristiche progettuali, riferite soprattutto alla geometria, alle dimensioni delle fondazioni stesse ed alla loro profondità di imposta e comunque rimane subordinato ai cedimenti ammissibili. Essa dovrà essere considerata in riferimento ai cedimenti assoluti e differenziali;
- Si ribadisce e si sottolinea che comunque la valutazione dell'entità dei cedimenti in relazione alle caratteristiche strutturali dell'opera, resta di esclusiva competenza del tecnico calcolatore che dovrà valutare l'incidenza e la compatibilità degli stessi con le caratteristiche strutturali e tecnico-costruttive dell'opera così come anche la scelta del tipo di fondazione da utilizzare rimane di sua esclusiva competenza;
- in sito la falda è identificata **a circa 1,4 m da p.c.** preso come piano di esecuzione delle prove in sito eseguite;

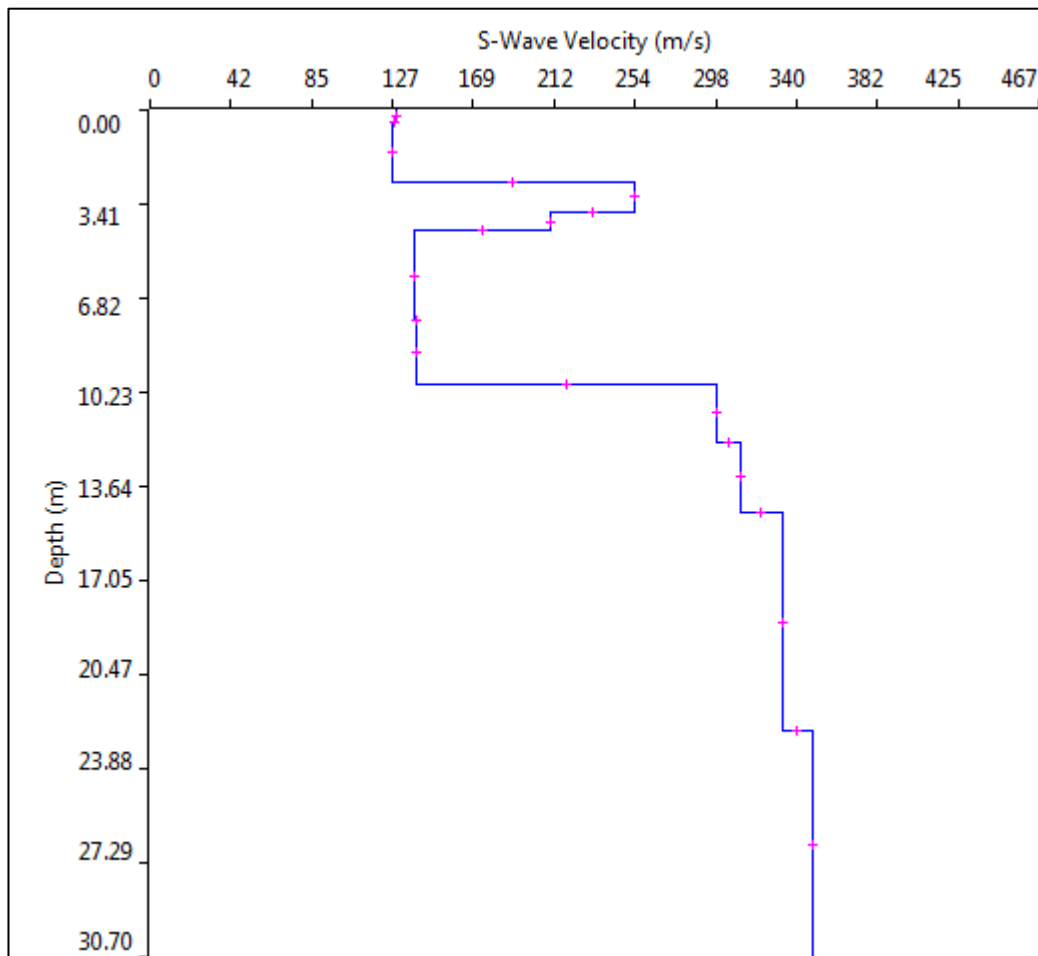
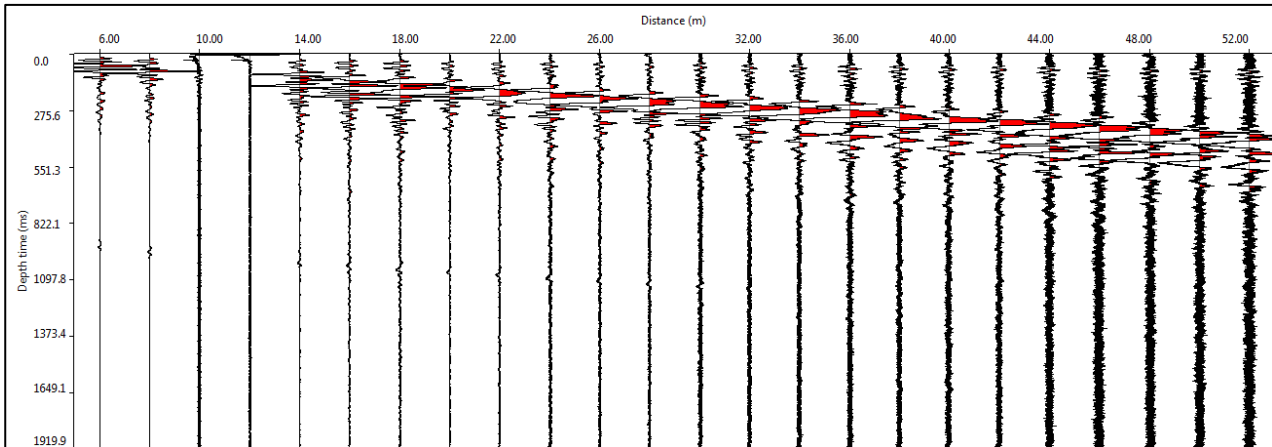
- Se durante l'esecuzione dei lavori dovessero manifestarsi situazioni che si discostano da quelle previste e contemplate nella presente relazione, sarà cura del direttore dei lavori darne immediata comunicazione allo scrivente, per eseguire i necessari sopralluoghi e dimensionare eventuali indagini integrative.

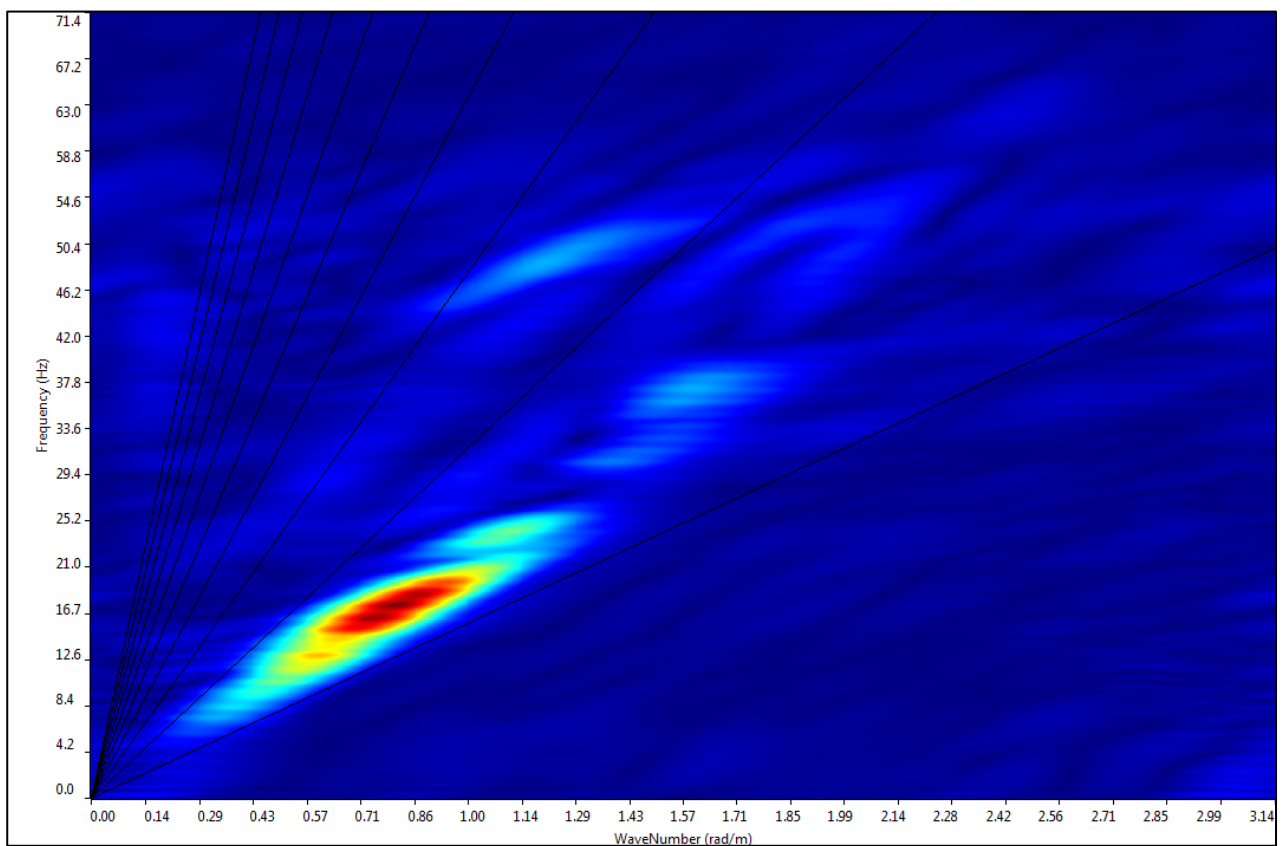
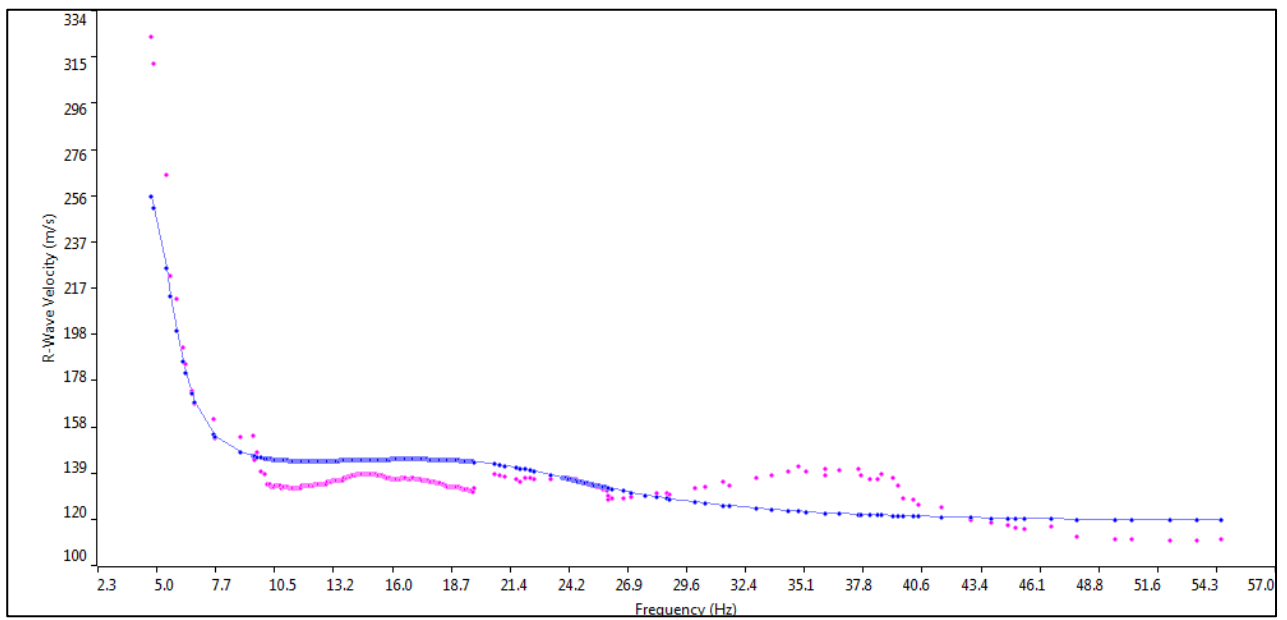
Sarginesco (MN), 2/8/2020



