

COMUNE DI SAN GIULIANO TERME
PROVINCIA DI PISA

PROGETTO UNITARIO CONVENZIONATO

SCHEDA NORMA COMPARTO N.6 - UTOE 11 SAN MARTINO ULMIANO

UBICAZIONE: VIA CARLO MARX 144

COMMITTENZA: SOC. AGRICOLA DEL BAMBÙ S.S.

PROGETTO: DOTT. ARCH. GIORGIO ELIO BOCCHIOLA

Relazione Geologico Tecnica

Ai sensi delle NCT 2018, PGRA U.o.M. Bacino del F. Serchio e L.R. 41/2018

Febbraio 2020



GIOVANNI LOPANE - GEOLOGO

INDICE

1. - PREMESSA.....	3
2. - INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	4
2.1. - ASPETTI GEOMORFOLOGICI ED IDROGRAFICI DELL'AREA.....	4
2.2. - IDROGEOLOGIA.....	5
2.3. - PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA ED IDROLOGICO IDRAULICA DELL'AREA.....	5
3. - CARATTERIZZAZIONE DEL VOLUME GEOLOGICO SIGNIFICATIVO.....	7
3.1. - PROVE PENETROMETRICHE.....	7
3.2. - STRATIGRAFIA.....	7
3.3. - INDAGINE SISMICA.....	8
3.4. - DEFINIZIONE UNITÀ LITOTECNICHE.....	9
4. - ASPETTI GEODINAMICI E SISMICITÀ.....	10
4.1. - EFFETTI TOPOGRAFICI.....	10
4.2. - EFFETTI STRATIGRAFICI.....	10
4.3. - VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....	10
5. - VERIFICHE ALLA SICUREZZA.....	14
5.1. - IMPOSTAZIONE PROGETTUALE DEGLI INTERVENTI.....	14
5.2. - VERIFICA DELLA STABILITÀ D'INSIEME.....	15
5.3. - VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE.....	16
6. - VALUTAZIONI CONCLUSIVE.....	18

IN APPENDICE AL TESTO

FIG. 1 - COROGRAFIA	(SCALA 1:50.000)
FIG. 2 - CARTA GEOMORFOLOGICA (P.O.C.)	(SCALA 1:10.000)
FIG. 3 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA (P.O.C.)	(SCALA 1:10.000)
FIG. 4 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA (P.O.C.)	(SCALA 1:10.000)
FIG. 5 - CARTA DEI BATTENTI Tr 200 (P.O.C.)	(SCALA GRAFICA)
FIG. 6 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA (P.G.R.A.)	(SCALA 1:5.000)
FIG. 7 - CARTA MOPS E FREQUENZE FONDAMENTALI (P.O.C.)	(SCALA 1:10.000)
FIG. 8 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA (P.O.C.)	(SCALA 1:10.000)
FIG. 9 - PRESCRIZIONI DI FATTIBILITÀ	(SCALA 1:5000)
FIG. 10 - PLANIMETRIA GENERALE DELL'AREA	(SCALA 1:1000)
FIG. 11 - SEZIONE GEOLOGICO-TECNICA AB	(SCALA 1:100)
ALL. 1 - DIAGRAMMI PROVE PENETROMETRICHE	
ALL. 2 - INDAGINE SISMICA	
ALL. 3 - VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE	

1. - PREMESSA

Nella presente relazione s'illustrano i risultati delle indagini geologico-tecniche eseguite a supporto del "Progetto Unitario Convenzionato" di cui alla Scheda Norma del Comparto n. 106, Utoe 11 San Martino Ulmiano, presentata dalla Azienda Agricola del Bambu' s.s..

Il comparto in esame è ubicato in Via Carlo Marx angolo Via della Casina, su terreni agricoli posti 500 metri circa a SE del centro urbano di Pontasserchio (v. Corografia di Fig. 1 in appendice).

Con riferimento agli elaborati progettuali, redatti dall'Arch. Giorgio Elio Bocchiola ed ai quali si rimanda per il necessario dettaglio, si ricorda che il progetto in esame prevede in sintesi la ristrutturazione edilizia di un fabbricato agricolo ad uso commerciale, con un fabbricato ad uso abitativo composto da n. 3 unità immobiliari.

Le opere programmate sono riconducibili a costruzioni di Tipo 2 con $V_n \geq 50$ anni (Tab. 2.4.I NCT) a cui è associabile la Classe d'uso II (Cu 1.0, Tab. 2.4.II NCT), da cui ne deriva un periodo di riferimento per l'azione sismica $V_r = V_n * C_u = 50$ anni.

Premesso quanto sopra si osserva che le indagini geologiche eseguite a supporto del citato Piano Operativo Comunale, verificano ai sensi del D.P.G.R. n. 53R/2011 la classe G2 di Pericolosità Geomorfologica, la classe I3 di Pericolosità Idraulica e la classe S3 di Pericolosità Sismica; in ordine alla Fattibilità delle opere è attribuita la F2 di Fattibilità Geologica, la classe F4 di Fattibilità Idraulica e la classe F3 di Fattibilità Sismica, v. Fig. 9 in appendice.

Le presenti indagini approfondiscono le problematiche geologiche evidenziate a livello di pianificazione urbanistica, recepiscono gli indirizzi ed i contenuti del P.G.R.A. Distretto Appennino Settentrionale U.o.M. Bacino del F. Serchio e L.R. 41/2018 e sono conformi ai contenuti delle NCT 2018.

Di seguito s'illustrano le indagini eseguite, i dati raccolti e si descrive il modello geologico-tecnico di riferimento per le azioni progettuali programmate.

2. - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

2.1. - ASPETTI GEOMORFOLOGICI ED IDROGRAFICI DELL'AREA

Il comparto in oggetto ha una estensione di oltre 18700 mq ed è ubicato su terreni agricoli sub pianeggianti, adibiti nel recente passato a coltivazioni orticole e a frutteto, caratterizzati da quote medie dell'ordine di 3.0 metri s.l.m. circa.

Con riferimento alla carta d'inquadramento geologico di Fig. 2 (tratta dalla Carta Geomorfologica del P.O.C.), si può rilevare che il sito in esame si colloca in corrispondenza dell'affioramento di depositi alluvionali olocenici di origine fluviale prevalentemente limoso-sabbiosi.

Dal punto di vista morfogenetico tali depositi sono collegati al sovralluvionamento che si è sviluppato nella pianura costiera e nelle valli contermini, man mano che il livello del mare è risalito durante la deglaciazione postwürmiana ed è aumentato lo sbarramento a mare ad opera del sistema dei lidi del delta dell'Arno e del Serchio.

Litologicamente prevalgono sabbie limose e limi nelle zone prossimali ai corsi d'acqua antichi e attuali, mentre sono più diffuse argille e limi e argille e argille torbose nelle zone più lontane e depresse della pianura soggette ad impaludamenti, ove le esondazioni vi trasportavano solo i materiali a granulometria più fine.

In quanto all'assetto litostratigrafico che caratterizza questa parte di pianura alluvionale, i dati rilevati in sito (v. All.1), evidenziano al di sotto dei terreni di copertura la presenza di un primo orizzonte dello spessore di circa 8 metri, formato da litotipi essenzialmente argilloso limosi e/o sabbiosi, da poco a moderatamente addensati, a cui segue un secondo orizzonte, indagato sino ad una profondità di 15.00 m dal p.c. locale, rappresentato argille organiche poco consistenti con intercalazioni sabbiose.

Lo spessore complessivo dei sedimenti alluvionali di copertura (compresi i sedimenti pleistocenici) è valutabile nell'ordine di 200 m; a letto dei sedimenti alluvionali il substrato sismico (bedrock, formazioni litoidi pre mioceniche), è stimato a profondità dell'ordine di 400/500 metri; in quanto all'assetto strutturale dell'areale d'indagine non sono note faglie, discontinuità tettoniche e/o potenziali strutture sismogenetiche.

In termini d'idrografia superficiale l'areale d'indagine è compreso entro il bacino idrografico del F. Morto; localmente il drenaggio delle acque superficiali è affidato alle numerose fossette campestri in terra, allineate mediamente in direzione NNE - SSW, che recapitano in una serie di capofossi tributari del Fosso del Baronti, che scorre in

adiacenza al confine orientale della proprietà e rappresenta ricettore idrico principale della zona.

Per quanto concerne la funzionalità del reticolo drenante in parola, le testimonianze raccolte in sito non evidenziano per l'area in esame particolari problematiche connesse al deflusso e/o allo smaltimento delle acque superficiali.

2.2. - IDROGEOLOGIA

Nell'ambito del volume significativo riferibile alle opere di progetto è presente una modesta circolazione di falda di tipo freatico che si localizza essenzialmente in corrispondenza dei livelli sabbiosi intercalati all'interno della successione alluvionale olocenica; i livelli acquiferi in parola sono in genere almeno parzialmente anastomizzati e comunicanti tra loro sia in senso orizzontale che verticale.

Detti livelli essendo caratterizzati da una permeabilità primaria per porosità di grado mediamente basso (a causa dell'alta percentuale di materiale fine presente nella matrice) e presentando spessori spesso esigui e (a livello di area complessiva) scarsa continuità laterale, non costituiscono in genere un orizzonte acquifero ben definito o comunque al quale collegare una circolazione idrica di rilevante potenzialità.

In tal senso lo sfruttamento di questi livelli è possibile solo mediante pozzi di grande diametro (pozzi a sterro), ove viene sfruttato l'effetto capacitivo del pozzo, dovendo contare su tempi di risalita molto lunghi che non ne permettono la captazione diretta.

Il livello piezometrico, verificato con misure dirette nei perfori delle penetrometrie (periodo aprile 2019, in fase di ricarica ordinaria della falda), si è stabilizzato ad una profondità di 1.1 metri circa dal piano campagna locale.

In merito alle oscillazioni del livello piezometrico locale, in base ai dati disponibili in zona si osserva che nei periodi di massima ricarica il livello piezometrico può raggiungere quote prossime al piano campagna, mentre nei periodi secchi sono ipotizzabili soggiacenze dal p.c. locale sino a 2.0 - 2.5 metri circa.

2.3. - PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA ED IDROLOGICO IDRAULICA DELL'AREA

Inerentemente alle caratteristiche di fragilità geomorfologica locali, nel corso delle indagini eseguite e dei sopralluoghi effettuati in sito non si sono rilevati indizi sulla

presenza di fenomeni erosivi e/o d'evoluzione morfologica attivi o quiescenti, interferenti o potenzialmente interferenti con l'areale in oggetto.

In linea con quanto sopra, le recenti indagini redatte a supporto del P.O.C., v. Fig. 3, confermano l'assenza di fenomeni evolutivi e attribuiscono la classe G2 di Pericolosità Geomorfologica (Pericolosità media ai sensi del DPGR 53R/2011).

Le penetrometrie eseguite in sito, v. All. 1, hanno evidenziato il confinamento delle unità litostratigrafiche di più scadenti caratteristiche geotecniche, tra unità più consistenti e/o a profondità non inferiori a 3.5/4.0 metri e quindi la scarsa influenza delle prime sul comportamento statico dei manufatti.

In merito alle caratteristiche di pericolosità idraulica del territorio, si espone di seguito quanto emerso dall'analisi del quadro conoscitivo di riferimento.

- "STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO A SUPPORTO DEL POC DEL COMUNE DI SAN GIULIANO TERME" [ING. JACOPO TACCINI, LUGLIO 2017]. Questo studio ha analizzato i bacini ed i relativi corsi d'acqua della zona collinare del territorio comunale ed è stato esteso all'area di pianura uniformando ed integrando i dati del PGRA e PAI Serchio con quelli del PGRA Arno ed integrandoli con analisi morfologiche ed idrologiche di alcune aree e con studi idraulici di alcuni fossi. I risultati delle verifiche per l'areale di nostro interesse sono sintetizzati nella Fig. 4 in appendice (Classe I3 di Pericolosità idraulica: Pericolosità elevata ai sensi del DPGR 53R/2011), per la quale si evince che l'area d'intervento è interessata da allagamenti per eventi con $30 < tr \leq 200$ anni. I battenti relativi all'evento duecentennale sono mediamente compresi tra 16 e 26 cm circa (v. Fig. 5 in appendice), mentre le *velocità di deflusso* non sono note.
- "PERICOLOSITÀ IDRAULICA DA ALLUVIONI FLUVIALI" [PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA); DISTRETTO APPENNINO SETTENTRIONALE - UNIT OF MANAGEMENT OF F. SERCHIO, Cartografia approvata con D.C.I.P. 14/2019]. Con riferimento alla cartografia in scala 1:10.000 riprodotta nella Fig. 6 in appendice, si rileva che all'area d'intervento è attribuita la classe di pericolosità idraulica: "P2", Pericolosità Idraulica Media: aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $30 < tr \leq 200$ anni.

Dato quanto sopra, ai sensi della LR 41/2018, l'area è interessata da *Pericolosità Idraulica per Alluvioni Poco Frequenti* e la *Magnitudo Idraulica* dell'evento duecentennale è di *grado moderato* (battenti ≤ 30 cm e velocità di deflusso non determinata).

3. - CARATTERIZZAZIONE DEL VOLUME GEOLOGICO SIGNIFICATIVO

3.1. - PROVE PENETROMETRICHE

Per una valutazione delle caratteristiche litotecniche dei terreni attraversati, sono state eseguite due prove penetrometriche di tipo statico (CPT), spinte sino ad un massimo di 15 metri di profondità; le prove, v. ubicazione nella planimetria di Fig. 10, sono state eseguite dalla Ditta Geoluk S.r.l. di Lucca con penetrometro statico semovente da 200 kN di spinta, dotato di punta meccanica tipo Begemann.

