

COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE (PISA)

PROGETTO PER IL “COMPLETAMENTO DELLA VIABILITA' COMUNALE IN LOC. PONTICELLI”

RELAZIONE GEOLOGICA

(PS e RU comunale-D.M. 17 gennaio 2018 - Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003-O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/06-Del.G.R.T. 878 dell' 8 ottobre 2012-Del.G.R.T. 421 del 26.05.2014-D.P.G.R.T. 58/R del 22/10/2012-Circ. Min. Infr. e Trasp. 21/01/2019 n. 7-DPGR n. 36/R del 9/07/2009-D.P.C.M. 5/11/1999 e D.P.C.M. 06/05/2005-P.G.R.A. del Distretto Appennino Settentrionale -L.R.T. 24/07/2018 n. 41)



Loc.: **Ponticelli**

Committente: **Amm. ne Comunale di Santa Maria a Monte**

APRILE 2020

Dott. Geol. GIANI Paolo



COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE

Progetto per il “Completamento della viabilità comunale in loc. Ponticelli”

Loc.: Ponticelli

Committente: **Amministrazione Comunale Santa Maria a Monte**

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA DI FATTIBILITA'

1 - PREMESSA

Il presente rapporto, redatto su incarico della Committenza, espone i risultati di un'indagine geologica, geognostica e geofisica eseguita all'interno della pianura nei pressi della loc. Ponticelli lungo la via Francesca Sud – Via Usciana, di supporto alla progettazione del tratto viario finale della stessa via Usciana per connetterla alla strada provinciale SP 5, come di seguito rappresentato

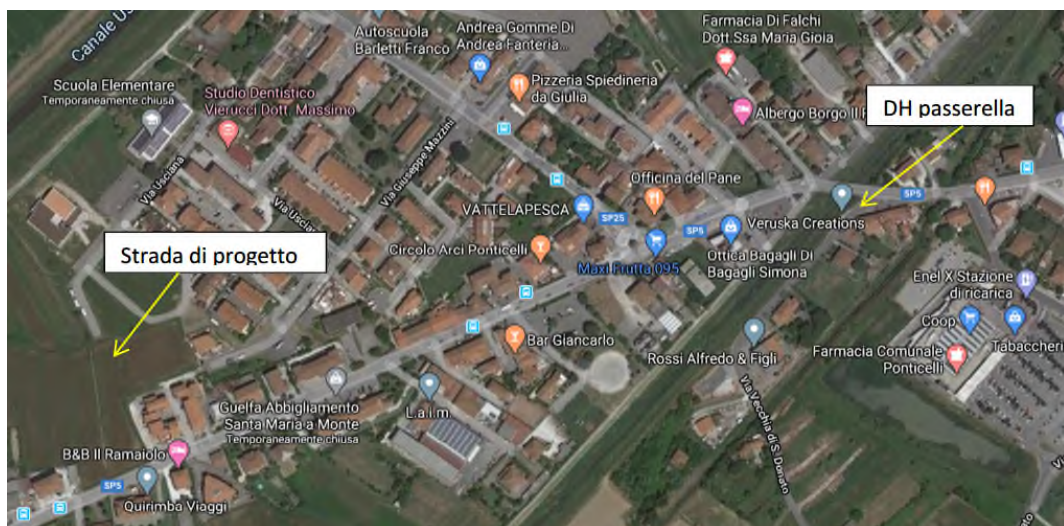


Scopo dell'indagine è stato quello di analizzare le caratteristiche morfologiche, idrogeologiche e litologiche della zona al fine di valutare, ai sensi della normativa nazionale e regionale vigente per la

realizzazione dei supporti geologici e geotecnici alle realizzazioni edilizie, la fattibilità generale dell'opera in progetto e fornire il supporto geologico alla progettazione dell'opera consistente nel completamento del rilevato viario in parte esistente tra la fine della via comunale e la strada provinciale, e conseguente realizzazione di una sede viaria asfaltata e con marciapiedi analoga al tratto esistente.

. Quale primo approccio è stata presa visione degli elaborati del PS del luglio 2014 e del R.U. del dicembre 2016, traendone spunto per la definizione dei condizionamenti e delle metodiche con cui condurre lo studio in rapporto alle problematiche emerse da tali strumenti pianificatori.

Pur trattandosi di opera estranea dalla applicazione delle norme di cui al DPGR n. 36/R del 9/07/2009, in questa sede si è effettuata una campagna di indagine geognostica costituita da due prove penetrometriche C.P.T. poste in asse al tratto di intervento e si è fatto riferimento ad una vicina indagine geofisica in foro down hole, come di seguito rappresentato.



2 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- **PS e RU** comunale;
- **D.M. 17 gennaio 2018** *aggiornamento norme tecniche per le costruzioni* ;
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003, O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/06, Del.G.R.T. 878 dell' 8 ottobre 2012, Del.G.R.T. 421 del 26.05.2014, D.P.G.R.T. 58/R del 22/10/2012** (*norme di classificazione sismica del territorio nazionale e regionale*). *Il comune di Chiesina Uzzanese è attualmente inserito fra i comuni sismici in zona 3*
- **Circ. Min. Infr. e Trasp. 21/01/2019 n. 7** *circolare esplicativa delle Norme Tecniche*
- **DPGR n. 36/R del 9/07/2009** (*Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza delle opere e delle costruzioni nelle zone soggette a rischio sismico - BURT n. 25 del 17/07/2009.*
- **D.P.C.M. 5/11/1999 e D.P.C.M. 06/05/2005** inerenti il Progetto di Piano di Bacino dell'Autorità di Bacino del F. Arno Stralci: *Rischio Idraulico e Assetto Idrogeologico.*
- **Piano di Gestione del Rischio da Alluvioni del Distretto Appennino Settentrionale (C.I. del 03/03/2016),**
- **L.R.T. 24/07/2018 n. 41** *“disposizioni in materia di rischio di alluvioni e tutela dei corsi di acqua in attuazione del D.Lgs 23.02.2010 n. 49”*

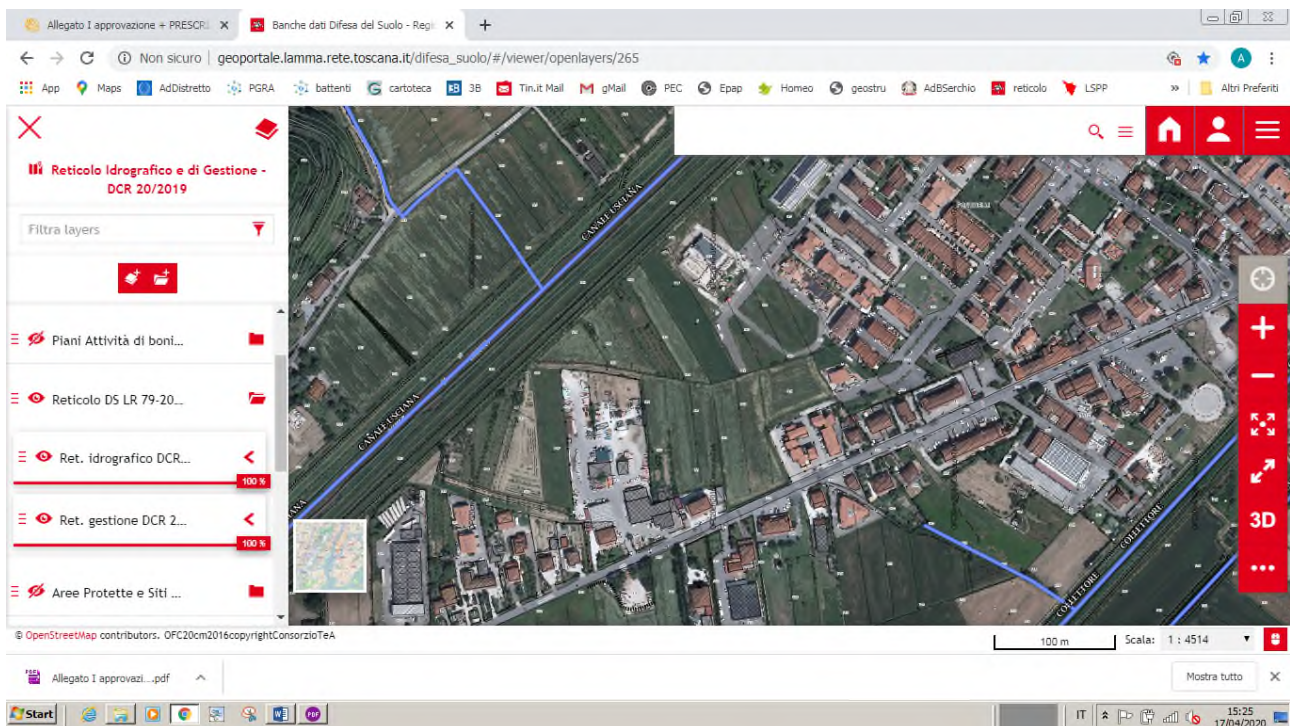
3 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E DEL RISCHIO IDRAULICO

L'area oggetto di indagine si colloca nella parte NE del territorio comunale nell'ambito del fondovalle dell'Usciana, caratterizzato dai corsi di acqua arginati ed artificiali del Fosso Usciana a ridosso delle propaggini collinari ad Ovest, del Collettore posto in asse al fondovalle e del limitrofo Antifosso posto ad oriente. La valle risulta infine connessa ad Est con il fondovalle del Fiume Arno che proviene dalla zona di Santa Croce – Castelfranco di Sotto.

Nel dettaglio, il sito di intervento è posto in ambito di terreni pianeggianti caratterizzati da quote di 15.9 m s.l.m., mentre la strada Francesca Sud, cui si collega la tratta viaria di progetto e di prolungamento di via Usciana, è caratterizzata da quota di ca. 16.1 m s.l.m. (dati tratti da CTR 10k)

Il territorio è caratterizzato dai citati alvei arginati dei corsi di acqua ed in particolare del Canale Usciana che, ad occidente dell'area di sviluppo urbanistico attorno alle viabilità comunali tra cui via Usciana, costituisce il recapito delle acque raccolte dall'area di intervento mediante il fosso che scorre con andamento Est – Ovest al termine del tratto esistente di via Usciana e che verrà oltrepassato in condotta dall'attuale intervento viario.

Di seguito si riporta l'immagine del sistema del Reticolo Idrografico e di gestione come identificato dalla D.C.R.T. 20/2019, da cui si evince che tale fosso non rientra tra quelli classificati.



La geomorfologia della zona, confermata dalla **Carta Geomorfologica** del PS comunale, è priva in sé di particolare rilievo non essendo presenti fenomeni di dissesto e/ o processi significativi di erosione del suolo. La zona è infatti classificabile, dal punto di vista morfologico, come pianura alluvionale di bonifica per colmata con pendenza media di prima classe ($p = 0\% - 2\%$).

Sotto il profilo evolutivo, la genesi Messiniano – Pleistocenica del territorio, ha portato nella sua fase finale a delinarsi una ampia valle fluviale caratterizzata dal F. Arno ad oriente ed una zona di fondo padule con collettore di bonifica costituito dal Canale Usciana e dai Collettori-Antifosso, ad Ovest sino al limitare orientale del rilievo di Santa Maria a Monte e dei Monti Pisani s.l.

Facendo riferimento alla **Carta Geologica** del PS comunale, le formazioni geologiche che affiorano nell'ambito della parte di collina ad Ovest sono le litologie fluviali e lacustri villafranchiane del bacino di Lucca – Montecarlo – Vinci (*argille e sabbie di Marginone –Mastromarco*) mentre la pianura è caratterizzata da *Depositi alluvionali attuali e recenti e di bonifica per colmata*: si tratta di sedimenti a prevalenza limosa e sabbiosa, alternati ad orizzonti argilloso – limosi, il tutto secondo i tracciati dei paleoalvei fluviali e palustri di fine evoluzione morfologica, oltre che per operazioni di bonifica per colmata delle aree residuali di palude.

Nello specifico del sito di intervento, sono presenti Depositi alluvionali recenti Olocenici prevalentemente argilloso – limosi, confermati dalla attribuzione da parte della **Carta Litotecnica** del PS della Unità litologico tecnica di tipologia “b+aa”.

In linea con tali caratterizzazioni sono anche le informazioni che si possono trarre dalle **Carte di MOPS** del PS comunale, che indicano per il sito di intervento la ZONA 6: costituita da una successione che vede la presenza di limi argillosi e argille limose per alcune decine di metri, seguite da ghiaie e ciottolami prima delle argille di base.

Le **sezioni geolitologiche** di affinamento ricostruttivo del sottosuolo redatte in sede di RU, evidenziano per l'area di Ponticelli, una condizione stratigrafica in cui prevalgono i terreni misti limoso argillosi e sabbiosi per i primi 40-45 m, seguiti da un orizzonte produttivo di 8-10 m di ghiaie ed infine argille limose sino alla profondità di 90-100 m, alla quale viene rilevata la presenza del tetto dei depositi marino-costieri Pliocenici del bacino dell'Elsa-Pesa-Cerreto Guidi.

La **carta delle MOPS** del RU, mantenendo nelle linee generali la suddetta successione stratigrafica, differenzia nella zona del Collettore – Antifosso una duplice caratterizzazione del terreno, di tipo “zona 4” e quindi *stabile suscettibile di amplificazione locale* nel caso dei terreni di pianura ad oriente dei canali suddetti, mentre la zona ad Ovest di essi e la loro stessa struttura, sono identificati quali *zone suscettibili di instabilità per amplificazione stratigrafica*.

In ogni caso non viene identificata per la zona la condizione di instabilità per potenzialità alla liquefazione (LI) o per cedimenti differenziali (CD).

Relativamente all'assetto idrogeologico, la **Carta idrogeologica** del PS comunale ricostruirebbe la falda di fondovalle alluvionale alla quota di 13 m s.l.m., ravvenata da Ovest e dai rilievi contigui alla pianura, e quindi con una soggiacenza dell'ordine di 2,5-3,0 m dal p.c. attuale.

Rilevamenti del livello delle acque di falda nei fori di prova C.P.T. eseguiti nell'attuale sede, ha visto la presenza di segni di acqua a partire dalla profondità di 4,4 m dal p.c., condizione che conferma la ricostruzione generale prima citata, data la situazione siccitosa attuale.

La **Carta delle aree con problematiche idrogeologiche** del PS attribuisce alla zona di pianura una classe di vulnerabilità media 3B ed elevata 4A.

