



Andrea Casella Geologo

Piazza Berlinguer 38, 56017 Metato (San Giuliano Terme - PI)

PIANO DI RECUPERO DI INIZIATIVA PRIVATA
NELL'AMBITO DEL SISTEMA AMBIENTALE "PONTELUNGO"
IN LOC. MADONNA DELL'ACQUA (SAN GIULIANO TERME - PI)
VIA SAN JACOPO, VIA DELLE PALANCHE, VIA DEL GELSO

SUBCOMPARTO 2

RELAZIONE GEOLOGICA

Comm.te: Sig.ri Cuppoletti Tiziano
 Cuppoletti Patrizia

FEBBRAIO 2019



PIANO DI RECUPERO DI INIZIATIVA PRIVATA NELL'AMBITO DEL SISTEMA AMBIENTALE "PONTELUNGO" IN LOC. MADONNA DELL'ACQUA (SAN GIULIANO TERME - PI) VIA SAN JACOPO, VIA DELLE PALANCHE, VIA DEL GELSO.

SUBCOMPARTO 2 .

RELAZIONE GEOLOGICA .

PREMESSE

Il presente studio è stato eseguito per definire le condizioni geologico-morfologiche, idrologico-idrogeologiche, litotecniche e geosismiche dell'area interessata da un piano di recupero nell'ambito del sistema ambientale "Pontelungo", in loc. Madonna dell'Acqua, San Giuliano Terme (PI). L'indagine su riferisce, in particolare, al "subcomparto 2".

L'area nel suo complesso è stata già interessata da studi geologici, e precisamente:

- fattibilità geologica (Giugno 2014) della variante al RU del sistema ambientale loc, Pontelungo;
- indagini geologiche (Ottobre 2015) di supporto al progetto di nuovo fabbricato nel subcomparto 3;
- specifica relazione geologica per la trasformazione nell'ambito del subcomparto 2 (Settembre 2017).

In virtù di tali precedenti studi e indagini sono disponibili, nella zona:

- indagine geofisica in sismica passiva;
- indagine geosismica di tipo MASW;
- due prove penetrometriche statiche (CPT).

La presente relazione è di aggiornamento alla relazione geologica del Settembre 2017, ai sensi del **PGRA**, della **LR 41/2018** e degli studi geologici e idraulici di supporto al **POC** di San Giuliano Terme.

Il complesso di indagini geognostiche e geosismiche in oggetto consente di disporre dei dati necessari a supportare l'intervento sia sotto l'aspetto litotecnico-geotecnico sia sotto l'aspetto geosismico.

INQUADRAMENTO GENERALE

La zona in oggetto è posta in loc. "Tre Ponti", ca. 1 Km a NE dell'abitato di Madonna dell'Acqua, poco a Sud del "Fosso Doppio" e dell' "Antifosso Canova".

L'area oggetto del presente piano di recupero corrisponde al *subcomparto 2*, ed è compresa fra Via del Gelso e Via delle Palanche (vedere cartografie di dettaglio allegate). La quota di campagna varia (vedere con maggiore dettaglio nel seguito) tra gli 1,75 e 1,90 metri slm, mentre per la viabilità circostante si va dai 2,00-2,25 m di Via del Gelso (a N) e i 2,50 m di Via delle Palanche (a S).

GEOLOGIA - GEOMORFOLOGIA

Come rilevabile dall'allegata carta di inquadramento geologico, la zona in oggetto è impostata nei depositi alluvionali olocenici. In base alle indagini geognostiche effettuate si ha

che per lo strato superficiale di nostro interesse prevalgono sedimenti argilloso-limosi di consistenza perlopiù bassa.

In carta sono evidenziati i corsi della rete idrografica artificiale principale: Antifosso di Cànova, Fosso Doppio.

La zona in oggetto si presenta complessivamente pianeggiante, leggermente depressa rispetto alla viabilità principale. Le salienze morfologiche principali sono appunto di origine antropica: viabilità, rilevati dei canali principali, riporti legati all'urbanizzazione.

Il terreno è, nelle zone non edificate, a prevalente prato, giardino, orto e vegetazione spontanea. Non si segnalano nell'area fenomenologie di dissesto, processi morfologici in corso o, dato l'assetto pianeggiante, situazioni al limite di equilibrio.

IDROGEOLOGIA

Dal punto di vista idrogeologico si ha che in zona è presente una falda freatica, il cui livello piezometrico presenta una certa variabilità a base stagionale, attestandosi in media a +0,5/0,6 metri slm, con occasionali possibili risalite anche a quote superiori.

Data la presenza di litotipi limo-argillosi scarsamente permeabili, a tratti la falda può risultare parzialmente confinata

Nei fori delle prove penetrometriche si è rilevata una quota dell'acqua a -1,2 m da p.campagna locale (prova CPT1) e a -1,40 (prova CPT2). Data il leggero dislivello tra le quote di campagna, si tratta di un dato ben sovrapponibile.

PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ DA PRECEDENTE STRUMENTO URBANISTICO COMUNALE

Nella cartografia di pericolosità di supporto allo strumento urbanistico del comune di San Giuliano T.me (studi redatti secondo precedenti normative) l'area in oggetto è classificata a grado di pericolosità **media**, classe **3**, e in particolare **3-2**, intendendo con ciò :

- classe 3 secondo la *DCR 230/94*, quindi per le problematiche idrauliche
- classe 2 secondo la *DCR 94/85*, quindi per le problematiche geologico-morfologiche.

Per quanto riguarda la fattibilità, nella cartografia specifica di supporto al Regolamento Urbanistico comunale, l'area è indicata in classe **2** - **fattibilità con normali vincoli da precisare a livello di progetto**.

PERICOLOSITÀ IDRAULICA DA PAI E PGRA BACINO SERCHIO

Nella "Carta delle norme di piano nel settore del rischio idraulico" della Variante al Piano di Bacino F. Serchio (secondo aggiornamento - Dicembre 2015) l'area in oggetto si inquadra in zona **P2** - **aree a moderata probabilità di inondazione** (pericolosità idraulica elevata). Tali aree sono disciplinate dall' art. 23 delle Norme.

Con riferimento al *Piano Gestione Rischio Alluvioni* del distretto idrografico pilota del fiume Serchio, l'area è compresa nella mappa di pericolosità relativa allo scenario di alluvioni *poco frequenti* (**P2** - **media probabilità**) con battente indicativo fra 0,0 e 0,3 m.

Alla presente relazione sono allegati due pareri dell' Aut. Bacino F. Serchio:

- Il primo è relativo all'iter della variante al R.U. del sistema ambientale Pontelungo; in esso è

evidenziato che “*sull'area in esame è atteso un tirante per TR 200 anni di circa 30 cm*”. Viene altresì verificato che “gli interventi previsti dal PdR sono ammessi dal vigente Piano di bacino e condizionati ad opere di autosicurezza (cfr. Matrice II, punti 6 e 11, e art. 50 delle Norme)”.

- Il secondo (successivo) si riferisce al Piano di Recupero (prot. 23.06.2015); in esso vengono ribaditi i punti del precedente parere, con l'aggiunta della prescrizione “*i piani di calpestio dei nuovi immobili residenziali dovranno essere realizzati ad una quota minima di m 1,20 rispetto ai punti più depressi dell'area di intervento (presenti nelle aree sud-ovest del subcomparto 3)*”.

PERICOLOSITÀ AI SENSI DEL DPGR n. 53/R del 25.10.2011

Considerati gli approfondimenti geologici, geo-sismici e idraulici, in relazione all'area in esame si può in sintesi definire quanto segue:

- **Pericolosità geologica bassa (G.1):** aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.
- **Pericolosità idraulica elevata (I.3)** in quanto secondo le cartografie dell' Aut. Bacino F. Serchio l'area è soggetta ad allagamenti per eventi duecentennali.
- Le indagini di approfondimento geo-sismico (HVSr) effettuate nell'ambito degli studi di fattibilità della variante hanno evidenziato un fenomeno di risonanza non particolarmente pronunciato; quindi, pur avendo esso un significato di passaggio litologico fra terreni a diversa velocità sismica, non si ritiene che esistano le premesse per attribuire all'area una pericolosità sismica locale elevata, ma si rientri nella classe di **Pericolosità sismica locale media (S.2)**, in quanto *zone stabili suscettibili di fenomeni di amplificazione locale* (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3).

FATTIBILITÀ AI SENSI DEL DPGR n. 53/R del 25.10.2011

Sulla base delle caratteristiche di pericolosità rilevate per l'area, e della destinazione d'uso, sono state definite le classi di fattibilità specifiche per l'intervento in esame.

- La fattibilità in relazione agli aspetti geomorfologici è **Fg2** : cioè in fase esecutiva è necessario basare la progettazione dei vari interventi su dati geognostici che consentano la valutazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, considerando i disposti del *D.M. 14.01.2008* e del *DPGR 9 luglio 2009 n. 36/R*. A supporto della fase esecutiva dei vari interventi è quindi richiesta un'indagine geognostica puntuale di approfondimento, per acquisire i parametri sui quali basare un corretto progetto delle strutture di fondazione.
- La fattibilità in relazione agli aspetti idraulici è **Fi4**, in relazione alle condizioni di pericolosità idraulica e all'esistenza di prescrizioni specifiche per la messa in sicurezza; l'attuazione dell'intervento è infatti subordinata alla realizzazione di interventi di auto-sicurezza.

Nella tavola specifica allegata sono indicate le quote di campagna del lotto, e le quote di progetto, che rispondono all'esigenza di portarsi con il piano di calpestio a una quota minima di +1,20 m rispetto a quella più depressa, quindi a +2,70 metri slm. Tale situazione è indicata nelle tavole specificatamente redatte dal progettista sia a livello planimetrico che nella sezione attraverso il lotto in oggetto.

Relativamente al *non aumento di pericolosità* in altre aree, si può fare riferimento al punto c del par. 3.2.2.2. del *Reg. 53/R*, che indica che ai fini dell'incremento del livello di rischio possono non essere considerati gli interventi urbanistico-edilizi comportanti volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a:

200 m³ – in caso di bacino sotteso dalla previsione di dimensioni fino a 1 Km² ;

500 m³ – in caso di bacino sotteso dalla previsione di dimensioni fra 1 e 10 Km² ;

1000 m³ – in caso di bacino sotteso dalla previsione di dimensioni superiori a 10 Km² .

Nel caso in oggetto è stato redatto dai progettisti un calcolo specifico che indica come, considerati i volumi demoliti e quelli di nuova edificazione, il previsto rialzo del p.calpestio dell'edificio e le modifiche morfologiche comportino una volumetria totale sottratta all'esondazione ben inferiore a tali dati, anzi prossima alla compensazione.

- La fattibilità in relazione agli aspetti sismici viene definita come **Fs2**, in accordo con il grado di pericolosità sismica locale evidenziato (S2). Non vengono quindi indicate condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa, fatto salvo quanto previsto dalle norme correnti (*NTC 14.01.2018* e *DPGR 36/R-2009*), per cui per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia dovranno eseguirsi i necessari approfondimenti relativamente alla situazione geo-sismica locale.

AGGIORNAMENTI RELATIVAMENTE ALLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Si aggiorna il quadro sulla base dei seguenti studi e disposizioni successivi alla redazione della nostra precedente relazione (del Settembre 2017):

- cartografia del *Piano Gestione Rischio Alluvioni* dell' Autorità di Bacino distrettuale dell' Appennino Settentrionale ;
- classificazione di pericolosità del **POC** adottato dal Comune di San Giuliano Terme ;
- studi idraulici effettuati in occasione del **POC** stesso ;
- disposti della **LR 41/2018**.

PGRA

Nella relativa cartografia, di cui si allega un estratto, la zona è interamente compresa in classe *P2* , che corrisponde ad aree interessate da fenomeni esondativi per tempi di ritorno compresi tra i 30 ed i 200 anni. Da questo punto di vista non vi sono quindi variazioni rispetto alla situazione presa in considerazione nel precedente studio.

POC

Nella carta della pericolosità idraulica di supporto al *Piano Operativo Comunale* (adozione) la zona è classificata a pericolosità idraulica elevata (**I.3**) : *aree interessate da allagamenti con tempi di ritorno compresi fra i 30 ed i 200 anni (da strumenti sovraordinati - PGRA - PAI Serchio)*. Anche in questo caso non si hanno variazioni rispetto alla classificazione di pericolosità ai sensi del *DPGR 53/R* precedentemente definita per l'area.