I relativi diagrammi contenuti nei tabulati di cui all'All. 1, riportano in funzione della profondità in metri sotto la superficie del terreno, le misure rilevate ogni 20 cm di avanzamento della punta, rispettivamente di:

Rp: resistenza alla punta (kg/cmq)
 RI: resistenza di attrito laterale locale (kg/cmq)
 Rp/RI: rapporto Begemann

Il valore del rapporto Rp/RI (rapporto Begemann) dipende dalla granulometria dei terreni attraversati e permette pertanto la ricostruzione della stratigrafia dei terreni stessi, come riportato a fianco dei diagrammi con simbologia standardizzata (AGI 1977).

Nelle tabelle allegate (v. All. 1) sono inoltre riportati i valori derivati di:

- peso dell'unità di volume del terreno (γ in t/mc);
- angolo di attrito interno (ϕ in gradi) [da correlazioni di Meyerhof]
- densità relativa (D_r in %);
- coesione non drenata (c_u in kg/cmq);
- modulo di deformazione edometrico (m_o in kg/cmq).

3.2. - STRATIGRAFIA

Di seguito la stratigrafia media ricostruita in corrispondenza delle singole verticali d'indagine:

PENETROMETRIA CPT1

da m 0.00 a m 0.80: terreno di riporto limoso con clasti eterogenei anche grossolani;
 da m 0.80 a m 3.40: argille limose moderatamente consistenti;
 da m 3.40 a m 8.40: limi argillosi poco consistenti con livelli sabbiosi moderatamente addensati;
 da m 8.40 a m 10.80: argille e argille organiche poco consistenti;
 da m 10.80 a m 12.20: sabbie limose mediamente addensate;

da m 12.20 a m 15.00: argille e argille organiche poco consistenti;
a m 15.00 dal p.c.: fondo foro.

PENETROMETRIA CPT2

da m 0.00 a m 0.80: terreno di riporto limoso con clasti eterogenei anche grossolani;
da m 0.80 a m 3.80: argille limose moderatamente consistenti;
da m 3.80 a m 7.40: limi argillosi poco consistenti;
da m 7.40 a m 8.00: sabbie limose mediamente addensate;
da m 8.00 a m 10.80: argille e argille organiche poco consistenti;
da m 10.80 a m 11.00: sabbie limose mediamente addensate;
a m 11.00 dal p.c.: fondo foro.

3.3. - INDAGINE SISMICA

Al fine di determinare il parametro Vs30 (ovvero la velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30 metri di sottosuolo), è stata eseguita presso l'area d'intervento (v. planimetria di Fig. 10 in appendice) una stesa sismica con procedura MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves).

In breve (v. All. 2 per il necessario dettaglio), la procedura MASW consente di stimare, a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie (onde di Rayleigh), alcune proprietà meccaniche del sottosuolo in condizioni di sollecitazione sismica e quindi di ottenere, osservando le caratteristiche dispersive del sito e applicando opportune tecniche di inversione, un modello verticale delle VS.

L'analisi MASW è stata preferita alla stesa a rifrazione in quanto quest'ultima modalità di analisi non è in grado di apprezzare le note (e verificate, v. All. 2), inversioni di velocità presenti nei sismostrati superficiali dell'areale in esame.

Dato quanto sopra, per acquisire il set di dati necessari per l'indagine è stato effettuato uno stendimento di 24 geofoni (con frequenza propria di 4.5 Hz) con una distanza intergeofonica di 2.0 metri allineati con la sorgente ad impatto verticale (mazza da 10 kg); l'energizzazione è stata eseguita su entrambi i lati della stesa per permettere di apprezzare eventuali variazioni laterali nella stratigrafia.

In sintesi le analisi eseguite verificano valori di **Vs30** pari a circa **254 m/s** (modello medio) e le condizioni sismiche e stratigrafiche rilevate permettono di classificare il

suolo di fondazione nella **Categoria "C"** della Tab. 3.2.II delle NCT 2018: *"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."*

3.4. - DEFINIZIONE UNITÀ LITOTECNICHE

Le unità litotecniche presenti nell'ambito del volume significativo riferibile alle opere di progetto, sono tutte riconducibili alla sola Unità delle Terre di Copertura (Unità Litotecnica "F"), della quale costituiscono quindi delle sotto unità.

Applicando quanto contenuto nelle NCT 2018, si possono assumere quali valori caratteristici dei parametri geotecnici rilevati, valori confrontabili ai valori medi di questi; per cui procedendo dall'alto verso il basso geometrico della serie stratigrafica, si identificano le seguenti unità litotecniche:

TAB. 3.4.1 - UNITÀ DELLE TERRE DI COPERTURA

Unità	Descrizione	Rp	γ_n	γ_s	Cu	φ	Mo
F1	Terreno di riporto limoso con clasti eterogenei grossolani	20/30	1.95	2.05	---	28°	60
F2	Argille limose moderatamente consistenti	13/14	1.95	2.10	0.60	---	48
F3	Limi argillosi poco consistenti con livelli sabbiosi moderatamente addensati	8/10	1.85	2.00	0.45	---	30
F4	Argille e argille organiche poco consistenti	8	1.80	1.95	0.35	---	30
F5	Sabbie limose mediamente addensate	23/24	1.95	2.05	----	28°	70

dove: Rp = resistenza media all'infissione penetrometrica statica in kg/cmq; γ_n = peso di volume naturale del terreno in t/mc; γ_s = peso di volume saturo del terreno in t/mc; cu = coesione non drenata in Kg/cmq (da prove CPT); φ = angolo di attrito in gradi (da prove CPT); Mo = Modulo edometrico in Kg/cmq (da prove CPT).

La successione stratigrafica ed i rapporti geometrici tra le unità litotecniche descritte sono graficamente rappresentati nella sezione geologica AB di Fig. 11 in appendice.

4. - ASPETTI GEODINAMICI E SISMICITÀ

4.1. - EFFETTI TOPOGRAFICI

Il sito in oggetto è ubicato in un ampio contesto di pianura alluvionale caratterizzato da gradienti morfologici esigui, dell'ordine di qualche unità per mille ed è pertanto giustificato l'adozione di un *coefficiente di amplificazione topografica T1* ($S_t = 1$), come definito alla Tabella 3.2.IV delle NCT.

4.2. - EFFETTI STRATIGRAFICI

In ordine a quanto esposto sul modello geologico dei terreni componenti il volume significativo di riferimento e in particolare per quanto rilevato in sito mediante l'indagine sismica (v. § 3.3 e All. 2), si ritiene congruo assumere ai sensi della Tabella 3.2.II delle NCT 2018 la CATEGORIA "C" DI PROFILO STRATIGRAFICO: *"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."*

4.3. - VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

In base all'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003, il territorio comunale di San Giuliano Terme è inserito in zona sismica 2, in relazione ai valori di accelerazione di picco al suolo: A_g/g (accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni) compresa tra 0.15 e 0.25 e accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico $A_g/g = 0.25$.

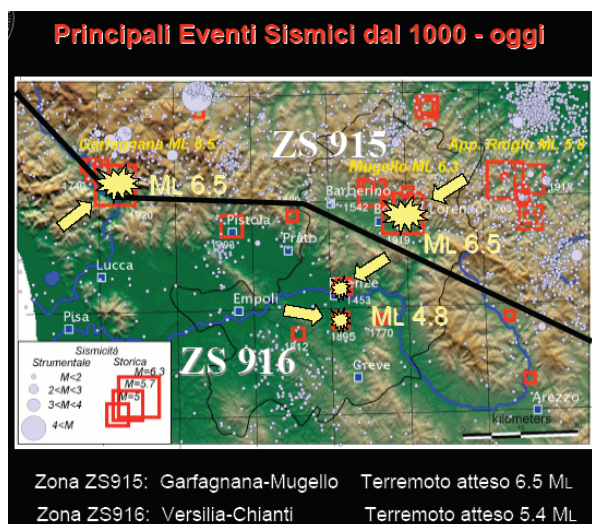
La Regione Toscana con la D.P.G.R. 22/10/2012, n. 58/R - *"Regolamento di attuazione dell'articolo 117, comma 2, lettera g) della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio). Verifiche nelle zone a bassa sismicità. Determinazione del campione da assoggettare a verifica"*, ha variato la classificazione sismica del territorio comunale in Classe 3 (Fascia C di pericolosità sismica, $a_g = 0.121 \leq 0.125g$).

Per quanto concerne la sismicità storica, in base ai dati reperibili presso la banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti dell'ING si osserva che le notizie di terremoti chiaramente avvertiti nel territorio comunale sono relative agli ultimi 160 anni di storia.

Tra gli eventi più rilevanti si cita il terremoto che nell'agosto del 1846 colpì l'area collinare della Toscana occidentale con epicentro presso Orciano Pisano che fu quasi completamente distrutto, il terremoto del 26 giugno 1895 con epicentro nel fiorentino, il terremoto del 13 gennaio 1909 con epicentro nella bassa padana, il terremoto del 29 giugno 1919 con epicentro nel Mugello e quello del 7 settembre 1920 con epicentro presso Minucciano in Garfagnana.

L'intensità macrosismica locale è stata stimata del VI° grado Mercalli nel 1846 e nel 1919 e del V° grado nel 1895 e 1920; per l'area in esame non vi sono notizie di danni a cose o persone.

Nel rapporto conclusivo "Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica - Zonazione sismogenetica ZS9" prodotto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, il Comune di San Giuliano è inserito nella Zona Sismogenetica 916 "Versilia-Chianti", che è posta a Sud della più attiva ZS 915 "Garfagnana-Mugello" e da questa separata dall'involuppo delle faglie bordiere della Garfagnana e del Mugello, v. figura a seguire.



Alla ZS 916 è associata una magnitudo attesa massima (M_{wMax} CPTI2) calibrata sulle evidenze geologico-sismiche e storiche pari a 5.45; a favore della sicurezza gli autori consigliano di applicare per la parametrizzazione del terremoto di progetto una magnitudine compresa tra M_{wMax1} di 5.68 e M_{wMax2} di 6.14.

Ciò premesso si ricorda che ai sensi della vigente normativa sismica le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione, si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione.

La pericolosità sismica di base è intesa come accelerazione massima orizzontale A_g in condizioni di campo libero su suolo rigido ($V_{s30} > 800 \text{ m/sec}$), con superficie topografica orizzontale ma è definita anche in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento P_{vr} .

Le forme spettrali vengono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{vr} , partendo dai seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale in condizioni di campo libero:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_o valore max del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T^*C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I parametri spettrali di riferimento si calcolano utilizzando il reticolo di riferimento di cui alla Tab. 1 All. B del D.M. 14/01/2008, date le coordinate in gradi decimali del sito in esame che sono (in ED50):

Latitudine: 43,771354 Longitudine: 10,409005

Dalla Tab. 1 All. B del D.M. 14/01/2008 si verificano i seguenti nodi di riferimento:

Sito 1	ID: 19824	Lat: 43,7935	Lon: 10,3732	Distanza: 3785,616
Sito 2	ID: 19825	Lat: 43,7953	Lon: 10,4425	Distanza: 3782,701
Sito 3	ID: 20047	Lat: 43,7453	Lon: 10,4450	Distanza: 4087,250
Sito 4	ID: 20046	Lat: 43,7435	Lon: 10,3757	Distanza: 4089,324

Dato che le opere programmate sono riconducibili a costruzioni di Tipo 2 con $V_n \geq 50$ anni (v. Tab. 2.4.I NCT) alle quali è associabile la Classe d'uso II ($C_u 1.0$, v. Tab. 2.4.II NCT), ne deriva un periodo di riferimento per l'azione sismica $V_r = V_n \cdot C_u = 50$ anni.

Dato quanto sopra si verificano i seguenti:

♦ TAB. 4.3.1 – PARAMETRI SISMICI SU SITO DI RIFERIMENTO RIGIDO ORIZZONTALE

	SLO	SLD	SLV	SLC
P_{vr}	81%	63%	10%	5%
T_r (in anni)	30	50	475	975
A_g (g)	0.039	0.048	0.121	0.155
F_o	2.579	2.555	2.358	2.385
T_c^* (sec)	0.227	0.249	0.283	0.285

Dove in relazione a ciascuna delle probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento P_{vr} è definito il periodo di ritorno T_r , l'accelerazione orizzontale massima al sito A_g , il valore

massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale F_0 e il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in acc.ne orizzontale T_c^* .

Dall'incrocio dei Parametri sismici con le caratteristiche stratigrafiche (Classe C, v. S 3.3 e All. 2) e topografiche del sito (Classe T1, v. S 4.1), si verificano i seguenti:

♦ TAB. 4.3.2 - COEFFICIENTI SISMICI

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss	1.500	1.500	1.500	1.480
Cc	1.710	1.660	1.590	1.590
St	1.000	1.000	1.000	1.000
Kh	0.012	0.014	0.044	0.055
Kv	0.006	0.007	0.022	0.027
Amax	0.573	0.711	1.779	2.247
β_s	0.200	0.200	0.240	0.240

Dove **Ss** è il coefficiente di amplificazione stratigrafica come definito nella Tab. 3.2.V delle NCT in funzione di F_0 e di A_g/g , **Cc** è un coefficiente definito sempre nella Tab. 3.2.V NCT in funzione della categoria di sottosuolo, **St** è il coefficiente di amplificazione topografica (v. S3.1), **Kh** è il coefficiente sismico orizzontale, **Kv** è il coefficiente sismico verticale, **Amax** è l'accelerazione massima attesa al sito ed è data dal prodotto di A_g in m/s^2 per S con $S=S_s*St$, **β_s** è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (v. Tab. 7.11.I delle NCT).