IL TECNICO
DOTT. GEOL. PAOLO PASINI

INDAGINE MASW





	MASW					
strato n.	Thickness [m]	Depth [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	v	Density [t/mc]
1	0,44	0,00	129,0	258,0	0,33	1,80
2	2,16	0,44	127,0	254,0	0,33	1,80
3	1,07	2,59	254,0	508,0	0,33	1,80
4	0,72	3,67	210,0	420,0	0,33	1,80
5	3,20	4,39	139,0	278,0	0,33	1,80
6	2,33	7,59	140,0	280,0	0,33	1,80
7	2,13	9,92	298,0	596,0	0,33	1,80
8	2,54	12,05	310,0	620,0	0,33	1,80
9	7,93	14,58	332,0	664,0	0,33	1,80
10	INF.	22,51	348,0	695,0	0,33	1,80
	Vseq[m/s]			234		



RISCHIO IDRAULICO



Comuni



Regione



Ampliamenti riduzioni con ricadute normative - H

 ampliamento

 riduzione

Pericolosità RP scenario frequente - H



Pericolosità RSCM scenario frequente - H



Pericolosità RSP scenario frequente - H



Pericolosità ACL scenario frequente - H



Pericolosità RP scenario poco frequente - M



Pericolosità RSCM scenario poco frequente - M



Pericolosità RSP scenario poco frequente - M



Pericolosità ACL scenario poco frequente - M



Pericolosità RP scenario raro - L



Pericolosità RSCM scenario raro - L





Comuni



Regione



Ampliamenti riduzioni con ricadute normative - H



ampliamento



riduzione

Categorie di elementi esposti - puntiformi



Aree estrattive attive



Aree per l'estrazione di acqua ad uso idropotabile



Beni culturali



Depuratori



Dighe



Impianti individuati nell'allegato I del D.L. 59/2005



Insedimenti ospedalieri, Strutture sanitarie



Stazioni ferroviarie



Stazioni metropolitana



Scuole



Siti contaminati

Rischio max degli elementi esposti



R1



R2



R3



R4

Numero abitanti



1- 10 abitanti



11 - 100 abitanti



101 - 1000 abitanti



> 1000 abitanti

Categorie di elementi esposti - lineari



Ferrovie



Strade principali



Strade secondarie



Metropolitane

Rischio degli elementi lineari



R1



R2



R3



R4

Categorie di elementi esposti - poligonali



Zone urbanizzate



Attività produttive



Strutture strategiche e sedi di attività collettive



Infrastrutture strategiche



Insediamenti produttivi o impianti tecnologici, potenzialmente pericolosi dal punto di vista ambientale e aree protette



Beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse

Rischio molto elevato - R4



Rischio elevato - R3



Rischio medio - R2



Rischio moderato - R1



PROVA ESEGUITA



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT

riferimento

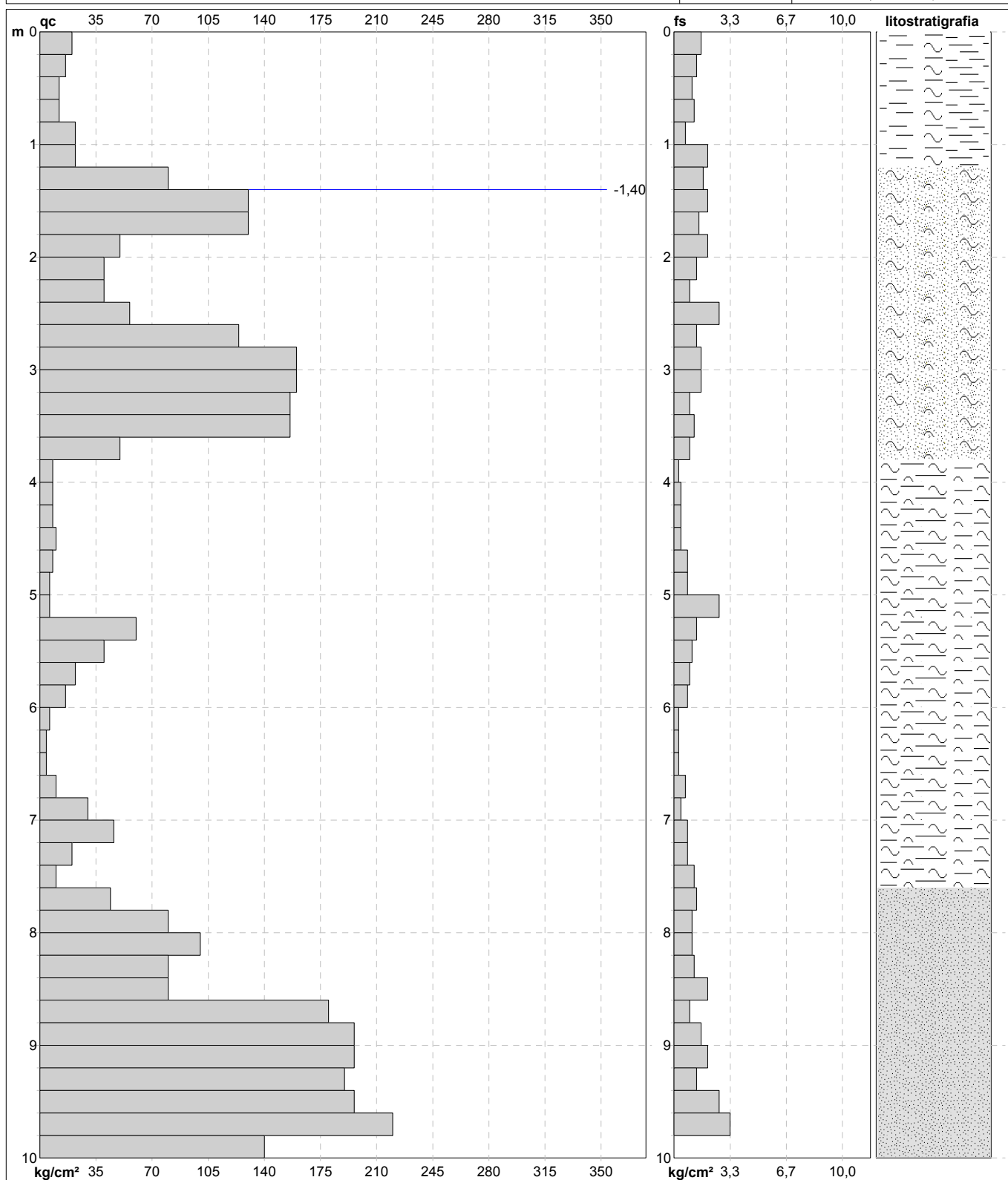
1**025-2020**

certificato n°

n° verb. accett.

Committente: **SOCIETÀ AGRICOLA FONDO SPINOSA DI LUGLI WALTER E C. S.N.C.**Cantiere: **Costruzione nuovo deposito agricolo**Località: **Via Spinosa n. 10 - località Spinosa**U.M.: **kg/cm²**Scala: **1:50**Pagina: **1**

Elaborato:

Data esec.: **02/08/2020**Data certificato: **02/08/2020**Quota inizio: **Piano Campagna**Falda: **-1,40 m da p.c.**

Litologia: Personalizzata
Penetrometro: SP100
Responsabile: Pasini Paolo
Assistente:

Preforo: m
Corr.astine: kg/ml
Cod. ISTAT: 020045
Cod. punta:

FON072

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820



Geologo Paolo Pasini
Via teatrino n. 6 - 46014 Sarginesco (MN)
cell. 3478374658 - email: persaulo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

SEZIONE GEOTECNICA

riferimento **025-2020**

n° verb. accett.

Committente: **SOCIETÀ AGRICOLA FONDO SPINOSA DI LUGLI WALTER E C. S.N.C.**

U.M.: **kg/cm²**

Cantiere: **Costruzione nuovo deposito agricolo**

1

Località: **Via Spinosa n. 10 - località Spinosa**

Param. 025-2020 [1]

NATURA COESIVA

NATURA GRANULARE

H.m	qc	qc/fs	• 't	• 'vo	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	FLs	FLI	E'50	E'25	Mo	
da	a	U.M.	t/m²	U.M.	m/s	U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)			U.M.	U.M.	U.M.	
0,00	1,20	17,3	13,21	1,9	0,13	143	0,70	61,5	118,5	177,7	53	71	40	36	33	31	40	27	--	--	35,6	53,3	64,0
1,20	3,80	102,5	67,55	1,0	0,37	187	1,77	49,5	300,3	450,5	159	89	42	37	34	32	41	34	--	--	170,8	256,2	307,4
3,80	7,60	16,9	22,13	0,8	0,65	143	0,45	4,1	133,1	199,6	33	43	36	29	26	24	33	29	--	--	60,6	90,8	109,0
7,60	10,00	141,8	91,85	1,1	0,93	208	--	--	--	--	82	41	34	31	29	38	35	--	--	236,4	354,6	425,5	

Prove valutate: 025-2020 n° 1



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT**1**

riferimento

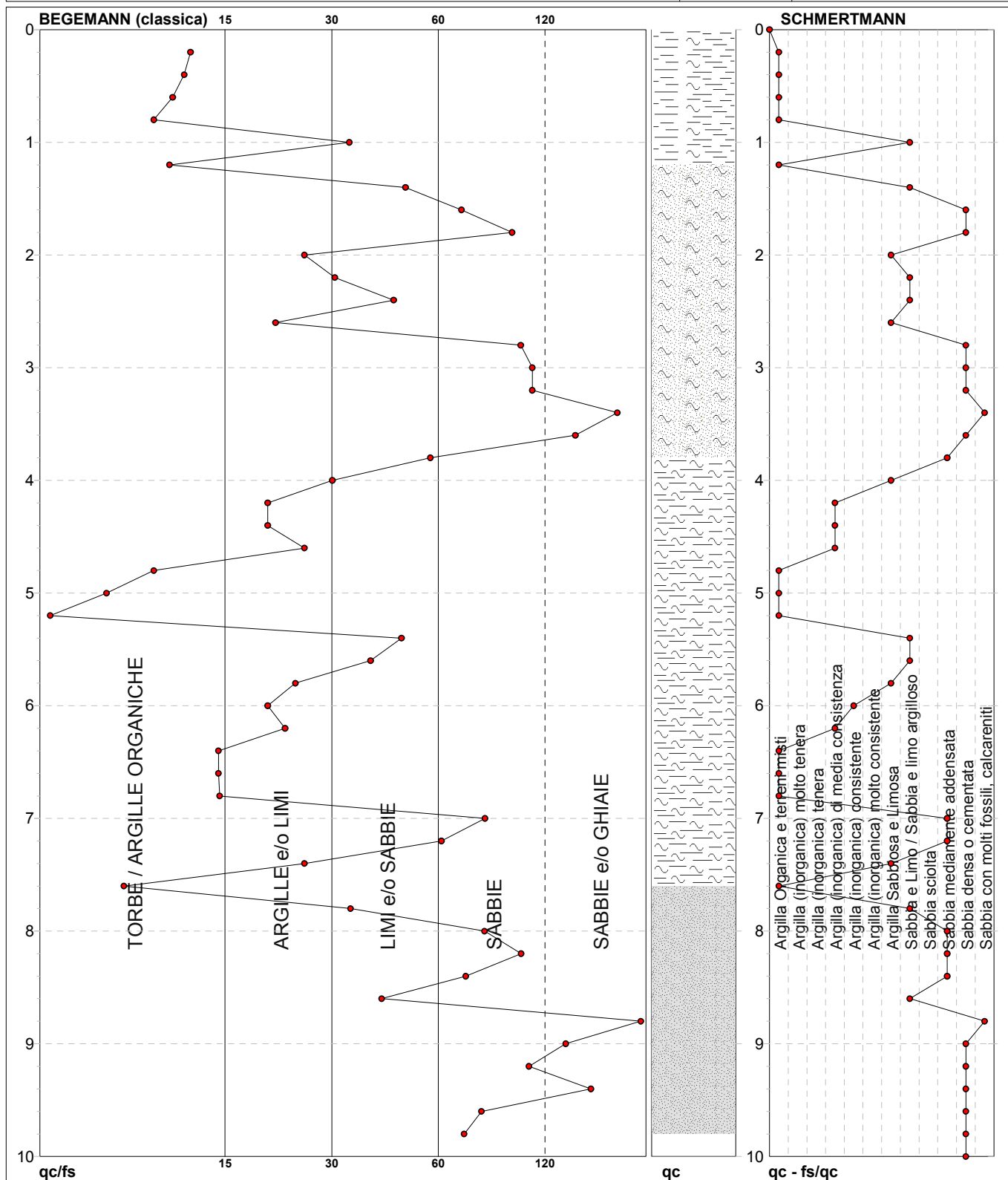
025-2020

certificato n°

n° verb. accett.