4. PERICOLOSITA' TERRITORIALE – FATTIBILITA'

4.1. Piano Strutturale – Regolamento Urbanistico

L'insieme della carte di riferimento rileva per il territorio le seguenti condizioni:

- pericolosità geologica elevata G.3 - PS 2014 (26/R)
- pericolosità sismica locale elevata S.3 - PS 2014 (26/R)
- pericolosità idraulica elevata I.3 – PS 2014 (26/R)
- pericolosità sismica locale elevata S.3 - RU 2016 (53/R)

-
- pericolosità idraulica elevata I.3 (P2 da PGRA) – RU 2016 (53/R)

4.2. Piani e norme sovraordinate

- Carta della pericolosità per frana – P.A.I. Autorità di bacino del F. Arno: non classificata
- Carta della pericolosità da alluvionamento - P.G.R.A. Distretto Idrografico Appennino Settentrionale: classe media P.2
- L.R.T. 41/2018: riferendosi ai battenti, frequenza e velocità dei flussi esondativi da P.G.R., viene identificato uno scenario per **eventi poco frequenti con magnitudo molto severa.**

4.3. Fattibilità – Progetto Norma 1

In funzione dello scenario di pericolosità sopra determinato dalle carte di PS-RU comunale, la scheda norma 1 dell'UTOE Ponticelli attinente il P.A. cui si collega l'attuale costruzione viaria, stabilisce quanto segue:

Fattibilità geologica condizionata F3.

L'area è ubicata all'interno dei depositi alluvionali attuali del Fiume Arno, poco distante dal piede dei depositi collinari plio-pleistocenici, e rientra nella classe di pericolosità G3 (pericolosità elevata) in funzione della presenza di terreni poco consistenti a composizione prevalentemente granulare, e lateralmente variabili.

Le indagini geologiche e sismiche dovranno essere mirate oltre che alla caratterizzazione geotecnica del terreno, anche alla individuazione degli spessori e della variazione laterale dei depositi alluvionali.

La campagna geognostica dovrà essere finalizzata anche alla caratterizzazione granulometrica dei terreni, al fine di acquisire tutti i dati utili alla ricostruzione della geometria dei litotipi con differente composizione granulometrica ed alla definizione della necessità o meno di procedere alla esecuzione di verifiche alla liquefazione.

Fattibilità sismica condizionata F3.

Le misure tromometriche a disposizione, indicano la possibilità che si generino amplificazioni stratigrafiche a profondità comprese tra 20 e 30 metri, al contatto tra i depositi alluvionali attuali ed i depositi pleistocenici. Inoltre la prevalente costituzione sabbiosa dei depositi alluvionali, ha comportato l'inserimento dell'area tra quelle "suscettibili di instabilità per fenomeni di liquefazione", individuate nella carta MOPS. Per questi motivi la zona è inserita nella classe di pericolosità sismica S3 (pericolosità elevata).

La campagna geofisica dovrà quindi definire geometrie e velocità sismiche dei litotipi posti a contatto, al fine di valutare localmente l'entità delle amplificazioni attese, e gli effetti del contrasto di rigidità sismica sulle strutture in progetto.

Quanto eseguito in questa sede in ordine alle indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche specifiche per l'area di intervento, costituisce l'espletamento del condizionamento insito nel grado di pericolosità geologica e sismica attribuito al sito dell'intervento, costituito dalla

realizzazione di un rilevato in terra inferiore al metro di altezza e della struttura infrastrutturale viaria posta al di sopra.

Fattibilità idraulica condizionata F3.

L'area è ricompresa interamente all'interno della classe di pericolosità I3, fragile per episodi di esondazione con T_r pari a 200 anni.

La cella di riferimento del PAI è la VI-0.13, per la quale la quota del livello idrico per episodi di esondazione con $T_r=200$ anni è fissata a 17,20 m slm. Le quote altimetriche dell'area sono comprese tra 15,9 e 16,1 (C.T.R. In scala 1:10.000), per cui i battenti attesi sono compresi tra 110 e 130 centimetri.

Da ciò consegue che i locali abitabili, dovranno avere piano di calpestio posto al di sopra della quota di sicurezza minima di 17,20 m slm. a meno di soluzioni tecniche che consentano comunque di garantire idonee condizioni di sicurezza.

Se le scelte progettuali dovessero prevedere la realizzazione di superfici in rilevato, limitatamente alle opere individuate negli orientamenti alla progettazione, le zone di compensazione potranno essere ricercate anche all'esterno del lotto stesso, dimostrandone, mediante specifica relazione idraulica, la funzionalità rispetto alle esigenze di messa in sicurezza e non aggravamento del rischio.

In ogni caso, poiché la fragilità idraulica è da ricondurre anche alle acque di transito in uscita dal Fiume Arno per episodi di esondazione con T_r pari a 200 anni, la localizzazione delle zone di compensazione dovrà essere valutata effettuando opportune simulazioni dell'interferenza tra quanto in progetto e la dinamica delle acque di transito.

Dovrà inoltre essere verificata l'efficienza dei sistemi di compensazione in funzione della morfologia modificata dai rilevati in progetto (piazzi, parcheggi, etc), al fine di porre in sicurezza gli interventi previsti senza determinare aggravamenti di pericolosità nelle aree al contorno.

Relativamente al reticolo idraulico minore, se ne dovrà assicurare il corretto funzionamento anche in seguito agli interventi in progetto. Nelle tavole progettuali dovrà essere dettagliato il sistema di scolo delle acque meteoriche e di scarico (nell'eventualità che l'area non sia provvista di fognatura pubblica) allo stato attuale ed in quello di progetto e le eventuali modifiche apportate dovranno perseguire il miglioramento del deflusso delle acque e l'eliminazione di eventuali situazioni di fragilità, da dimostrare mediante specifica relazione idraulica.

Si rileva che quanto sopra appare finalizzato alla progettazione dell'intervento edilizio residenziale e delle relative pertinenze private, mentre non viene fatto specifico riferimento alla realizzazione della viabilità pubblica che, per tipologia di raccordo tra tratte viarie esistenti e relativi ovvi condizionamenti piano – altimetrici, non può pedissequamente applicare i citati criteri ed indicazioni.

Se è vero infatti che per la nuove aree edificabili cui si riferisce il P.A. è più che doveroso esprimere condizionamenti delle quote dei rialzamenti, messa in sicurezza, ecc., ciò non può dirsi per la realizzazione di un tratto di ca. 100 m di strada di raccordo tra la via Usciana esistente e via Francesca, dovendosi gioco

forza attestarsi alle stesse loro quote e quindi svilupparsi tra 15.9 e 16.1 m s.l.m. (riferendosi alle quote CTR 10k citate nella scheda norma).

Tale fatto non può che comportare la permanenza di una suscettibilità alla esondazione analoga alla attuale strada e quindi la impossibilità di porre in sicurezza idraulica il nuovo tratto di raccordo.

Unitamente a tale considerazione va aggiunta anche la nuova filosofia e indicazioni della subentrata sovraordinata LRT 41/2018, basata sulla analisi della compatibilità tra scenari di alluvionamento ed utilizzazione dei territori quale *Gestione del Rischio*, piuttosto che volta alla sola ricerca della bonifica e superamento della pericolosità idraulica e quindi operando con azioni che permettano il raggiungimento almeno di un livello di rischio medio R2, definito dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 29 settembre 1998 (Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del d.l. 11 giugno 1998, n. 180), come il rischio per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e delle infrastrutture e la funzionalità delle attività economiche.

Se è ovvio quindi che per i piani calpestio di abitazioni, ecc. sia del tutto ancora lecito aspettarsi una loro messa in sicurezza, la realizzazione di piani viari appare intervento di cui analizzare lo scenario di sostenibilità del Rischio connesso, equiparabile in prima istanza allo stesso che attualmente investe le infrastrutture pubbliche esistenti nell'area attorno all'intervento, quest'ultimo finalizzato al miglior raccordo funzionale tra le viabilità di accesso ed uscita dalla estesa area urbanizzata ad Ovest della Via Francesca e quindi finalizzato ad ottimizzare e migliorare lo scenario di percorribilità pubblica anche in ambito di Protezione Civile e di scenari di evacuazione delle aree urbanizzate abitate servite da tale viabilità, ad oggi interdetta dall'essere raccordata con la via Provinciale.

La stessa utilizzazione con mezzi meccanici della nuova strada, comporterà la possibilità di accettare anche alcune decine di centimetri di acque di esondazione, fermo restando che è possibile adottare misure di segnalazione fisse per indicare la esistenza di tale potenziale pericolosità e la possibilità di interdizione alla circolazione negli eventi in cui la presenza di acqua dovesse assumere livelli di battente maggiori rispetto a quelli che rendono ancora possibile il movimento dei mezzi a motore.

Riferendosi alla LRT 41/2018, gli interventi infrastrutturali lineari sono normati dall'art. 13 che prevede quanto segue:

- 2. Nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze possono essere realizzate nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.*

-
3. *L'adeguamento e l'ampliamento di infrastrutture a sviluppo lineare esistenti e delle relative pertinenze può essere realizzato nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.*

Relativamente alla tipologia di opera prevista e del suo rapporto con l'assetto idrografico e con le indicazioni di cui sopra trattato, si rileva che la strada sarà realizzata in rilevato di meno di un metro rispetto al p.c. agricolo limitrofo, in analogia con le viabilità cui si raccorderà, e quindi determinando complessivamente un battente atteso su di essa inferiore rispetto a quello che interesserà i terreni agricoli limitrofi.

A fronte di tale realizzazione si verranno a creare due canali laterali di ampie dimensioni capaci sia di compensare la capacità di accumulo delle acque di esondazione sull'area, che di migliorare, peraltro con maggiore efficacia, il sistema di smaltimento di esse e delle acque di pioggia dalla zona, incrementandone la capacità di drenaggio e deflusso verso il Canale Usciana e quindi migliorando lo stato degli smaltimenti idrografici del territorio posto tra via Usciana e la S.P. Francesca.

Tale azione, comprensiva della canalizzazione del fosso che si pone tra la fine della attuale via Usciana ed il nuovo intervento, definisce una condizione di trasparenza idraulica della strada comunale rispetto ai flussi idrici provenienti da settentrione ed appare in sintonia con i criteri della LRT 41/2018 art. 8 *interventi di gestione del rischio* che sancisce al comma 2 che il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree è assicurato attraverso la realizzazione di opere o interventi che assicurino il drenaggio delle acque verso un corpo idrico recettore garantendo il buon regime delle acque.

L'insieme di quanto sopra trattato consente di definire ammissibile quanto progettato con le norme sul rischio idraulico attualmente vigenti.

5 - CARATTERIZZAZIONE GEOGNOSTICO-GEOTECNICA DEL TERRENO DI INTERVENTO (D.M. 17/01/2018)

5.1 - Indagini geognostiche

Così come evidenziato in Premessa, la caratterizzazione dell'area di intervento è costituita da n. 2 prove penetrometriche statiche CPT realizzate sino alla profondità di 15 m dal p.c..

In Appendice si allegano i risultati delle prove eseguite, mentre la ricostruzione dell'assetto del sottosuolo è compendiata nella **Sezione stratigrafico** - redatta in scala 1:100.

Relativamente alle prove penetrometriche C.P.T., queste sono state eseguite utilizzando un penetrometro abilitato ad eseguire sia prove statiche che dinamiche, modello TG 63-200 prodotto dalla ditta PAGANI GEOTHECNICAL EQUIPMENT.

Le caratteristiche del mezzo consentono 20 t. di spinta, l'utilizzazione di punta conica meccanica tipo *Begemann*, cella di carico di sommità *Hottinger* classe 0.2 e centralina elettronica di rilevamento dei dati. La prova consiste nella misurazione, per successivi tratti di infissione di 20 cm, delle seguenti grandezze:

- *Resistenza alla punta* **Qc**
- *Resistenza laterale* **fs**

Dai dati ricavati è così possibile ottenere una ricostruzione delle caratteristiche di resistenza meccanica del terreno e, tramite il rapporto *Begemann* (Qc/fs), risalire al tipo litologico.

5.2 - Stratigrafia

Sulla base dei dati derivanti dalle indagini geognostiche eseguite in corrispondenza del sito di intervento, risulta che il sottosuolo su cui si svilupperà l'intervento è caratterizzato sino alla profondità di 5-7 m da alternanza eteropica di materiali argilloso limosi di scarsa o media consistenza (livelli I e II), cui segue sino a ca. 10-11 m una certa variabilità tra la condizione rilevata dalla prova 1 e 2, in cui si hanno materiali ancora di tipo francamente coesivo ad Ovest (livelli II e III), mentre prevalgono i termini sabbioso limosi di medio o buon addensamento nella zona Est (livelli IV, V e VI); dalla profondità di ca. 10-11 m, in maniera omogenea tra le due verticali, si ha un orizzonte di sabbia limoso argillosa addensata sino a fine prove a 15 m dal p.c.

Rimandando alla Sezione di correlazione per le profondità e spessori dei succitati livelli, si sono distinti i seguenti orizzonti litologici che costituiscono il modello geologico del sottosuolo nell'area studiata:

- I: *argilla limosa poco consistente*: livello coesivo caratterizzato da **Qc = 8-12** kg/cmq.
- II: *argilla limoso sabbiosa di media consistenza*: costituisce ancora materiale a prevalente comportamento coesivo con **Qc = 15-22** kg/cmq.
- III: *argilla limosa di media consistenza*: costituisce livello coesivo in cui si ha di **Qc = 10-15** Kg/cmq;
- IV: *limo sabbioso di medio addensamento*: costituisce un orizzonte attritivo con **Qc = 15-25** Kg/cmq
- V: *sabbia limosa addensata*: si tratta di un livello attritivo con una certa variabilità di stato di addensamento e forse di costituzione maggiormente sabbiosa nei livelli più compatti, in cui i valori di **Qc = 20-25** kg/cmq raggiungono picchi di **Qc = 50** kg/cmq
- VI: *sabbia limoso argillosa addensata*: costituisce banco di materiali misti coesivo-attritivi compatti, con **Qc = 35-45** kg/cmq

5.3 - Caratterizzazione geotecnica

Sulla base delle correlazioni empiriche e semi empiriche proposte dalla letteratura specializzata per interpretare le prove C.P.T., si sono attribuiti i seguenti parametri geotecnici medio-minimi di ciascun livello individuato, caratteristici della risposta alle sollecitazioni indotte dalle strutture sul sottosuolo; in

particolare, oltre al **peso di volume**, è stata definita la **resistenza a taglio** e la **compressibilità** dei materiali.

I valori determinati sono rappresentati in rapporto ai livelli di terreno nella SEZIONE STRATIGRAFICO - GEOTECNICA in scala 1:100 longitudinale alla viabilità di progetto.