5. - VERIFICHE ALLA SICUREZZA

5.1. - IMPOSTAZIONE PROGETTUALE DEGLI INTERVENTI

Come accennato in premessa il progetto prevede la ristrutturazione edilizia di un fabbricato a destinazione commerciale legata al settore agricolo e la sua sostituzione con un fabbricato ad uso residenziale; il fabbricato esistente, che versa in pessimo stato di conservazione, è stato acquistato all'Asta Giudiziaria dalla Società Agricola del Bambù S.S. che ne è attualmente proprietaria.

Realizzato in origine come serra fissa dalla precedente proprietà (Concessione Edilizia n. C98/0409 del 10.11.1998), fu successivamente trasformato in fabbricato Commerciale (collegato al settore agricolo, vedi scheda Norma) ed utilizzato per la vendita di prodotti agricoli dell'azienda di cui faceva parte mediante (Aut. Edilizia n. A2001/0106 del 09.10.2001).

Il fabbricato in essere ha un'altezza massima all'intradosso del solaio di copertura di m 5,35 e m 3,59 in gronda, è formato da due campate delle dimensioni complessive di m 20,30x12,10, realizzate con struttura metallica zincata, tamponamenti in onduline isolate con polistirolo e tetto con ondulina di plastica e strato di poliuretano espanso all'estradosso.

Lo stato di progetto ne prevede la Sostituzione Edilizia per ristrutturazione con frazionamento e cambio d'uso; in particolare il nuovo fabbricato avrà destinazione per metà Residenziale (1 unità abitativa su due piani ad Est) e per metà rimarrà agricolo ma sarà trasformato in n. 2 unità abitative per agriturismo, di cui una al piano terra ed una al piano primo.

Il fabbricato sarà ampliato in altezza e leggermente traslato rispetto al sedime attuale di circa 1,30 m all'interno del lotto; l'altezza massima sarà di ml 6,60 all'intradosso del solaio di copertura e ml 4,23 in gronda; la superficie totale d'imposta a terra (compreso il pergolato), passerà dagli attuali 245 mq a 282 mq circa.

La quota di calpestio del piano terra di progetto sarà rialzata di circa 52 cm rispetto al piano campagna locale, in modo da garantire un congruo franco di sicurezza rispetto al battente idrico dell'evento duecentennale di riferimento, v. Sez. di Fig. 11, § 2.3 e § 6.

Parallelamente alle descritte opere di ristrutturazione è altresì previsto il ridimensionamento della serra posta sul retro del fabbricato in parola; trattasi di serra

fissa a due campate di analoga fattura alla precedente, la cui superficie d'imposta sarà ridotta dagli attuali 306 mq a 245 mq circa.

5.2. - VERIFICA DELLA STABILITÀ D'INSIEME

In quanto agli aspetti legati all'evoluzione morfologica del territorio le indagini condotte verificano, coerentemente al contesto di ubicazione dell'area in studio, l'assenza di elementi d'evoluzione morfologica e/o di fenomeni erosivi d'entità apprezzabile, interferenti o potenzialmente interferenti con le opere di progetto.

Per quanto concerne la stabilità gravitativa per fenomeni di subsidenza, quest'ultima è stata valutata con analisi basate sulla tecnica dell'interferometria satellitare applicata ai diffusori permanenti (Permanent Scatterers Technique); nelle aree urbanizzate i riflettori delle onde radar (Permanent Scatters), sono generalmente rappresentati dagli stessi edifici.

La tecnologia P.S. è uno strumento efficace per il monitoraggio dei fenomeni di deformazione della superficie terrestre, basato sull'impiego di serie temporali d'immagini radar satellitari.

In particolare si è fatto riferimento al monitoraggio in continuo delle deformazioni del terreno del territorio regionale toscano portato avanti dall'Università degli Studi di Firenze (DST-UNIFI, Centro di Competenza del Servizio Nazionale di Protezione Civile) e la Regione Toscana.

Questo programma di rilevamenti avvale di due satelliti (Sentinel-1A e Sentinel-1B) della costellazione Sentinel-1 dell'ESA (Agenzia Spaziale Europea, progetto Copernicus), lanciati tra il 3 aprile 2014 (Sentinel-1A) e il 25 aprile 2016 (Sentinel-1B); i satelliti hanno singoli tempi di rivisitazione di 12 giorni che si dimezzano per la presenza in orbita dei due satelliti gemelli.

Questa costellazione satellitare risulta (tra quelle ad oggi operative), la migliore scelta per attività di studio e monitoraggio delle deformazioni del terreno a media risoluzione con coperture a scala regionale.

Dato quanto sopra e con riferimento alla figura a seguire, si osserva che l'analisi delle serie di dati rilevati in zona tra il gennaio 2016 e il gennaio 2019 non evidenziano a livello di area complessiva alcuna tendenza alla subsidenza.



5.3. - VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Il termine liquefazione descrive un fenomeno di diminuzione anche drastica di resistenza al taglio, causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico.

I principali fattori di controllo della liquefazione sono la granulometria della sabbia, lo stato di addensamento, le dimensioni e la pressione di confinamento del deposito sabbioso, situazioni idrogeologiche al contorno che ne influenzino il drenaggio e le caratteristiche dell'onda elastica in termini di accelerazione, ampiezza (magnitudo), frequenza, incidenza dell'onda e durata dello scuotimento.

La verifica del potenziale di liquefazione è stata effettuata applicando il metodo di Robertson e Wride (1997), che si basa sul rapporto fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto di progetto.

La resistenza del deposito alla liquefazione viene quindi valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione

$$(1.0)F_s = \frac{CRR}{CSR}$$

dove CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma di progetto.

I parametri relativi all'evento sismico di riferimento sono stati valutati come esposto al § 4.3, in particolare l'accelerazione massima al suolo assunta a riferimento è pari alla **A_{max}** (valutata allo stato limite SLV ed espressa in g, v. Tab. 4.3.2); i parametri relativi ai terreni di fondazione derivano dai dati geognostici rilevati (v. § 3.4 e All.1).

Per la valutazione della coppia dei valori Magnitudo momento sismico (M_w) - distanza epicentro caratteristici del sito, si è utilizzata la metodologia proposta in "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica - Gruppo di lavoro MS 2008" della Reg. Toscana, che prevede di estrarre detti valori dai dati di disaggregazione della pericolosità sismica (Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia - Gruppo di lavoro 2004 e INGV Spallarossa e Barani, 2007), i quali permettono di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito per determinati tempi di ritorno.

L'analisi di disaggregazione è stata condotta per i 16852 siti corrispondenti ai nodi della griglia adottata per la redazione delle mappe di pericolosità sismica del territorio nazionale; i valori mediani di scuotimento corrispondenti al periodo di ritorno di 475 anni (SLV) per i nodi di nostro interesse, sono stati confrontati con l' M_w Max proprio della Zona Sismogenetica di appartenenza (ZS 916) e, a favore della sicurezza, a questa approssimati.

Nel calcolo si è imposto una soggiacenza del livello di falda dal p.c. locale pari a 0.50 metri, che per le caratteristiche idrogeologiche locali è rappresentativo di una situazione di massima ricarica degli acquiferi.

Dato quanto sopra, dal risultato delle verifiche, riportate nell'Allegato 3 in appendice, si evince che alle condizioni descritte il fenomeno liquefazione non costituisce pregiudizio alla sicurezza.

6. - VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Sulla base delle indagini svolte si esprimono le seguenti valutazioni conclusive:

➤ FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOMORFOLOGICI E LITOTECNICI

Per quanto concerne la stabilità statica delle opere di progetto, in ordine ai dati attualmente a nostra disposizione non si rilevano particolari problemi di natura geotecnica e/o geomorfologica.

Gli interventi programmati si inseriscono infatti in un contesto essenzialmente stabile e consolidato e le verifiche eseguite concorrono ad evidenziare l'assenza di fenomeni d'evoluzione geomorfologica attivi e/o quiescenti interferenti o potenzialmente interferenti con l'areale d'intervento.

Per quanto concerne il dimensionamento strutturale delle opere, sarà cura del Progettista, sulla scorta del modello geologico e geotecnico proposto, verificarne il dimensionamento ultimo in funzione degli stati limite considerati.

In fase di formazione delle opere di fondazione, si raccomanda alla D.L. una profondità di scavo dell'ordine di 80 cm circa, fatto comunque salvo di verificarne in corso d'opera la corretta esecuzione, tenendo conto che la profondità di scavo potrà essere modulata in funzione di situazioni locali quali presenza di manufatti, materiali di riporto, ecc..

Per quanto concerne le terre di scavo di risulta delle azioni progettuali programmate, sarà cura del Progettista garantirne la gestione nel rispetto dell'art. 184 del D.Lgs. n. 152/2006 e delle procedure di cui al DPR 120/2017.

➤ FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI IDROLOGICO-IDRAULICI

Con riferimento a quanto esposto al paragrafo 2.3, si evince che le condizioni di fattibilità dell'intervento sono vincolate al rispetto dei criteri di fattibilità espressi nella Scheda Norma del Comparto (v. Fig. 9 in appendice) e dalla L.R. n. 41 del 24/07/2018 per le *aree caratterizzate da pericolosità idraulica per alluvioni poco frequenti di moderata magnitudo idraulica*.

In tal senso la Scheda Norma verifica a livello di comparto un battente tr 200 compreso tra 16 e 33 cm e prescrive di accertare nel dettaglio il battente dell'area d'intervento utilizzando la cartografia di riferimento del POC e di raggiungere la quota di sicurezza aggiungendo al tirante idraulico 20 cm di franco.

Per quanto esposto al §2.3 e con riferimento alla Fig. 5 in appendice, si ritiene congruo assumere a favore della sicurezza un battente medio sull'area d'intervento pari a 26 cm; la quota di sicurezza (piano calpestio del piano terra del costruendo immobile), potrà pertanto essere programmata a partire da +46 cm dal piano campagna adiacente al fabbricato attualmente in essere.

Relativamente alla L.R. n. 41/2018, si applica l'art. 12 Commi 4/5/6, relativo agli interventi edilizi all'esterno del territorio urbanizzato e in termini di fattibilità si comprende la trasformazione più impegnativa, ovvero il cambio di destinazione d'uso in residenziale (comma 6), che coerentemente alle disposizioni del POC, prevede la messa in sicurezza tramite rialzamento del piano di calpestio (art. 8, comma 1, lettera c).

Al fine di minimizzare l'impatto del progetto sulla pericolosità idraulica delle aree limitrofe, ovvero in termini di volumetrie sottratte all'esondazione, si raccomanda di limitare la suddetta sopraelevazione, fatte salve particolari situazioni di collegamento, al solo fabbricato ed ai raccordi di questo con le aree adiacenti.

In termini d'invarianza idraulica, facendo seguito alle valutazioni idrauliche sopra richiamate e considerato che il piano calpestio del fabbricato esistente è a + 0.20 m dal piano campagna naturale (v. Sez. di Fig. 11 in appendice), la realizzazione del fabbricato di progetto comporta una sottrazione di un volume di esondazione valutabile in $435 \text{ mq} \times 0.06 \text{ m} = 26 \text{ mc}$, (supponendo a favore della sicurezza che la sopraelevazione sia estesa all'impronta a terra fabbricato di progetto, ovvero 282 mq, più una fascia perimetrale di 2 m di profondità, che vale per altri 153 mq).

A parziale compenso della volumetria sottratta all'esondazione interviene la parziale demolizione della serra fissa posta sul retro del fabbricato (Fig. 10 in appendice e §5); nello specifico si ricorda che è prevista la demolizione di circa 61 mq di struttura, che comporta un recupero di volumetria di $61 \text{ mq} \times 0.26 \text{ m} \cong 16 \text{ mc}$.

Fermo restando quanto esposto, giova osservare che tra gli interventi di risanamento agricolo e ambientale eseguiti sul comparto dalla nuova proprietà, vi è stata anche la demolizione di oltre 5600 mq di serre fisse (SCIA 6022/17), che in termini di riacquisizione di superficie permeabile e di volumetria recuperata all'esondazione (valutabile nell'ordine di 1450 mc), compensa e supera di gran lunga l'impatto delle opere di progetto.

➤ FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI IDROGEOLOGICI

Per quanto concerne la fattibilità dell'intervento in relazione agli aspetti idrogeologici, in considerazione delle caratteristiche idrogeologiche locali (v. § 2.2) e della natura della trasformazione e delle attività ivi previste (v. § 5), non si rileva la necessità di subordinare l'attuazione del progetto a specifiche prescrizioni, se non al rispetto di quanto già disciplinato dalla normativa in materia.

➤ FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI SISMICI

Con riferimento a quanto esposto al § 4.3 si ricorda che il Comune di San Giuliano Terme è inserito in *Zona 3* della classificazione sismica regionale con $0.05 < Ag/g < 0.15$, accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico $Ag/g = 0.15$ e in Fascia C di pericolosità sismica, $ag \leq 0.125g$ ($ag = 0.121g$).

Per quanto concerne la scelta dell'azione sismica di progetto da considerare nel dimensionamento strutturale delle opere, il Progettista potrà assumere ai sensi della Tabella 3.2.II delle NCT 2018 la **CATEGORIA "C" DI PROFILO STRATIGRAFICO**: *"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."*

Per la completa definizione dell'azione sismica il Progettista potrà fare riferimento alla valutazione dei parametri e coefficienti sismici locali di cui al § 4.3.

Inerentemente alla verifica del potenziale di liquefazione dei terreni di fondazione, considerate le condizioni litostratigrafiche, idrogeologiche e sismiche locali si escludono che possano verificarsi fenomeni di liquefazione indotti da eventi sismici (v. verifiche analitiche di cui al § 5.3 ed All. 3 in appendice).

In sintesi, sulla base delle considerazioni esposte e nel rispetto delle prescrizioni indicate, si ritengono le opere di progetto fattibili sia sotto l'aspetto geologico e geotecnico, sia in termini d'equilibrio idrogeologico e idrografico del territorio.