Negli studi idraulici di supporto al **POC** sono indicati per l'area di intervento battenti duecentennali compresi fra 0,13 e 0,19 m (vedere estratto allegato), quindi ancora inferiori ai 30 cm a suo tempo indicati per l'area dall' Aut. Bacino Serchio.

LR 41/2018

Nella normativa in oggetto, facendo riferimento, in particolare, al *CAPO II* (gestione del rischio di alluvioni), per interventi di nuova costruzione nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti (Art. 11 punto 2) si ha che:

“indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati interventi di nuova costruzione a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all’art. 8 comma 1, lettere a), b) o c)”

Nel caso in oggetto possiamo fare riferimento a opere di tipo **c)** (Art. 8 della LR 41) :

“opere di sopraelevazione, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre aree”.

La sopraelevazione già prevista, in progetto, per l'edificio in progetto, secondo le prescrizioni dell' Aut. Bacino Serchio e della Regione Toscana, comporta un rialzamento già molto superiore al battente duecentennale previsto sia secondo le indicazioni dell' Aut. Bacino sia secondo gli studi idraulici di supporto al POC.

Quindi l'intervento è attuabile anche ai sensi dei disposti della *LR 41/2018*.

Per quanto riguarda il *non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree*, è già stato sottolineato come l'effettivo volume sottratto all'esondazione sia inferiore ai 200 m² indicati nel *Reg. 53/R* ; tale punto è ribadito anche nelle condizioni di fattibilità idraulica indicate nella relazione di supporto al *POC* adottato (all. 4 - M1).

A ulteriore cautela ai fini del non aggravio, si prescrive di intervenire sulle fosse di scolo, ampliandone la sezione, in modo da avere un'ulteriore compensazione dei volumi e da facilitare il deflusso delle acque in occasione di eventuali fenomeni di allagamento/esondazione.

CARATTERISTICHE LITOTECNICHE

L'allegata planimetria generale scala 1:500 indica la posizione delle prove penetrometriche statiche effettuate nella zona dalla ditta *Mappo Geognostica Srl* (autorizzata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni) con attrezzatura *Pagani TG63* da 20 t. La profondità raggiunta è di 8,8 m dalla locale quota di campagna, e i relativi dati e diagrammi sono allegati alla presente relazione.

Il lotto in oggetto (attualmente di difficoltosa accessibilità) è posto fra le due prove, che come vedremo hanno andamento analogo, per cui si ritiene che l'allegata sezione litotecnica di correlazione fra le CPT sia idonea a schematizzare l'assetto litologico-geotecnico dell'area di intervento.

La prova penetrometrica statica di tipo CPT si articola nell'infissione di successivi tratti di asta di 20 cm, con velocità costante di $2 \pm 0,5$ cm/sec, con misurazione delle seguenti grandezze:

- resistenza alla punta;
- resistenza alla punta + manicotto;
- resistenza totale (punta + manicotto + batteria delle aste).

Si perviene così alla determinazione di:

- resistenza alla punta (Qc o Rp) [Kg/cm²]
- resistenza laterale (RI) [Kg/cm²]

- resistenza totale (T) .

Il rapporto tra resistenza alla punta e resistenza laterale consente poi, in base a diverse relazioni (*Begemann - Schmertmann - etc.*) una valutazione di massima delle caratteristiche litologico-granulometriche dei terreni attraversati.

I dati delle due prove, elaborati ed interpretati, hanno consentito di schematizzare il locale assetto litotecnico secondo strati assimilabili ad omogenei, mediante una sezione di correlazione, alla quale si rimanda per i dettagli, e che evidenzia, in sintesi, quanto segue:

- in superficie è presente uno strato di terreno vegetale e superficiale indurito di spessore di 0,8 m circa;
- fra 0,8 e 3,2 m si hanno prevalenti litotipi argilloso-limosi, perlopiù di medio-bassa consistenza;
- fra 3,2 e 4,8/5,2 m si hanno prevalenti limi argillosi e argille limose di bassa o medio-bassa consistenza;
- da tale quota fino a f.foro si hanno argille limose (organiche ?) di consistenza perlopiù molto bassa.

La parametrizzazione geotecnica indicata in sezione deriva dall'elaborazione dei dati delle penetrometrie statiche, in base alle seguenti relazioni:

- **compressibilità**, espressa in termini di *modulo di compressibilità volumetrica* m_v , tramite le relazioni:

- $m_v = 1 / (\alpha Q_c)$ (per gli strati coesivi)

- $E_{ed} = 1/m_v = 1,7 Q_c + 25$ (per gli strati granulari)

- **resistenza non drenata** c_u per gli strati a dominante coesiva mediante la relazione:

- $Q_c = N_c(F_v) c_u + \sigma_{vo}$

* * *

In relazione alla schematizzazione geotecnica operata per il terreno di fondazione, per strati assimilabili ad omogenei, si osserva che i parametri indicati in sezione possono considerarsi "parametri caratteristici" ai sensi del *DM 17.01.2018*, che al punto 6.2.2. 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”.

Il tutto considerando anche le “Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni»” (*MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI - CIRCOLARE 2 Febbraio 2009 n. 617*) che indicavano quanto segue :

“nelle valutazioni che il progettista deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta 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, con possibile compensazione delle eterogeneità o 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.”

Nel caso quindi di una struttura di fondazione che interessi un volume più limitato di terreno (ad es. fondazioni a plinti) è necessario, per le successive verifiche geotecniche, adottare i valori *minimi* di resistenza evidenziati nei vari strati

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE - PRESCRIZIONI

Lo studio in oggetto ha permesso di inquadrare l'area di intervento dal punto di vista geologico-morfologico, idrogeologico, idrologico-idraulico, litotecnico e geo-sismico. In base alla parametrizzazione geotecnica effettuata è possibile ricavare i dati per effettuare le successive verifiche di capacità portante del terreno di fondazione e dei cedimenti.

L'edificio in progetto è un fabbricato per civile abitazione, articolato sul solo piano terra, di dimensioni massime, in pianta, di 6 x 9 m circa, e una porzione Sud a portico e pergolato. Come già descritto, e come si osserva in sezione scala 1:200, la quota di calpestio è stata individuata a +2,70 e +2,75 metri slm per ottemperare alle prescrizioni dell' Aut. Bacino F. Serchio.

Dato il tipo di intervento, non si riscontrano particolari problematiche sotto l'aspetto geologico/geomorfologico, mentre dal punto di vista geotecnico bisogna considerare la presenza di terreni di fondazione di modesta consistenza, prevalentemente coesivi, e la necessità di attestarsi ovunque oltre lo strato superficiale di terreno vegetale e rimaneggiato.

Dal punto di vista idrologico-idraulico, oltre alle prescrizioni precedentemente indicate, c'è l'esigenza di mantenere ottimali condizioni di regimazione per quanto riguarda le acque superficiali, anche in seguito agli interventi e alle modifiche morfologiche previste.

Verifica e dimensionamento delle strutture di fondazione dovranno effettuarsi in funzione delle caratteristiche litotecniche e geotecniche locali, secondo quanto previsto nel *DM 17.01.2018*, e in particolare sulla valutazione del comportamento allo *SLU* (verifiche di capacità portante) e allo *SLE* (cedimenti).

Per quanto riguarda il terreno derivante dagli scavi, devono essere rispettate le normative vigenti.

Nell'eventualità di riutilizzo in sito, secondo quanto previsto da:

- *Decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152 "Norme in materia ambientale", art.242;*
- ***D.P.G.R. 13 giugno 2017, n. 120. "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164";***
- *LEGGE 11 novembre 2014, n. 164. "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, recante misure urgenti per l'apertura dei cantieri, la realizzazione delle opere pubbliche, la digitalizzazione del Paese, la semplificazione burocratica, l'emergenza del dissesto idrogeologico e per la ripresa delle attività produttive.*

è necessario che i terreni escavati siano classificati come *sottoprodotti* e che siano sottoposti ad analisi ambientale per verificare che non vi siano superamenti nelle CSC (concentrazione Soglia di Contaminazione, D.Lgs. 152/2006)

ALLEGATI :

- ubicazione area in esame scala 1:20.000 e scala 1:2.000
- inquadramento geologico scala 1:5.000
- estratto carta di fattibilità del R.U. di San Giuliano Terme
- estratto cartografia di pericolosità idraulica dal piano di assetto idrogeologico (P.A.I.) Bacino F.

Serchio

- *estratto cartografia di pericolosità idraulica (alluvioni poco frequenti) dal P.G.R.A. Bacino F. Serchio*
- *estratto dal parere dell'Aut. Bacino F. Serchio relativamente alla variante R.U. Sistema Ambientale Pontelungo*
- *parere dell'Aut. Bacino F. Serchio relativamente al piano di recupero (prot. 23.06.2015)*
- *estratto carta PGRA Distretto Appennino Settentrionale*
- *estratto carta di pericolosità idraulica del POC*
- *estratto carta dei battenti (GRID T200) dagli studi idraulici di supporto al POC.*
- *carta di pericolosità ai sensi del DPGR 53/R 2011*
- *carta di fattibilità ai sensi del DPGR 53/R 2011*
- *planimetria generale stato di progetto scala 1:500 con ubicazione indagini in situ*
- *dati e diagrammi prove penetrometriche statiche*
- *sezione litotecnica di correlazione fra le due prove CPT - sezione AA e prospetto Est fabbricato in progetto*
- *planimetria generale scala 1:500 e sezione scala 1:200 con quote topografiche - pianta fabbricato in progetto scala 1:100*