Relativamente alla resistenza a taglio, la caratterizzazione ha differenziato la condizione a “breve termine” in termini quindi di tensioni totali da quella a “lungo termine” in condizioni di sforzi efficaci,

In particolare, richiamando la sezione di correlazione tra le indagini che costituisce la **Caratterizzazione stratigrafico-geotecnica del sottosuolo dell'intervento** riportata in Appendice, si ha la seguente parametrizzazione, che costituisce il modello geotecnico del sottosuolo:

	PESO DI VOLUME	COESIONE NON DRENATA (*)	ANGOLO DI ATTRITO DRENATO	COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA
I	$\gamma = 17,5 \text{ kN/mc}$	$C_u = 40-55 \text{ kPa}$		$E = 35-45 \text{ kg/cmq}$
II	$\gamma = 18,0 \text{ kN/mc}$	$C_u = 65-85 \text{ kPa}$	$\varphi' = 26-27^\circ \text{ c}' = 0 \text{ kPa}$	$E = 50-65 \text{ kg/cmq}$
III	$\gamma = 17,5 \text{ kN/mc}$	$C_u = 50-65 \text{ kPa}$		$E = 40-50 \text{ kg/cmq}$
IV	$\gamma = 18,5 \text{ kN/mc}$	$C_u = 65-85 \text{ kPa}$	$\varphi' = 27-28^\circ \text{ c}' = 0 \text{ kPa}$	$E = 50-65 \text{ kg/cmq}$
V	$\gamma = 18,5 \text{ kN/mc}$	$C_u = 80-90 \text{ kPa}$	$\varphi' = 28-29^\circ \text{ c}' = 0 \text{ kPa}$	$E = 60-70 \text{ kg/cmq}$
VI	$\gamma = 19,0 \text{ kN/mc}$	$C_u = 110-150 \text{ kPa}$	$\varphi' = 30-31^\circ \text{ c}' = 0 \text{ kPa}$	$E = 100-135 \text{ kg/cmq}$

(*) parametri da assumersi in alternativa tra loro per verifiche a breve e lungo termine

c_u = coesione non drenata relativa alla assunzione di comportamento non drenato del materiale caratterizzato

φ' = angolo di attrito interno relativo alla assunzione di comportamento drenato del materiale caratterizzato

c' = coesione drenata relativa alla assunzione di comportamento drenato del materiale caratterizzato

γ = peso di volume del terreno asciutto

E = modulo di compressibilità edometrica, inverso del coefficiente di compressibilità m_v

6 - PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

La normativa vigente (NTC 2018) impone la definizione dei parametri caratteristici del terreno (f_k) dai valori medi (f_m) ricavati dalle indagini geognostiche. Le istruzioni del *Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici* indicano che nelle valutazioni che il tecnico deve svolgere per pervenire ad una corretta scelta dei valori caratteristici appare giustificato il riferimento a **valori prossimi ai valori medi** quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno (come nel caso di fondazioni superficiali) con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità tale a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.

Le stesse istruzioni indicano invece di fare riferimento ai **valori minimi** quando siano coinvolti modesti volumi di terreno (fondazioni su pali, verifica a scorrimento di un muro di sostegno) con concentrazione del volume significativo o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dagli strati meno resistenti a quelli più resistenti a causa dell'insufficiente rigidità della struttura.

In considerazione della tipologia di intervento prevista ed ai fini della progettazione geotecnica si sono individuati i seguenti **parametri caratteristici**, assunti per cautela tra i valori prossimi ai valori minimi, così come peraltro indicato al punto 6.2.2 del DM 17.01.2018 che recita:

“Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro per ogni stato limite considerato. I valori caratteristici delle proprietà fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni devono essere dedotti dall'interpretazione dei risultati di specifiche prove di laboratorio su campioni rappresentativi di terreno e di prove e misure in sito”.

peso di volume		modulo edometrico	resistenza a taglio non drenata	resistenza a taglio drenata	
LIVELLO	γ_k (kN/mc)	E_k (kPa)	c_{uk} (kPa)	φ'_k (°)	c'_k (kPa)
I	17.5	4.000	40.0	---	---
II	18.0	5.500	65.0	26	0.0
III	17.5	4.500	50.0	---	---
IV	18.5	5.500	65.0	27	0.0
V	18.5	6.500	80.0	28	0.0
VI	19.0	11.000	110.0	30	0.0

c_{uk} = *coesione non drenata* relativa alla assunzione di comportamento non drenato del materiale caratterizzato

φ'_k = *angolo di attrito* relativo alla assunzione di comportamento drenato del materiale caratterizzato

c'_k = *coesione drenata* relativa alla assunzione di comportamento drenato del materiale caratterizzato

γ_k = *peso di volume* del terreno asciutto

E_k = *modulo di compressibilità edometrica*, inverso del coefficiente di compressibilità m_v

7 - ASPETTI SISMICI ED AZIONI SISMICHE

7.1 - Zonizzazione sismica dell'area

Nella classificazione sismica della Regione Toscana (**O.P.C.M. n. 3519 del 28.04.06, Del.G.R.T. n. 421/2014, Del.G.R.T. 878 del 08.10.2012**) il Comune di Santa Maria a Monte in cui si inquadra l'intervento in oggetto si colloca in zona **3**; in funzione delle specifiche contenute nell'art. 2 del **Regolamento D.P.G.R.T. 58/R del 22.10.2012**, la fascia di pericolosità attribuibile al sito è la **fascia C**

corrispondente a: $a_g \leq 0,125g$, su suolo rigido e pianeggiante per $V_n = 50$ anni e $C_u = 1,0$ come richiesto dalla norma, in quanto vale $a_g = 0,122g$

Stati limite

Classe Edificio
II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e so...

Vita Nominale: 50
Interpolazione: Media ponderata
CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.043	2.552	0.239
Danno (SLD)	50	0.053	2.553	0.251
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.122	2.540	0.282
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.159	2.459	0.287

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

Coefficienti sismici

Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1
us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C
Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,47
CC Coeff. funz. categoria	1,68	1,66	1,59	1,58
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.016	0.044	0.056
kv	0.006	0.008	0.022	0.028
Amax [m/s ²]	0.626	0.778	1.790	2.295
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

In relazione ai disposti delle **norme tecniche per le costruzioni (D.M. 17.01.2018)**, la stima della pericolosità sismica è effettuata con approccio “sito dipendente”. L’azione sismica di progetto viene definita in funzione della pericolosità di base del sito.

I caratteri del moto sismico (su sito di riferimento rigido orizzontale) sono descritti dalla distribuzione su territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono definite le forme spettrali per la generica probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento PVR:

- ag** = accelerazione massima al sito
- Fo** = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- TC*** = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Il valore di **ag** è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, mentre **Fo** e **TC*** sono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti dalle NTC approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

Lo scuotimento del suolo così individuato deve essere corretto per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo del sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Vengono pertanto determinati la “categoria di sottosuolo” e la “categoria topografica” del sito di fondazione, da cui derivano i coefficienti di amplificazione topografica e stratigrafica.

Nella attuale sede si è potuto fare riferimento alla vicina determinazione di prova Down Hole eseguita in sondaggio all'altezza del ponte della SP 5 sul canale dell'antifosso (come rappresentato nella planimetria in Premessa).

Nell'ambito del contesto litostratigrafico in oggetto, le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni sono riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II delle **NTC 2018**, e si può quindi fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s .

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

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

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

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

N numero di strati;

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

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite nella seguente Tab. 3.2.II:

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.	
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Con i dati ottenuti dalla citata vicina determinazione da prova Down Hole, si ha una $V_{s,eq}$ (corrispondente alla $V_{s,30}$ in quanto non si ha il raggiungimento di livelli con $V_s > 800$ nei primi 30 m di sottosuolo) di **201-204 m/s** riferita al p.c., cui corrisponde una categoria di sottosuolo **“C”**.

Relativamente alle condizioni topografiche di sito, per configurazioni superficiali semplici le NTC 2018 permettono di fare riferimento alla classificazione contenuta nella Tab. 3.2.III che identifica le seguenti categorie topografiche riferite a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

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

Dato che il sito di intervento si presenta costituito da un terreno complessivamente pianeggiante, per esso si assume:

categoria topografica “T1”.

7.2. - Azioni sismiche : dati di riferimento di base

In riferimento alla classificazione sismica e collocazione dell’area in esame, di seguito si riportano i parametri caratteristici del sito di intervento ed i i parametri sismici per i due stati limite SLV e SLD:

Comune	<i>Santa Maria a Monte (PI)</i>
Zona sismica (Del. G.R.T. 878/2012)	3 – fascia “C”
a_g (SLV) – D.P.G.R.T. 58/R/2012	0.122 g
Tipo di costruzione	2 (opera ordinaria)
Vita nominale (V_N)	≥ 50 anni
Classe d’uso	II
Coefficiente d’uso (C_U)	1.0
Periodo di riferimento (V_R)	50 anni
$V_{seq} = V_{S30}$	201-204 m/sec
Categoria di sottosuolo	C
Categoria topografica	T1
Latitudine sito WGS84	43,693975°
Longitudine sito WGS84	10,696735

Stato limite SLV (fondazioni)

Coefficiente di amplificazione topografica (S_T)	1.00
Amplificazione stratigrafica (S_s)	1.50
Fattore S	1.50
Accelerazione massima (a_{max})	1,790 m/sec²
Fattore di amplificazione (F_o)	2,540
Periodo T_c^*	0,282 sec
Coefficiente di riduzione accelerazione massima attesa al sito (β_s)	0,240

<i>Coefficiente sismico orizzontale (kh)</i>	0,044
<i>Coefficiente sismico verticale (kv)</i>	0,022

Stato limite SLD (fondazioni)

<i>Coefficiente di amplificazione topografica (S_T)</i>	1.00
<i>Amplificazione stratigrafica (S_s)</i>	1.50
<i>Fattore S</i>	1.50
<i>Accelerazione massima (a_{max})</i>	0,778 m/sec²
<i>Fattore di amplificazione (F_o)</i>	2,553
<i>Periodo T_c^*</i>	0,251 sec
<i>Coefficiente di riduzione accelerazione massima attesa al sito (β_s)</i>	0,200
<i>Coefficiente sismico orizzontale (kh)</i>	0,016
<i>Coefficiente sismico verticale (kv)</i>	0,008

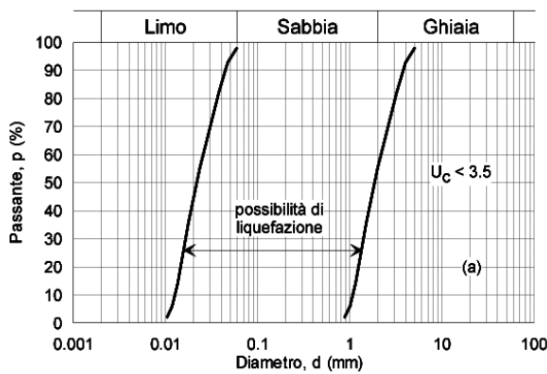
8 - VALUTAZIONE DELLA POTENZIALITA' DI LIQUEFAZIONE

Con il termine “liquefazione” si intendono una serie di fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, in presenza di sollecitazione sismica che induca azioni cicliche e dinamiche nel sottosuolo in condizioni non drenate. Tali fenomeni sono legati allo sviluppo di sovrappressioni interstiziali che, se positive, causano una riduzione della tensione media efficace presente nel terreno e quindi una riduzione della resistenza a taglio. Questa può rappresentare solo una condizione temporanea, seguita da un successivo recupero, o può indurre nel terreno una condizione di collasso generalizzata e definitiva.

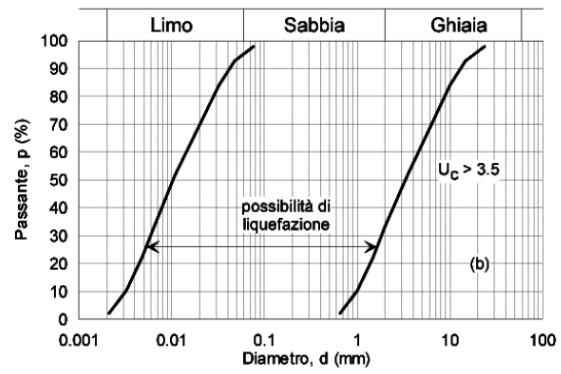
Perché ciò possa accadere occorre che il sedimento sia privo di coesione e che il drenaggio non sia talmente rapido da avvenire istantaneamente. Per tali motivazioni, soltanto i depositi sabbiosi fini monogranulari, saturi e non addensati risultano soggetti a tale tipo di rischio.

Le NTC 2018 al punto 7.11.3.4.2. indicano i criteri di esclusione della verifica alla liquefazione, condizione questa che può essere accertata nel caso 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 $qc_{1N} > 180$ 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 qc_{1N} 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 $U_c > 3,5$.



a)



b)

Quando la condizione 1 non risulti soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4.

Quando nessuna delle condizioni del § 7.11.3.4.2 risulti soddisfatta e il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.

Il punto 7.11.3.4.3 indica che la verifica può essere effettuata anche con metodologie di tipo storico-empirico in cui il coefficiente di sicurezza viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e la sollecitazione indotta dal terremoto di progetto.