Committente: **SOCIETÀ AGRICOLA FONDO SPINOSA DI LUGLI WALTER E C. S.N.C.**Cantiere: **Costruzione nuovo deposito agricolo**Località: **Via Spinosa n. 10 - località Spinosa**U.M.: **kg/cm²**Scala: **1:50**Pagina: **1**

Elaborato:

Data esec.: **02/08/2020**Data certificato: **02/08/2020**Falda: **-1,40 m da p.c.**

Torbe / Argille org. :	12 punti, 24,49%	Argilla Organica e terreni misti:	12 punti, 24,49%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	8 punti, 16,33%
Argille e/o Limi :	10 punti, 20,41%	Argilla (inorganica) media consist.:	4 punti, 8,16%	Sabbia mediamente addensata:	6 punti, 12,24%
Limi e/o Sabbie :	10 punti, 20,41%	Argilla (inorganica) consistente:	1 punti, 2,04%	Sabbia densa o cementata:	11 punti, 22,45%
Sabbie:	12 punti, 24,49%			Sabbia con molti fossili, calcareniti:	2 punti, 4,08%
Sabbie e/o Ghiaie :	5 punti, 10,20%				

FON072

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820



Geologo Paolo Pasini
Via teatrino n. 6 - 46014 Sarginesco (MN)
cell. 3478374658 - email: persaulo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

PARAMETRI GEOTECNICI

CPT**1**

riferimento

025-2020

certificato n°

n° verb. accett.

Committente: **SOCIETÀ AGRICOLA FONDO SPINOSA DI LUGLI WALTER E C. S.N.C.**Cantiere: **Costruzione nuovo deposito agricolo**Località: **Via Spinosa n. 10 - località Spinosa**U.M.: **kg/cm²**Data esec.: **02/08/2020**Pagina: **1**Data certificato: **02/08/2020**

Elaborato:

Falda: **-1,40 m da p.c.**

Prof. m	qc U.M.	qc/fs	zone	s' t/m²	s' vo U.M.	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE												
							Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	FL1	FL2	E'50	E'25	Mo	
							U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)				U.M.	U.M.	U.M.
0,20	20,00	12,50	4	1,93	0,04		0,80	99,9	136,0	204,0	60,0	96	43	41	38	36	44	27	--	--	33,3	50,0	60,0	
0,40	16,00	12,03	2	1,96	0,08		0,70	97,2	118,3	177,4	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,60	12,00	11,22	2	1,92	0,12		0,57	46,0	97,1	145,7	44,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,80	12,00	10,00	2	1,92	0,15		0,57	32,2	97,1	145,7	44,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,00	22,00	32,84	3	1,86	0,19		--	--	--	--	--	60	38	33	30	28	38	28	--	--	36,7	55,0	66,0	
1,20	22,00	11,00	4	1,93	0,23		0,85	31,9	143,8	215,8	66,0	56	38	32	30	28	37	28	--	--	36,7	55,0	66,0	
1,40	80,00	46,24	3	0,97	0,25		--	--	--	--	--	98	43	38	36	33	42	33	--	--	133,3	200,0	240,0	
1,60	130,00	65,00	3	1,05	0,27		--	--	--	--	--	100	43	40	38	35	44	35	--	--	216,7	325,0	390,0	
1,80	130,00	88,44	3	1,05	0,29		--	--	--	--	--	100	43	40	38	35	43	35	--	--	216,7	325,0	390,0	
2,00	50,00	25,00	4	1,01	0,31		1,67	51,1	283,3	425,0	150,0	77	40	35	32	30	39	31	--	--	83,3	125,0	150,0	
2,20	40,00	30,08	3	0,90	0,33		--	--	--	--	--	68	39	34	31	29	38	30	--	--	66,7	100,0	120,0	
2,40	40,00	43,01	3	0,90	0,35		--	--	--	--	--	66	39	33	30	28	38	30	--	--	66,7	100,0	120,0	
2,60	56,00	20,97	4	1,01	0,37		1,87	47,8	317,3	476,0	168,0	76	40	35	32	30	39	31	--	--	93,3	140,0	168,0	
2,80	124,00	93,23	3	1,04	0,39		--	--	--	--	--	100	43	38	36	33	42	35	--	--	206,7	310,0	372,0	
3,00	160,00	100,00	3	1,09	0,41		--	--	--	--	--	100	43	39	37	34	43	36	--	--	266,7	400,0	480,0	
3,20	160,00	100,00	3	1,09	0,43		--	--	--	--	--	100	43	39	37	34	43	36	--	--	266,7	400,0	480,0	
3,40	156,00	167,74	3	1,08	0,45		--	--	--	--	--	100	43	39	36	34	42	36	--	--	260,0	390,0	468,0	
3,60	156,00	130,00	3	1,08	0,48		--	--	--	--	--	100	43	39	36	33	42	36	--	--	260,0	390,0	468,0	
3,80	50,00	53,76	3	0,92	0,49		--	--	--	--	--	65	39	33	30	28	37	31	--	--	83,3	125,0	150,0	
4,00	8,00	29,63	2	0,86	0,51		0,40	4,6	142,3	213,4	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,20	8,00	20,00	2	0,86	0,53		0,40	4,4	147,4	221,2	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,40	8,00	20,00	2	0,86	0,55		0,40	4,3	152,4	228,5	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,60	10,00	25,00	2	0,90	0,56		0,50	5,4	153,3	229,9	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,80	8,00	10,00	2	0,86	0,58		0,40	3,9	162,5	243,8	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5,00	6,00	7,50	1	0,46	0,59		0,30	2,7	32,1	48,2	9,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5,20	6,00	2,25	1	0,46	0,60		0,30	2,6	32,5	48,7	9,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5,40	60,00	45,11	3	0,93	0,62		--	--	--	--	--	66	39	32	30	28	37	32	--	--	100,0	150,0	180,0	
5,60	40,00	37,38	3	0,90	0,64		--	--	--	--	--	52	37	30	27	26	34	30	--	--	66,7	100,0	120,0	
5,80	22,00	23,66	4	0,93	0,65		0,85	8,7	155,1	232,6	66,0	30	35	27	24	23	31	28	--	--	36,7	55,0	66,0	
6,00	16,00	20,00	2	0,96	0,67		0,70	6,5	173,3	260,0	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,20	6,00	22,22	2	0,82	0,69		0,30	2,2	164,4	246,5	28,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,40	4,00	14,81	1	0,46	0,70		0,20	1,3	25,6	38,4	6,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,60	4,00	14,81	1	0,46	0,71		0,20	1,3	25,6	38,4	6,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,80	10,00	14,93	2	0,90	0,73		0,50	3,9	203,4	305,1	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,00	30,00	75,00	3	0,88	0,74		--	--	--	--	--	38	36	28	25	23	32	29	--	--	50,0	75,0	90,0	
7,20	46,00	57,50	3	0,91	0,76		--	--	--	--	--	52	37	30	27	25	34	31	--	--	76,7	115,0	138,0	
7,40	20,00	25,00	4	0,93	0,78		0,80	6,5	201,5	302,3	60,0	23	34	26	23	21	29	27	--	--	33,3	50,0	60,0	
7,60	10,00	8,33	2	0,90	0,80		0,50	3,5	225,2	337,8	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,80	44,00	33,08	3	0,91	0,82		--	--	--	--	--	49	37	30	27	25	34	31	--	--	73,3	110,0	132,0	
8,00	80,00	74,77	3	0,97	0,84		--	--	--	--	--	69	39	32	30	28	37	33	--	--	133,3	200,0	240,0	
8,20	100,00	93,46	3	1,00	0,86		--	--	--	--	--	76	40	33	31	29	38	34	--	--	166,7	250,0	300,0	
8,40	80,00	66,67	3	0,97	0,88		--	--	--	--	--	68	39	32	29	27	36	33	--	--	133,3	200,0	240,0	
8,60	80,00	40,00	3	0,97	0,89		--	--	--	--	--	67	39	32	29	27	36	33	--	--	133,3	200,0	240,0	
8,80	180,00	193,55	3	1,12	0,92		--	--	--	--	--	94	43	36	33	31	40	37	--	--	300,0	450,0	540,0	
9,00	196,00	122,50	3	1,14	0,94		--	--	--	--	--	97	43	36	34	31	40	38	--	--	326,7	490,0	588,0	
9,20	196,00	98,00	3	1,14	0,96		--	--	--	--	--	96	43	36	33	31	40	38	--	--	326,7	490,0	588,0	
9,40	190,00	142,86	3	1,14	0,99		--	--	--	--	--	94	43	36	33	31	40	37	--	--	316,7	475,0	570,0	
9,60	196,00	73,41	3	1,14	1,01		--	--	--	--	--	95	43	36	33	31	40	38	--	--	326,7	490,0	588,0	
9,80	220,00	66,07	3	1,15	1,03		--	--	--	--	--	98	43	36	34	31	40	38	--	--	366,7	550,0	660,0	
10,00	140,00	--	3	1,06	1,05		--	--	--	--	--	82	41	34	31	29	38	36	--	--	233,3	350,0	420,0	



Geologo Paolo Pasini
Via teatrino n. 6 - 46014 Sarginesco (MN)
cell. 3478374658 - email: persaulo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT

1

referimento

025-2020

certificato n°

n° verb. accett.