Asciano, 21 febbraio 2020

Dott. Geol. Giovanni Lopane

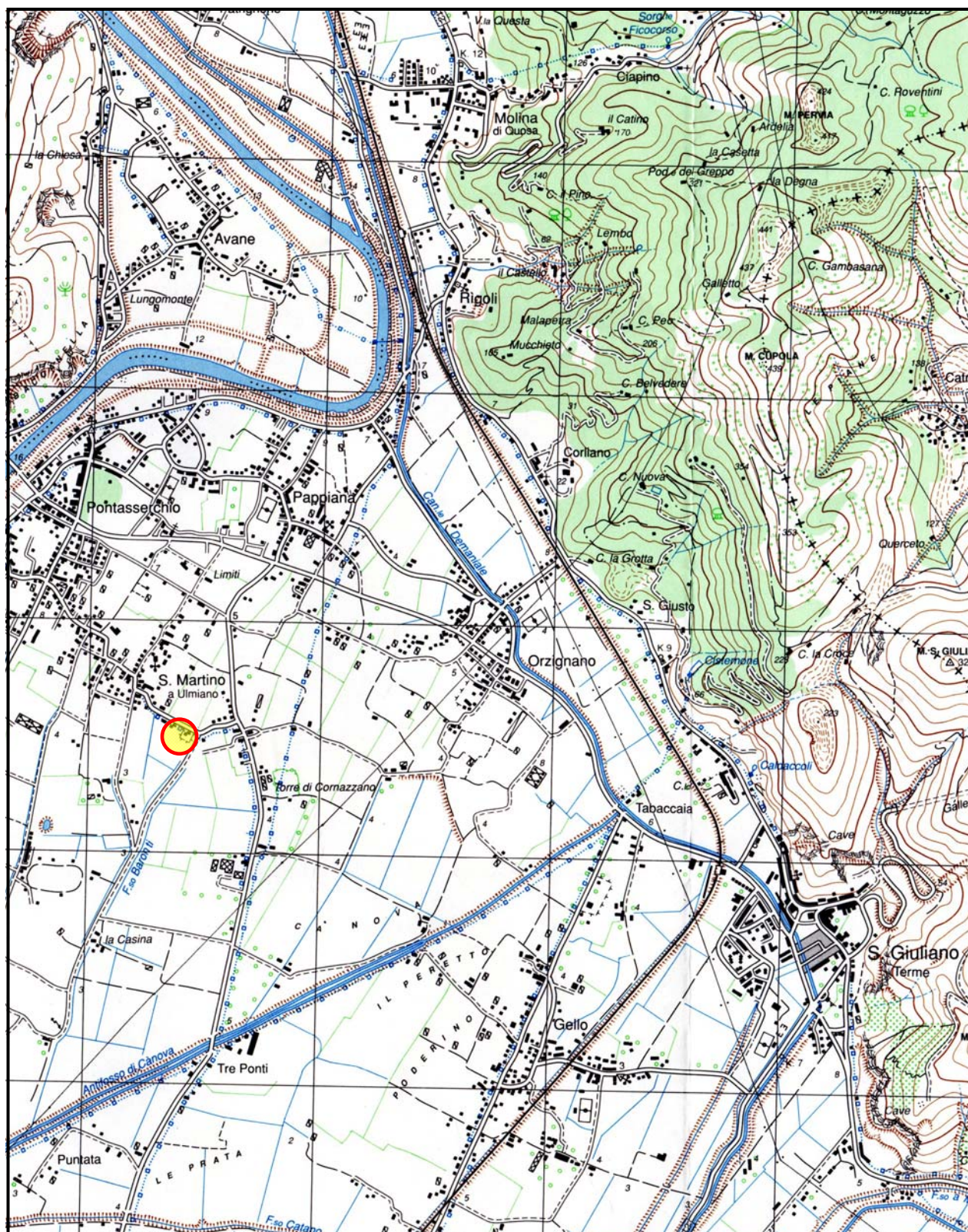


A circular blue stamp from the 'ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA'. The text inside the stamp reads: 'DOTT. GEOL. GIOVANNI LO PANE N° 555'. A handwritten signature in dark ink is written over the stamp.

FIG. 1 - COROGRAFIA

(Scala 1: 25.000)

[Stralcio tratto da: SERIE 25 - IGMI - FOGLIO N. 273 SEZ. IV - PISA]

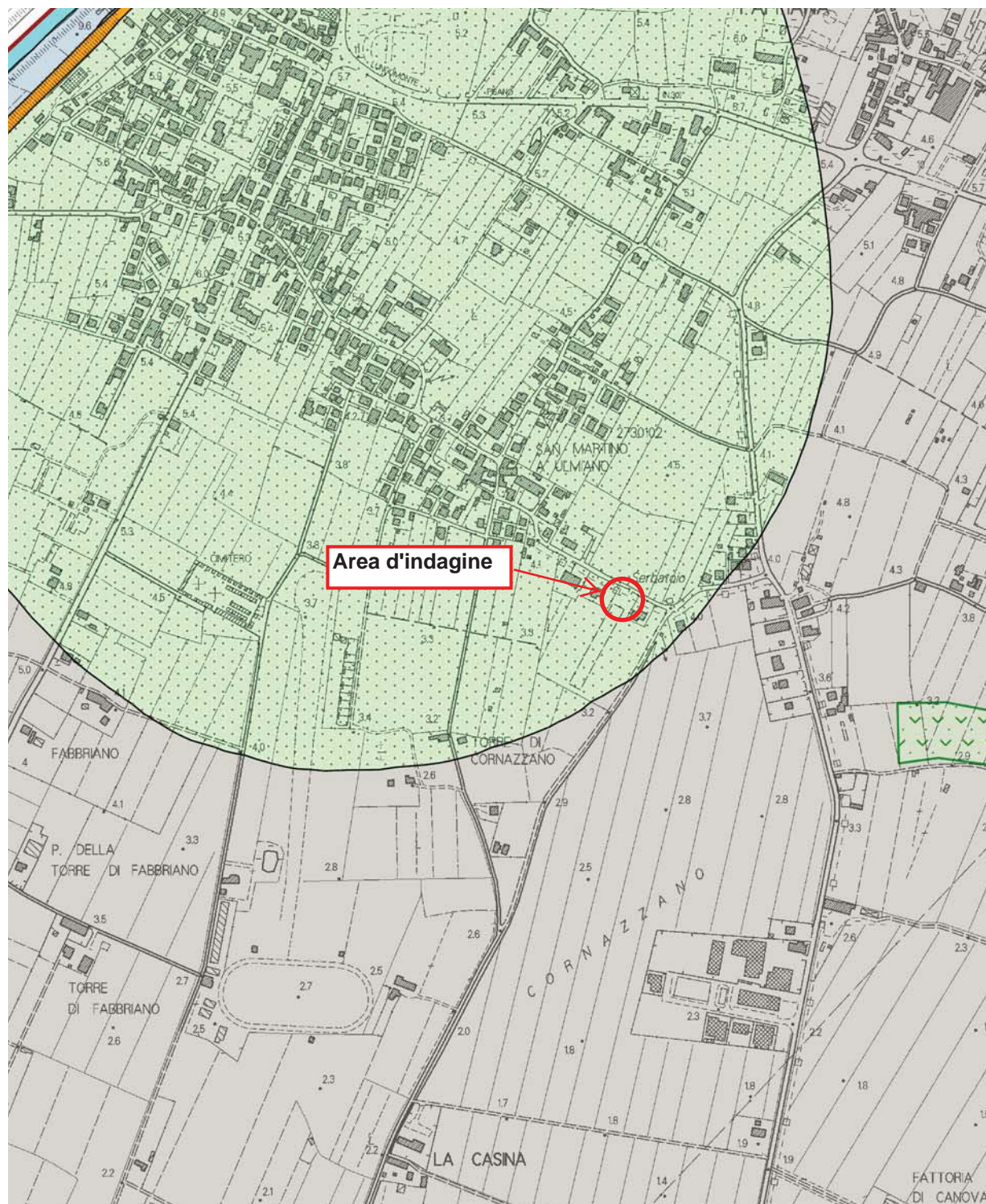


Ubicazione area d'indagine

FIG. 2 - CARTA GEOMORFOLOGICA

Scala 1:10.000

Stralcio tratto da Tav. A1 del P.O.C. - Approvazione Del. C.C. n. 54 del 30/10/2019



LEGENDA CARTA GEOMORFOLOGICA


[STRALCIO TRATTO DALLA TAV. A1 DEL P.O.C. - APPROVAZIONE DEL. C.C. N. 54 DEL 30/10/2019]

 Limite comunale

 Corpi d'acqua

Aree molto acclivi/scarpate

 Scarpata di ex cava

 Scarpata di ex cava ripristinata

 Scarpata morfologica


Forme e processi antropici

 Aree di cava

 Principali rilevati arginali e stradali

Forme, processi e depositi di versante

 Frana attiva

 Frana quiescente


 Sassaia

 Detrito di versante


 Falda detritica

Aree di fondovalle


Sedimenti alluvionali attuali e recenti

 Terreni prevalentemente sabbioso-limosi

 Terreni prevalentemente argillosi

 Terreni argillosi organici

Sedimenti del Pleistocene superiore

 Sabbie e limi di Vicarello

 Alluvioni terrazzate

Aree di versante

 Copertura pedologica

 Formazioni silicoclastiche non metamorfiche


 Formazioni metamorfiche con foliazione

 Formazioni calcaree

 Formazioni metamorfiche quarzitiche

 Formazioni metamorfiche conglomeratiche

Forme, processi e depositi fluviali

 Corpo d'acqua

 Cono detritico


 Cono di deiezione


 Aree golenali

 Impluvio in erosione

 Paleoalvei

Forme, processi e depositi costieri

 Morfologia costiera. Aree con evidenze di erosione e trasporto di origine marina ed eolica.

 Terreni prevalentemente limoso-argillosi di depressione retrodunare


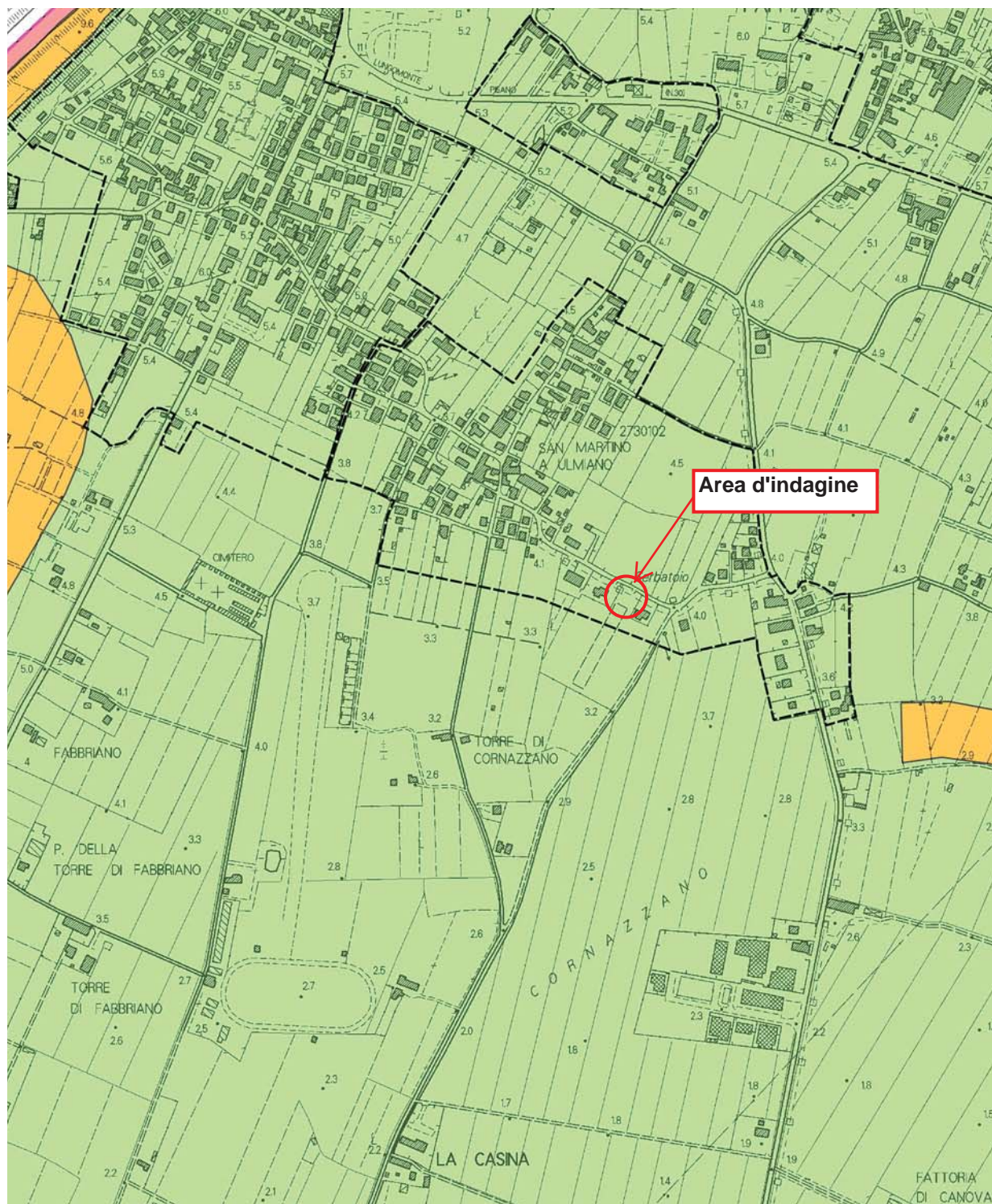
 Sabbie pulite di duna

FIG. 3 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Scala 1:10.000

Stralcio tratto da Tav. G1 del P.O.C. - Approvazione Del. C.C. n. 54 del 30/10/2019