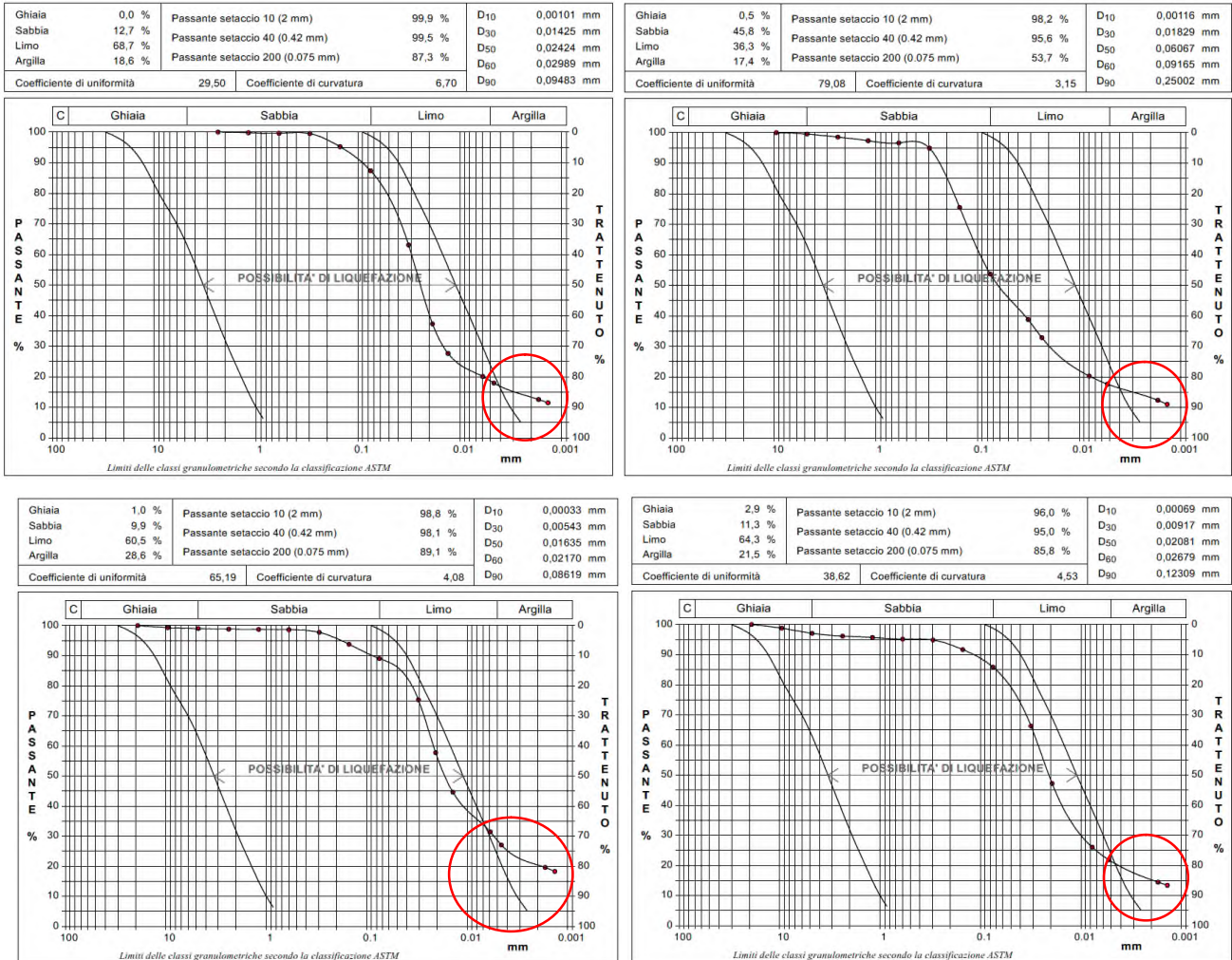
La sicurezza nei confronti della possibilità che il terreno di intervento sia interessato da processi di “liquefazione”, può quindi essere valutata calcolando il rapporto tra la resistenza ciclica alla liquefazione propria del tipo di terreno e del suo stato di consolidazione $CRR = \tau_f / \sigma'_{v0}$, e la sollecitazione ciclica indotta dall'azione sismica, $CSR = \tau_{media} / \sigma'_{v0}$. La sollecitazione ciclica CSR è correlata alla massima tensione tangenziale indotta dall'azione sismica alla profondità considerata, τ_{max} , che può essere determinata indirettamente, da relazioni empiriche, in funzione dei caratteri del moto sismico atteso al sito.

La resistenza ciclica alla liquefazione CRR può essere definita da correlazioni empiriche basate su risultati di prove e misure in sito; la verifica viene in tal caso effettuata utilizzando degli abachi nei quali vengono raffrontate la sollecitazione ciclica CSR ed una proprietà del terreno, stimata dalle prove in sito (prove penetrometriche statiche o dinamiche o misure in sito della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs); una curva separa stati per i quali nel passato si è osservata la liquefazione da quelli per i quali la liquefazione non è avvenuta.

Il rapporto tra la resistenza e la sollecitazione ciclica costituisce il coefficiente di sicurezza FSL che identifica, nel caso di valore inferiore alla unità, la possibilità che possa avvenire il processo di liquefazione del livello di sottosuolo indagato.

Nel caso in esame si è potuto fare riferimento ai risultati di sondaggi eseguiti all'altezza della citata campagna geognostica sulla SP 5 al ponte sull'antifosso posto a poca distanza, da cui emerge una

condizione stratigrafica di materiali o coesivi o misti che ricadono al di fuori del fuso granulometrico critico. In sede di analisi geotecnica di laboratorio, erano stati eseguiti n. 4 accertamenti della granulometria su altrettanti campioni prelevati a diversa profondità nel sottosuolo indagato, il cui fuso granulometrico è stato rappresentato di seguito in confronto con i limiti dettati dalla norma e riferiti ai materiali con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$ quale è quello tipico dei materiali analizzati.



Dagli schemi sopra riportati emerge che il fuso granulometrico presenta una coda verso la frazione fine limoso-argillosa che esce dai limiti indicati dalla norma per considerare potenzialmente a rischio di liquefazione il materiale campionato e che quindi, anche per le sopra esposte considerazioni sulla scarsa presenza dei livelli più sabbiosi nel sottosuolo a predominante condizione coesiva fine argilloso limosa, permette di **ritenere il sito di intervento scevro dal rischio di liquefazione.**

Inoltre intendiamo evidenziare come il valore di “coefficiente di uniformità” risulti significativamente elevato a dimostrazione di terreni granulometricamente eterogenei e non equiparabili a depositi sabbiosi monogranulari.

9 - FATTIBILITA' GEOLOGICO GEOTECNICA DELL'INTERVENTO

Come descritto nel dettaglio dei capitoli precedenti, il sito di imposta del rilevato viario di progetto non presenta problematiche di tipo geomorfologico e di stabilità, è caratterizzato nei primi metri da materiali prevalentemente fini coesivi di tipo alluvionale che, se pur improntati alla usuale modesta resistenza geomeccanica per tali depositi, non rilevano però livelli od orizzonti particolarmente scadenti quali torbe o materiali limoso organici, talora riscontrabili in ambiti di bassa pianura un tempo palustre.

Tale condizione rende possibile una usuale realizzazione di un rilevato viario che, dalle indicazioni progettuali e dalla morfologia dei luoghi, costituirà altimetricamente il raccordo con viabilità esistenti e quindi non sarà maggiore di un metro di altezza, determinando conseguentemente un modesto carico trasmesso sui terreni di appoggio.

Fermo restando la evidente compatibilità di tale rilevato nei confronti della resistenza a taglio dei terreni di appoggio, la strutturazione di un rilevato viario in area di bassa pianura non può prescindere dalla realizzazione alla sua base di uno strato di anti capillare costituito da materiale arido confinato da geotessuto o TNT, tale da svolgere, oltre alla sua primaria peculiarità di drenare le acque di filtrazione dal sottosuolo, anche una azione di resistenza e di distribuzione delle sollecitazioni trasmesse dal rilevato e dal soprastante traffico veicolare connesso.

La costituzione del terreno di appoggio del rilevato di progetto, area agricola con copertura erbacea spontanea, comporterà la necessità di una preliminare operazione di scotico dalla vegetazione erbacea suddetta, con accantonamento in cantiere del materiale vegetale frammisto al sedimento più superficiale (stimabile dell'ordine di 10-15 cm) e possibilità di sua riutilizzazione per la copertura delle scarpate del rilevato o per le aree di aiuole spartitraffico, ecc., dove sia possibile l'utilizzazione di terreno adatto al rinverdimento vegetativo.

Relativamente al piano di appoggio del corpo del rilevato, ove si ritenga necessario effettuare una minore movimentazione delle terre e quindi non dover operare mediante la sostituzione del terreno più superficiale con materiali aridi, ecc., si potrà operare con la tecnica del trattamento in sito con calce che, stante la costituzione prevalentemente coesiva del materiale più superficiale, determina un incremento di capacità di resistenza e quindi una valida base del corpo del rilevato.

Data la esistenza su parte dell'area di intervento di un esteso accumulo di terreno, la sua riutilizzazione, ancorchè prevedibilmente al di fuori dei fusi granulometrici indicati idonei alla costituzione di rilevati viari (gruppi A1, A2-4, A2-5, A3), potrà essere resa possibile mediante un trattamento a calce che, effettuato su cumulo preliminare alla sua messa in opera, attribuisca ad esso una componente di calce idonea affinché, una volta steso e compattato, costituisca materiale consono alla utilizzazione a rilevato viario. A tal proposito si reputa necessaria la effettuazione, in sede di realizzazione dei lavori, di una preliminare analisi geotecnica di laboratorio che stabilisca l'effettiva percentuale ottimale di

ammendamento del materiale terrigeno necessari per effettuare tale trattamento al meglio delle sue potenzialità.

Alla fine delle operazioni di stesa e compattazione del corpo del rilevato, saranno effettuate le necessarie prove di portanza con prove di carico su piastra per accertare il raggiungimento dei necessari valori di resistenza al di sotto del pacchetto strutturato della infrastruttura ed in particolare alla base della massicciata in arido di cava o inerte riciclato.

Si raccomanda infine di determinare il contenuto ottimale della umidità da attribuire ai materiali da stendere, affinché si possa ottenere il massimo rendimento della capacità di addensamento e compattazione dei terreni, accertando in via preliminare il valore dell'ottimo Proctor e poi, in sede realizzativa, accertarne il raggiungimento con prove di carico su piastra e determinazioni dello stato di addensamento - peso di volume in situ.

Pur non ritenendo che, alla luce della modestia di carico permanente del rilevato sul terreno, si abbiano importanti cedimenti edometrici del sottosuolo, si ritiene necessario operare la costruzione del rilevato con tempi realizzativi lunghi, che permettano l'assestamento maggiore possibile dello stato di consolidazione indotto, prima di passare alla stesa del pacchetto della infrastruttura bitumata.

Relativamente all'assetto idrografico ed al suo rapporto con l'intervento, si raccomanda di effettuare l'attraversamento del fosso che attualmente limita ad oriente il tratto di via Usciana, sfruttando al massimo la sezione del fosso con la condotta da installare sotto la strada, ricorrendo anche a forme geometriche scatolari rettangolari ove si rendesse necessario sfruttare la larghezza della sezione di alveo piuttosto che la altezza, prevedibilmente modesta vista la poca differenza di quota tra p.c. e piano viario di progetto. Potrà esser utile in ogni caso ricorrere a strutture carrabili che riducano al minimo gli spessori di ricoprimento, rendendo possibile il diretto appoggio della struttura bitumata al di sopra di esse; preliminarmente alla realizzazione del suddetto interrimento del fosso si reputa opportuno effettuare una ricavatura del fosso stesso al fine di meglio verificare la massima dimensione possibile attribuibile alla condotta e, se il caso, effettuare una installazione della stessa in parte anche a profondità maggiore del fondo fossa affinché possa, nel caso in futuro si rendesse necessario approfondire il fosso per la utilizzazione edificatoria della parte a monte, avere già una sezione utile maggiore rispetto alle strette pertinenze della geometria di fossa attuale.

10 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

E' stata eseguita un'indagine geologica, geognostica e geofisica nella parte nord orientale del territorio comunale, all'interno della pianura nei pressi della località Ponticelli lungo la strada Francesca Sud, di supporto alla progettazione del proseguimento viario di via Usciana che ne permetterà il collegamento con la S.P. 5.

Il sito è stato interessato dalla realizzazione di due prove penetrometriche statiche C.P.T. e la categoria di suolo è stata ottenuta da una vicina prova Down Hole, che ha rilevato una categoria di sottosuolo “C”; per la natura pianeggiante dell’area, la classe topografica è “T1”.

Lo studio effettuato in questa sede ha permesso la caratterizzazione stratigrafica e geotecnica del sottosuolo di intervento, fornendo i valori di resistenza a taglio e compressibilità del sottosuolo, da cui si desume una condizione che permette la realizzazione del rilevato viario senza particolari necessità di effettuare operazioni di consolidamento. Si ritiene necessario dotare la base del corpo del rilevati di uno strato di anti capillare in arido confinato in geotessuto o TNT e si ritiene possibile provvedere alla realizzazione di un trattamento a calce dei materiali presenti in loco.

Alla luce delle normative regionali in tema di rischio idraulico e di sua gestione in contesto di utilizzazione del territorio con operazioni edilizie, si ritiene che l’intervento, nel rispetto delle indicazioni e considerazioni espresse in questa sede, sia da ritenersi compatibile con la LRT 41/2018 e con le condizioni di rischio idraulico identificate dal P.G.R.A.

Dall’insieme dei rilievi e dei dati di base di riferimento si deduce che l’intervento in oggetto risulta compatibile con l’assetto geologico-morfologico, stratigrafico-geotecnico e sismico e con le caratteristiche litotecniche del terreno, nei limiti delle prescrizioni espresse nel presente relazione.

Castel del Bosco, 20/04/2020

Dott. Geol. GIANI Paolo



TAVOLE:

AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA E BATTENTI – P.G.R.A. Distretto Appennino Settentrionale – D.C.I. 3/3/2016 n. 235

STRALCI TRATTI DALLA CARTOGRAFIA DEL P.S. COMUNALE (luglio 2014)

Carta geologica

Carta geomorfologica

Carta litotecnica

Carta idrogeologica

Carta della pericolosità da P.G.R.A.

Carta della pericolosità geologica

Carta della pericolosità sismica

Carta della pericolosità idraulica

Carta delle problematiche idrogeologiche

Carta delle frequenze

STRALCI TRATTI DALLA CARTOGRAFIA DEL R.U. COMUNALE (dicembre 2016)

Sezioni geo litologiche

Carta delle MOPS e delle frequenze

Carta della pericolosità sismica 53/R

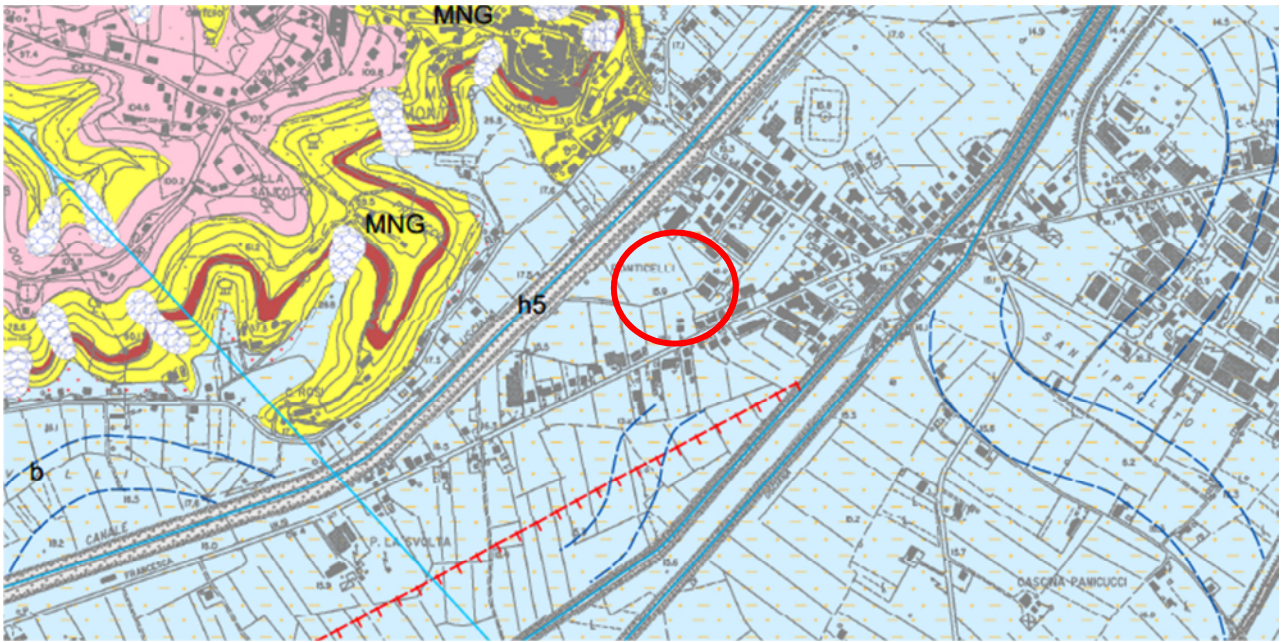
Carta di fattibilità geologica 53/R

SEZIONE STRATIGRAFICO - GEOTECNICA (sez. scala 1:100)