Committente: **SOCIETÀ AGRICOLA FONDO SPINOSA DI LUGLI WALTER E C. S.N.C.**

Cantiere: **Costruzione nuovo deposito agricolo**

Località: **Via Spinosa n. 10 - località Spinosa**

U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: **02/08/2020**

Pagina: **1**

Data certificato: **02/08/2020**

Elaborato:

Falda: **-1,40 m da p.c.**

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %
0,20	10,0	22,0		20,00	1,60	13	8,0								
0,40	8,0	20,0		16,00	1,33	12	8,3								
0,60	6,0	16,0		12,00	1,07	11	8,9								
0,80	6,0	14,0		12,00	1,20	10	10,0								
1,00	11,0	20,0		22,00	0,67	33	3,0								
1,20	11,0	16,0		22,00	2,00	11	9,1								
1,40	40,0	55,0		80,00	1,73	46	2,2								
1,60	65,0	78,0		130,00	2,00	65	1,5								
1,80	65,0	80,0		130,00	1,47	88	1,1								
2,00	25,0	36,0		50,00	2,00	25	4,0								
2,20	20,0	35,0		40,00	1,33	30	3,3								
2,40	20,0	30,0		40,00	0,93	43	2,3								
2,60	28,0	35,0		56,00	2,67	21	4,8								
2,80	62,0	82,0		124,00	1,33	93	1,1								
3,00	80,0	90,0		160,00	1,60	100	1,0								
3,20	80,0	92,0		160,00	1,60	100	1,0								
3,40	78,0	90,0		156,00	0,93	168	0,6								
3,60	78,0	85,0		156,00	1,20	130	0,8								
3,80	25,0	34,0		50,00	0,93	54	1,9								
4,00	4,0	11,0		8,00	0,27	30	3,4								
4,20	4,0	6,0		8,00	0,40	20	5,0								
4,40	4,0	7,0		8,00	0,40	20	5,0								
4,60	5,0	8,0		10,00	0,40	25	4,0								
4,80	4,0	7,0		8,00	0,80	10	10,0								
5,00	3,0	9,0		6,00	0,80	8	13,3								
5,20	3,0	9,0		6,00	2,67	2	44,5								
5,40	30,0	50,0		60,00	1,33	45	2,2								
5,60	20,0	30,0		40,00	1,07	37	2,7								
5,80	11,0	19,0		22,00	0,93	24	4,2								
6,00	8,0	15,0		16,00	0,80	20	5,0								
6,20	3,0	9,0		6,00	0,27	22	4,5								
6,40	2,0	4,0		4,00	0,27	15	6,8								
6,60	2,0	4,0		4,00	0,27	15	6,8								
6,80	5,0	7,0		10,00	0,67	15	6,7								
7,00	15,0	20,0		30,00	0,40	75	1,3								
7,20	23,0	26,0		46,00	0,80	58	1,7								
7,40	10,0	16,0		20,00	0,80	25	4,0								
7,60	5,0	11,0		10,00	1,20	8	12,0								
7,80	22,0	31,0		44,00	1,33	33	3,0								
8,00	40,0	50,0		80,00	1,07	75	1,3								
8,20	50,0	58,0		100,00	1,07	93	1,1								
8,40	40,0	48,0		80,00	1,20	67	1,5								
8,60	40,0	49,0		80,00	2,00	40	2,5								
8,80	90,0	105,0		180,00	0,93	194	0,5								
9,00	98,0	105,0		196,00	1,60	123	0,8								
9,20	98,0	110,0		196,00	2,00	98	1,0								
9,40	95,0	110,0		190,00	1,33	143	0,7								
9,60	98,0	108,0		196,00	2,67	73	1,4								
9,80	110,0	130,0		220,00	3,33	66	1,5								
10,00	70,0	95,0		140,00											

H = profondità

L1 = prima lettura (punta)

L2 = seconda lettura (punta + laterale)

Lt = terza lettura (totale)

CT = 20,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta

fs = resistenza laterale calcolata
alla stessa quota di qc

F = rapporto Begemann (qc / fs)

Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

FON072

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMA VELOCITA' ONDE VS

CPT**1**

riferimento

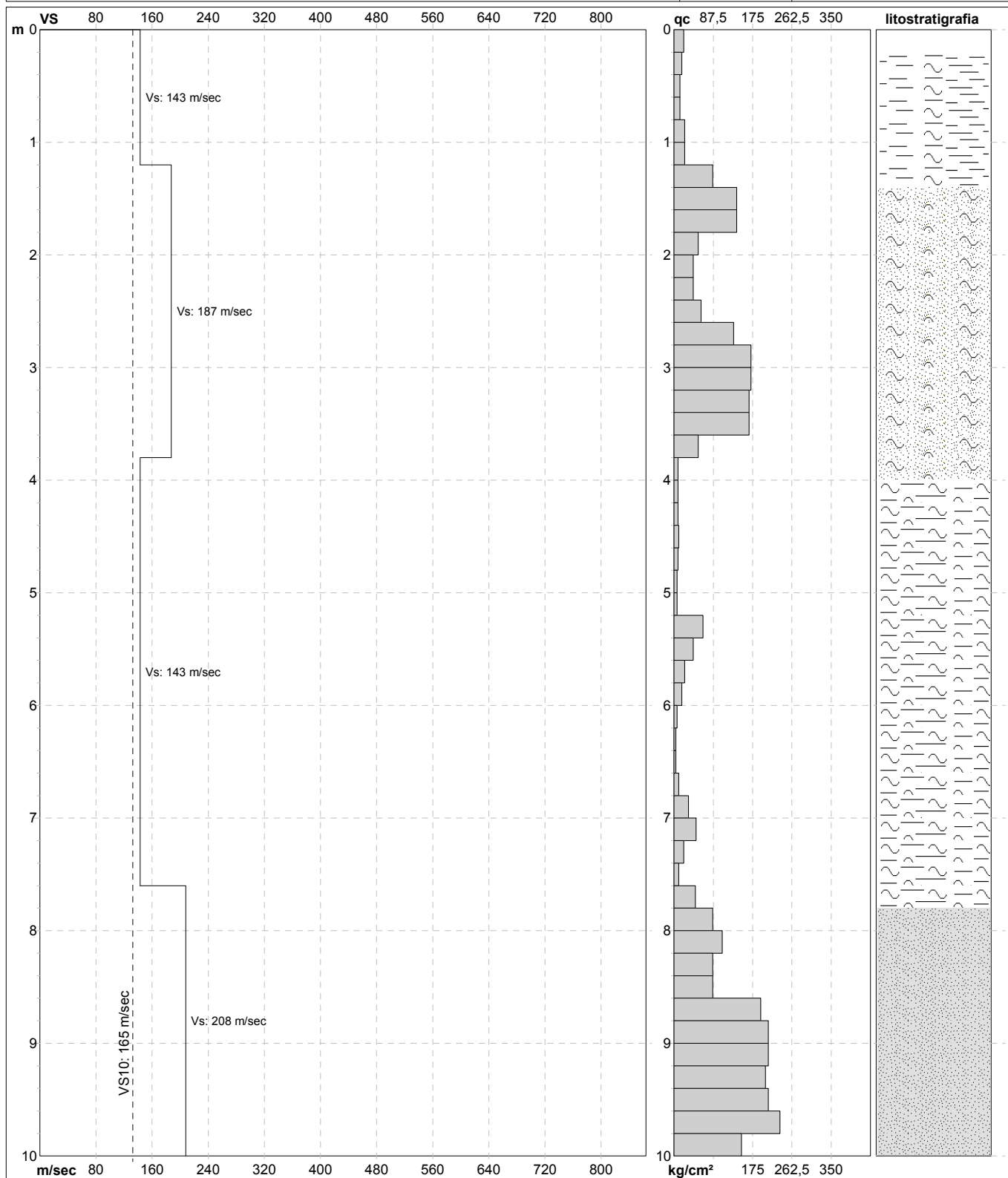
025-2020

certificato n°

n° verb. accett.

Committente: **SOCIETÀ AGRICOLA FONDO SPINOSA DI LUGLI WALTER E C. S.N.C.**Cantiere: **Costruzione nuovo deposito agricolo**Località: **Via Spinosa n. 10 - località Spinosa**U.M.: **kg/cm²**Scala: **1:50**Pagina: **1**

Elaborato:

Data esec.: **02/08/2020**Data certificato: **02/08/2020**Quota inizio: **Piano Campagna**Falda: **-1,40 m da p.c.**

Litologia: Personalizzata
Penetrometro: SP100
Responsabile: Pasini Paolo
Assistente:

Corr.astine: kg/ml
Cod. ISTAT: 020045
Cod. punta:

FON072



Geologo Paolo Pasini
Via teatrino n. 6 - 46014 Sarginesco (MN)
cell. 3478374658 - email: persaulo@gmail.com

PROVE PENETROMETRICHE MECCANICHE / ELETTRICHE

SCHEMA PENETROMETRO

riferimento **025-2020**

n° verb. accett.

Committente: **SOCIETÀ AGRICOLA FONDO SPINOSA DI LUGLI WALTER E C. S.N.C.**

Cantiere: **Costruzione nuovo deposito agricolo**

Località: **Via Spinosa n. 10 - località Spinosa**

SP100

SP100

Sigla	SP100	Nominativo o sigla dello strumento
Beta eff.		Coefficiente Effettivo suggerito dal costruttore del penetrometro
M(massa)		Massa del Maglio Battente agente sulla batteria di aste
H(maglio)		Altezza di caduta o corsa del maglio (toll. da 0.01m a 0.02m)
L(aste)	1,00 m	Lunghezza delle aste utilizzabili, variabile da 1.00m a 2.00m (toll. da 0.1% a 0.2%)
M(aste)		Peso al metro lineare delle aste (N.B. indipendente dalla lunghezza delle aste)
M(sistema)		Massa del complesso asta di guida - testa di battuta
A(punta)	10,00 cm²	Area della superficie laterale del cono della punta
Alfa(punta)	60 °	Angolo di apertura della punta conica variabile tra 60° e 90°
Prf.(1°asta)	0,80 m	Profondità di giunzione della prima asta infissa
N	0,20 m	Penetrazione standard, tratto di penetrazione per quale sono necessari Nx colpi
Rivest.		Previsto uso di rivestimento delle aste o uso di fanghi
ø(punta)	36,00 mm	Diametro della punta conica integra, cioè non soggetta ad usura (toll. da 0.3 a 0.5mm)
MaxCE%		Massima compressione elastica consentita rispetto alla penetrazione
L/DM		Rapporto tra la lunghezza e il diametro del maglio di battuta
D(tb)		Diametro della testa di battuta.
DEV(a)[<5m]		Deviazione massima delle aste dalla verticale nei primi 5.00 metri
DEV(a)[>5m]		Deviazione massima delle aste dalla verticale oltre i 5.00 metri
ECCmax(a)		Massima eccentricità consentita alle aste
Dest(aste)		Diametro esterno delle aste (toll. max 0.2mm)
Dint(aste)		Diametro interno delle aste cave (toll. da 0.2mm a 0.3mm)
Dmin(punta)		Minimo diametro consentito per la punta conica usurata
hcl(punta)		Altezza del cilindro alla base del cono della punta (toll. da 1.00mm a 2.00mm)
Ras(punta)		Rastremazione del cono nella parte alta
Hc(punta)		Altezza della parte conica della punta non soggetta ad usura (toll. da 0.1mm a 0.4mm)
RangeCP		Massimo numero di colpi utile
Spinta		Spinta nominale strumento



LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE CORRELAZIONI GENERALI

Valutazioni in base al rapporto: $F = (q_c / f_s)$

Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

	$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
	$F > 15 \text{ kg/cm}^2$	15 kg/cm ² TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 \text{ kg/cm}^2 < F$	$F > 30 \text{ kg/cm}^2$	30 kg/cm ² LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 \text{ kg/cm}^2 < F$	$F > 60 \text{ kg/cm}^2$	60 kg/cm ² LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
	$F > 60 \text{ kg/cm}^2$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di q_c e di $FR = (f_s / q_c) \%$:

- AO	=	argilla organica e terreni misti
- Att	=	argilla (inorganica) molto tenera
- At	=	argilla (inorganica) tenera
- Am	=	argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac	=	argilla (inorganica) consistente
- Acc	=	argilla (inorganica) molto consistente
- ASL	=	argilla sabbiosa e limosa
- SAL	=	sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss	=	sabbia sciolta
- Sm	=	sabbia mediamente addensata
- Sd	=	sabbia densa o cementata
- SC	=	sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.



LEGENDA VALORI DI RESISTENZA FATTORI DI CONVERSIONE

Strumento utilizzato:
Strumento utilizzato:

Caratteristiche:

- punta conica meccanica $\varnothing 35.7$ mm, area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- punta conica meccanica angolo di apertura: $\alpha = 60^\circ$
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ($\varnothing = 35.7$ mm - $h = 133$ mm - $A_m = 150 \text{ cm}^2$)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm/sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm/sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione $CT = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$
(dato tecnico legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato, fornito dal costruttore)

fase 1 - resistenza alla punta: $q_c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = (L_1) \times CT / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale: $f_s \text{ (kg/cm}^2\text{)} = [(L_2) - (L_1)] \times CT / 150$

fase 3 - resistenza totale: $R_t \text{ (kg/cm}^2\text{)} = (L_t) \times CT$

- Prima lettura = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta (fase 1)
- Seconda lettura = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Terza lettura = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta S (Kg), corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione CT .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il centro del manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale f_s viene computata 20 cm sopra la punta.

CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N • 100 kg = 0,1 t

1 MN (megaNewton) = 1.000 kN = 1.000.000 N • 100 t

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa • 0,1 t/m² = 0,01 kg/cm²

1 MPa (megaPascal) = 1 MN/m² = 1.000 kN/m² = 1000 kPa • 100 t/m² = 10 kg/cm²

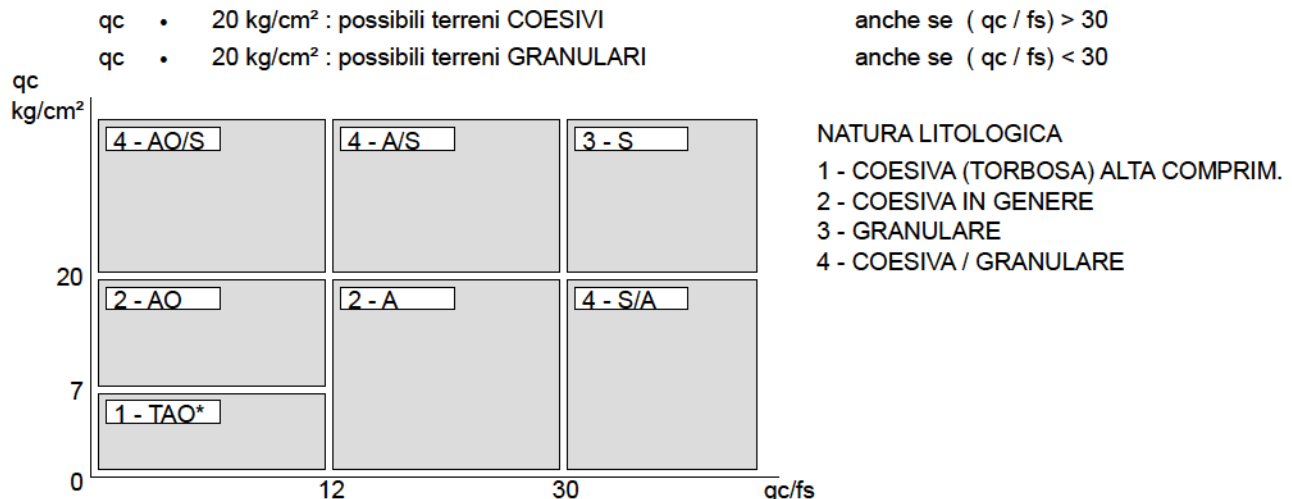
1 kg/cm² = 10 t/m² • 100 kN/m² = 100 kPa = 0,1 MN/m² = 0,1 MPa

1 t = 1000 kg • 10 kN



LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto qc / fs (Begemann 1965 - A.G.I. 1977) prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :



PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

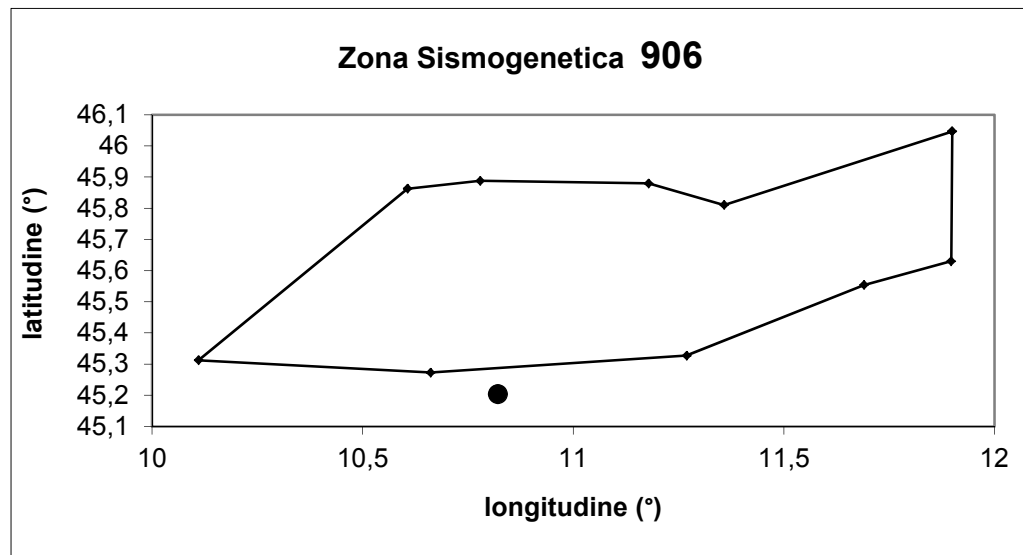
- ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : • ' - qc - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982)
- 'vo = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di • ')
- Cu = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : Cu - qc]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - Cu - • 'vo]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terreni coesivi) [correl. : Eu - Cu - OCR - Ip Ip= ind.plast.]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - qc]
E'50 - E'25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza F = 2 - 4 rispettivamente)
Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski ed altri 1983)
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - qc - natura]
Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- Dr = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : Dr - Rp - • 'vo (Schmertmann 1976)]
- Ø' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : Ø' - Dr - qc - • 'vo)
ØCa - Caquot (1948) ØKo - Koppejan (1948)
ØDB - De Beer (1965) ØSc - Schmertmann (1978)
ØDM - Durgunoglu & Mitchell (1975) (sabbie N.C.) ØMe - Meyerhof (1956 / 1976) (sabbie limose)
- F.L. = fattore di liquefazione (F.L.1 = Sabbie Pulite, F.L.2 = Sabbie Limose)
- Vs = velocità di propagazione delle onde sismiche (Sycora e Stokoe 1983)

VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

ZONA SISMOGENETICA**906****GARDA - VERONESE** **$M_w = 6,60$**

COORDINATE DEI VERTICI:

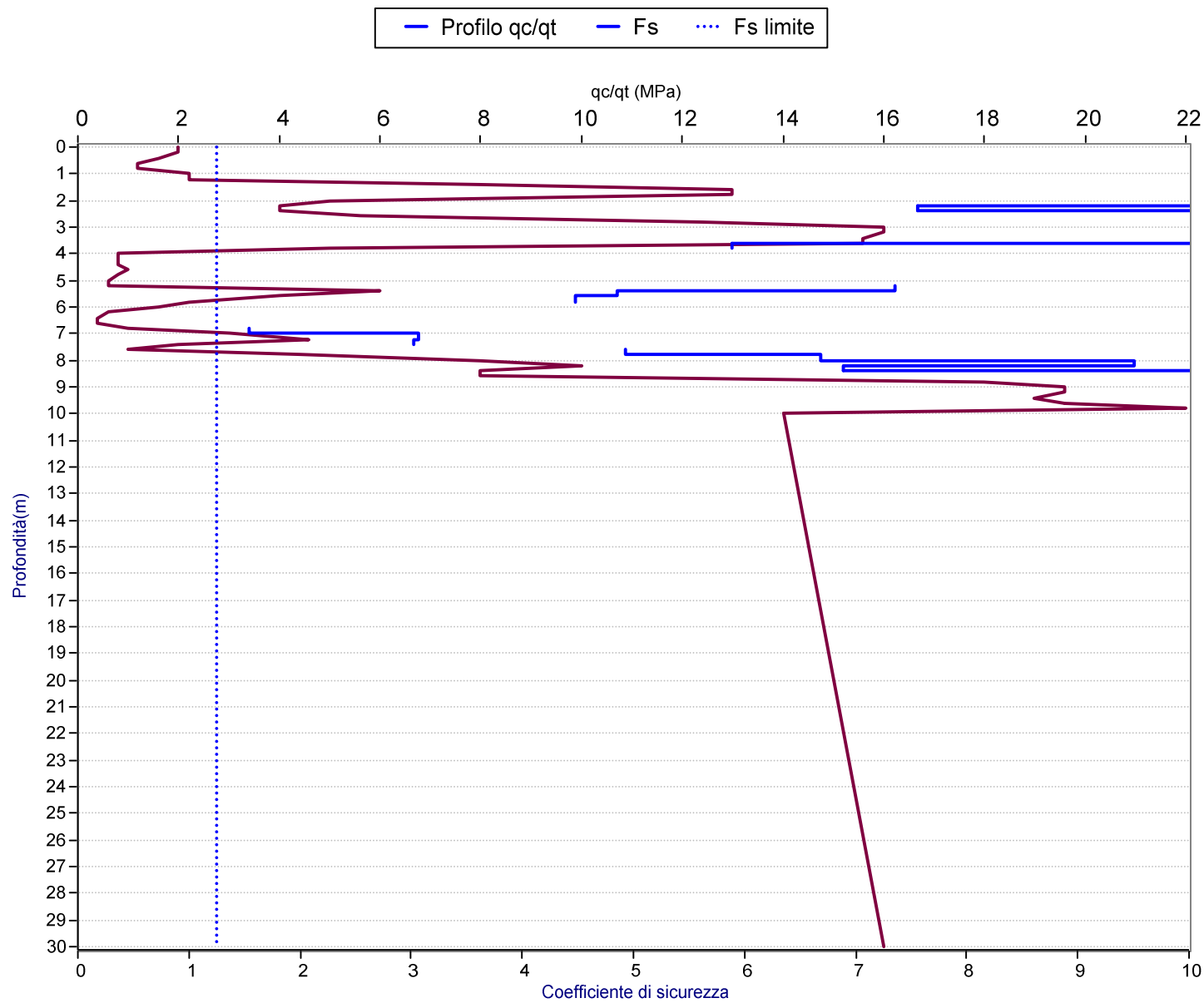
longitudine	latitudine	distanza (km)
11,899853	46,046719	126
11,897654	45,630169	96
11,690228	45,553505	78
11,269327	45,32724	38
10,661901	45,273041	15
10,110473	45,31229	57
10,606602	45,862991	75
10,779133	45,887726	76
11,179146	45,879688	80
11,358175	45,810608	79
11,899853	46,046719	126



PUNTO RICHIESTO:

Località Spinosa di Porto Mantovano (MN)