San Giuliano T.me, 1 Febbraio 2019

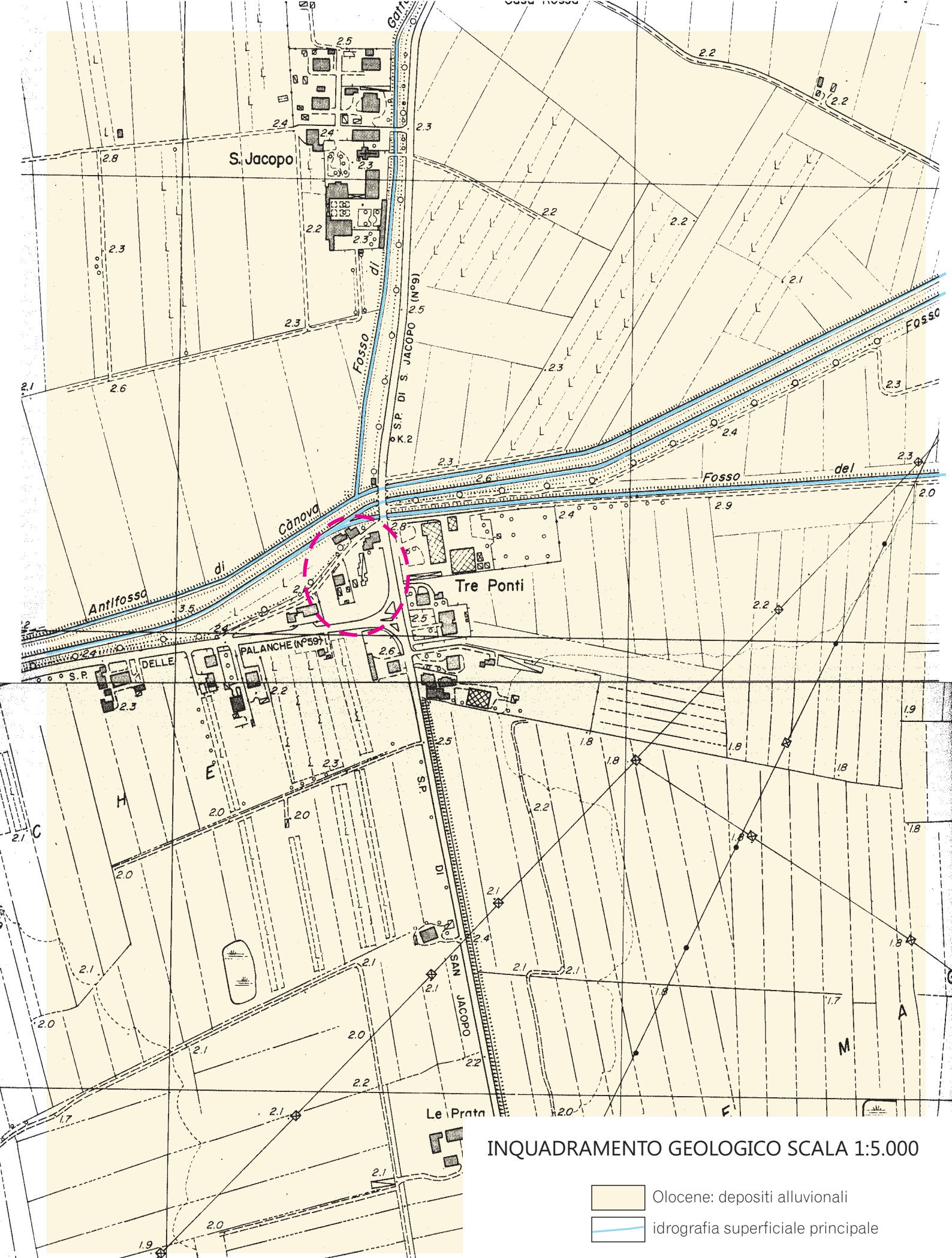


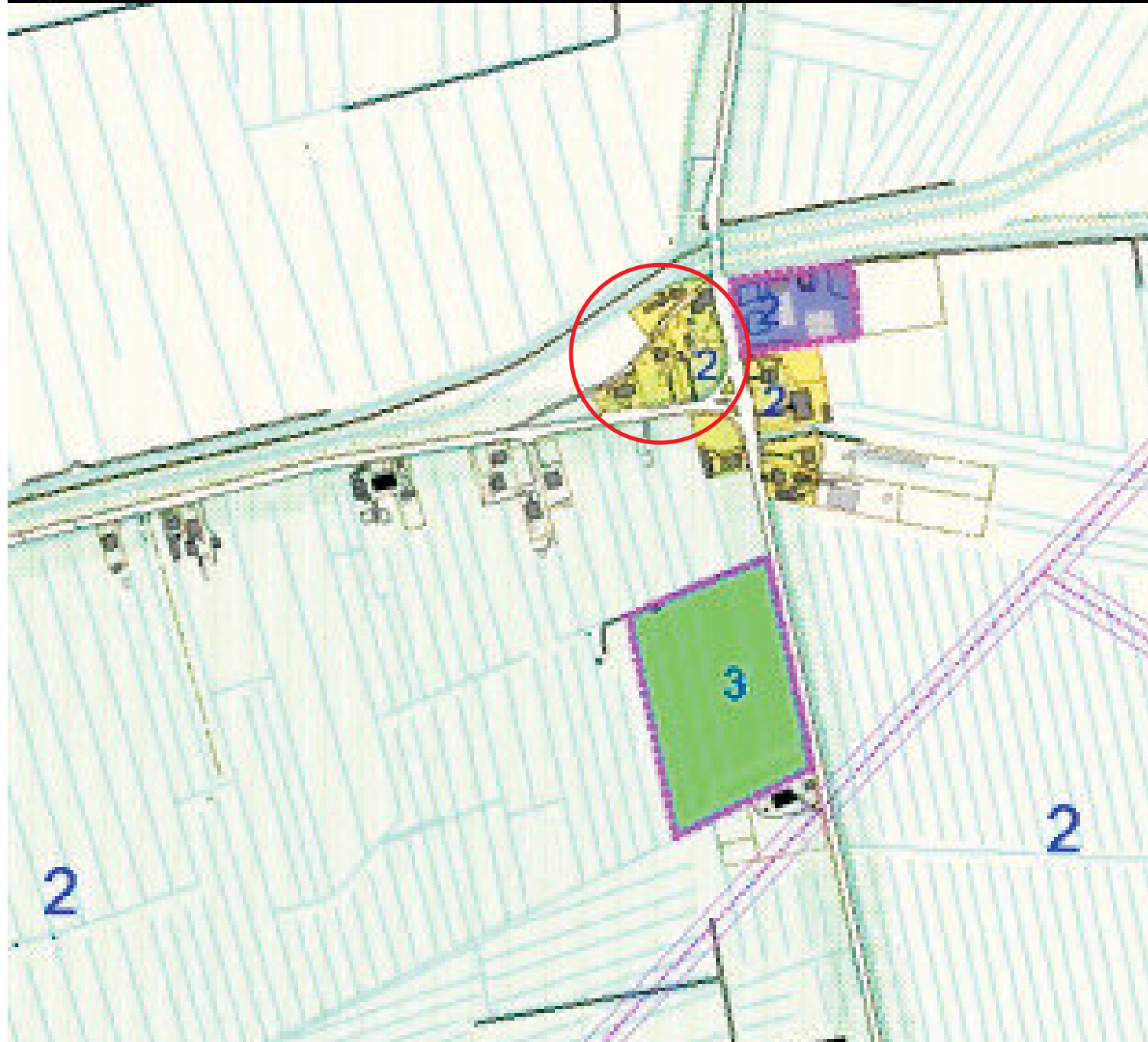


UBICAZIONE AREA IN ESAME - SCALA 1:20.000



UBICAZIONE AREA IN OGGETTO SU CARTOGRAFIA SCALA 1:2.000





CLASSI di FATTIBILITA'

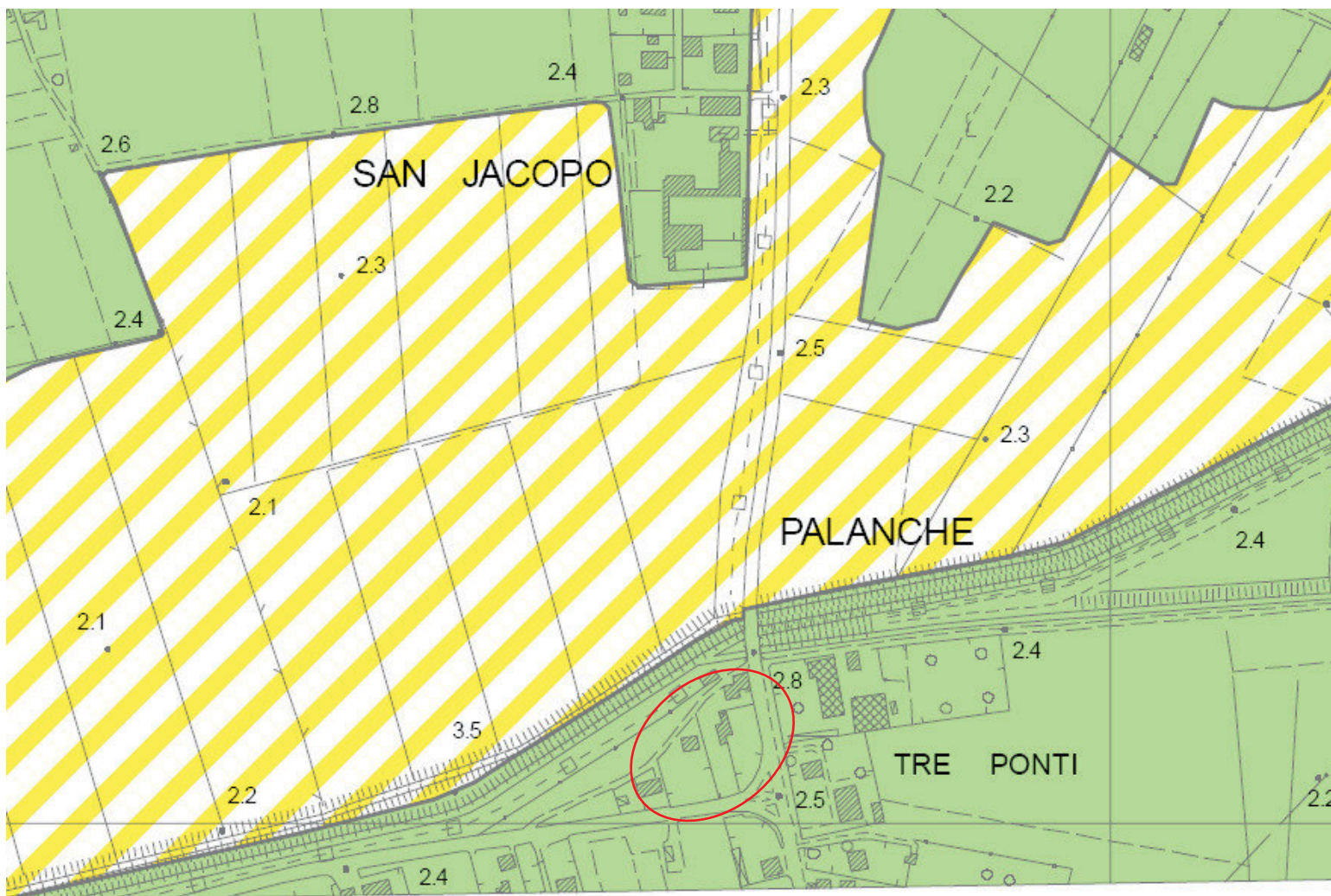
- 1** FATTIBILITA' SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI
- 2** FATTIBILITA' CON NORMALI VINCOLI
DA PRECISARE A LIVELLO DI PROGETTO
- 3** FATTIBILITA' CONDIZIONATA
- 4** FATTIBILITA' LIMITATA

COMUNE DI SAN GIULIANO TERME
Provincia di Pisa



PIANO REGOLATORE GENERALE
REGOLAMENTO URBANISTICO
CARTA DELLA FATTIBILITA'

Dott. Geol. Luciano Sergiampietri





**Autorità di Bacino
del Fiume Serchio**
(Bacino pilota ex legge 183/1989, art. 30)

Variante al Piano di Bacino
Stralcio "Assetto Idrogeologico"
Secondo Aggiornamento

Progetto di Piano
(Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, art. 68)