ALLEGATI:

-Tabulati e grafici prove penetrometriche statiche CPT

CARTA GEOLOGICA
(Piano Strutturale luglio 2014)



— Aste Fluviali

SEGNI CONVENZIONALI

▬ Orlo di terrazzo

--- Traccia di alveo abbandonato

▬▬▬ Faglia diretta presunta

▭ Lago di cava

—+— Traccia di sezione geologica
A B

DEPOSITI QUATERNARI

▨ Terreni di riporto, bonifiche per colmata (h5)

▨ Corpi di frana senza indizi di evoluzione (a1q)

▨ Corpi di frana in evoluzione (a1a)

▨ Depositi di versante (aa)

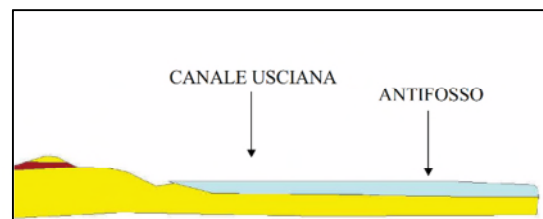
▨ Depositi alluvionali attuali e recenti (b)

DEPOSITI FLUVIALI DELLE CERBAIE - ALTOPASCIO

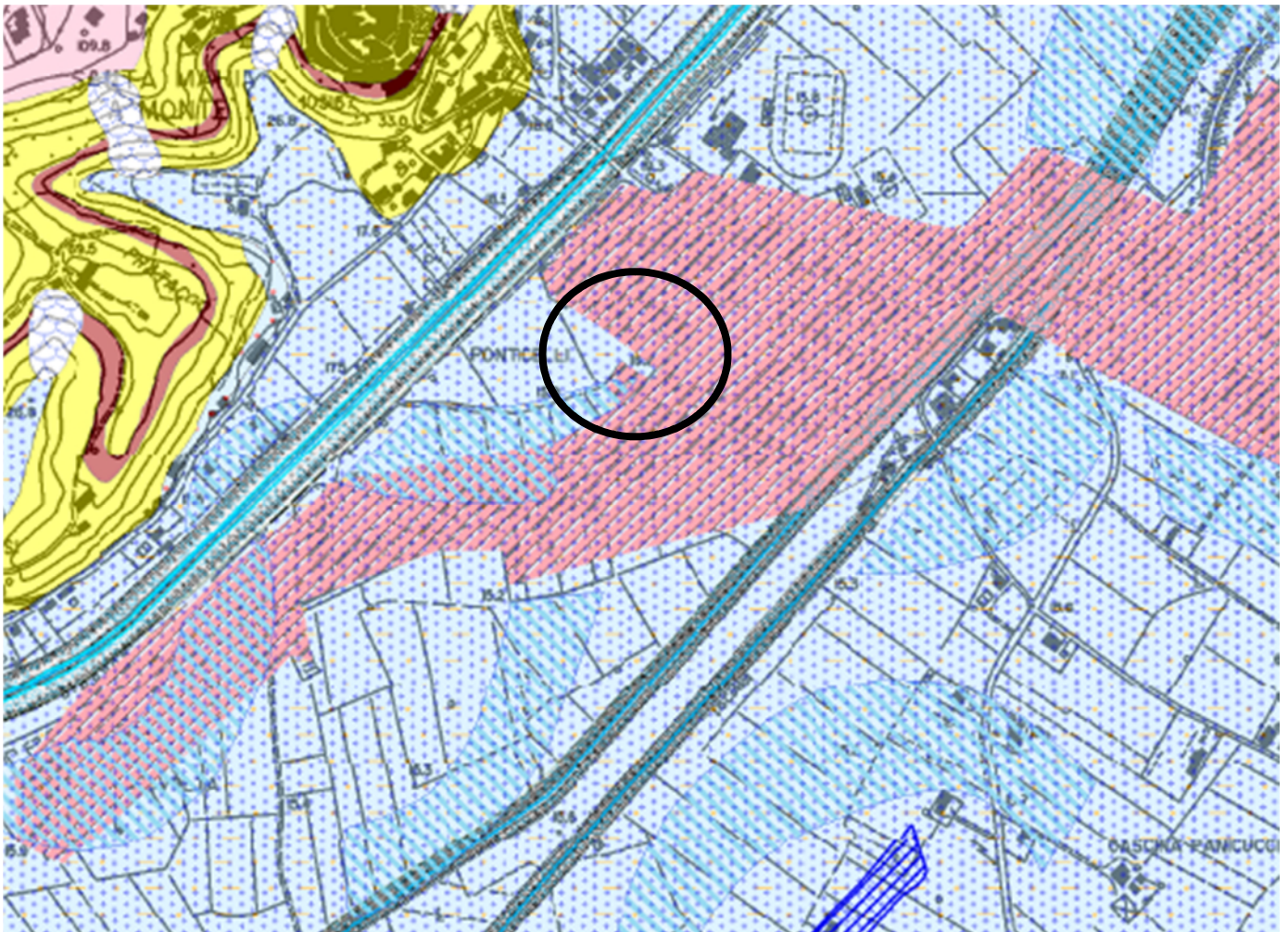
▨ Formazione delle Cerbaie (Pleistocene Medio) - BCE

DEPOSITI FLUVIALI E LACUSTRI DEL BACINO DI LUCCA - MONTECARLO - VINCI


▨ Argille e sabbie di Marginone - Mastromarco - MNG, con presenza della litofacies conglomeratica - cg (RUSCIANO SUP.? - VILLAFRANCHIANO SUP.)





CARTA GEOMORFOLOGICA
(Piano Strutturale luglio 2014)




PROCESSI GEOMORFOLOGICI






-  Area depressa della pianura alluvionale
-  Area di escavazione nella pianura
-  Corpo d'acqua
-  Depositi alluvionali, palustri e di colmata prevalentemente argillosi
-  Dosso fluviale
-  Principali aree urbanizzate
-  Ruscellamento diffuso
-  Sedimenti alluvionali (sabbia)
-  Sedimenti alluvionali (silt, sinonimo di limo)
-  Sedimenti delle aree golenali dei corsi d'acqua maggiori
-  Traccia di alveo fluviale abbandonato

-  Aste Fluviali
-  Aree golenali

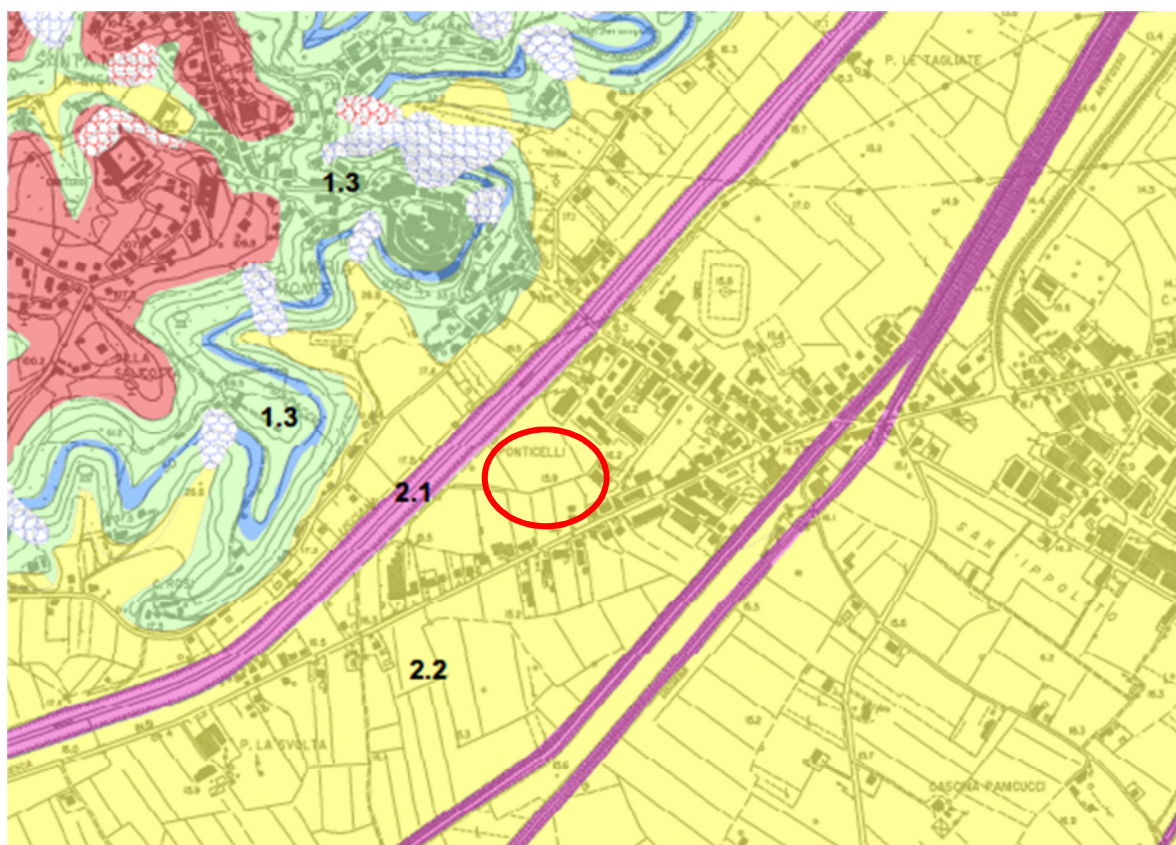
SEGNI CONVENZIONALI



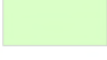


-  Orlo di terrazzo

DEPOSITI QUATERNARI

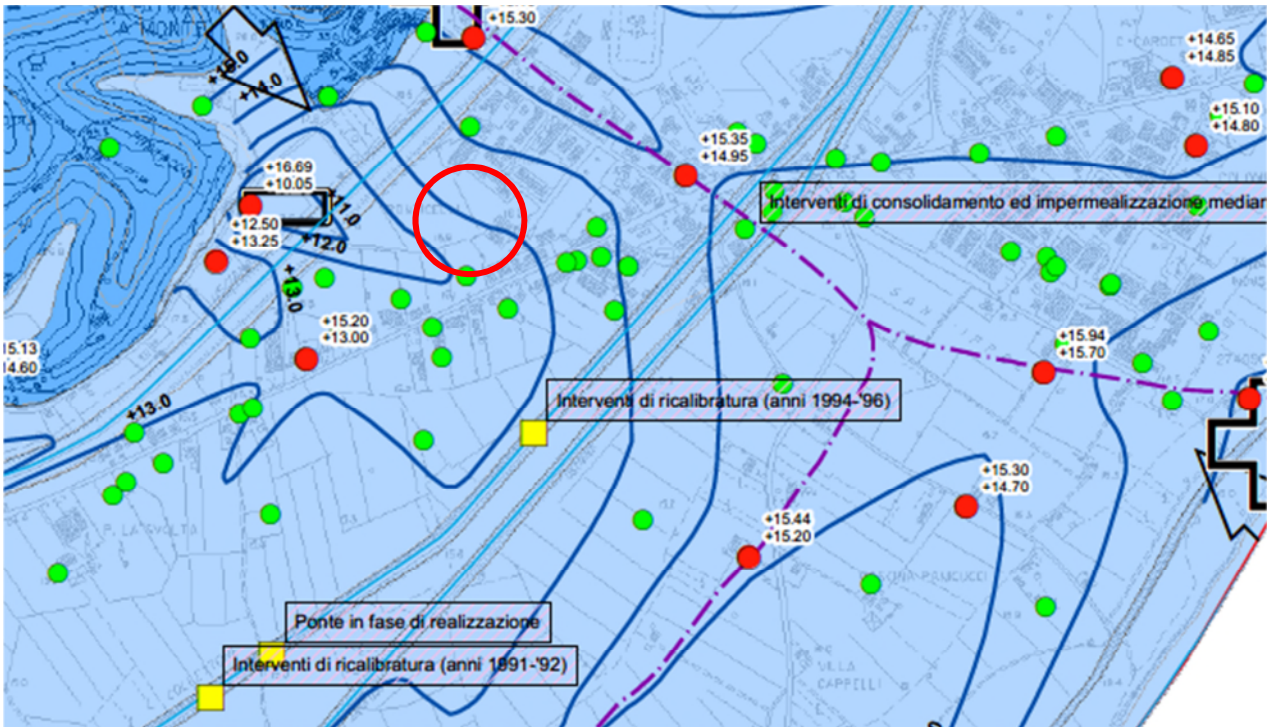
-  Terreni di riporto, bonifiche per colmata (h5)
-  Corpi di frana senza indizi di evoluzione (a1q)
-  Corpi di frana in evoluzione (a1a)
-  Depositi di versante (aa)
-  Depositi alluvionali attuali e recenti (b)

CARTA LITOTECNICA
(Piano Strutturale luglio 2014)



-  1.1 Successioni conglomeratiche (cg)
-  1.2 Successioni sabbioso ghiaiose (BCE)
-  1.3 Sabbie e argille (MNG)
-  2.1 Successioni di depositi palustri e di colmata (h5)
-  2.2 Successioni di depositi a prevalenze argillosa (b+aa)

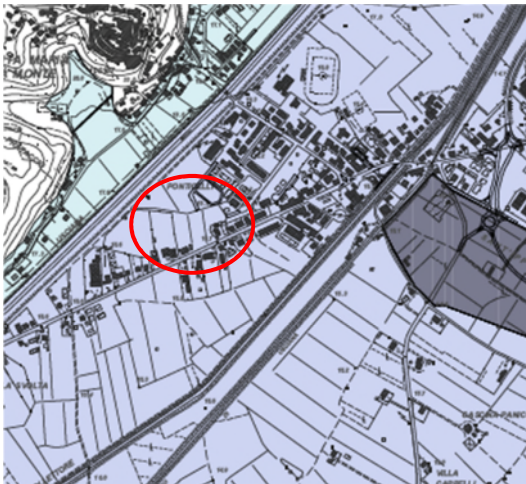
CARTA IDROGEOLOGICA (Piano Strutturale luglio 2014)