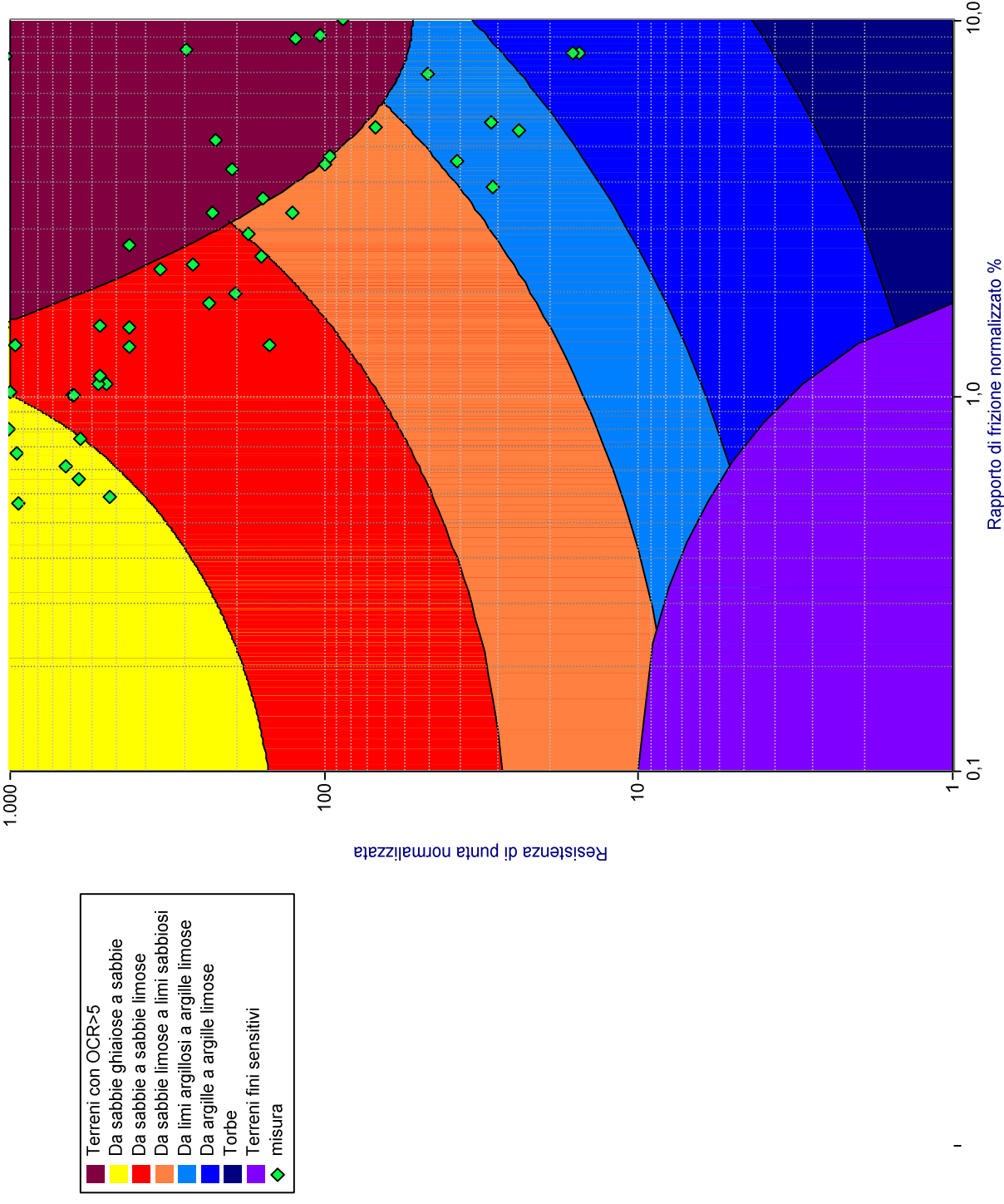
longitudine	latitudine	distanza minima (km)
10,82137	45,204154	15

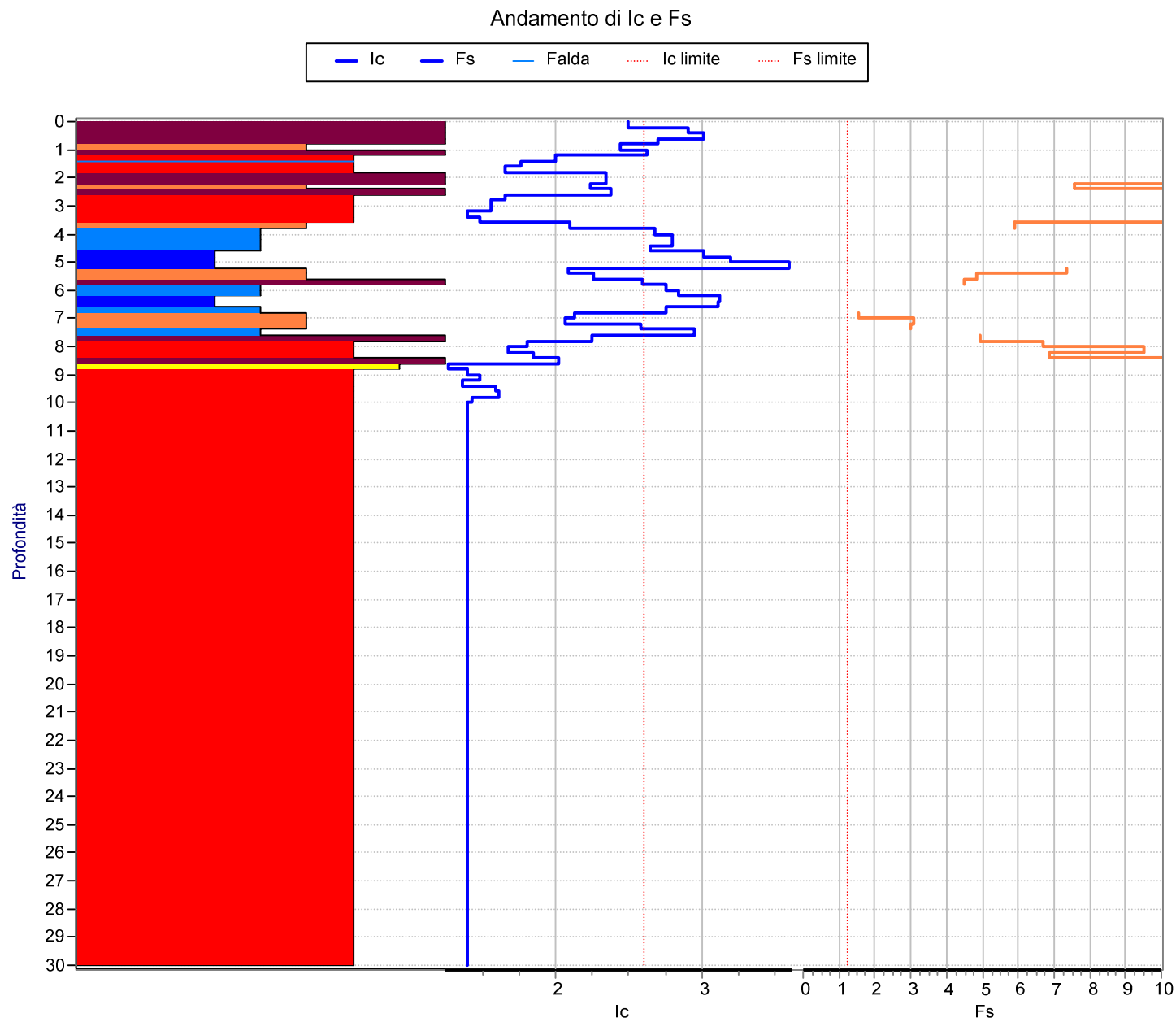


Indice di liquefazione=0,0 rischio molto basso

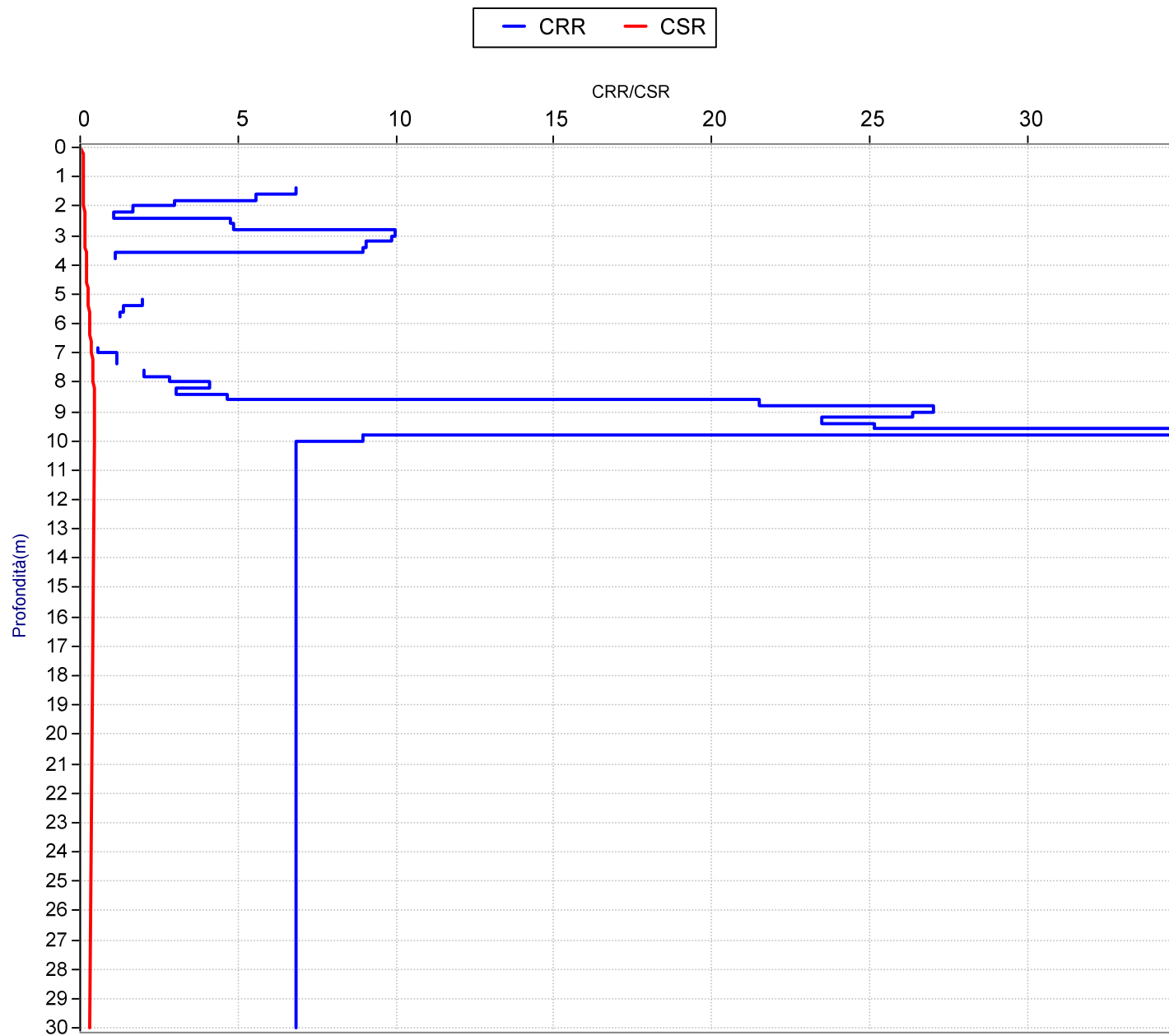
SOCIETA' AGRICOLA FONDO SPINOSA DI LUGLI WALTER E C SNC VIA SPINOSA 10 PORTO MANTOVANO - MN

Carta di classificazione dei terreni da prove CPT (Robertson, 1990)