LEGENDA CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Stralcio tratto da Tav. G1 del P.O.C. - Approvazione Del. C.C. n. 54 del 30/10/2019



Limite comunale



Limite UTOE

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



G1 - Pericolosità geologica bassa



G2 - Pericolosità geologica media



G3 - Pericolosità geologica elevata



G4 - Pericolosità geologica molto elevata

Processi particolari



Aree vulnerabili da fenomeni detritici torrentizi



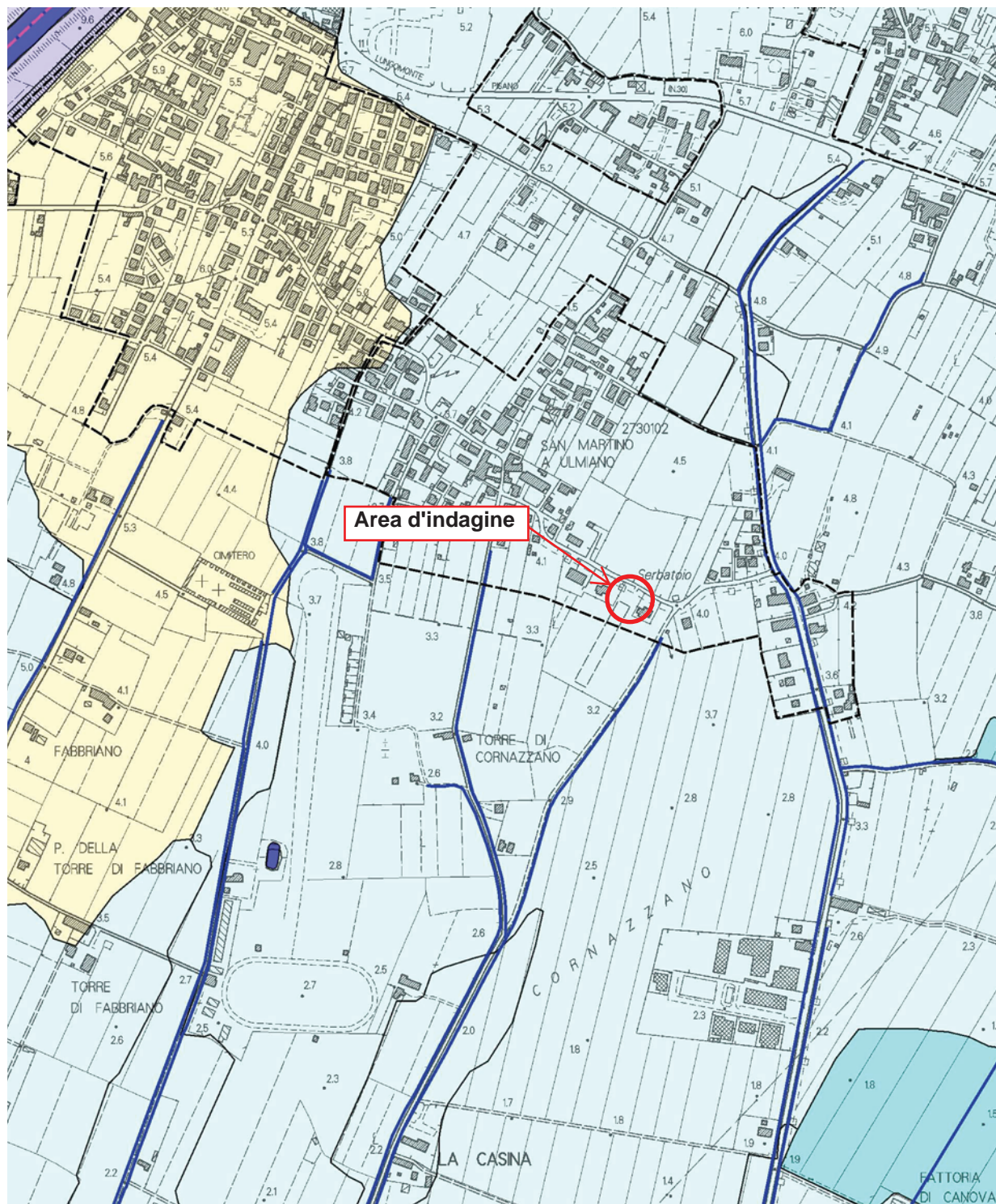
Aree vulnerabili da fenomeni di dinamica costiera



FIG. 4 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Scala 1:10.000

Tratta dalla Tav. H1 del P.O.C. - Approvazione Del. C.C. n. 54 del 30/10/2019



LEGENDA CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Tratta dalle Indagini geologiche di supporto POC - Dott. E. Pistilli - Geoprogetti Studio Ass.



Limite comunale



Limite UTOE

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

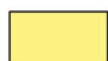
I.1 - Pericolosità idraulica bassa



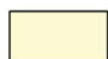
Aree interessate da allagamenti con $Tr > 500$ anni

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

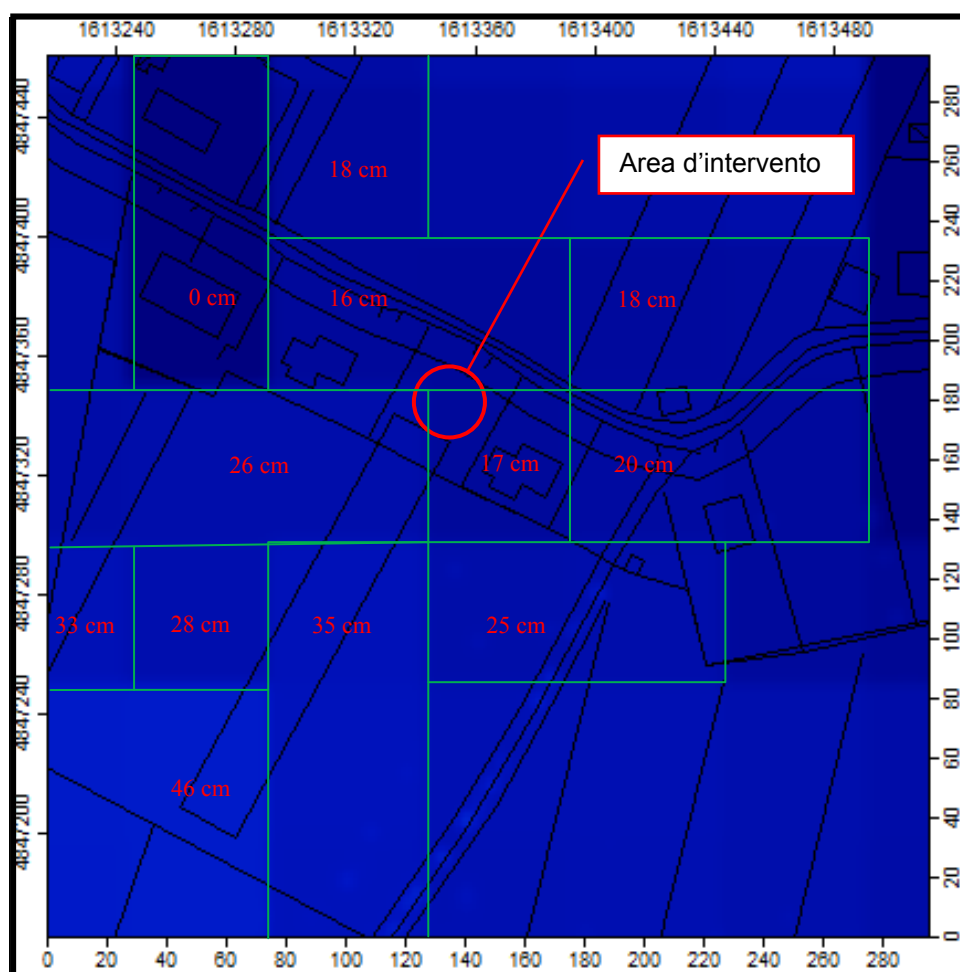


Reticolo idraulico di gestione Regione Toscana

FIG. 5 – BATTENTI IDRAULICI TR 200

Tratta da Indagini Idrauliche ed Idrologiche a supporto del POC – Ing. J. Taccini, Luglio 2017

(Scala grafica)



CTR10k [Polylines]



TR200 battenti S

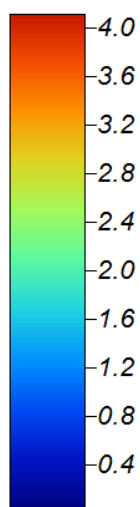
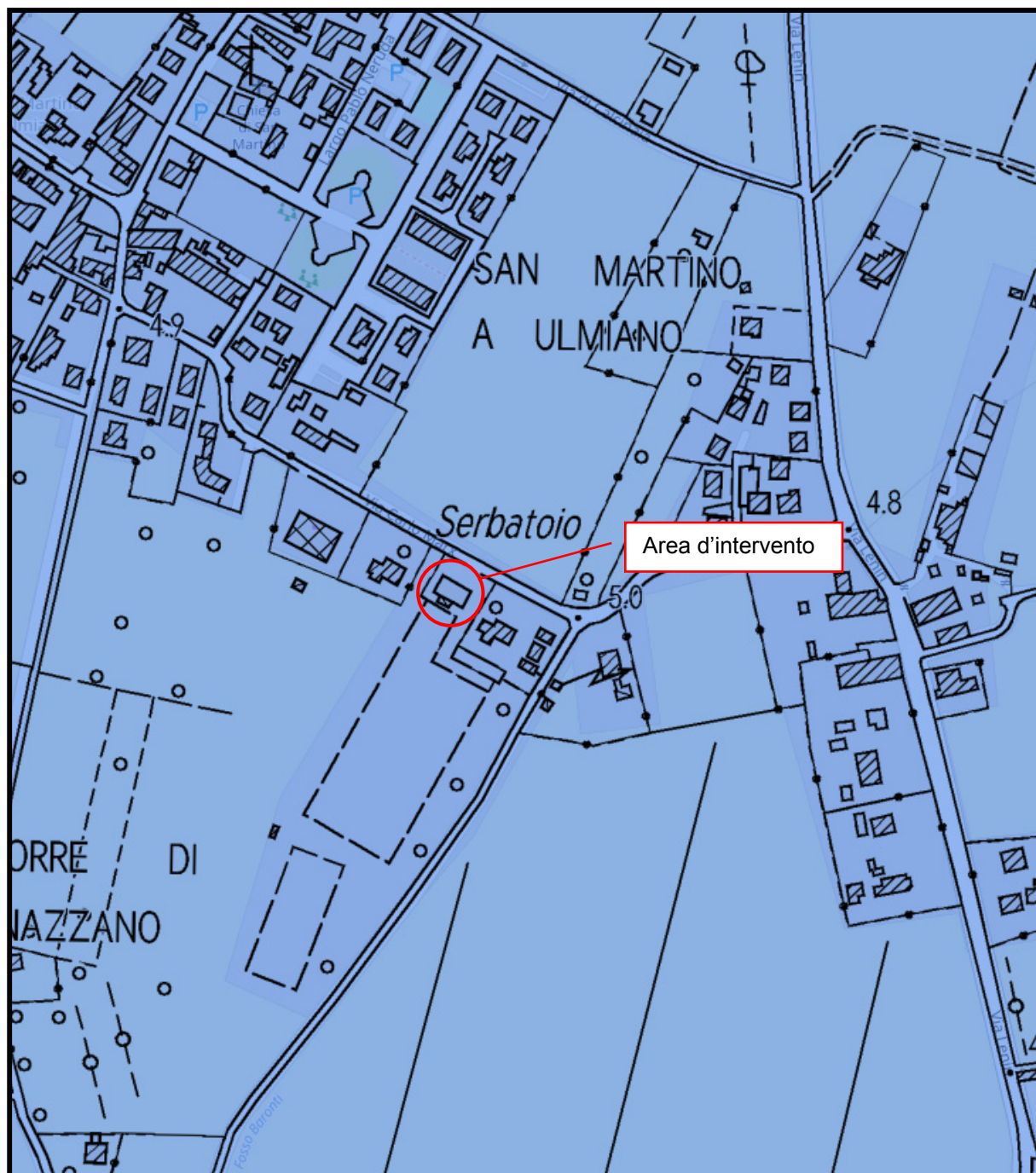


FIG. 6 – PERICOLOSITÀ IDRAULICA

(Scala 1:5.000)

Tratta da Piano Gestione Rischio Alluvioni Distretto Appennino Settentrionale – UOM. Bac. Del F. Serchio