- Pozzi (da archivi regionali e nazionali. Aggiornamento 2013)
- s.l.m. 2014
s.l.m. 1996 Pozzi (ivello piezometrico negli anni 2014 e 1996)
- Opere idrauliche (al 1996)
- · - · - Spartiacque sotterraneo
- Isopiezometriche del 1° acquifero confinato - Rilievo Luglio 1996
- Corsi d'acqua
- Zona alimentazione (da Arno)
- Zona alimentazione (collinare)
- Zona alimentazione (collinare)
- Zona alto piezometrico
- Zona basso piezometrico
- Acquiferi alluvionali di fondo valle
- Acquiferi collinari

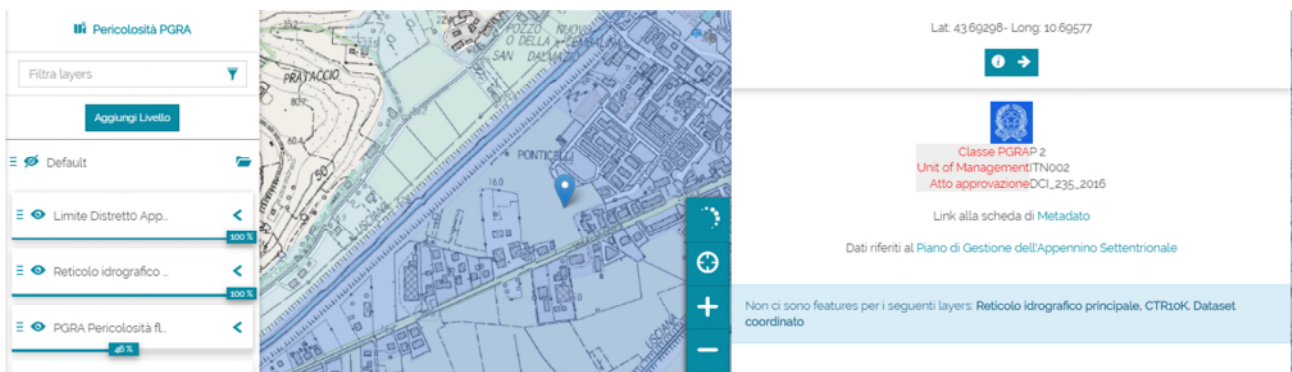
CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA DA P.G.R.A. (Distretto Idrografico)

(Regolamento urbanistico dicembre 2016)



	Aree a pericolosità da alluvione elevata (P3) corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore/uguale a 30 anni
	Aree a pericolosità da alluvione media (P2), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni;
	Aree a pericolosità da alluvione bassa (P1), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale.

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA – P.G.R.A.



CARTA DEI BATTENTI PER Tr 200 anni – P.G.R.A.



CARTA PERICOLOSITA' GEOLOGICA (Piano Strutturale luglio 2014)



	Pericolosità Geologica molto elevata (G.4)
	Pericolosità Geologica elevata (G.3)
	Pericolosità Geologica media (G.2)

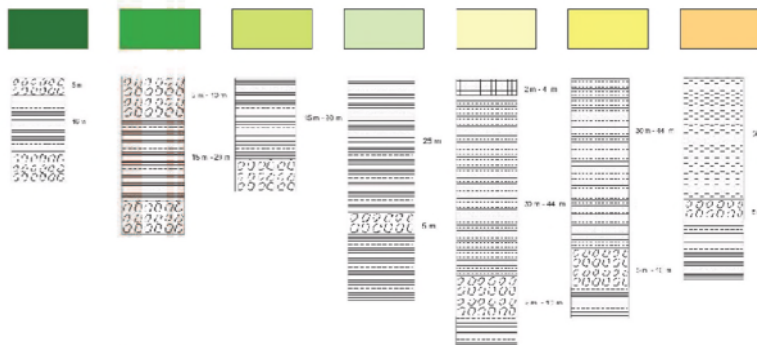
CARTA PERICOLOSITA' SISMICA (Piano Strutturale luglio 2014)



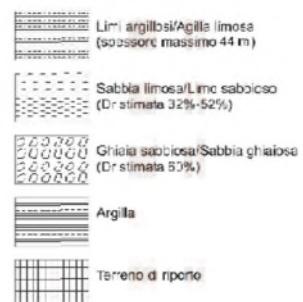
	ZONA 1	S.2 - Pericolosità sismica locale MEDIA
	ZONA 2	
	ZONA 3	
	ZONA 4	
	ZONA 5	S.3 - Pericolosità sismica locale ELEVATA
	ZONA 6	
	ZONA 7	
		S.4 - Pericolosità sismica locale MOLTO ELEVATA

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

Zona 1 Zona 2 Zona 3 Zona 4 Zona 5 Zona 6 Zona 7



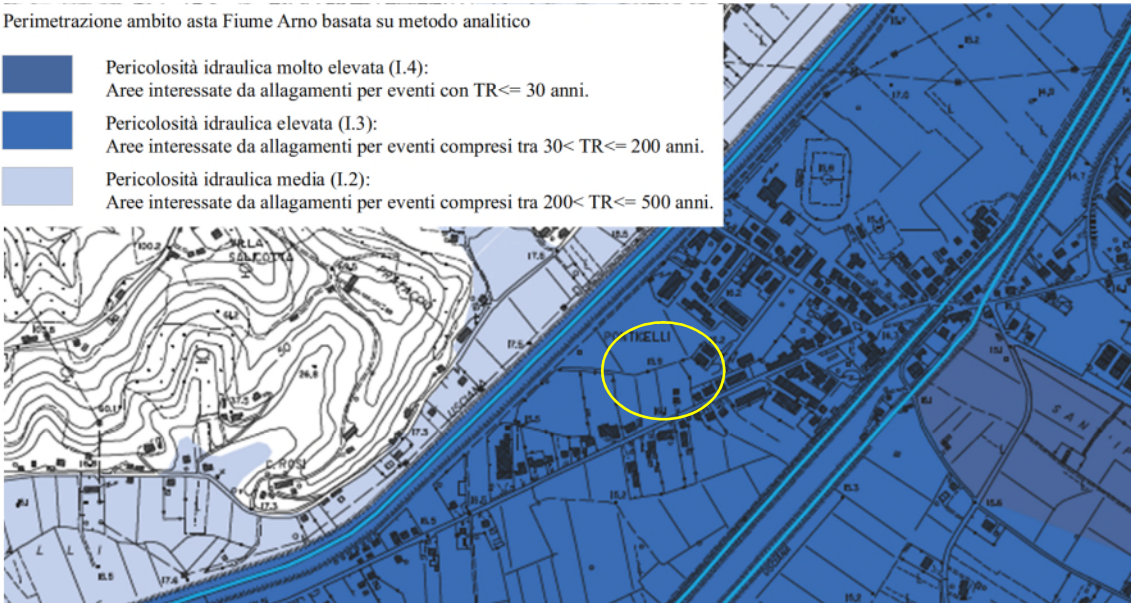
Litologie dei terreni di copertura



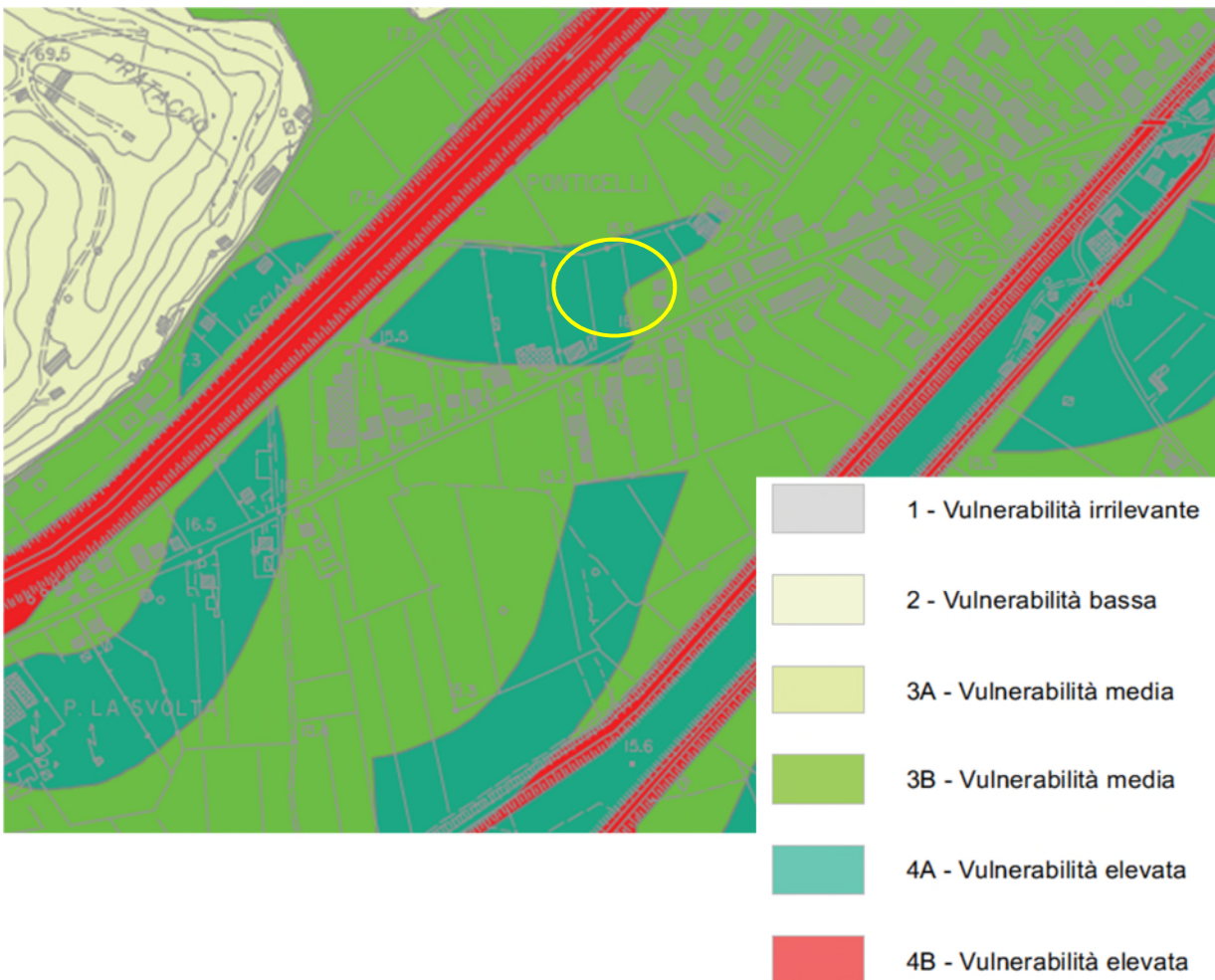
CARTA PERICOLOSITA' IDRAULICA (Piano Strutturale luglio 2014)

Perimetrazione ambito asta Fiume Arno basata su metodo analitico

- Pericolosità idraulica molto elevata (I.4):
Aree interessate da allagamenti per eventi con $TR \leq 30$ anni.
- Pericolosità idraulica elevata (I.3):
Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < TR \leq 200$ anni.
- Pericolosità idraulica media (I.2):
Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < TR \leq 500$ anni.



CARTA DELLE AREE CON PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE (Piano Strutturale luglio 2014)

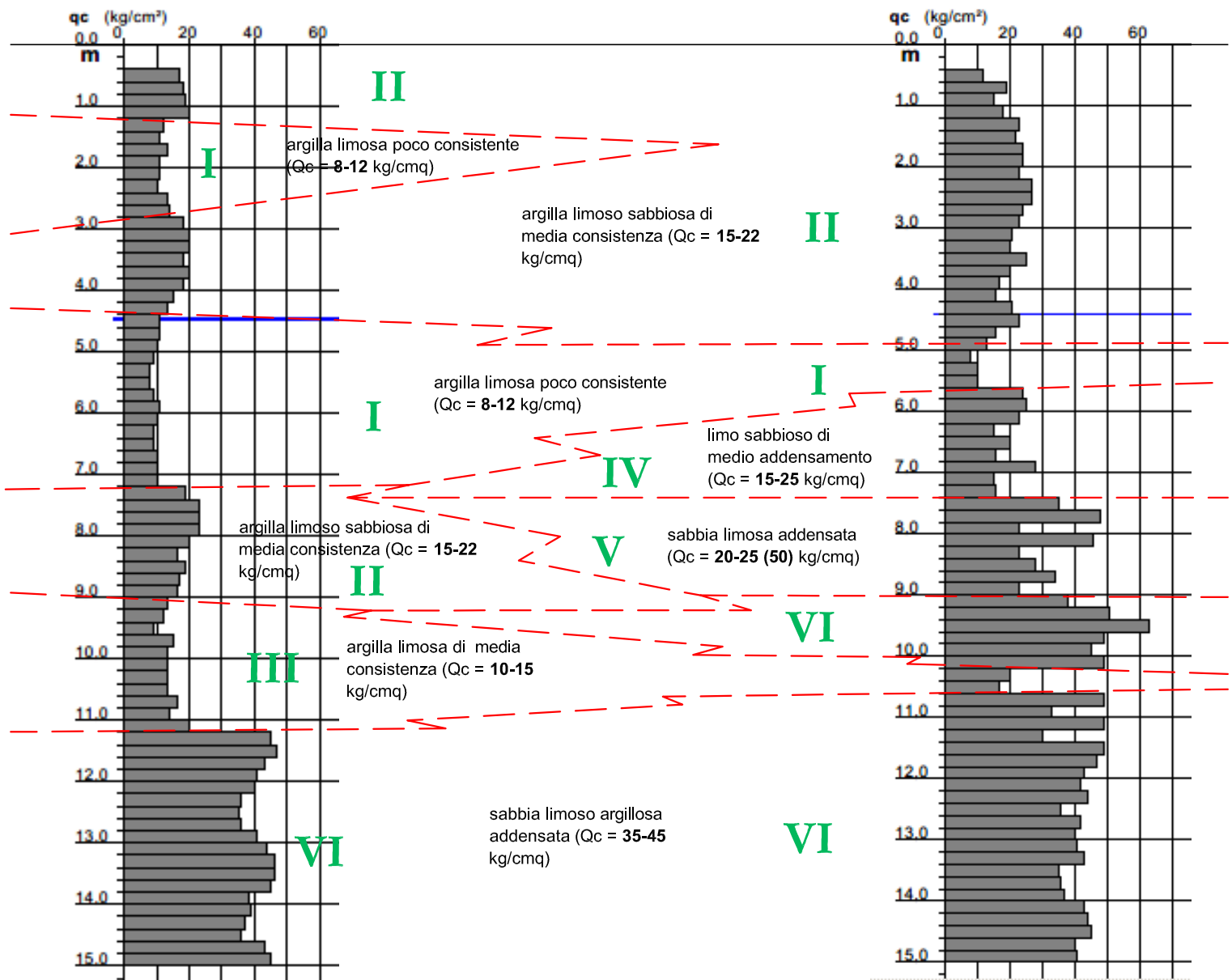


SEZIONE STRATIGRAFICO - GEOTECNICA

scala 1:100

P1

P2



MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

	PESO DI VOLUME	COESIONE NON DRENATA (*)	ANGOLO DI ATTRITO DRENATO	COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA
I	$\gamma = 17,5 \text{ kN/mc}$	$C_u = 40-55 \text{ kPa}$		$E = 35-45 \text{ kg/cm}^2$
II	$\gamma = 18,0 \text{ kN/mc}$	$C_u = 65-85 \text{ kPa}$	$\varphi' = 26-27^\circ \text{ c}' = 0 \text{ kPa}$	$E = 50-65 \text{ kg/cm}^2$
III	$\gamma = 17,5 \text{ kN/mc}$	$C_u = 50-65 \text{ kPa}$		$E = 40-50 \text{ kg/cm}^2$
IV	$\gamma = 18,5 \text{ kN/mc}$	$C_u = 65-85 \text{ kPa}$	$\varphi' = 27-28^\circ \text{ c}' = 0 \text{ kPa}$	$E = 50-65 \text{ kg/cm}^2$
V	$\gamma = 18,5 \text{ kN/mc}$	$C_u = 80-90 \text{ kPa}$	$\varphi' = 28-29^\circ \text{ c}' = 0 \text{ kPa}$	$E = 60-70 \text{ kg/cm}^2$
VI	$\gamma = 19,0 \text{ kN/mc}$	$C_u = 110-150 \text{ kPa}$	$\varphi' = 30-31^\circ \text{ c}' = 0 \text{ kPa}$	$E = 100-135 \text{ kg/cm}^2$