**Carta di riferimento delle Norme di Piano
nel settore del rischio idraulico**

Tavola n.
7.48

Il Segretario Generale
Prof. Raffaello Nardi

Scala 1:10,000

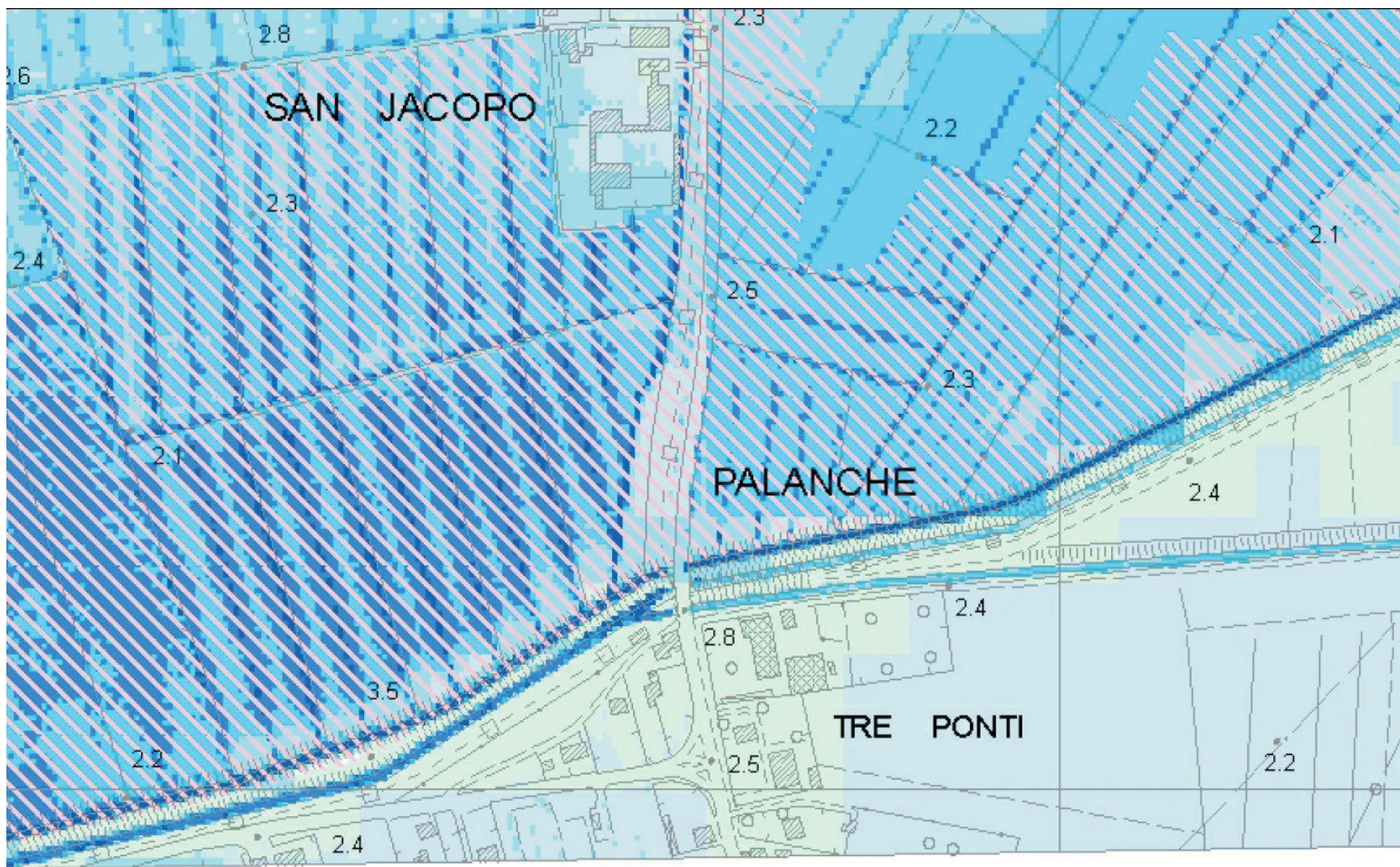
dicembre 2015

Norma (art.)	
20	I - Aree di laminazione delle piene e/o destinate ai principali interventi idraulici di riduzione del rischio idraulico
21	a ₁ - Alveo fluviale in modellamento attivo; a ₂ Alveo relitto (pericolosità idraulica molto elevata)
21	a _{2a} - Alveo relitto antropizzato (pericolosità idraulica elevata)
21	P1 - Aree golenali (pericolosità idraulica molto elevata)
24	APL - Aree palustri prevalentemente incluse entro gli argini del lago di Massaciuccoli (pericolosità idraulica molto elevata)
24	PL - Aree di pertinenza lacuale (pericolosità idraulica molto elevata)
24	PU - Aree morfologicamente depresse (pericolosità idraulica molto elevata)
22	AP - Aree ad alta probabilità di inondazione (pericolosità idraulica molto elevata)
22 bis	APg - Aree inondabili in contesti di particolare fragilità geomorfologica e/o ad alta probabilità di inondazione (pericolosità idraulica molto elevata)
23	P2 - Aree a moderata probabilità di inondazione (pericolosità idraulica elevata)
25	P2a - Aree di pertinenza fluviale, collocate oltre rilevati infrastrutturali (rilevati stradali, ferroviari, etc.), o localmente caratterizzate da una morfologia più elevata (pericolosità idraulica moderata)
23	Ps - Aree storicamente interessate da allagamenti (pericolosità idraulica elevata)
23 bis	P2g - Aree di pertinenza fluviale e/o aree a moderata probabilità di inondazione in contesti di fragilità geomorfologica (pericolosità idraulica elevata)
25	MP - Aree a moderata probabilità di inondazione e a moderata pericolosità (pericolosità idraulica moderata)
25	BP - Aree a bassa probabilità di inondazione (pericolosità idraulica bassa)

— Argine del lago di Massaciuccoli

rp: Riporti in aree a pericolosità idraulica

□ Lago di Massaciuccoli, bacini idroelettrici (quota di massimo invaso) e altri specchi d'acqua





**Autorità di Bacino
del Fiume Serchio**
(Bacino pilota ex legge 183/1989 art. 30)

**Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni
del distretto idrografico pilota del fiume Serchio**



Direttiva 2007/60/CE
D. Lgs. 23/02/2010 n. 49
D. Lgs. 10/12/2010 n. 219





Mappe di pericolosità
D. Lgs. 49/2010, Dir. 2007/60/CE

**Caratteristiche idrauliche dello scenario di
alluvioni poco frequenti**
(P2 media probabilità)

Tavola n.
4.25

Scala 1:10.000

Il Segretario Generale
Prof. Raffaello Nardi

dicembre 2013

Livelli idrometrici

(m sul piano campagna)

	0 - 0,3
	0,3 - 0,6
	0,6 - 0,9
	0,9 - 1,2
	1,2 - 1,5
	> 1,5
	Alveo in modellamento attivo

Sezioni trasversali di calcolo

- 20,10 Sezioni significative con indicazione del massimo livello idrometrico atteso Tr 200 anni (m s.l.m.)
- Altre sezioni

Q200: Serchio a Nodica: 2036 mc/s Portate al colmo per eventi Tr 200 anni del F. Serchio. (Valori ricavati da modellazione idraulica in moto vario, soggetti a progressiva laminazione lungo l'asta fluviale)

- Aree per le quali sono necessari particolari approfondimenti
- Aree retroarginali del F. Serchio
 - Aree soggette a transito di volumi esondati
 - Aree storicamente allagate
 - Aree con reticolo modellato parzialmente

Con riferimento alla nota del 04/02/2014 n. 4593, assunta al protocollo di questo ente al n. 407 del 04/02/2014, con la quale il Comune ha trasmesso il Documento Preliminare relativo al procedimento in oggetto;

Visto il Piano di bacino, stralcio "Assetto Idrogeologico", approvato con D.C.R. n° 20 del 01/02/2005;

Visto il Piano di bacino, stralcio "Assetto Idrogeologico del Fiume Serchio (P.A.I.). 1° Aggiornamento", approvato con D.P.C.M. del 26 luglio 2013 (pubblicato sulla G.U. n. 34 del 11 febbraio 2014) che costituisce variante al P.A.I.;

Visto il Piano di Gestione delle acque del Distretto Idrografico Pilota del fiume Serchio approvato con D.P.C.M. del 8/2/2013 (pubblicato sulla G.U. N. 112 del 15 maggio 2013);

Visto il Documento Preliminare trasmesso da codesto Comune;

Preso atto che la variante in oggetto riguarda l'individuazione di una nuova area di recupero attuabile tramite apposito Piano di Recupero in cui si prevede la demolizione di vari annessi condonati e la realizzazione di nuove unità residenziali;

Considerato che l'area oggetto di variante ricade nella "Carta di riferimento delle norme di Piano nel settore del rischio idraulico" – scala 1:10.000 (tavola 7.48), allegata al succitato "Piano di Bacino, stralcio Assetto Idrogeologico del fiume Serchio – 1° Aggiornamento", in zona classificata come – P2 – "*Aree a moderata probabilità di inondazione*", disciplinata dall'articolo 23 delle norme del medesimo Piano ;

Visto l'articolo 23, comma 10, delle norme del "P.A.I. – 1° aggiornamento", nonché la Matrice II allegata alle stesse Norme;

Verificato che sull'area in esame è atteso un tirante per TR 200 anni di circa 30 cm e che il terreno su cui è previsto l'intervento è sensibilmente depresso rispetto al contesto;

Verificato altresì che gli interventi previsti nel P.d.R. sono ammessi dal vigente Piano di bacino e condizionati a opere di "autosicurezza" (cfr. Matrice II, punti 6 e 11, e art. 50 delle Norme);

Ciò premesso, questa Autorità di Bacino, per quanto di competenza, quale contributo alla procedura in oggetto ricorda che la suddetta pianificazione di bacino è disponibile sul proprio sito www.autorita.bacinoserchio.it e rileva che gli interventi di "autosicurezza", da prevedere espressamente nel P.d.R., dovranno essere progettati tenendo in considerazione un congruo franco di sicurezza oltre il battente suddetto.

Il Segretario Generale
(Prof. Raffaello Nardi)

Firmato digitalmente

gp-dl

Via Vittorio Veneto, 1 - 55100 Lucca - Tel 0583.46.22.41 Fax 0583.47.14.41
E.mail: segreteria@bacinoserchio.it - Sito web: www.autorita.bacinoserchio.it

ESTRATTO DAL PRIMO PARERE DELL' AUTORITÀ DI BACINO F. SERCHIO
(RELATIVAMENTE ALLA VARIANTE R.U. SISTEMA AMBIENTALE PONTELUNGO)



Autorità di Bacino

BACINO PILOTA DEL FIUME SERCHIO

Al

Comune di San Giuliano Terme
Settore II Servizio 2 Ufficio Piani Attuativi
comune.sangiulianoterme@postacert.toscana.it

Oggetto: Piano di Recupero di iniziativa privata con contestuale variante al Regolamento Urbanistico del sistema ambientale loc. Pontelungo (zona B sottozona B1) – Parere

Con riferimento alla nota del 19/06/2015 n. 22406, assunta al protocollo di questo ente al n. 2011 del 23/06/2015, con la quale il Comune ha trasmesso Piano di Recupero in oggetto in oggetto;

Visto il Piano di bacino, stralcio "Assetto Idrogeologico", approvato con D.C.R. n° 20 del 01/02/2005;

Visto il Piano di bacino, stralcio "Assetto Idrogeologico del Fiume Serchio (P.A.I.). 1° Aggiornamento", approvato con D.P.C.M. del 26 luglio 2013 (pubblicato sulla G.U. n. 34 del 11 febbraio 2014) che costituisce variante al P.A.I.;

Visto il Piano di Gestione delle acque del Distretto Idrografico Pilota del fiume Serchio approvato con D.P.C.M. del 8/2/2013 (pubblicato sulla G.U. N. 112 del 15 maggio 2013);

Preso atto che la documentazione presentata riguarda un Piano di Recupero in cui si prevede la demolizione di vari annessi condonati e la realizzazione di nuove unità residenziali, attuabile anche in sub-comparti;

Considerato che l'area oggetto di variante ricade nella "Carta di riferimento delle norme di Piano nel settore del rischio idraulico" – scala 1:10.000 (tavola 7.48), allegata al succitato "Piano di Bacino, stralcio Assetto Idrogeologico del fiume Serchio – 1° Aggiornamento", in zona classificata come – P2 – "Aree a moderata probabilità di inondazione", disciplinata dall'articolo 23 delle norme del medesimo Piano;

Visto l'articolo 23, comma 10, delle norme del "P.A.I. – 1° aggiornamento", nonché la Matrice II allegata alle stesse Norme;

Richiamata la Ns nota n. 807 del 05/03/2014 (con cui questa Autorità di Bacino Fiume si è espressa in merito al procedimento di Verifica di assoggettabilità a VAS per il Piano di Recupero in oggetto) che riportava:

- *Verificato che sull'area in esame è atteso un tirante per TR 200 anni di circa 30 cm e che il terreno su cui è previsto l'intervento è sensibilmente depresso rispetto al contesto;*
- *Verificato altresì che gli interventi previsti nel P.d.R. sono ammessi dal vigente Piano di bacino e condizionati a opere di "autosicurezza" (cfr. Matrice II, punti 6 e 11, e art. 50 delle Norme);*
- *Gli interventi di "autosicurezza", da prevedere espressamente nel P.d.R., dovranno essere progettati tenendo in considerazione un congruo franco di sicurezza oltre il battente suddetto;*

Considerato che il suddetto tirante di 30 cm è ricavato da modellistica idraulica a scala di bacino per eventi con TR 200 riferiti al fiume Serchio con sormonto arginale e senza rottura dello stesso argine;

Verificata tuttavia la situazione morfologica locale e considerato che il piano di campagna dell'area di intervento è inferiore rispetto alle infrastrutture che la circondano, (via delle Palanche, via S. Jacopo, via del Gelso);

Reso noto in particolare che le quote del terreno e delle infrastrutture presenti ottenute da rilievo LIDAR (condotto da questa Autorità di Bacino nel 2006) si possono riassumere in:

- quote dei piani di campagna dell'area sottoposta a P.d.R. comprese tra circa m 1,50 slm (misurato nell'area sud-ovest del sub-comparto 3) e circa m 2,00 slm (misurato nella parte orientale del sub-comparto 1);

gp-sts-dl



Autorità di Bacino

BACINO PILOTA DEL FIUME SERCHIO

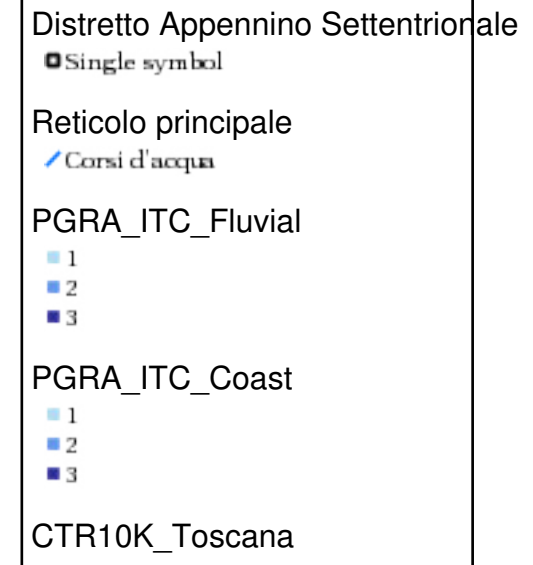
- quota della via S. Jacopo pari a m +2,70 slm;