Cartografia approvata con DCIP 14/2019

LEGENDA




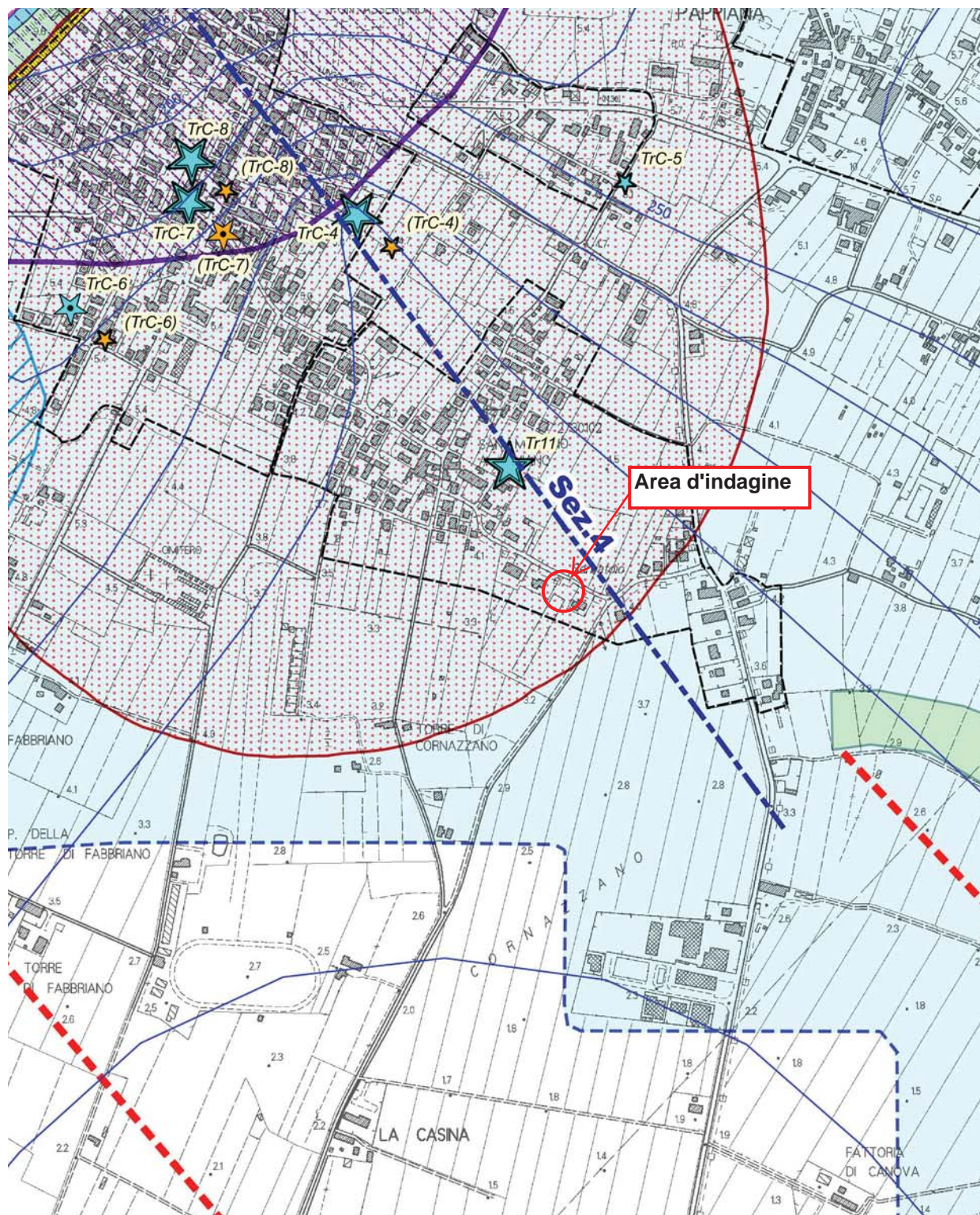
	P1	Pericolosità da alluvione fluviale bassa ($TR > 200$ anni)
	P2	Pericolosità da alluvione fluviale media ($30 < TR \leq 200$ anni)
	P3	Pericolosità da alluvione fluviale elevata ($TR \leq 30$ anni)

FIG. 7 - CARTA MOPS E FREQUENZE FONDAMENTALI





Scala 1:10.000

Stralcio tratto da Tav. D1 del P.O.C. - Approvazione Del. C.C. n. 54 del 30/10/2019








LEGENDA CARTA MOPS E FREQUENZE FONDAMENTALI







[STRALCIO TRATTO DALLA TAV. D1 DEL P.O.C. - APPROVAZIONE DEL. C.C. N. 54 DEL 30/10/2019]

-  Limite comunale
-  Area di indagine MOPS
-  Tracce sezioni geolitologiche
-  Profondità presunta del substrato sismico





FORME DI SUPERFICIE

-  Cave abbandonate
-  Coltri detritiche (detriti di versante, coni detritici, falde detritiche)
-  Valle stretta $C > 0.25$ [$C = H/(L/2)$]
-  Scarpate attive
-  Subsidenza diffusa constatata da misure interferometriche

ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

-  Faglie attive e capaci di quadro conoscitivo "FA" (database ITHACA)
 -  Liquefazione "L"
 -  Amplificazione stratigrafica
 -  Cedimenti differenziali "CD" (aree golenali, terreni alluvionali organici, paleovalvei)
- Instabilità di versante "FR":
-  Frane quiescenti
 -  Frane attive e sassaie

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

-  ZONA 5 - Depositi alluvionali attuali e recenti
-  ZONA 4 - Depositi incoerenti di età pleistocenica
-  ZONA 3 - Alluvioni terrazzate su roccia
-  ZONA 2 - Conoide alluvionale su roccia

ZONE STABILI

-  ZONA 1 - Complesso lapideo stratificato con eventuale copertura pedologica

MISURE DI FREQUENZA DI SITO (sismica passiva)

Frequenza del picco di amplificazione, scala cromatica (Hz):

-  4.0 - 20.0
-  2.0 - 4.0
-  1.5 - 2.0
-  1.0 - 1.5
-  < 1.0

Ampiezza del picco di amplificazione (A0), scala dimensionale:





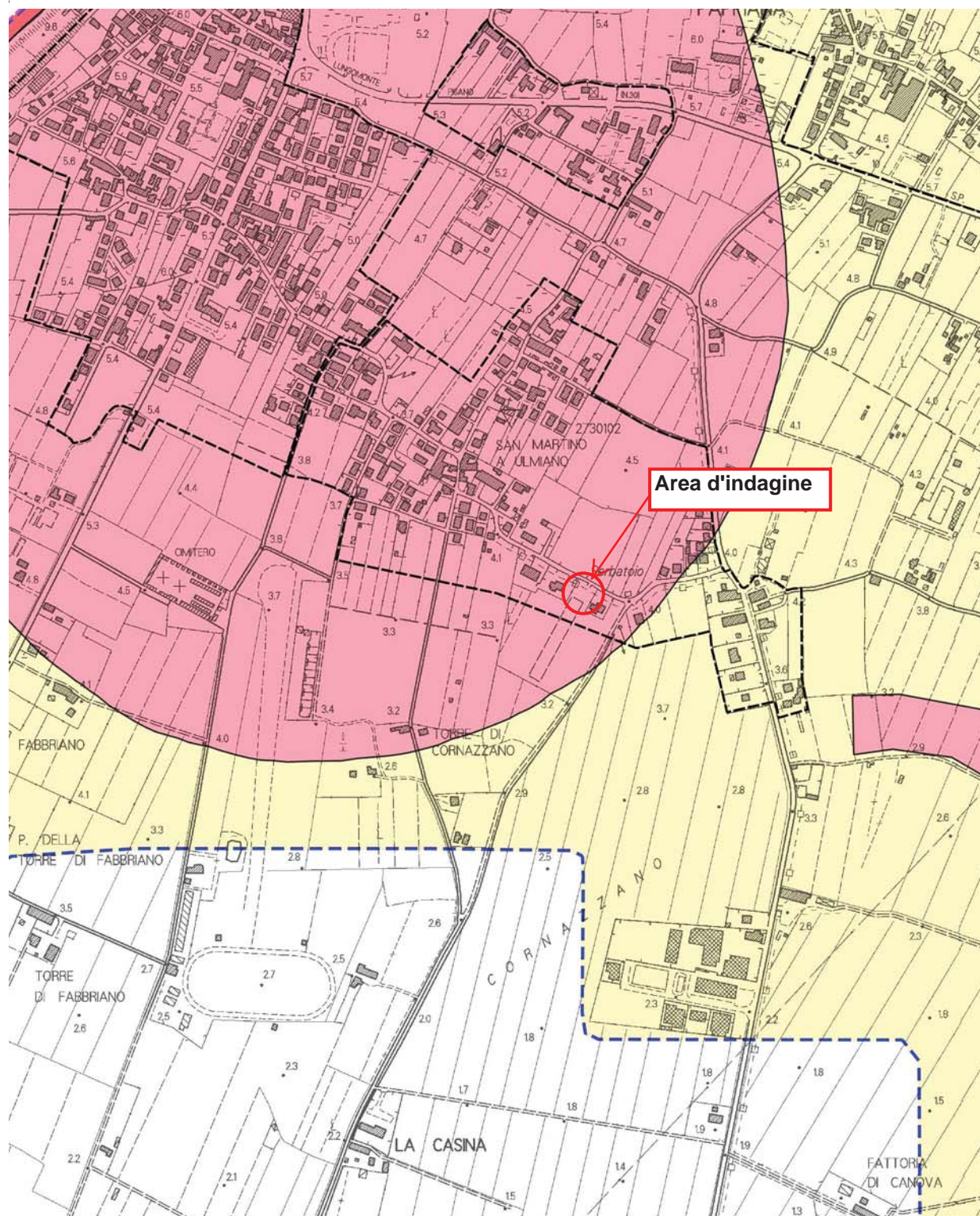
-  < 2 (nessuna amplificazione)
-  2 - 3
-  3 - 4
-  > 4

FIG. 8 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

Scala 1:10.000

Stralcio tratto da Tav. I1 del P.O.C. - Approvazione Del. C.C. n. 54 del 30/10/2019



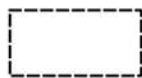
LEGENDA CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

Tratta dalle Indagini geologiche di supporto POC - Dott. E. Pistilli - Geoprogetti Studio Ass.



Limite comunale

Area di indagine MOPS



Limite UTOE

PERICOLOSITA SISMICA D.P.G.R. 53/R/2011



S.1 - Pericolosità sismica locale bassa



S.2 - Pericolosità sismica locale media



S.3 - Pericolosità sismica locale elevata

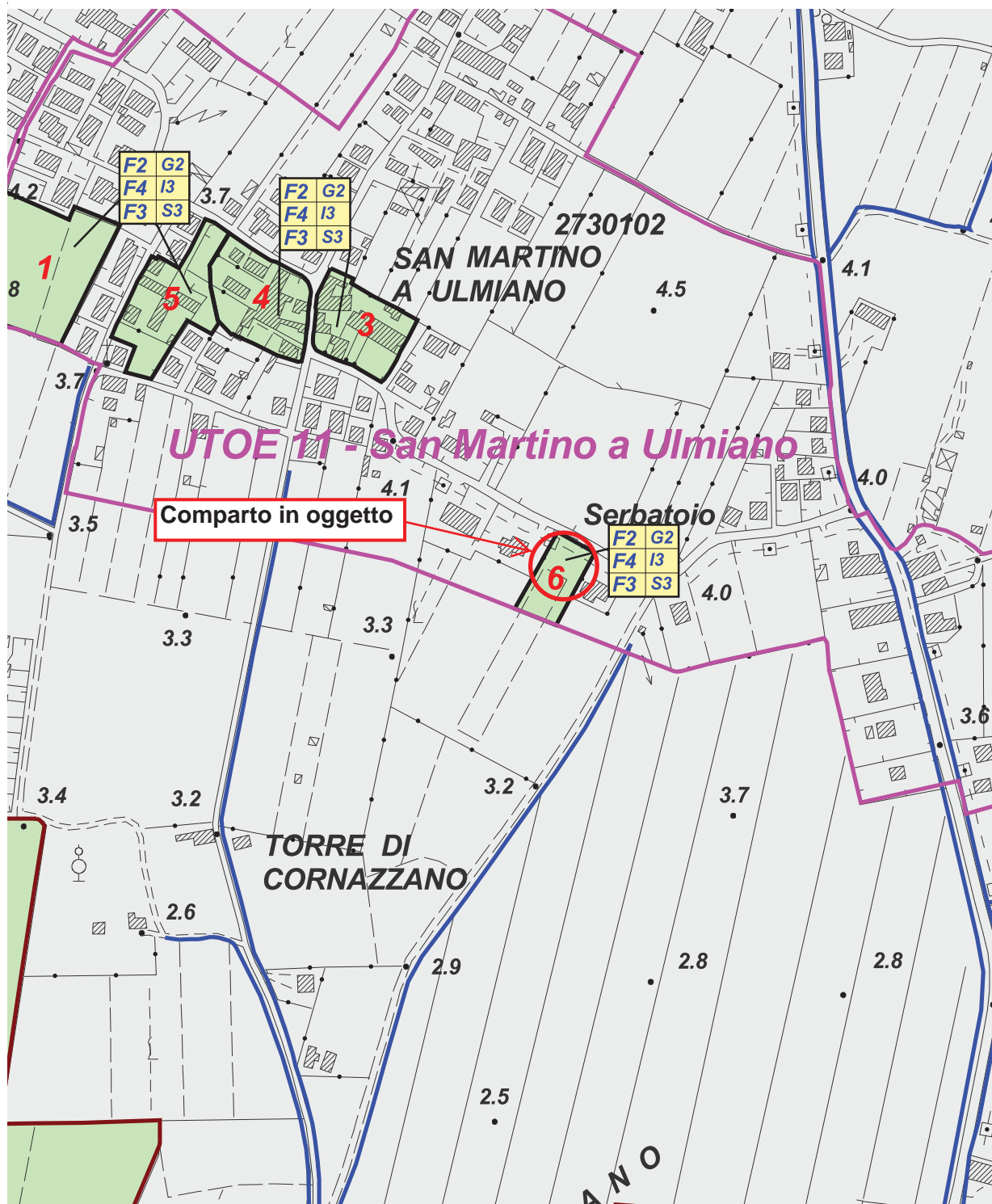


S.4 - Pericolosità sismica locale molto elevata

FIG. 9 - CARTA DELLA FATTIBILITA'