(*) parametri da assumersi in alternativa tra loro per verifiche a breve e lungo termine

PENETRATIO s.n.c.

di Lotti Giuseppe e Gian Paolo
Via P.Maioli 37, 56028 San Miniato (PI)
tel.0571418116
PEC: penetratiosnc@lamiapec.it

Rif.	136	2020
------	-----	------

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 1

committente:	COMUNE SANTA MARIA A MONTE	data:	11/04/20
cantiere:		profondità prova:	15,00
località:	VIA USCIANA	quota inizio:	p.c.
operatore:	Geol. G. Lotti P. Gianì	profondità falda:	4,45

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Penetrometro: statico/dinamico PAGANI TG 63-200 da 20 ton, autoancorante

Sistema di ancoraggio: aste elicoidali di serie (mm) Ø100x750

Sistema di misura: cella di carico AEP con visualizzatore Pagani

Punta: conica meccanica Ø 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)

Manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (Ø 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)

Velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)

Spinta massima rilevabile dalla cella di carico 200 kN

Passo di lettura 0,20 m



PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.0105-157

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE SANTA MARIA MONTE	- data : 11/04/2020
- lavoro : --	- quota inizio : Piano Campagna
- località : VIA USCIANA	- falda : 4,45 da quota inizio
- assist. cantiere :	

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	7,80	23,0	41,0	23,0	1,27	18,0
0,40	----	----	--	0,47	----	8,00	23,0	42,0	23,0	1,13	20,0
0,60	17,0	24,0	17,0	1,40	12,0	8,20	20,0	37,0	20,0	1,27	16,0
0,80	18,0	39,0	18,0	1,07	17,0	8,40	16,0	35,0	16,0	1,60	10,0
1,00	19,0	35,0	19,0	1,53	12,0	8,60	19,0	43,0	19,0	0,93	20,0
1,20	20,0	43,0	20,0	1,27	16,0	8,80	17,0	31,0	17,0	1,00	17,0
1,40	12,0	31,0	12,0	0,73	16,0	9,00	16,0	31,0	16,0	0,87	18,0
1,60	11,0	22,0	11,0	0,47	24,0	9,20	13,0	26,0	13,0	0,67	19,0
1,80	13,0	20,0	13,0	0,60	22,0	9,40	12,0	22,0	12,0	0,60	20,0
2,00	11,0	20,0	11,0	0,53	21,0	9,60	9,0	18,0	9,0	0,40	22,0
2,20	11,0	19,0	11,0	0,53	21,0	9,80	15,0	21,0	15,0	0,47	32,0
2,40	10,0	18,0	10,0	0,67	15,0	10,00	13,0	20,0	13,0	0,53	24,0
2,60	13,0	23,0	13,0	0,67	19,0	10,20	13,0	21,0	13,0	0,47	28,0
2,80	14,0	24,0	14,0	0,80	17,0	10,40	13,0	20,0	13,0	0,47	28,0
3,00	18,0	30,0	18,0	0,80	22,0	10,60	13,0	20,0	13,0	0,47	28,0
3,20	20,0	32,0	20,0	0,93	21,0	10,80	16,0	23,0	16,0	0,67	24,0
3,40	20,0	34,0	20,0	1,13	18,0	11,00	14,0	24,0	14,0	0,60	23,0
3,60	18,0	35,0	18,0	1,00	18,0	11,20	20,0	29,0	20,0	0,93	21,0
3,80	20,0	35,0	20,0	1,07	19,0	11,40	45,0	59,0	45,0	1,07	42,0
4,00	18,0	34,0	18,0	1,00	18,0	11,60	47,0	63,0	47,0	1,13	41,0
4,20	15,0	30,0	15,0	0,87	17,0	11,80	43,0	60,0	43,0	1,47	29,0
4,40	13,0	26,0	13,0	0,67	19,0	12,00	41,0	63,0	41,0	1,33	31,0
4,60	11,0	21,0	11,0	0,53	21,0	12,20	40,0	60,0	40,0	1,00	40,0
4,80	11,0	19,0	11,0	0,47	24,0	12,40	36,0	51,0	36,0	1,13	32,0
5,00	10,0	17,0	10,0	0,40	25,0	12,60	35,0	52,0	35,0	1,13	31,0
5,20	9,0	15,0	9,0	0,40	22,0	12,80	36,0	53,0	36,0	1,20	30,0
5,40	8,0	14,0	8,0	0,33	24,0	13,00	41,0	59,0	41,0	1,00	41,0
5,60	8,0	13,0	8,0	0,47	17,0	13,20	44,0	59,0	44,0	1,60	27,0
5,80	9,0	16,0	9,0	0,47	19,0	13,40	46,0	70,0	46,0	1,67	28,0
6,00	11,0	18,0	11,0	0,60	18,0	13,60	46,0	71,0	46,0	1,33	34,0
6,20	10,0	19,0	10,0	0,47	21,0	13,80	45,0	65,0	45,0	0,80	56,0
6,40	9,0	16,0	9,0	0,40	22,0	14,00	38,0	50,0	38,0	0,93	41,0
6,60	9,0	15,0	9,0	0,47	19,0	14,20	39,0	53,0	39,0	1,53	25,0
6,80	10,0	17,0	10,0	0,47	21,0	14,40	37,0	60,0	37,0	1,00	37,0
7,00	10,0	17,0	10,0	0,60	17,0	14,60	36,0	51,0	36,0	1,07	34,0
7,20	10,0	19,0	10,0	0,73	14,0	14,80	43,0	59,0	43,0	1,00	43,0
7,40	19,0	30,0	19,0	1,13	17,0	15,00	45,0	60,0	45,0	-----	----
7,60	23,0	40,0	23,0	1,20	19,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA

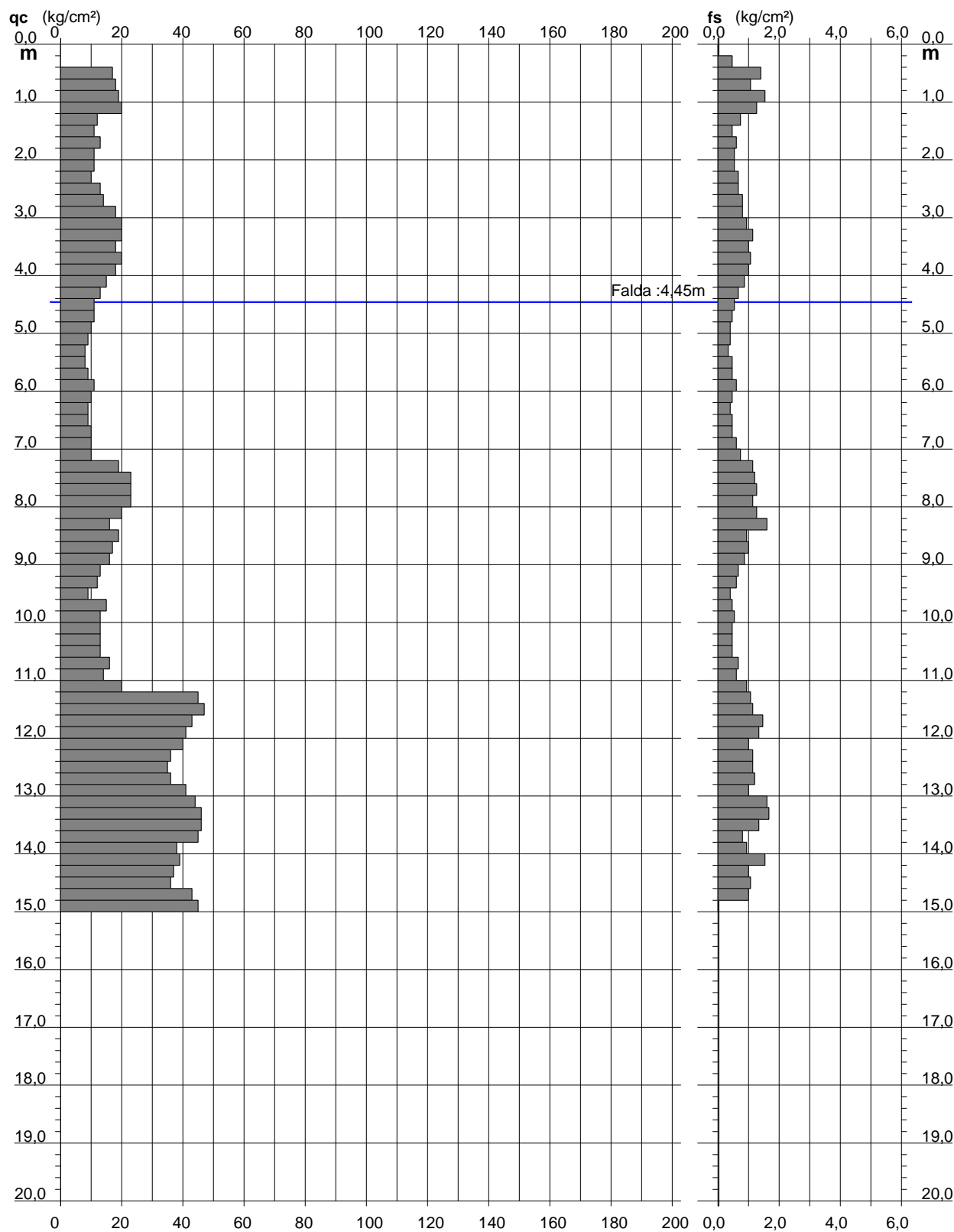
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.0105-157

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE SANTA MARIA MONTE
 - lavoro : --
 - località : VIA USCIANA
 - assist. cantiere :

- data : 11/04/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : 4,45 da quota inizio



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

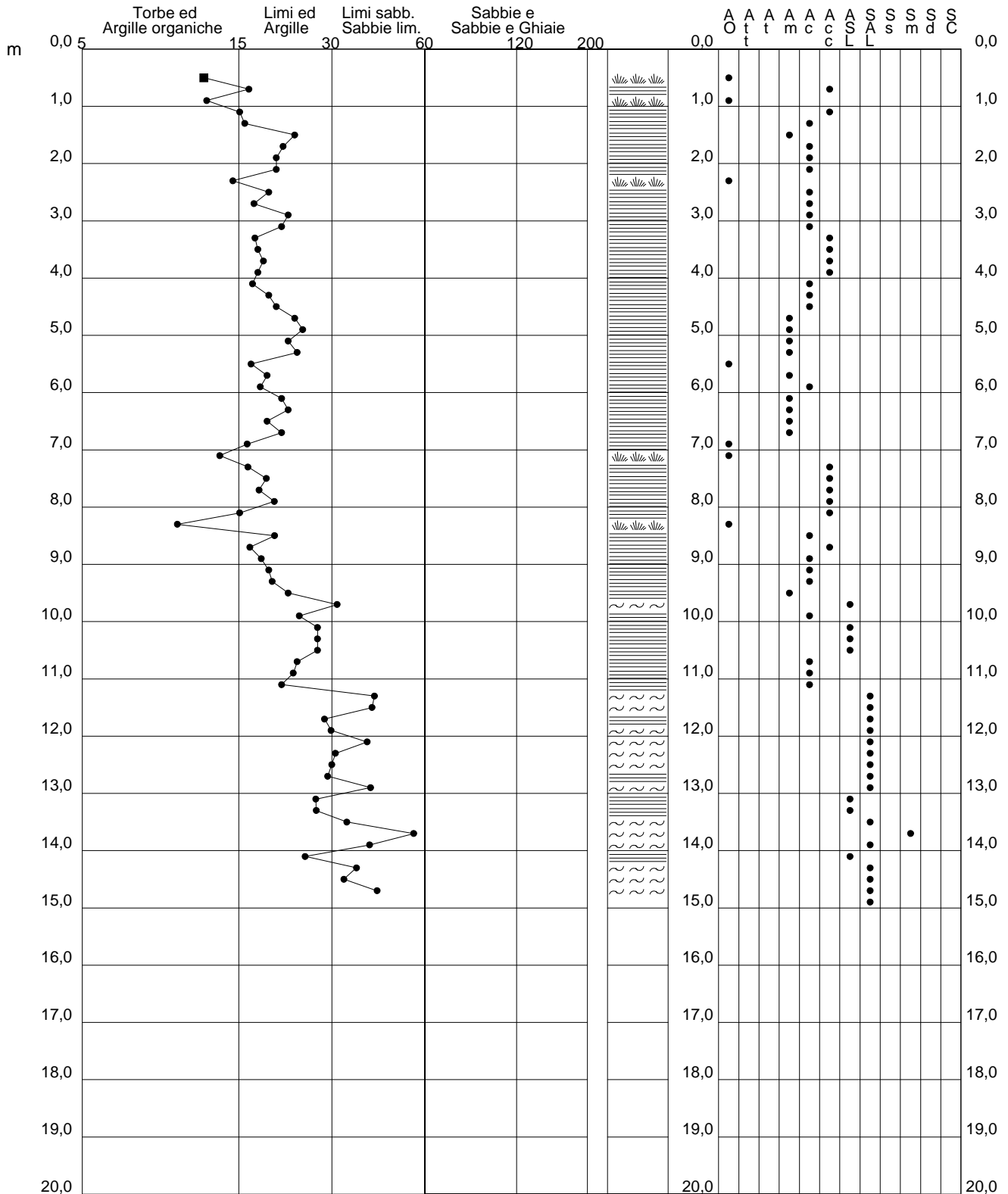
2.0105-157

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE SANTA MARIA MONTE
 - lavoro : --
 - località : VIA USCIANA
 - assist. cantiere :