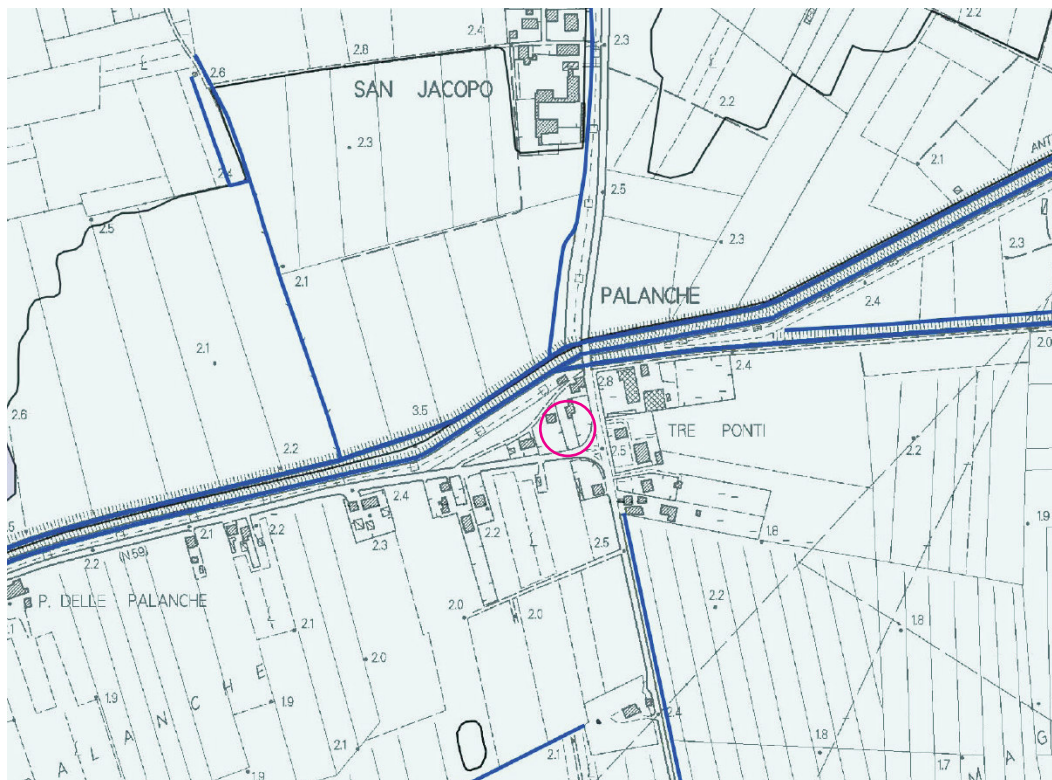
Evidenziato pertanto che il dislivello tra l'area di intervento e i rilevati esistenti varia tra circa 1,20 ml e 0,70 ml;

Ciò premesso e sulla base degli elementi sopraesposti, questa Autorità di Bacino, per quanto di competenza, esprime parere favorevole al Piano di Recupero in oggetto e contestuale variante al Regolamento Urbanistico Comunale, nel rispetto della seguente prescrizione:

- La scheda norma e la documentazione tecnica relativa al Piano di Recupero devono indicare che i piani di calpestio dei nuovi immobili residenziali dovranno essere realizzati ad una quota minima di m +1,20 rispetto ai punti più depressi dell'area di intervento (presenti nelle aree sud-ovest del sub-comparto 3).

Il Segretario Generale
Prof. Raffaello Nardi
(Firmato digitalmente)





Legenda

Limite comunale

Limite UTOE

PERICOLOSITA' IDRAULICA D.P.G.R. 53/R/2011

I.1 - Pericolosità idraulica bassa

Aree interessate da allagamenti con $Tr > 500$ anni

I.2 - Pericolosità idraulica media

Aree interessate da allagamenti con $200 < Tr \leq 500$ anni

Da studio idraulico eseguito nella presente indagine

Da strumenti sovraordinati (PGRA - PAI Serchio)

I.3 - Pericolosità idraulica elevata

Aree interessate da allagamenti con $30 < Tr \leq 200$ anni

Da studio idraulico eseguito nella presente indagine

Da strumenti sovraordinati (PGRA - PAI Serchio)

I.4 - Pericolosità idraulica molto elevata

Aree interessate da allagamenti con $0 < Tr \leq 30$ anni

Da studio idraulico eseguito nella presente indagine

Da strumenti sovraordinati (PGRA - PAI Serchio)

Zona di salvaguardia idraulica

Corpi d'acqua

Reticolo idraulico di gestione Regione Toscana



COMUNE DI SAN GIULIANO TERME
PROVINCIA DI PISA

PIANO OPERATIVO COMUNALE – ADOZIONE
Ai sensi degli artt. 222 e 228 L.R. N°65/2014 "NORME PER IL GOVERNO DEL TERRITORIO"

ALLEGATO 4

**INDAGINI GEOLOGICHE DI SUPPORTO ALLA
PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE**

Tav.
H3

**CARTA DELLA
PERICOLOSITA' IDRAULICA**



Scala 1:10.000

Geol. Emilio Pistilli
GEOPROGETTI Studio Associato

Collaboratori:
Geol. Roberto Mattei
Geol. Iuri Pucci

Sindaco
Ing. G. Neri

Responsabile del procedimento
Ing. P. Neri

Garante dell'informazione e della
partecipazione
Ing. P. Neri

V.A.S.
Autorità competente
Ing. P. Neri

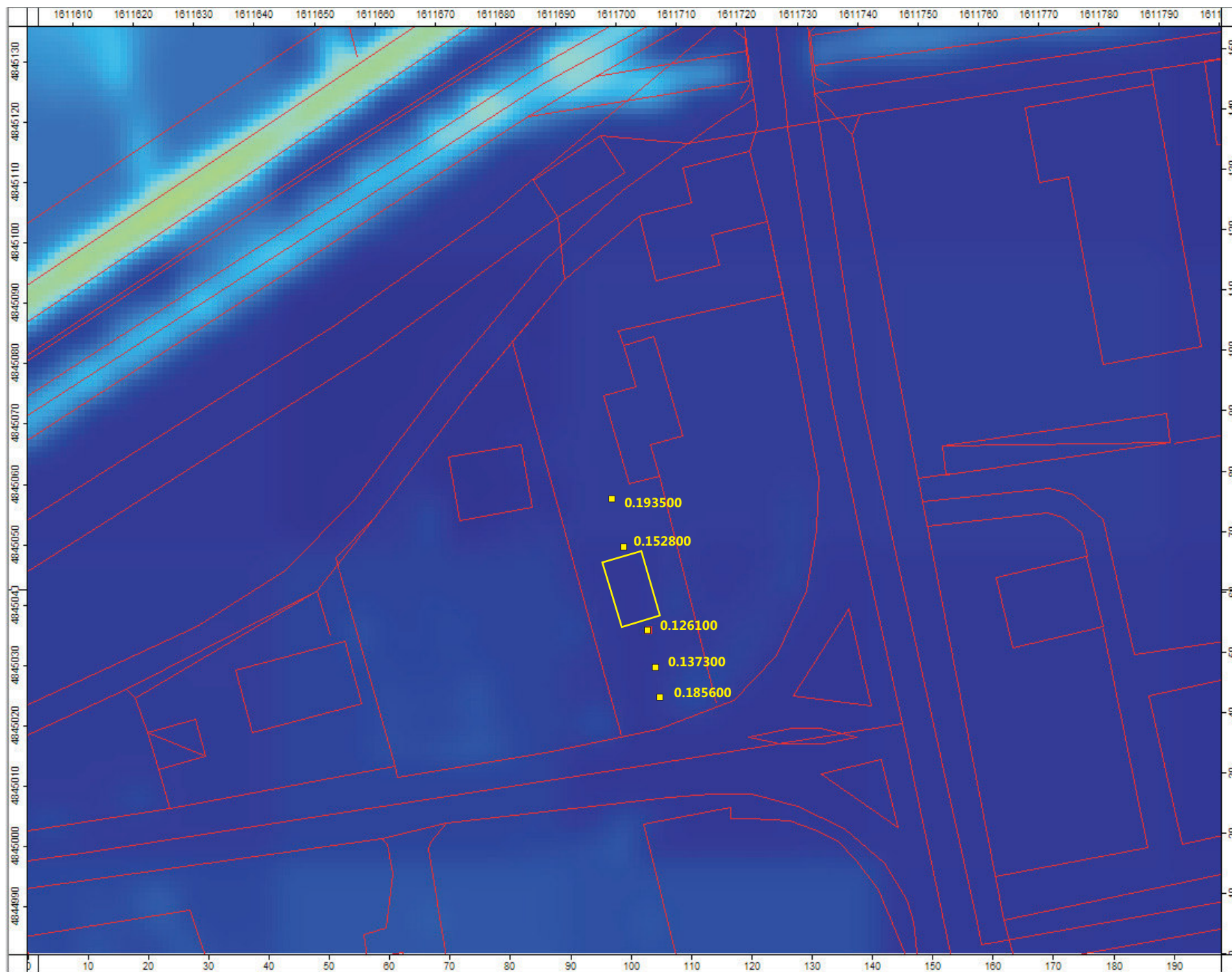
Elaborazione V.A.S.
Dott. P. Neri

Gruppo di lavoro
Archit. Silvia Coli
Dott. P. Neri
Archit. Monica Lupini
Dott. P. Neri

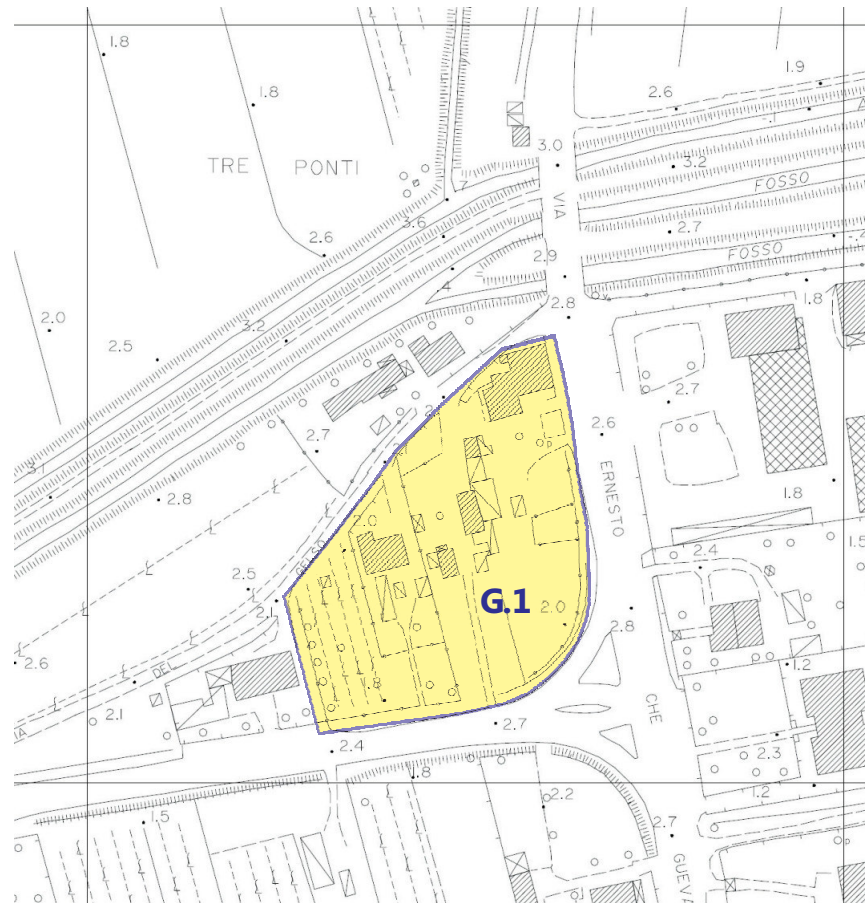
Collaboratori
Geometra Fabrizio Desideri
Geometra Marco Lelli
Archit. Cecilia Pazzi