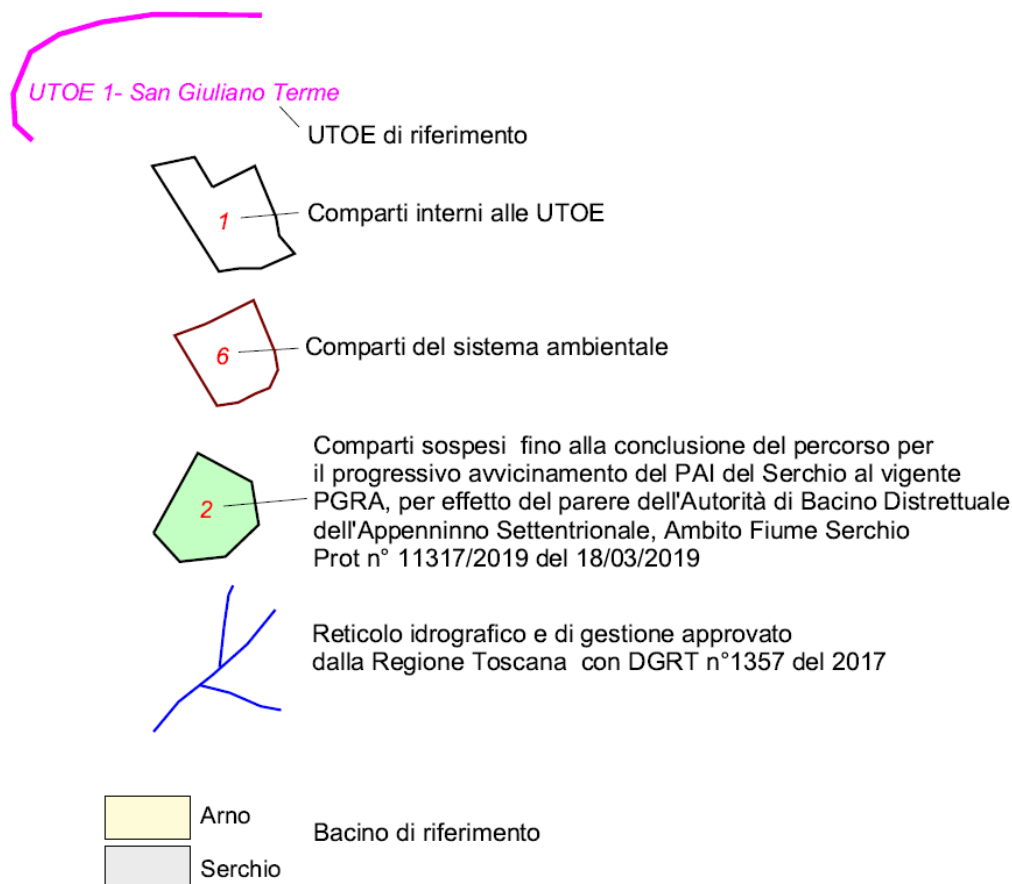
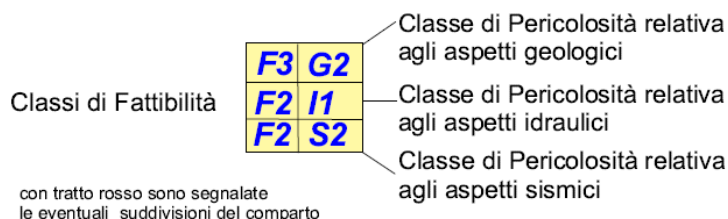
Scala 1:5.000

Stralcio tratto da Tav. L2 del P.O.C. - Approvazione Del. C.C. n. 54 del 30/10/2019



LEGENDA CARTA DELLA FATTIBILITA'

[TAVV. L1 E L2 DEL P.O.C. - APPROVAZIONE DEL C.C. N. 54 DEL 30/10/2019]



U.T.O.E. n. 11 – SAN MARTINO ULMIANO

limitazioni e prescrizioni di fattibilità geologica del COMPARTO N.6

(senza scheda urbanistica)

DPGR 53/r

Pericolosità	Classe	Note	Fattibilità
Geologica	G2	-	F2
Idraulica	I3	Tr200 - da Aut. Bacino Serchio	F4
Sismica	S3	Possibile liquefazione	F3

Normative sovraordinate

PGRA	P2
PAI Serchio	Art.23
L.R. 21/2012	-

Battenti Tr200 (cm) - fonte: Autorità di Bacino Fiume Serchio

Battente minimo	16
Battente massimo	33

Oltre alle condizioni di fattibilità dettate dalle normative sovraordinate e dal DPGR 53/R, di cui all'Art.39 delle NTA, riportiamo di seguito ulteriori indicazioni e prescrizioni basate sulle condizioni geologiche, geomorfologiche, idrauliche e sismiche puntuali del sito.

Fattibilità geologica con normali vincoli (F2):

L'indagine geognostica condotta a supporto della progettazione dovrà verificare l'omogeneità e l'idoneità del terreno di fondazione.

Fattibilità sismica condizionata (F3):

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.

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 idraulica limitata (F4):

Il battente idrico atteso è compreso tra 16 e 33 cm.

La quota di sicurezza dovrà essere definita a partire dal battente idrico indicato per l'area di intervento all'interno dello studio idraulico rappresentato nelle cartografie di riferimento e dettagliato nel "grid" a disposizione sul sito comunale. A tale battente dovrà essere aggiunto un idoneo franco di sicurezza che non potrà essere inferiore a 20 cm.

La possibilità di porre in opera sistemi di autosicurezza deve essere valutata ai sensi dell'Art. 50 delle Norme del PAI Fiume Serchio.

Gli interventi non devono comportare l'aggravio delle condizioni di rischio al contorno, mediante opere di compensazione da dimensionare ed ubicare in funzione del volume di acqua spostato dagli interventi in progetto.

La compensazione è richiesta solo per i volumi sottratti alla naturale esondazione per eventi con Tr fino a 200 anni.

Nelle tavole progettuali dovrà essere dettagliata la regimazione delle acque meteoriche affluenti sul lotto e dovranno essere adottati accorgimenti in grado di mantenere la funzionalità del recapito finale nel rispetto dell'invarianza idraulica, e di eliminare eventuali situazioni di fragilità.

Fig. 10 - Planimetria generale dell'area d'intervento

Scala 1:1000

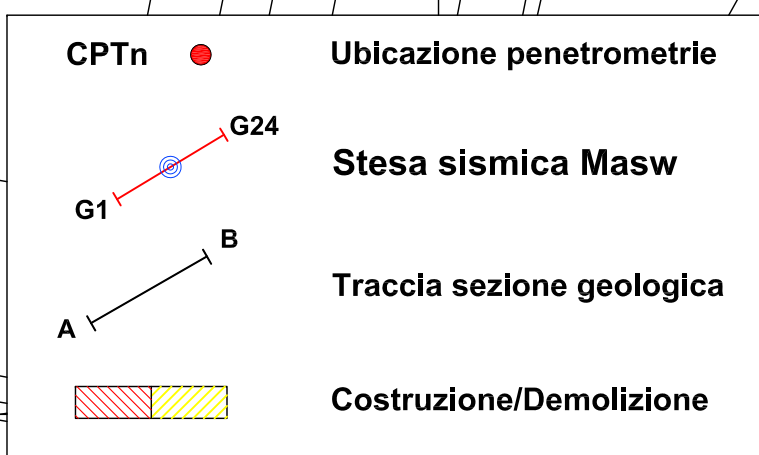
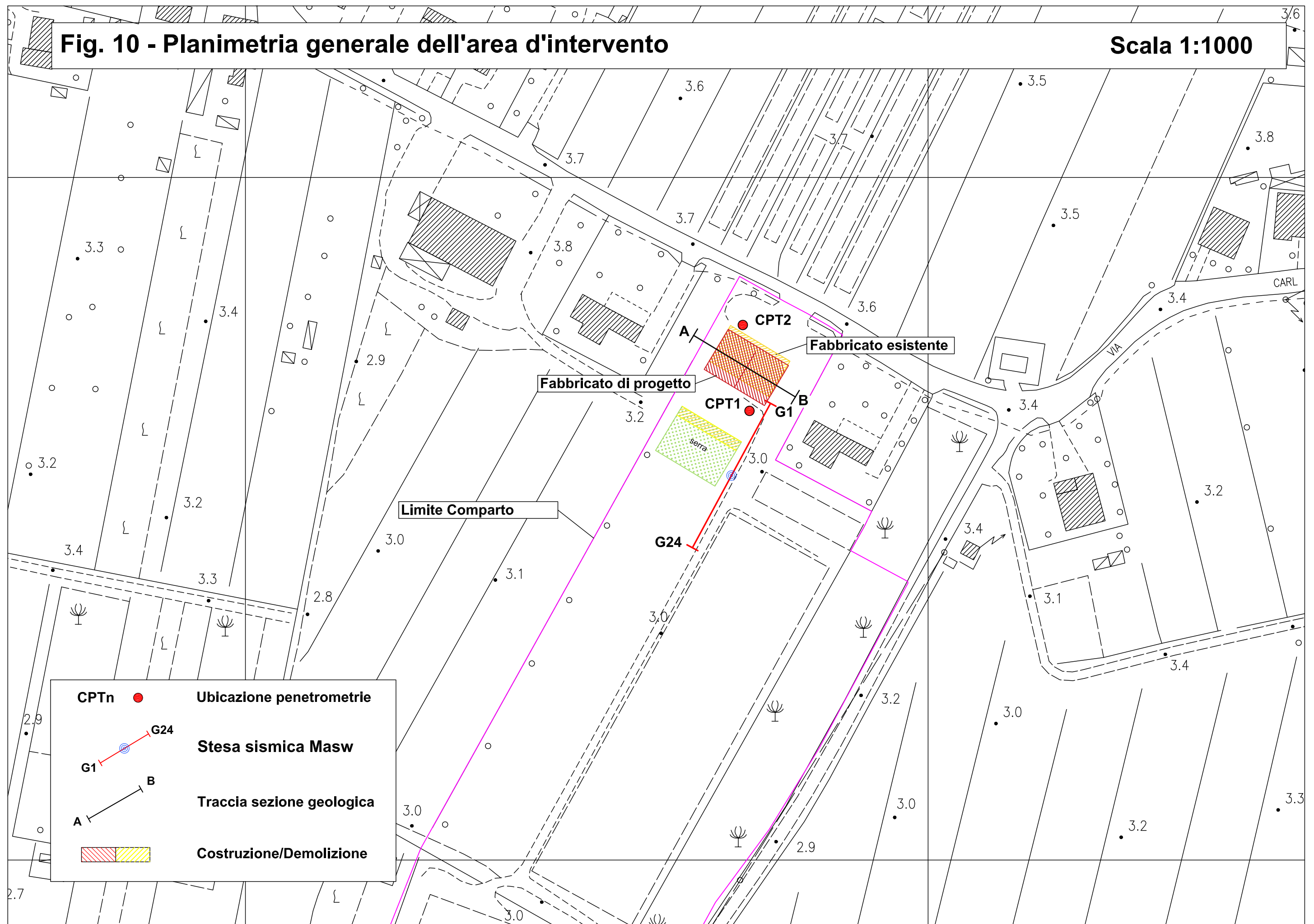
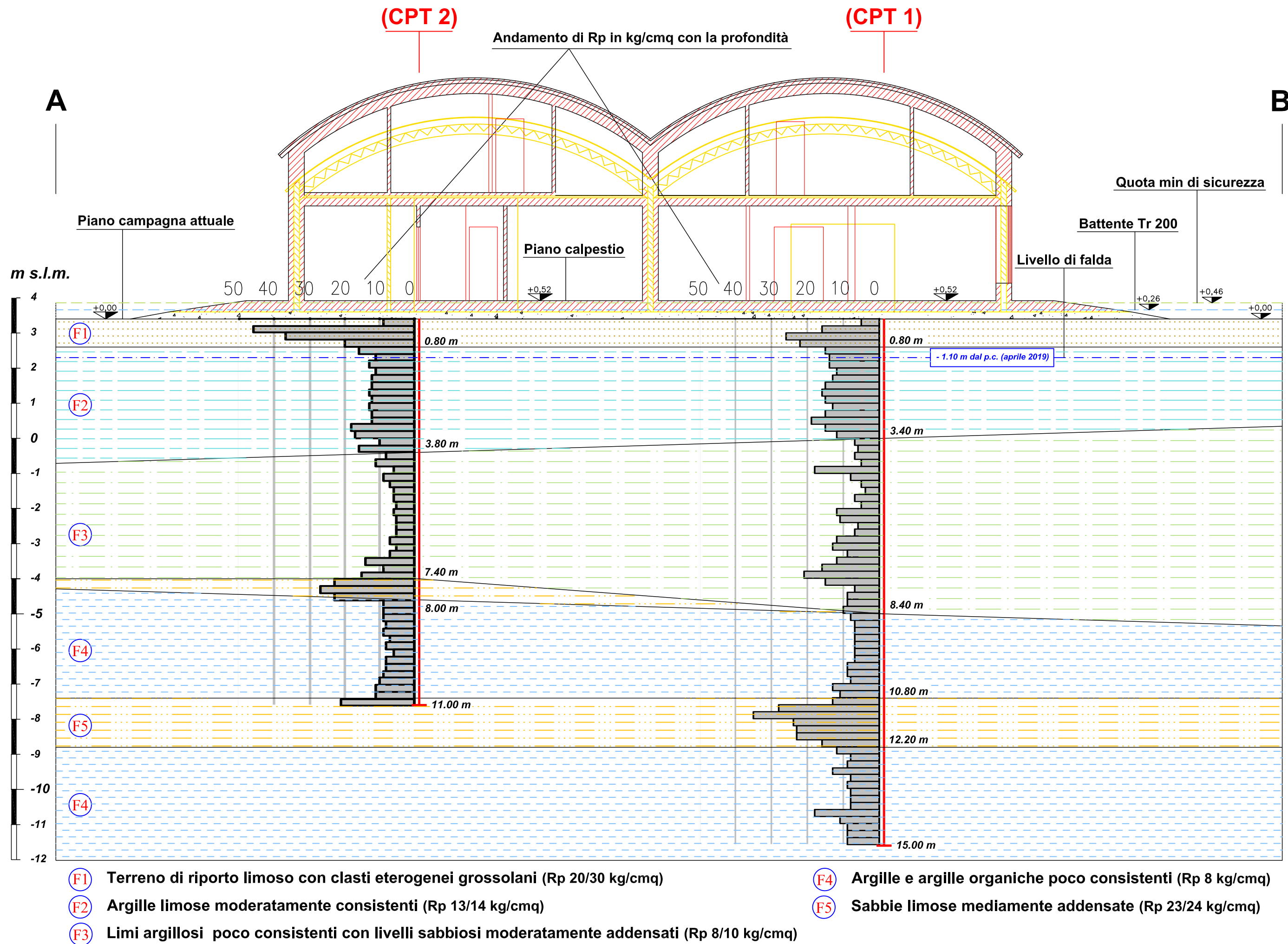