SOCIETA' AGRICOLA FONDO SPINOSA DI LUGLI WALTER E C SNC VIA SPINOSA 10 PORTO MANTOVANO - MN



SOCIETA' AGRICOLA FONDO SPINOSA DI LUGLI WALTER E C SNC VIA SPINOSA 10 PORTO MANTOVANO - MN

Profilo CRR da CPT

N.	da (m)	a (m)	qc(qt)(MPa)	fs(kPa)	Gamma(kN/mc	CSR	CRR	Fs	Ic
1	0	0,20	2,00	160,00	19,25	0,104			
2	0,20	0,40	1,60	133,00	19,6	0,104			
3	0,40	0,60	1,20	107,00	19,2	0,103			
4	0,60	0,80	1,20	120,00	19,2	0,103			
5	0,80	1,00	2,20	67,00	18,55	0,103			
6	1,00	1,20	2,20	200,00	19,325	0,103			
7	1,20	1,40	8,00	173,00	9,667	0,103			
8	1,40	1,60	13,00	200,00	10,45	0,11	6,84	62,185	1,76
9	1,60	1,80	13,00	147,00	10,45	0,118	5,576	47,255	1,65
10	1,80	2,00	5,00	200,00	10,084	0,126	2,962	23,504	2,34
11	2,00	2,20	4,00	133,00	9	0,134	1,657	12,368	2,34
12	2,20	2,40	4,00	93,00	9	0,141	1,066	7,558	2,23
13	2,40	2,60	5,60	267,00	10,134	0,149	4,742	31,822	2,37
14	2,60	2,80	12,40	133,00	10,36	0,156	4,851	31,098	1,65
15	2,80	3,00	16,00	160,00	10,9	0,163	9,981	61,232	1,55
16	3,00	3,20	16,00	160,00	10,9	0,17	9,856	57,977	1,56
17	3,20	3,40	15,60	93,00	10,84	0,177	9,044	51,093	1,4
18	3,40	3,60	15,60	120,00	10,84	0,184	8,939	48,58	1,48
19	3,60	3,80	5,00	93,00	9,167	0,191	1,124	5,887	2,1
20	3,80	4,00	0,80	27,00	8,6	0,199			
21	4,00	4,20	0,80	40,00	8,6	0,208			
22	4,20	4,40	0,80	40,00	8,6	0,216			
23	4,40	4,60	1,00	40,00	9	0,224			
24	4,60	4,80	0,80	80,00	8,6	0,233			
25	4,80	5,00	0,60	80,00	4,6	0,246			
26	5,00	5,20	0,60	267,00	4,6	0,261			
27	5,20	5,40	6,00	133,00	9,333	0,27	1,987	7,359	2,08
28	5,40	5,60	4,00	107,00	9	0,279	1,354	4,852	2,26
29	5,60	5,80	2,20	93,00	9,325	0,288	1,288	4,471	2,59
30	5,80	6,00	1,60	80,00	9,6	0,296			
31	6,00	6,20	0,60	27,00	8,2	0,307			
32	6,20	6,40	0,40	27,00	4,6	0,326			
33	6,40	6,60	0,40	27,00	4,6	0,347			
34	6,60	6,80	1,00	67,00	9	0,358			
35	6,80	7,00	3,00	40,00	8,75	0,37	0,568	1,535	2,12
36	7,00	7,20	4,60	80,00	9,1	0,381	1,17	3,07	2,06
37	7,20	7,40	2,00	80,00	9,25	0,392	1,183	3,017	2,58
38	7,40	7,60	1,00	120,00	9	0,403			
39	7,60	7,80	4,40	133,00	9,067	0,415	2,042	4,921	2,25
40	7,80	8,00	8,00	107,00	9,667	0,424	2,837	6,69	1,81
41	8,00	8,20	10,00	107,00	10	0,433	4,116	9,506	1,67
42	8,20	8,40	8,00	120,00	9,667	0,442	3,043	6,884	1,85
43	8,40	8,60	8,00	200,00	9,667	0,451	4,631	10,268	2,02
44	8,60	8,80	18,00	93,00	11,2	0,455	21,489	47,228	1,26
45	8,80	9,00	19,60	160,00	11,44	0,458	27,028	59,014	1,4
46	9,00	9,20	19,60	200,00	11,44	0,46	26,363	57,312	1,48
47	9,20	9,40	19,00	133,00	11,35	0,463	23,472	50,696	1,36
48	9,40	9,60	19,60	267,00	11,44	0,465	25,146	54,077	1,59
49	9,60	9,80	22,00	333,00	11,5	0,467	34,607	74,106	1,6
50	9,80	10,00	14,00	90,00	10,6	0,471	8,947	18,997	1,42
51	10,00	30	16	85	11	0,303	6,816	22,495	1,39

ALLEGATI VARI



Pasini Paolo

Teatrino n. 6-46014 - Sarginesco di Castelluccio (MN)-3478374658 - 0376439454

Committente: SOCIETÀ Società Agricola Lugli s.s.

Località: STRADA SPINOSA, 10 - PORTO MANTOVANO

Data: luglio 2020

Riferimenti: costruzione nuovo deposito

Riassunto del calcolo dei cedimenti

Fondazione n. 1

Verifica allo Stato Limite d'Esercizio

Larghezza della fondazione (m):	2
Lunghezza della fondazione (m):	40
Carico applicato sulla fondazione (kg/cm ²):	1,59

Livelli incoerenti

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli incoerenti:	Schmertmann
Tempo di calcolo dei cedimenti secondari (anni):	30
Carico statico o pulsante (Burland e Burbridge):	n.c.
Nspt crescente o decrescente (Burland e Burbridge):	n.c.

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento immediato (mm):	0	8,5	0
Cedimento secondario (mm):	0	4,2	0
Somma ced. incoerenti (mm):	0	12,8	0

Livelli coesivi

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli coesivi:	Teoria dell'elasticità
Tempo di calcolo cedimenti di consolidazione(anni):	20

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Ced.di consolidazione (mm):	0	39,2	0
Cedimento secondario (mm):	0	0	0
Somma ced. coesivi (mm):	0	39,2	0

Cedimenti complessivi (incoerenti+coesivi)

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento complessivo (mm):	0	52	0
Max cedim. differenziale(mm):	0		
Massima distorsione (%):	0		

Fondazione rigida o flessibile: Fondazione rigida

Verifica allo Stato Limite di Danno

Cedimento indotto dal sisma (mm):	0
-----------------------------------	---



Pasini Paolo

Teatrino n. 6-46014 - Sarginesco di Castellucchio (MN)-3478374658 - 0376439454

Committente: SOCIETÀ Società Agricola Lugli s.s.

Località: STRADA SPINOSA, 10 - PORTO MANTOVANO

Data: luglio 2020

Riferimenti: costruzione nuovo deposito

Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Secondo NTC2008/NTC2018 App.II Combinazione: sismica

Fondazione n. 1

Larghezza della fondazione (m): 2

Lunghezza della fondazione (m): 40

Profondità di posa lato destro (m): 0,8

Profondità di posa lato sinistro (m): 0,8

Metodo di calcolo: Brinch Hansen stato limite ultimo

Fattori di forma

Sc: 1 Sq: 1,02 Sy: 0,99

Fattori di profondità

Dc: 1,16 Dq: 1,12 Dy: 1

Fattori inclinazione carico da sisma

Ic: 0,63 Iq: 0,65 Iy: 0,55

Fattori inclinazione pendio

Gc: 1 Gq: 1 Gy: 1

Fattori inclinazione base

Bc: 1 Bq: 1 By: 1

Fattori correttivi per gli effetti cinematici del sisma

Zc: 1 Zq: 1 Zy: 0,98

RISULTATO

Coefficiente di sicurezza parziale per l'angolo di attrito: 1

Coefficiente di sicurezza parziale per la coesione: 1

Coefficiente di sicurezza globale:..... 2,3

Correzione di Terzaghi: non applicata

Capacità portante S.L.U. (kg/cm²): 1,59

Profondità del cuneo efficace (m): 1

Accelerazione sismica orizzontale (g): 0,161



Pasini Paolo

Teatrino n. 6-46014 - Sarginesco di Castellucchio (MN)-3478374658 - 0376439454

Committente: SOCIETÀ Società Agricola Lugli s.s.

Località: STRADA SPINOSA, 10 - PORTO MANTOVANO

Data: luglio 2020

Riferimenti: costruzione nuovo deposito

Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Secondo NTC2008/NTC2018 App.II Combinazione: fondamentale

Fondazione n.	1
Larghezza della fondazione (m):	2
Lunghezza della fondazione (m):	40
Profondità di posa lato destro (m):	0,8
Profondità di posa lato sinistro (m):	0,8
Metodo di calcolo:	Brinch Hansen stato limite ultimo

Fattori di forma

Sc:	1	Sq:	1,03	Sy:	0,98
-----	---	-----	------	-----	------

Fattori di profondità

Dc:	1,16	Dq:	1,12	Dy:	1
-----	------	-----	------	-----	---

Fattori inclinazione carico da sisma

Ic:	1	Iq:	1	Iy:	1
-----	---	-----	---	-----	---

Fattori inclinazione pendio

Gc:	1	Gq:	1	Gy:	1
-----	---	-----	---	-----	---

Fattori inclinazione base

Bc:	1	Bq:	1	By:	1
-----	---	-----	---	-----	---

Fattori correttivi per gli effetti cinematici del sisma

Zc:	1	Zq:	1	Zy:	1
-----	---	-----	---	-----	---

RISULTATO

Coefficiente di sicurezza parziale per l'angolo di attrito:	1
Coefficiente di sicurezza parziale per la coesione:	1
Coefficiente di sicurezza globale:.....	2,3
Correzione di Terzaghi:	non applicata
Capacità portante S.L.U. (kg/cmq):	1,9
Profondità del cuneo efficace (m):	1
Accelerazione sismica orizzontale (g):	0,161



Pasini Paolo

Teatrino n. 6-46014 - Sarginesco di Castellucchio (MN)-3478374658 - 0376439454

Committente: SOCIETASocietà Agricola Lugli s.s.

Località: STRADA SPINOSA, 10 - PORTO MANTOVANO

Data: luglio 2020

Riferimenti: costruzione nuovo deposito

Modulo di reazione del terreno di fondazione

Fondazione n.	1
Larghezza della fondazione (m):	2
Lunghezza della fondazione (m):	40

Metodo di Vesic completo

Modulo elastico medio del terreno (kg/cm ^q):	0
Coef. di Poisson medio del terreno (kg/cm ^c):	0
Modulo elastico della fondazione(kg/cm ^q):	0
Momento d'inerzia della fondazione (cm ⁴):	0

Metodo di Vesic semplificato

Modulo elastico medio del terreno (kg/cm ^q):	0
Coef. di Poisson medio del terreno (kg/cm ^c):	0

Metodo di Terzaghi (da SPT)

Nspt medio nel terreno di fondazione :	0
Lato o diametro della piastra di prova (cm):	0

Metodo di Terzaghi (da piastra)

k misurato nella prova di carico (kg/cm ^c):	0
Lato o diametro della piastra di prova (cm):	0

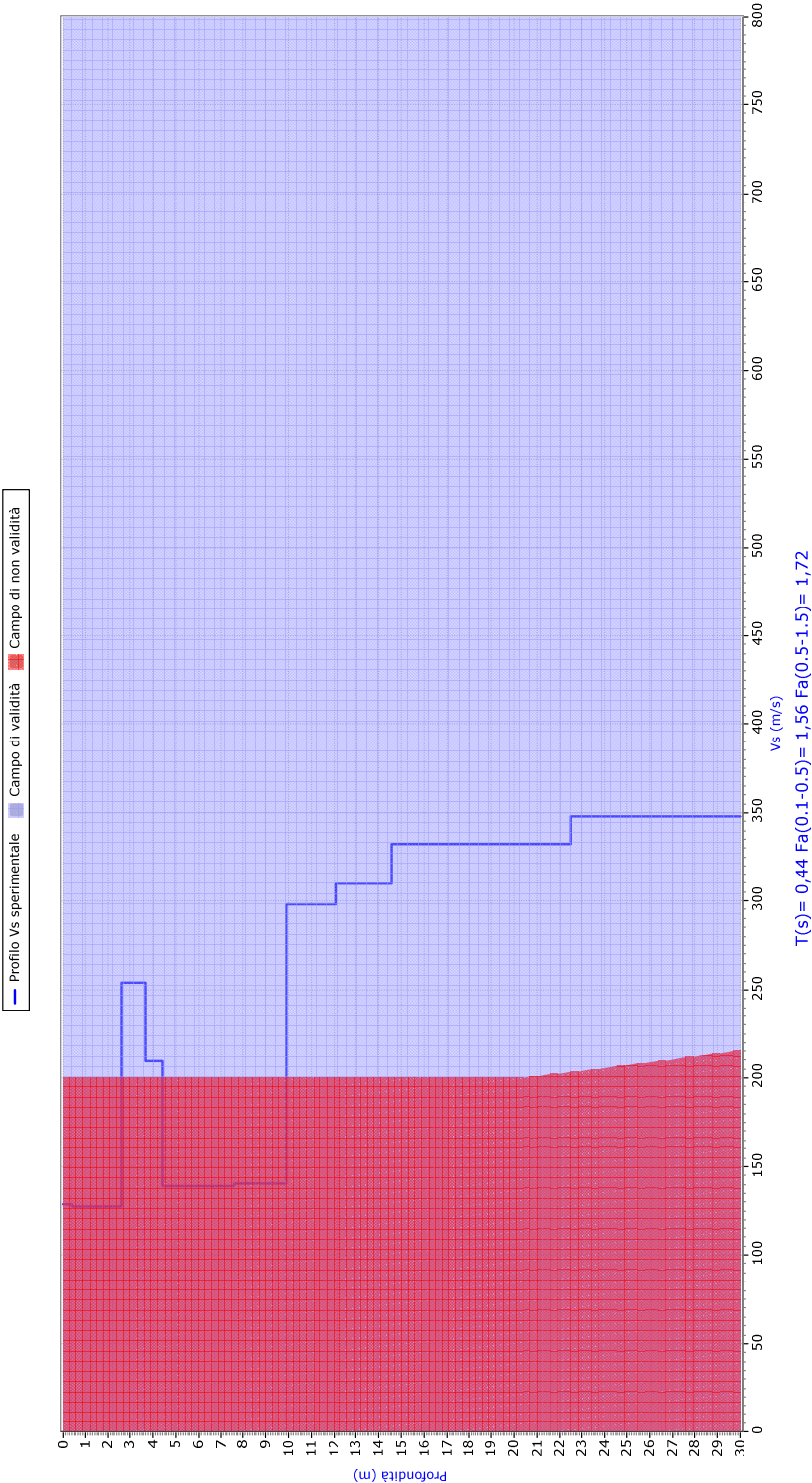
Metodo di Bowles

Cedimento del terreno di fondazione (cm):	5,2
Carico applicato sulla fondazione (kg/cm ^q):	1,5