Sistema Informativo
Geografico
Dott. P. Neri





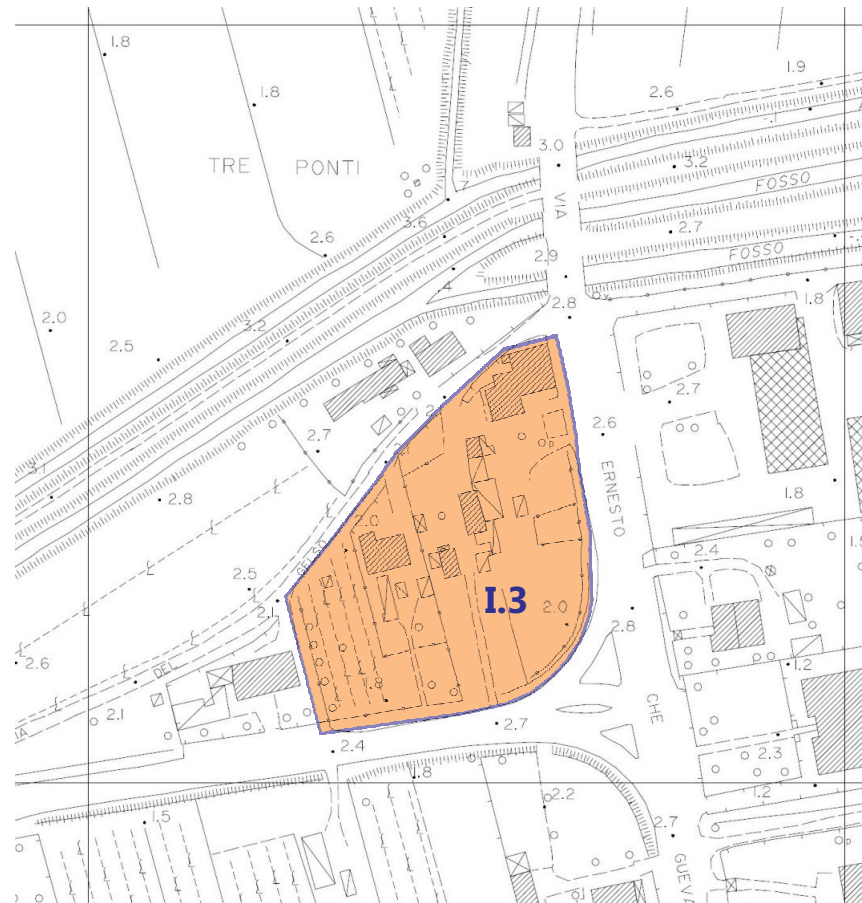
estratto dagli studi idraulici di supporto al POC (GRID T200)
battenti duecentennali in prossimità dell'area di intervento



CARTA DI PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA
RELATIVA ALLA ZONA - SCALA 1:2.000

G.1

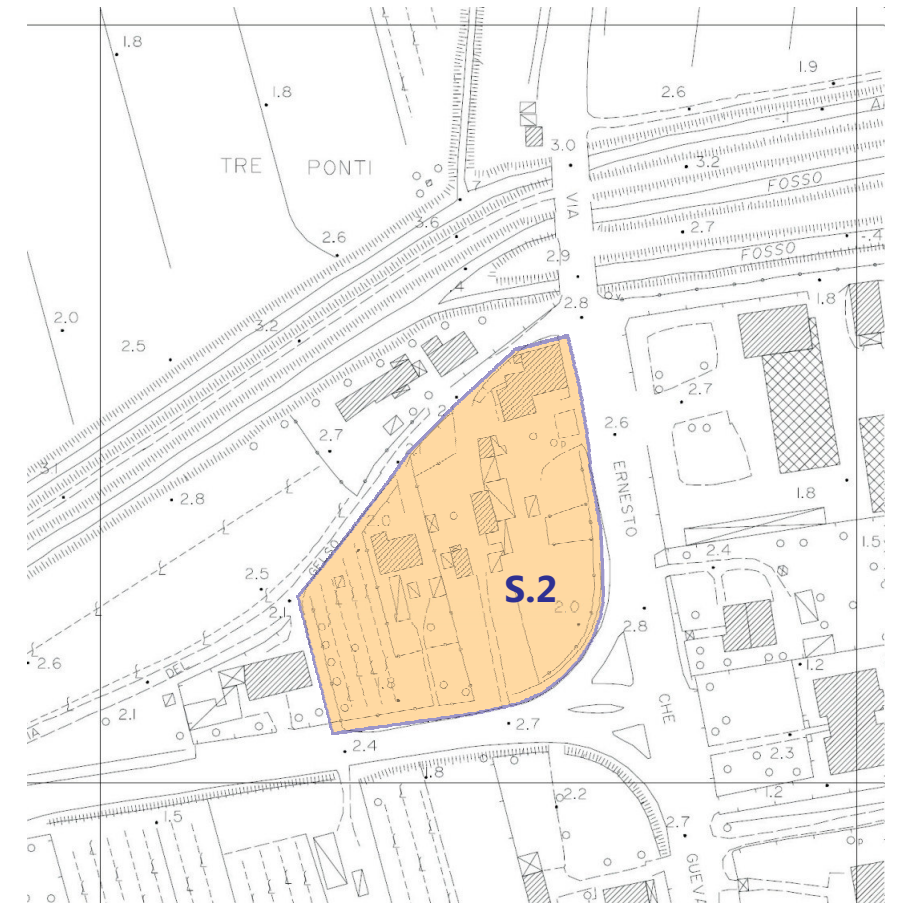
Pericolosità geologica bassa (G.1): aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.



CARTA DI PERICOLOSITA' IDRAULICA
RELATIVA ALLA ZONA - SCALA 1:2.000

I.3

Pericolosità idraulica elevata (I.3): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < TR < 200$ anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni: a) vi sono notizie storiche di inondazioni; b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.



CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE
SCALA 1:2.000

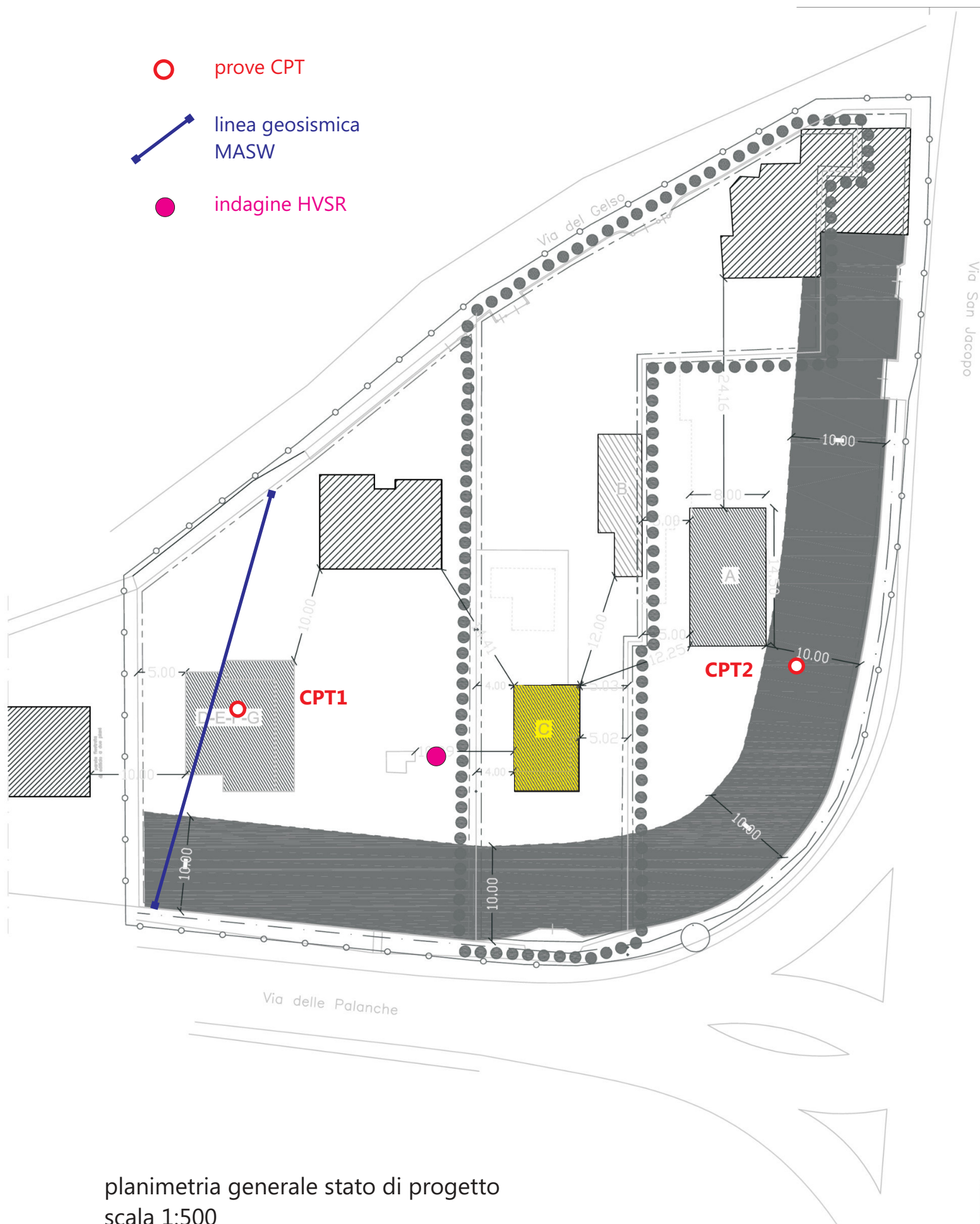
S.2

Pericolosità sismica locale media (S.2): zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3);

○ prove CPT

↗ linea geosismica
MASW

● indagine HVSR



planimetria generale stato di progetto
scala 1:500
con ubicazione indagini in situ

PROVA PENETROMETRICA STATICA

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Geol. Casella Andrea
 - lavoro :
 - località : via del Gelso, MADonna dell'Acqua
 - note :

- data : 13/10/2015
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	-----	----	4,60	10,0	21,0	10,0	0,60	17,0
0,40	----	----	--	1,20	----	4,80	11,0	20,0	11,0	0,53	21,0
0,60	21,0	39,0	21,0	1,40	15,0	5,00	10,0	18,0	10,0	0,73	14,0
0,80	22,0	43,0	22,0	1,80	12,0	5,20	12,0	23,0	12,0	0,47	26,0
1,00	16,0	43,0	16,0	1,73	9,0	5,40	5,0	12,0	5,0	0,53	9,0
1,20	13,0	39,0	13,0	1,27	10,0	5,60	7,0	15,0	7,0	0,33	21,0
1,40	9,0	28,0	9,0	0,80	11,0	5,80	8,0	13,0	8,0	0,53	15,0
1,60	9,0	21,0	9,0	0,67	13,0	6,00	6,0	14,0	6,0	0,33	18,0
1,80	12,0	22,0	12,0	1,07	11,0	6,20	6,0	11,0	6,0	0,33	18,0
2,00	13,0	29,0	13,0	1,13	11,0	6,40	4,0	9,0	4,0	0,33	12,0
2,20	15,0	32,0	15,0	0,93	16,0	6,60	4,0	9,0	4,0	0,33	12,0
2,40	14,0	28,0	14,0	1,13	12,0	6,80	6,0	11,0	6,0	0,47	13,0
2,60	9,0	26,0	9,0	0,67	13,0	7,00	6,0	13,0	6,0	0,73	8,0
2,80	6,0	16,0	6,0	0,33	18,0	7,20	10,0	21,0	10,0	0,67	15,0
3,00	14,0	19,0	14,0	0,93	15,0	7,40	5,0	15,0	5,0	0,40	12,0
3,20	11,0	25,0	11,0	0,73	15,0	7,60	6,0	12,0	6,0	0,40	15,0
3,40	9,0	20,0	9,0	0,67	13,0	7,80	6,0	12,0	6,0	0,40	15,0
3,60	9,0	19,0	9,0	0,60	15,0	8,00	7,0	13,0	7,0	0,40	17,0
3,80	9,0	18,0	9,0	0,60	15,0	8,20	8,0	14,0	8,0	0,53	15,0
4,00	10,0	19,0	10,0	0,67	15,0	8,40	8,0	16,0	8,0	0,47	17,0
4,20	12,0	22,0	12,0	0,73	16,0	8,60	7,0	14,0	7,0	0,60	12,0
4,40	12,0	23,0	12,0	0,73	16,0	8,80	7,0	16,0	7,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - 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