- data : 11/04/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : 4,45 da quota inizio

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



PENETRATIO s.n.c.

di Lotti Giuseppe e Gian Paolo
Via P.Maioli 37, 56028 San Miniato (PI)
tel.0571418116
PEC: penetratiosnc@lamiapec.it

Rif.	136	2020
------	-----	------

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 2

committente:	COMUNE SANTA MARIA A MONTE	data:	11/04/20
cantiere:		profondità prova:	15,00
località:	VIA USCIANA	quota inizio:	p.c.
operatore:	Geol. G. Lotti P. Gianì	profondità falda:	4,4

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Penetrometro: statico/dinamico PAGANI TG 63-200 da 20 ton, autoancorante

Sistema di ancoraggio: aste elicoidali di serie (mm) Ø100x750

Sistema di misura: cella di carico AEP con visualizzatore Pagani

Punta: conica meccanica Ø 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)

Manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (Ø 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)

Velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)

Spinta massima rilevabile dalla cella di carico 200 kN

Passo di lettura 0,20 m



PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.0105-157

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE SANTA MARIA MONTE	- data : 11/04/2020
- lavoro : --	- quota inizio : Piano Campagna
- località : VIA USCIANA	- falda : 4,40 da quota inizio
- assist. cantiere :	

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	7,80	48,0	57,0	48,0	1,13	42,0
0,40	----	----	--	0,20	----	8,00	23,0	40,0	23,0	1,13	20,0
0,60	12,0	15,0	12,0	0,73	16,0	8,20	46,0	63,0	46,0	0,47	99,0
0,80	19,0	30,0	19,0	1,40	14,0	8,40	23,0	30,0	23,0	0,80	29,0
1,00	15,0	36,0	15,0	1,47	10,0	8,60	28,0	40,0	28,0	0,93	30,0
1,20	18,0	40,0	18,0	1,13	16,0	8,80	34,0	48,0	34,0	0,93	36,0
1,40	23,0	40,0	23,0	1,53	15,0	9,00	23,0	37,0	23,0	0,93	25,0
1,60	22,0	45,0	22,0	1,73	13,0	9,20	38,0	52,0	38,0	0,73	52,0
1,80	24,0	50,0	24,0	1,80	13,0	9,40	51,0	62,0	51,0	0,80	64,0
2,00	24,0	51,0	24,0	1,93	12,0	9,60	63,0	75,0	63,0	2,00	32,0
2,20	23,0	52,0	23,0	1,87	12,0	9,80	49,0	79,0	49,0	2,20	22,0
2,40	27,0	55,0	27,0	1,93	14,0	10,00	45,0	78,0	45,0	1,13	40,0
2,60	27,0	56,0	27,0	2,27	12,0	10,20	49,0	66,0	49,0	1,47	33,0
2,80	24,0	58,0	24,0	2,27	11,0	10,40	20,0	42,0	20,0	1,07	19,0
3,00	23,0	57,0	23,0	2,20	10,0	10,60	17,0	33,0	17,0	1,07	16,0
3,20	21,0	54,0	21,0	2,00	10,0	10,80	49,0	65,0	49,0	1,47	33,0
3,40	20,0	50,0	20,0	2,07	10,0	11,00	33,0	55,0	33,0	1,53	22,0
3,60	25,0	56,0	25,0	1,93	13,0	11,20	49,0	72,0	49,0	1,67	29,0
3,80	20,0	49,0	20,0	1,40	14,0	11,40	30,0	55,0	30,0	1,13	26,0
4,00	17,0	38,0	17,0	1,27	13,0	11,60	49,0	66,0	49,0	1,53	32,0
4,20	16,0	35,0	16,0	0,93	17,0	11,80	47,0	70,0	47,0	1,13	41,0
4,40	21,0	35,0	21,0	0,93	22,0	12,00	43,0	60,0	43,0	0,93	46,0
4,60	23,0	37,0	23,0	1,13	20,0	12,20	42,0	56,0	42,0	0,87	48,0
4,80	16,0	33,0	16,0	0,67	24,0	12,40	44,0	57,0	44,0	0,60	73,0
5,00	13,0	23,0	13,0	0,60	22,0	12,60	36,0	45,0	36,0	1,07	34,0
5,20	8,0	17,0	8,0	0,33	24,0	12,80	42,0	58,0	42,0	1,33	31,0
5,40	10,0	15,0	10,0	0,40	25,0	13,00	40,0	60,0	40,0	1,20	33,0
5,60	10,0	16,0	10,0	0,47	21,0	13,20	41,0	59,0	41,0	1,47	28,0
5,80	24,0	31,0	24,0	0,67	36,0	13,40	43,0	65,0	43,0	1,67	26,0
6,00	25,0	35,0	25,0	0,60	42,0	13,60	35,0	60,0	35,0	1,00	35,0
6,20	23,0	32,0	23,0	0,47	49,0	13,80	36,0	51,0	36,0	1,40	26,0
6,40	15,0	22,0	15,0	0,73	20,0	14,00	37,0	58,0	37,0	1,73	21,0
6,60	20,0	31,0	20,0	0,47	43,0	14,20	43,0	69,0	43,0	1,80	24,0
6,80	16,0	23,0	16,0	0,53	30,0	14,40	44,0	71,0	44,0	1,67	26,0
7,00	28,0	36,0	28,0	0,67	42,0	14,60	45,0	70,0	45,0	2,00	22,0
7,20	15,0	25,0	15,0	0,60	25,0	14,80	40,0	70,0	40,0	1,67	24,0
7,40	16,0	25,0	16,0	0,87	18,0	15,00	41,0	66,0	41,0	-----	----
7,60	35,0	48,0	35,0	0,60	58,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA

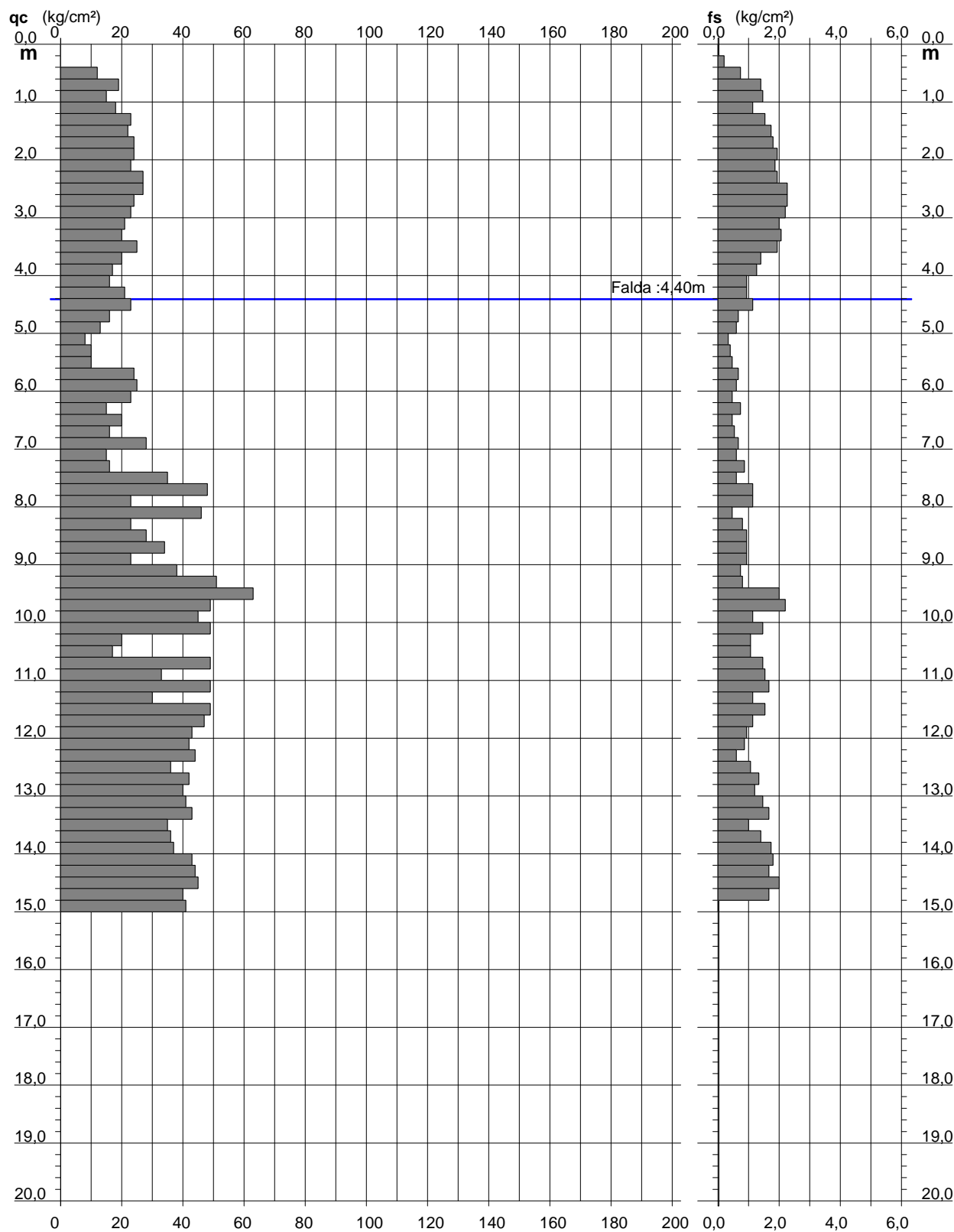
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.0105-157

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE SANTA MARIA MONTE
 - lavoro : --
 - località : VIA USCIANA
 - assist. cantiere :

- data : 11/04/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : 4,40 da quota inizio



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

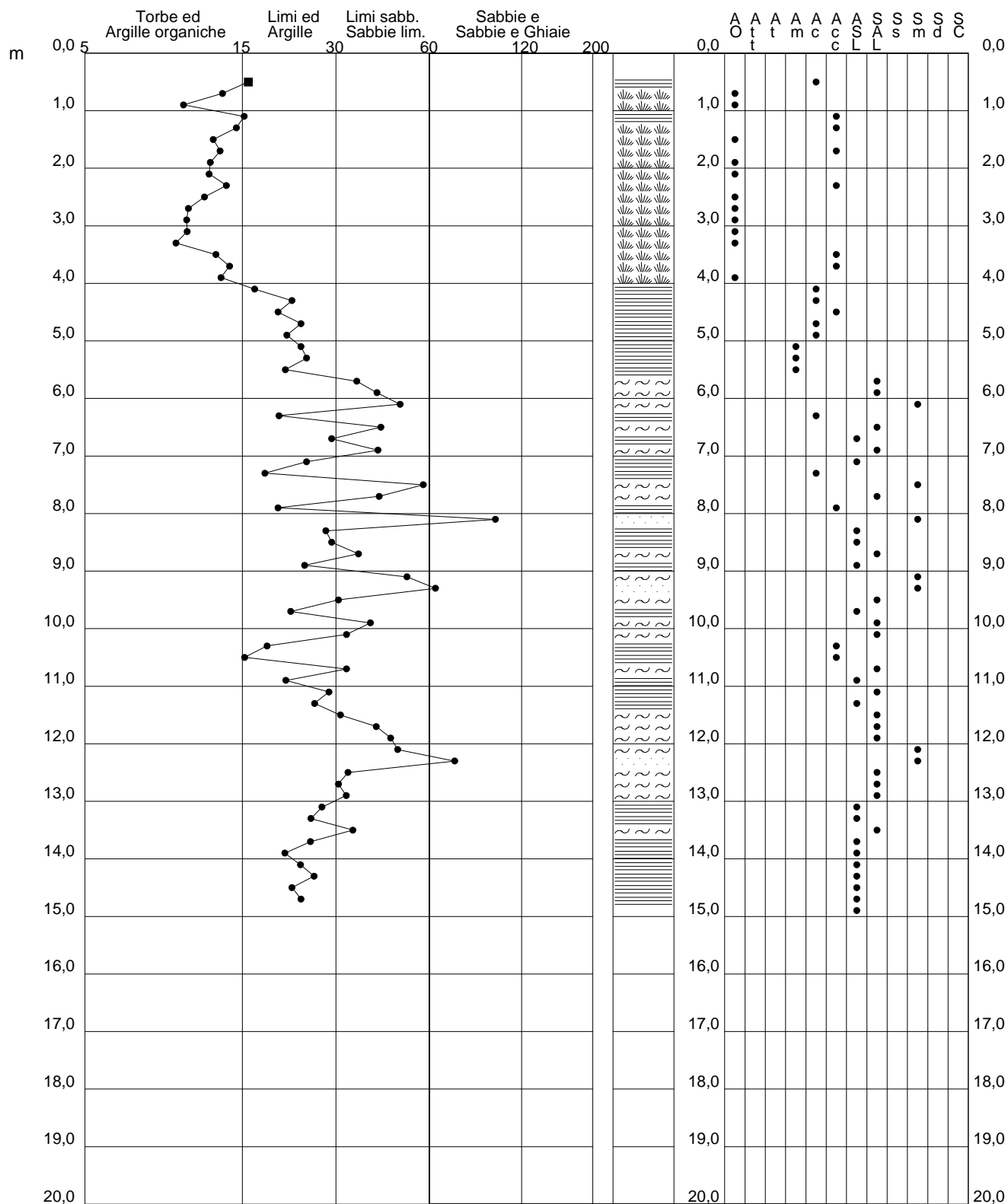
2.0105-157

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE SANTA MARIA MONTE
 - lavoro : --
 - località : VIA USCIANA
 - assist. cantiere :

- data : 11/04/2020
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : 4,40 da quota inizio

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.0105-157

- committente : AMMINISTRAZIONE COMUNALE SANTA MARIA MONTE
- lavoro : --
- localit  : VIA USCIANA
- assist. cantiere :

- data : 11/04/2020
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 4,40 da quota inizio

Table with columns for soil parameters: Prof. m, qc kg/cm2, qc/fs (-), Natura Litol., Y' t/m3, p'vo kg/cm2, Cu kg/cm2, OCR (-), Eu50 kg/cm2, Eu25 kg/cm2, Mo kg/cm2, Dr %, and various cone tip resistance values (ø1s, ø2s, ø3s, ø4s, ødm, ømy, Amax/g, E'50, E'25, Mo).