RISULTATI

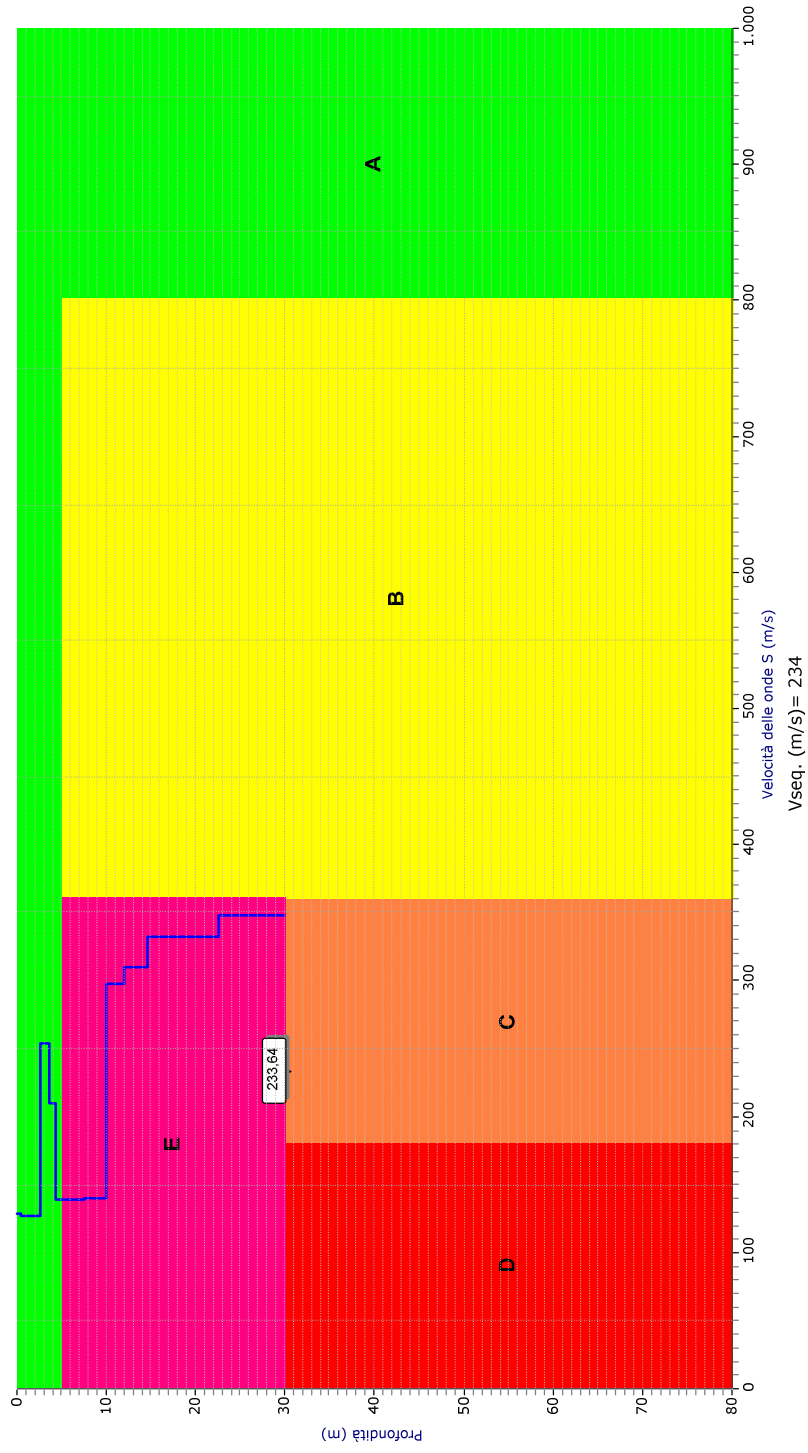
Metodo di calcolo utilizzato:	Metodo di Bowles
Modulo di reazione (kg/cm ^c):	0,86

Amplificazione sismica stratigrafica con il criterio della Regione Lombardia



Classificazione del sito sec. NTC2018

— Profilo velocità onde S (m/s) ▼ Classe sito con Vs equivalente



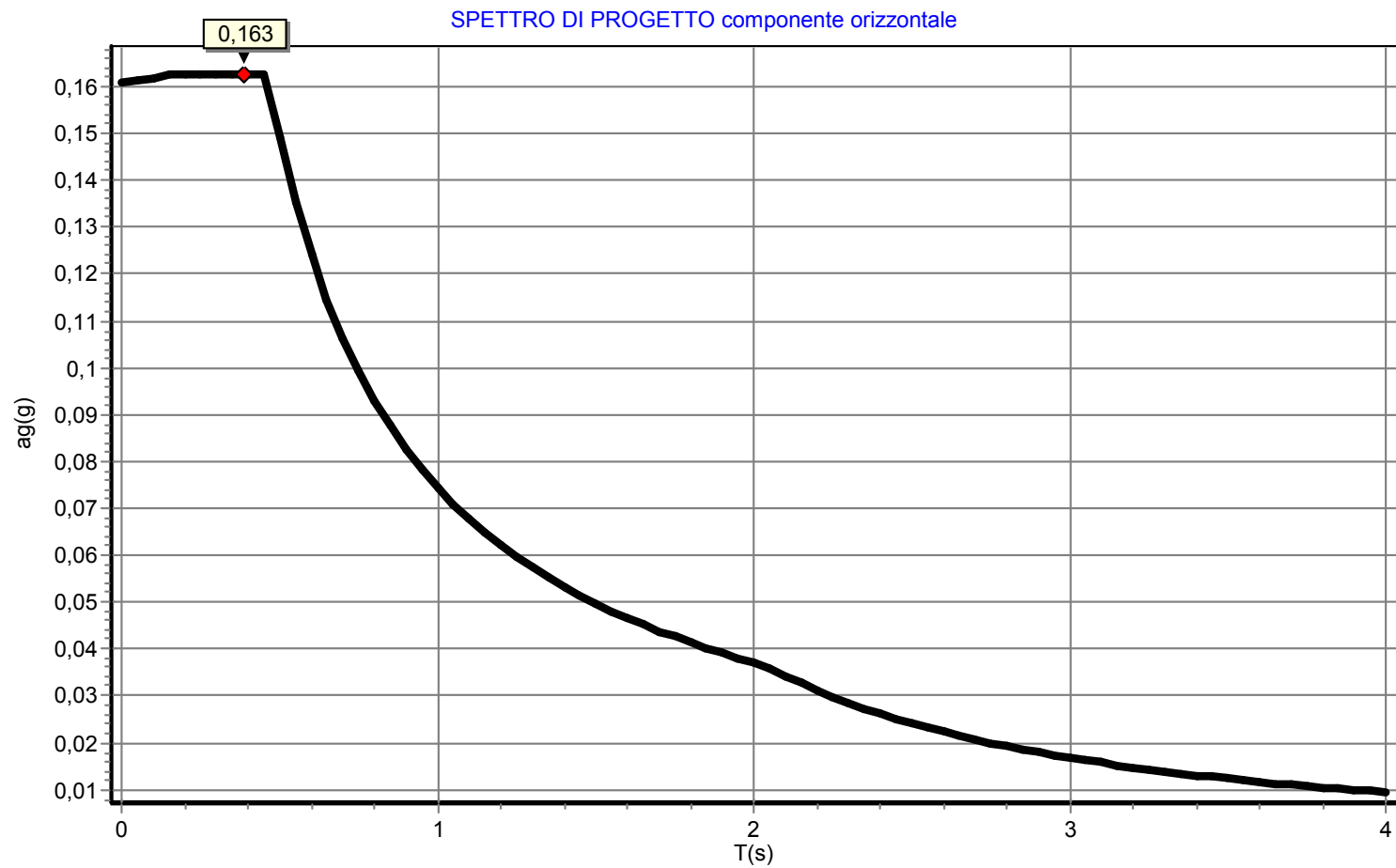


Descrizione	Valore
Sistema:	WGS84
Latitudine°	45,204154
Longitudine°	10,821370
Stato limite	S.L.V.
Vita nominale opera (anni)	50
Classe opera	II
Coef.di smorzamento %	5,0
Fattore di struttura orizz.le q	2,5
Fattore di struttura vert.le qv	1,5
Categoria sottosuolo	C
Categoria topografica	T1
Altezza totale dell'opera (m):	9
Tipo opera:	Opera in c.a.
Contesto geotecnico:	Fondazione
ID nodo 1	13393
ID nodo 2	13616
ID nodo 3	13615
ID nodo 4	13838

Legenda:	
agh base:	Accelerazione sismica orizzontale di base;
F0:	Max fattore di amplificazione spettrale orizzontale;
Tc*:	Periodo inizio tratto a velocità costante;
agv base:	Accelerazione sismica verticale di base;
Fv:	Max fattore di amplificazione spettrale verticale;
Tr:	Tempo di ritorno;
Pr:	Probabilità di superamento;
agh max:	Accelerazione sismica orizzontale in superficie;
agv max:	Accelerazione sismica verticale in superficie;
khs:	Coefficiente sismico orizzontale del terreno;
kvs:	Coefficiente sismico verticale del terreno;
beta:	Coefficiente di riduzione di agh max.
khi:	Coefficiente sismico orizzontale dell'opera;
kvi:	Coefficiente sismico verticale dell'opera;
T:	Periodo di risonanza dell'opera;

Stato	agh base(g)	F0	Tc*	agv base(g)	Fv	Tr(anni)	Pr(%)	agh max(g)	agv max(g)	khs	kvs	beta	khi	kvi	T(s)
S.L.C.	0,1403	2,52	0,29	0,1403	1,27	975	0,05	0,2088	0,1403	0,050	0,025	0,24	0,210	0,051	0,39
S.L.V.	0,1071	2,53	0,29	0,1071	1,12	475	0,1	0,1606	0,1071	0,039	0,019	0,24	0,162	0,034	0,39
S.L.D.	0,0426	2,54	0,26	0,0426	0,71	50	0,63	0,0639	0,0426	0,013	0,006	0,20	0,162	0,013	0,39
S.L.O.	0,0352	2,51	0,22	0,0352	0,64	30	0,81	0,0528	0,0352	0,011	0,005	0,20	0,133	0,010	0,39

Parametri sismici secondo le NTC2018



Accel.sismica max terreno(g):0,161 Coef.sismico orizzontale struttura (khi)(g):0,163 Inclinazione del carico dovuta al sisma(°):9,234
Categoria sottosuolo:C Categoria topografica:T1Fattore di amplificazione spettrale F0:2,53 Periodo inizio velocità costante $t_c^*(s)$:0,29