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Geol. Casella Andrea
 - lavoro :
 - località : via del Gelso, MAdonna dell'Acqua
 - note :

- data : 13/10/2015
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	----	----	--	-----	----	4,60	12,0	21,0	12,0	0,67	18,0
0,40	----	----	--	0,53	----	4,80	9,0	19,0	9,0	0,40	22,0
0,60	15,0	23,0	15,0	1,00	15,0	5,00	4,0	10,0	4,0	0,27	15,0
0,80	9,0	24,0	9,0	1,07	8,0	5,20	4,0	8,0	4,0	0,20	20,0
1,00	12,0	28,0	12,0	1,13	11,0	5,40	5,0	8,0	5,0	0,27	19,0
1,20	14,0	31,0	14,0	1,47	10,0	5,60	6,0	10,0	6,0	0,27	22,0
1,40	14,0	36,0	14,0	1,13	12,0	5,80	14,0	18,0	14,0	0,47	30,0
1,60	17,0	34,0	17,0	1,40	12,0	6,00	9,0	16,0	9,0	0,53	17,0
1,80	15,0	36,0	15,0	1,33	11,0	6,20	7,0	15,0	7,0	0,27	26,0
2,00	16,0	36,0	16,0	1,33	12,0	6,40	6,0	10,0	6,0	0,27	22,0
2,20	17,0	37,0	17,0	1,40	12,0	6,60	6,0	10,0	6,0	0,33	18,0
2,40	15,0	36,0	15,0	1,33	11,0	6,80	6,0	11,0	6,0	0,47	13,0
2,60	18,0	38,0	18,0	1,33	13,0	7,00	7,0	14,0	7,0	0,47	15,0
2,80	21,0	41,0	21,0	1,53	14,0	7,20	6,0	13,0	6,0	0,47	13,0
3,00	16,0	39,0	16,0	0,80	20,0	7,40	11,0	18,0	11,0	0,47	24,0
3,20	15,0	27,0	15,0	0,93	16,0	7,60	6,0	13,0	6,0	0,40	15,0
3,40	9,0	23,0	9,0	0,47	19,0	7,80	6,0	12,0	6,0	0,40	15,0
3,60	8,0	15,0	8,0	0,47	17,0	8,00	6,0	12,0	6,0	0,40	15,0
3,80	8,0	15,0	8,0	0,40	20,0	8,20	7,0	13,0	7,0	0,47	15,0
4,00	10,0	16,0	10,0	0,60	17,0	8,40	8,0	15,0	8,0	0,47	17,0
4,20	13,0	22,0	13,0	0,60	22,0	8,60	10,0	17,0	10,0	0,60	17,0
4,40	12,0	21,0	12,0	0,60	20,0	8,80	8,0	17,0	8,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
 - 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)

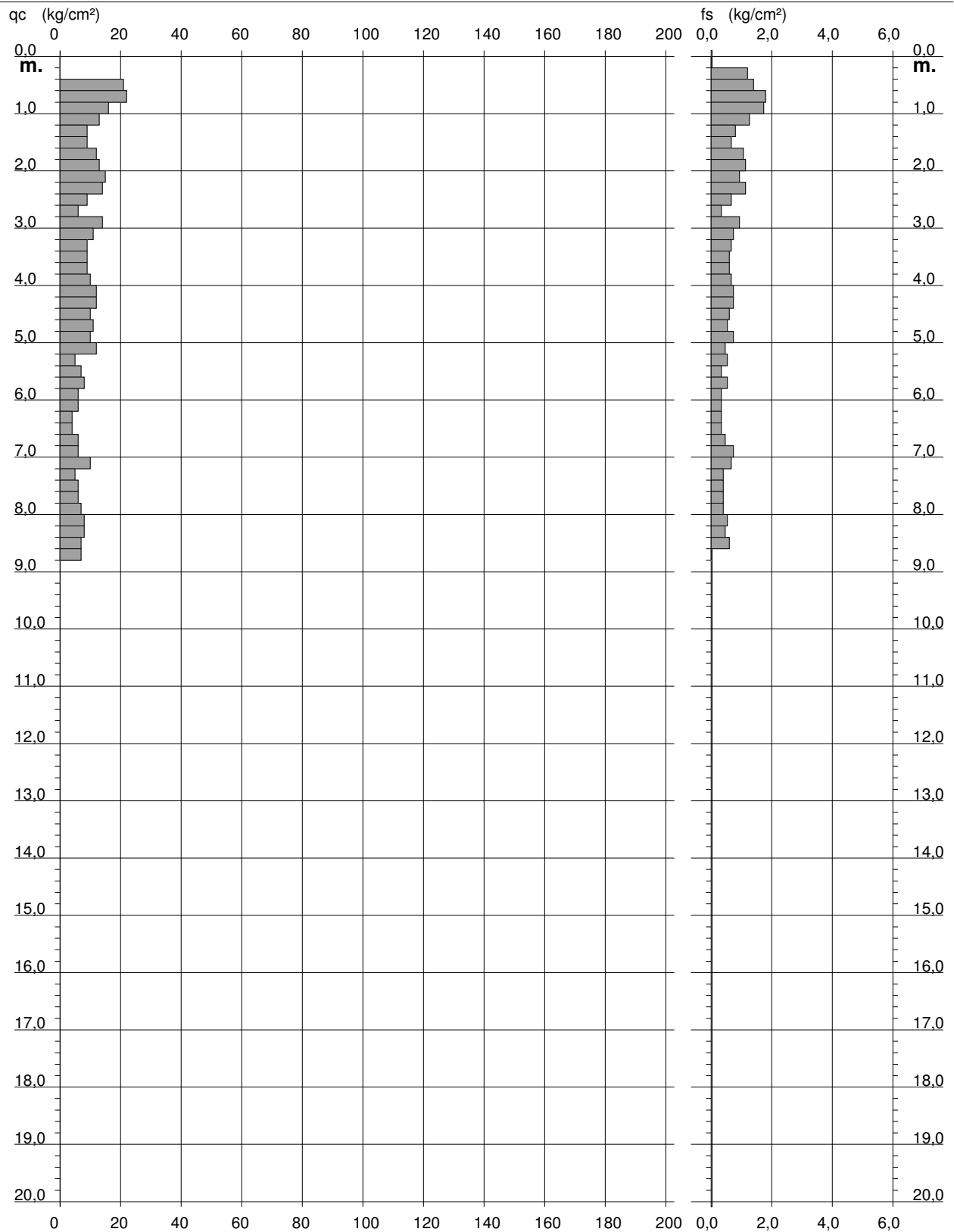
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Geol. Casella Andrea
 - lavoro :
 - località : via del Gelso, MAdonna dell'Acqua

- data : 13/10/2015
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 100



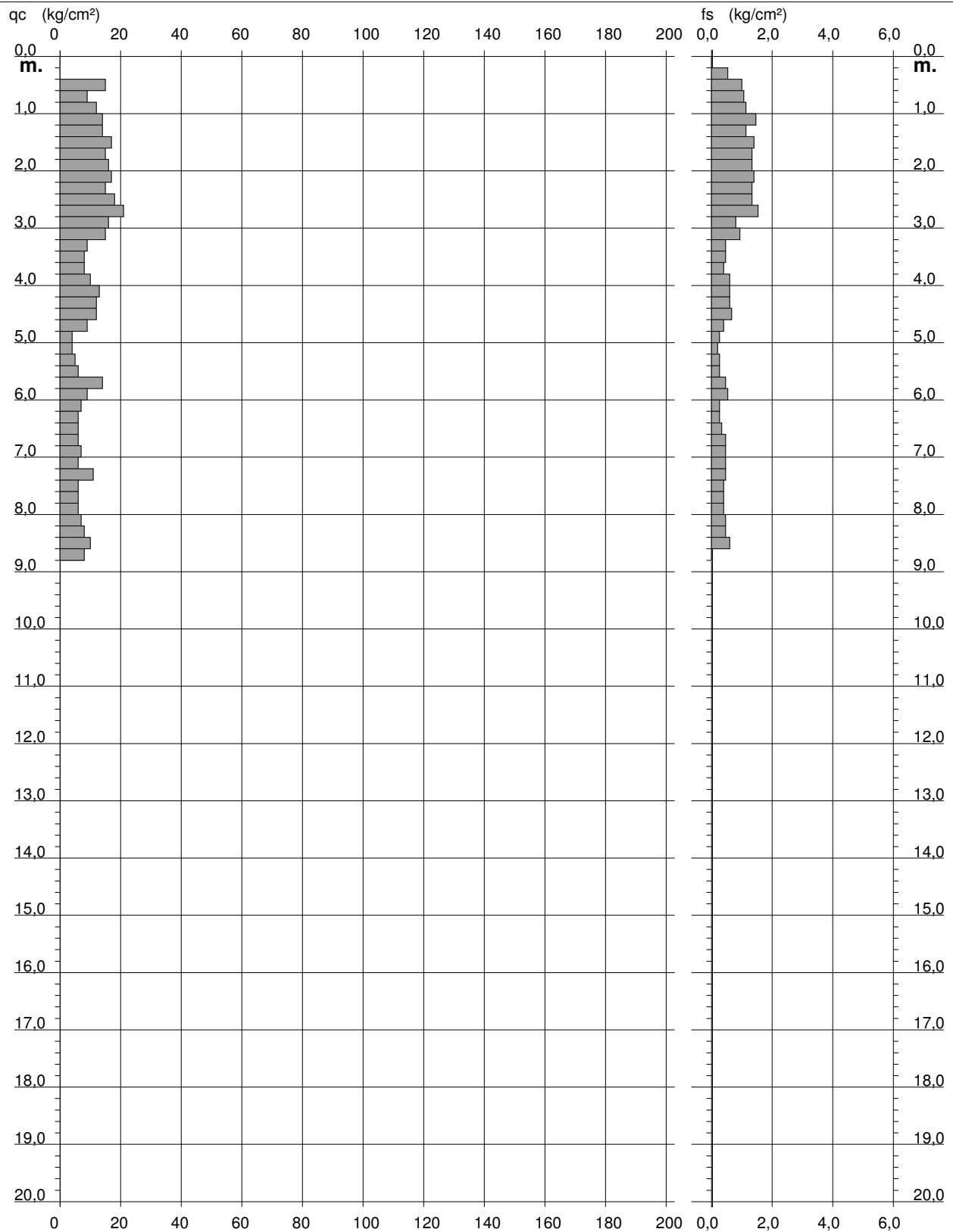
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-077

- committente : Geol. Casella Andrea
- lavoro :
- località : via del Gelso, MAdonna dell'Acqua

- data : 13/10/2015
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA

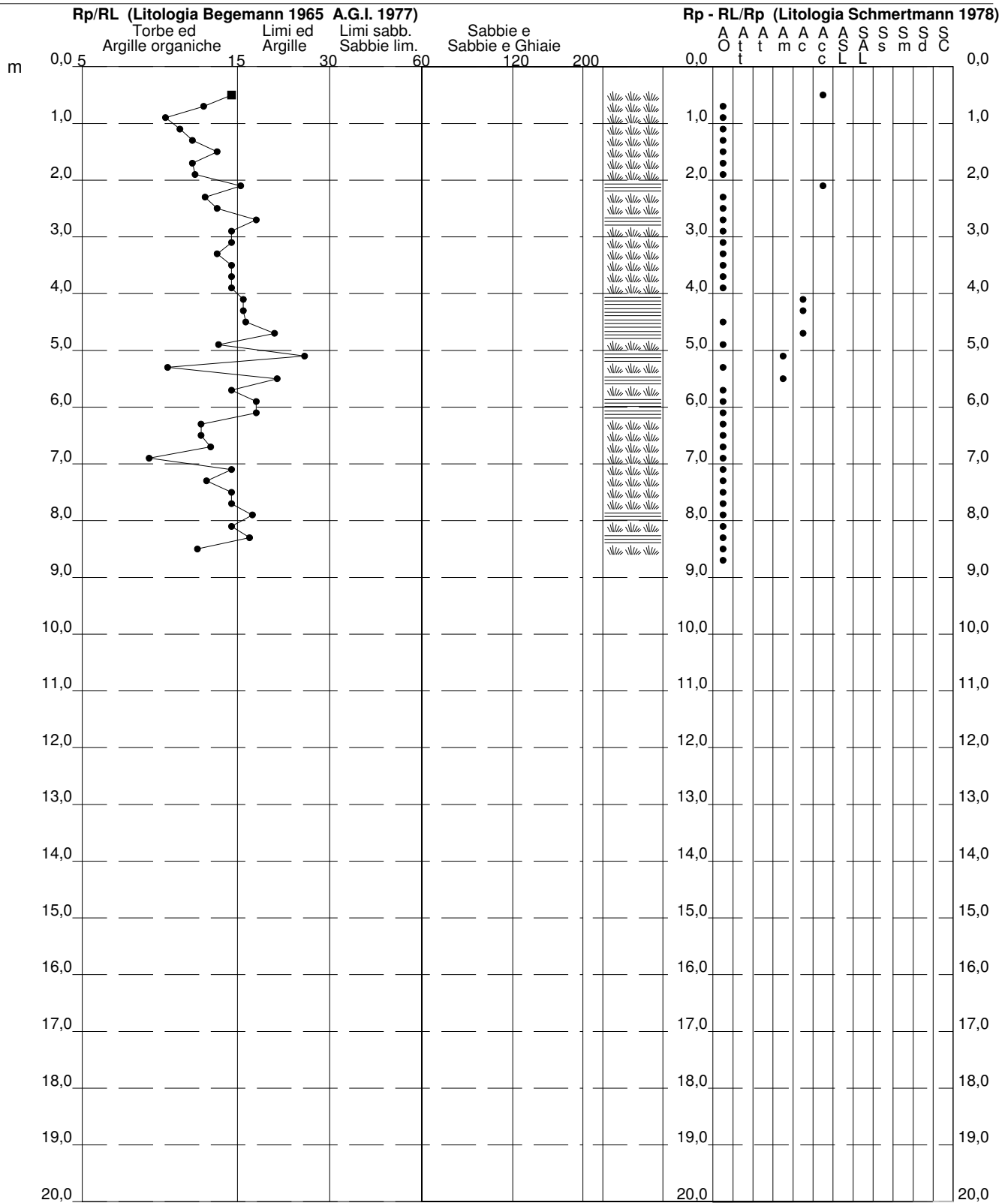
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.01PG05-077

- committente : Geol. Casella Andrea
 - lavoro :
 - località : via del Gelso, MAdonna dell'Acqua
 - note :

- data : 13/10/2015
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 100



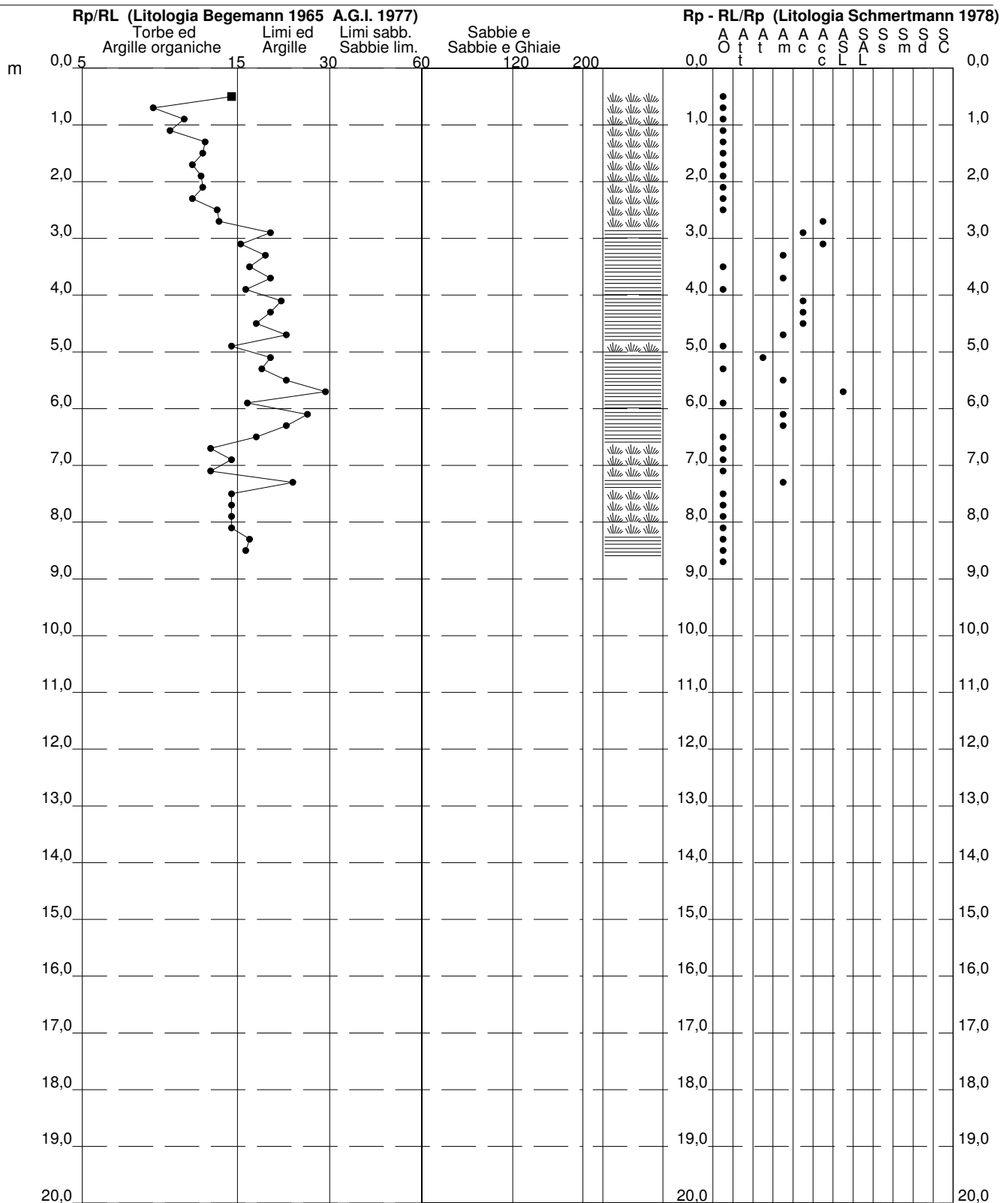
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

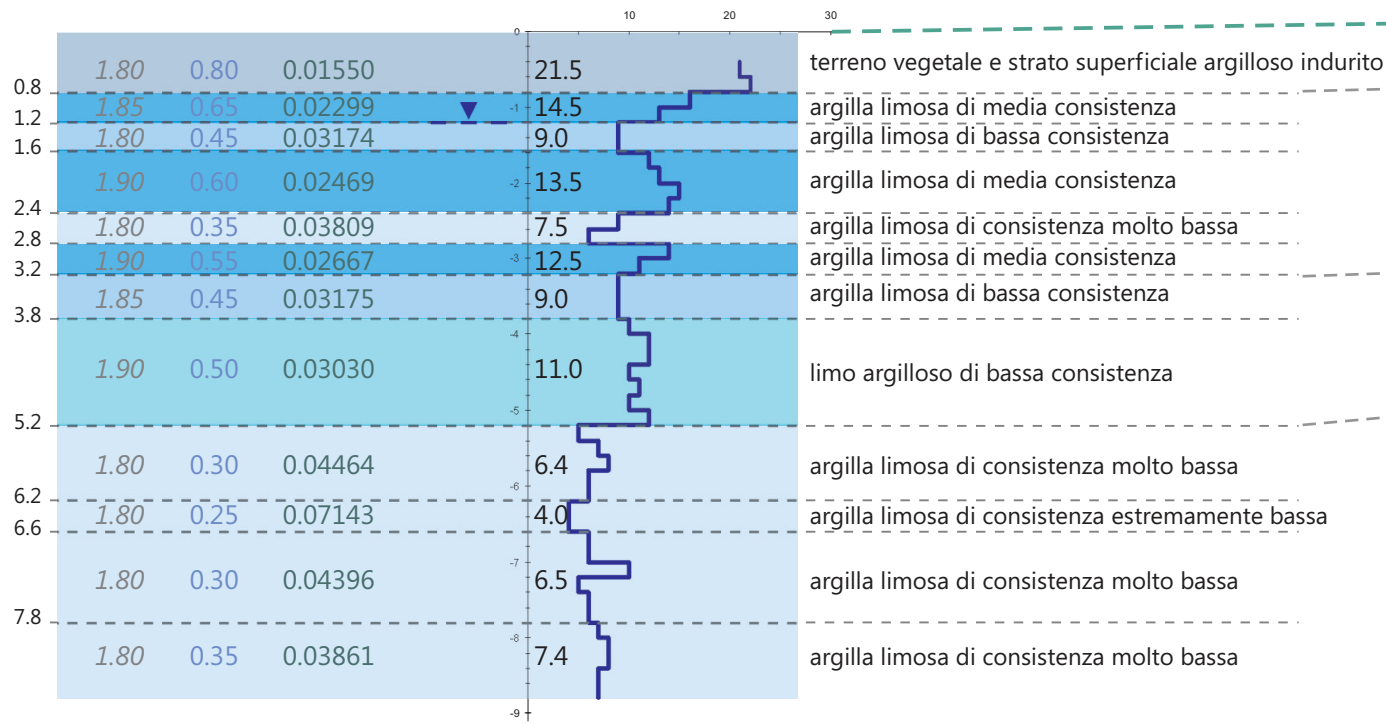
2.01PG05-077

- committente : Geol. Casella Andrea
 - lavoro :
 - località : via del Gelso, MAdonna dell'Acqua
 - note :

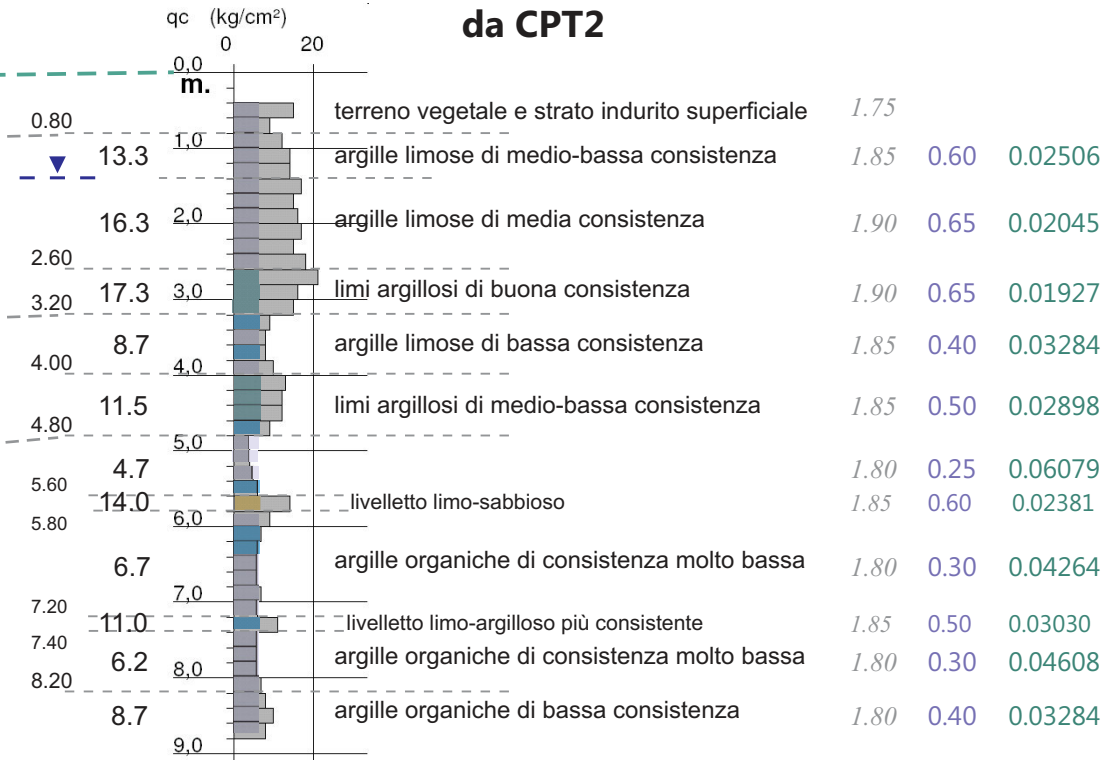
- data : 13/10/2015
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 100



da CPT1



da CPT2



— ▽ — livello acqua misurato in foro

PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA

resistenza alla punta media Q_c nello strato assimilato ad omogeneo (Kg/cm^2)

peso di volume γ stimato (t/m^3)

resistenza non drenata c_u (Kg/cm^2)

coeff. compressibilità volumetrica m_v (cm^2/Kg)