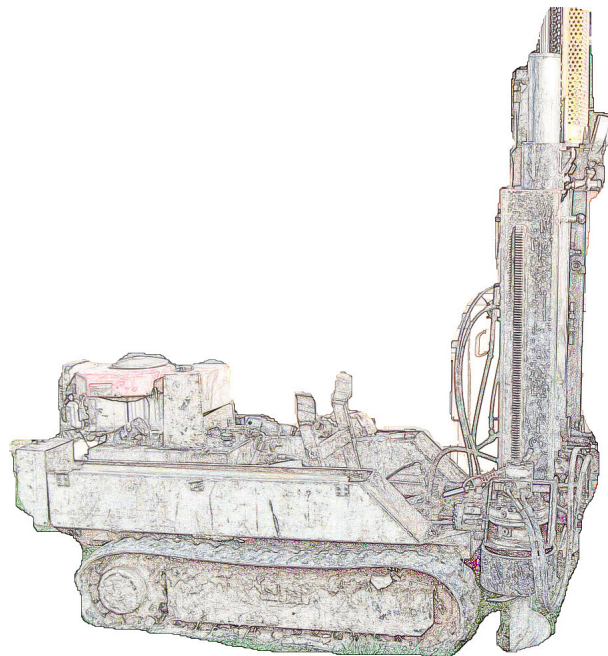
Fig. 11 - Sezione Geologico-tecnica AB (tratta da Sez. BB' stato sovrapposto)

Scala 1:100



ALLEGATO 1

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT



Geotecnica

Geofisica

Monitoraggio idrogeologico



Indagini Ambientali

Committenza: Arch. Giorgio Bocchiola

località: San Martino Ulmiano (PI)

data esecuzione indagine: 08/04/2019

tipologia di indagine: n.2 CPT

strumentazione: Pagani TG 63/200

software elaborazione: WinCpt2

data produzione elaborati: 08/04/2019



SEDE OPERATIVA E SEDE LEGALE: VIA PESCIATINA, 1560/A - 55100 LUCCA

CODICE FISCALE E NUMERO DI ISCRIZIONE AL REGISTRO DELLE IMPRESE DI LUCCA: 02069440465

R.E.A. LUCCA N. 194371 - CAPITALE SOCIALE € 10.000,00 I.V.

TEL 393 9371580 - FAX 0583 469588 - www.geoluk.com - info@geoluk.com - geoluk@pec.it

CARTOGRAFIA



REPORT DI CANTIERE

* informazioni supplementari ai dati strumentali di lettura rilevati in campagna, i cui elaborati rappresentano una valutazione soggettiva e indicativa, a eventuale supporto del progettista Geologo per la redazione della relazione tecnica di progetto *

Generalità della commessa n. 40/2019

- data: 12/12/2018
- ubicazione: via C. Marx 144, località San Martino Ulmiano – San Giuliano Terme (PI)
- oggetto dell'indagine: esecuzione di indagini penetrometriche a supporto di indagine geognostica
- committenza: Arch. Giorgio Bocchiola
- riferimento ns preventivo: nessuno
- assistenza tecnica di cantiere: Geol. Giovanni Lopane
- numero e tipologia di indagini eseguite: esecuzione di n.2 prove penetrometriche di tipo statico meccanico (CPT) con penetrometro Pagani TG 63/200
- logistica delle indagini eseguite (cfr. Mappa di riferimento): la CPT1 è stata eseguita a S del manufatto esistente, la CPT2 a nord dello stesso

Descrizione delle indagini eseguite:

- indagine n.1
 - ◆ ID (cfr. Mappa di riferimento): CPT1
 - ◆ coordinate indicative - 43.770228N, 10.408008E (WGS84)
 - ◆ tipologia - penetrometria di tipo statico meccanico (CPT)
 - ◆ contesto - contesto morfologico di pianura alluvionale, terreno superficiale costituito da terra e manto erboso
 - ◆ breve descrizione della prova – l'ancoraggio è stato eseguito con n. 4 eliche per uno spessore di trattenuta di terreno pari a -2.2m. Da piano campagna fino a -15.0m la prova è stata eseguita in modo lineare, restituendo coppie di valori Rp e RI di poco variabili con la profondità. Prova interrotta su indicazione del tecnico di assistenza al cantiere. Recupero lineare.
 - ◆ misurazioni - In fase di recupero, la punta Begemann, alcune aste ma non gli ancoraggi, hanno evidenziato la presenza di acqua. Misurata direttamente in foro una soggiacenza di 1.12m
 - ◆ software elaborazione – WinCPT2
 - ◆ n. archiviazione indagine – 40/2019 CPT1

➤ indagine n.2

- ◆ ID (cfr. Mappa di riferimento): CPT2
- ◆ coordinate indicative - 43.770445N, 10.407981E (WGS84)
- ◆ tipologia - penetrometria di tipo statico meccanico (CPT)
- ◆ contesto - contesto morfologico di pianura alluvionale, terreno superficiale costituito da terra e manto erboso
- ◆ breve descrizione della prova – l'ancoraggio è stato eseguito con n. 2 eliche per uno spessore di trattenuta di terreno pari a -1.2m. Da piano campagna fino a -11.0m la prova è stata eseguita in modo lineare, restituendo coppie di valori Rp e Rl di poco variabili con la profondità. Prova interrotta su indicazione del tecnico di assistenza al cantiere. Recupero lineare.
- ◆ misurazioni - In fase di recupero, la punta Begemann, alcune aste ma non gli ancoraggi, hanno evidenziato la presenza di acqua. Misurata direttamente in foro una soggiacenza di 1.13m
- ◆ software elaborazione – WinCPT2
- ◆ n. archiviazione indagine – 40/2019 CPT2



Lucca, 08/04/2019

per la Geoluk srl
Paolo Domenico Mario Masini



LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO tipo:

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (\varnothing 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 max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett. \Rightarrow spinta) $C_t = \text{spinta (Kg)} / \text{LETTURA al manometro}$

$$\text{fase 1 - resistenza alla punta} \quad q_c \text{ (Kg / cm}^2 \text{)} = L_1 \times C_t / 10$$

$$\text{fase 2 - resistenza laterale locale} \quad f_s \text{ (Kg / cm}^2 \text{)} = (L_2 - L_1) \times C_t / 150$$

$$\text{fase 3 - resistenza totale} \quad R_t \text{ (Kg)} = (L_t) \times C_t$$

$$q_c / f_s = \text{rapporto Begemann}$$

- L1. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- L2. totale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Lt. aste = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

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

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

CONVERSIONI

$$1 \text{ kN (kiloNewton)} = 1000 \text{ N} \approx 100 \text{ kg} = 0,1 \text{ t} - 1 \text{ MN (megaNewton)} = 1000 \text{ kN} = 1000000 \text{ N} \approx 100 \text{ t}$$

$$1 \text{ kPa (kiloPascal)} = 1 \text{ kN/m}^2 = 0,001 \text{ MN/m}^2 = 0,001 \text{ MPa} \approx 0,1 \text{ t/m}^2 = 0,01 \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ MPa (MegaPascal)} = 1 \text{ MN/m}^2 = 1000 \text{ kN/m}^2 = 1000 \text{ kPa} \approx 100 \text{ t / m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{kg/cm}^2 = 10 \text{ t/m}^2 \approx 100 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MN/m}^2 = 0,1 \text{ Mpa}$$

$$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg} \approx 10 \text{ kN}$$

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

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

(Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977)

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

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

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

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

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

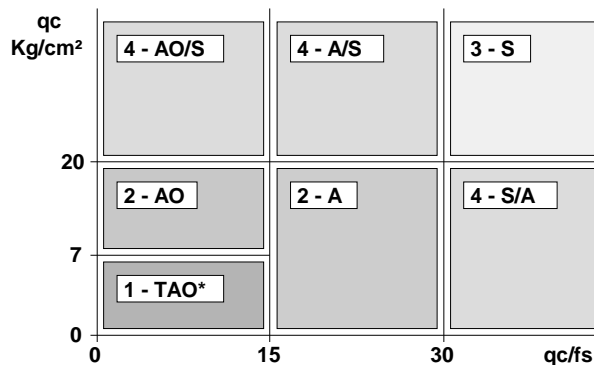
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

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

$q_c \leq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni COESIVI anche se $(q_c / f_s) > 30$

$q_c \geq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni GRANULARI anche se $(q_c / f_s) < 30$



NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIMIBILITA'
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

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

- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - q_c - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - q_c]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- E_u = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : E_u - C_u - OCR - I_p I_p = indice plastico]
 E_{u50} - E_{u25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico corrisp. al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - q_c]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico corrisp. al 50-25% (coefficiente di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente)
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
- M_o = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : M_o - q_c - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- D_r = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : D_r - q_c - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - D_r - q_c - σ'_{vo}]
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
 ϕ'_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme ϕ'_{2s} - sabbia media uniforme/ fine ben gradata
 ϕ'_{3s} - sabbia grossa uniforme/ media ben gradata ϕ'_{4s} - sabbia-ghiaia poco limosa/ ghiaietto uniorme
 ϕ'_{dm} - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. ϕ'_{my} - (Meyerhof) sabbie limose
- A_{max} = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (A_{max}/g) - D_r]

PROVA PENETROMETRICA STATICA

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.0105-PG076

- committente : Arch. Giorgio Bocchiola
- lavoro : indagine geognostica
- località : San Martino Ulmiano - San Giuliano Terme (PI)
- assist. cantiere :

- data : 08/04/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 08/04/2019

- note : acqua -1.12m

- pagina n°:

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	5,0	----	5,0	0,27	19,0	7,80	7,0	19,0	7,0	0,67	10,0
0,40	16,0	20,0	16,0	1,00	16,0	8,00	9,0	19,0	9,0	0,47	19,0
0,60	26,0	41,0	26,0	1,53	17,0	8,20	9,0	16,0	9,0	0,40	22,0
0,80	22,0	45,0	22,0	1,73	13,0	8,40	10,0	16,0	10,0	0,33	30,0
1,00	15,0	41,0	15,0	1,20	12,0	8,60	8,0	13,0	8,0	0,47	17,0
1,20	14,0	32,0	14,0	1,00	14,0	8,80	7,0	14,0	7,0	0,40	17,0
1,40	14,0	29,0	14,0	0,87	16,0	9,00	7,0	13,0	7,0	0,47	15,0
1,60	12,0	25,0	12,0	0,73	16,0	9,20	7,0	14,0	7,0	0,47	15,0
1,80	13,0	24,0	13,0	0,93	14,0	9,40	7,0	14,0	7,0	0,47	15,0
2,00	15,0	29,0	15,0	0,93	16,0	9,60	7,0	14,0	7,0	0,47	15,0
2,20	16,0	30,0	16,0	0,93	17,0	9,80	7,0	14,0	7,0	0,47	15,0
2,40	15,0	29,0	15,0	0,80	19,0	10,00	9,0	16,0	9,0	0,60	15,0
2,60	13,0	25,0	13,0	0,80	16,0	10,20	9,0	18,0	9,0	0,67	13,0
2,80	15,0	27,0	15,0	0,60	25,0	10,40	8,0	18,0	8,0	0,60	13,0
3,00	19,0	28,0	19,0	0,67	28,0	10,60	13,0	22,0	13,0	1,00	13,0
3,20	15,0	25,0	15,0	0,47	32,0	10,80	11,0	26,0	11,0	0,73	15,0
3,40	12,0	19,0	12,0	0,40	30,0	11,00	13,0	24,0	13,0	1,00	13,0
3,60	7,0	13,0	7,0	0,33	21,0	11,20	28,0	43,0	28,0	0,60	47,0
3,80	6,0	11,0	6,0	0,33	18,0	11,40	35,0	44,0	35,0	0,93	37,0
4,00	7,0	12,0	7,0	0,33	21,0	11,60	24,0	38,0	24,0	1,00	24,0
4,20	5,0	10,0	5,0	0,33	15,0	11,80	23,0	38,0	23,0	1,00	23,0
4,40	18,0	23,0	18,0	0,53	34,0	12,00	23,0	38,0	23,0	0,73	31,0
4,60	8,0	16,0	8,0	0,20	40,0	12,20	16,0	27,0	16,0	0,80	20,0
4,80	5,0	8,0	5,0	0,27	19,0	12,40	12,0	24,0	12,0	1,00	12,0
5,00	4,0	8,0	4,0	0,27	15,0	12,60	8,0	23,0	8,0	0,40	20,0
5,20	7,0	11,0	7,0	0,20	35,0	12,80	9,0	15,0	9,0	0,60	15,0
5,40	5,0	8,0	5,0	0,27	19,0	13,00	13,0	22,0	13,0	0,73	18,0
5,60	12,0	16,0	12,0	0,33	36,0	13,20	8,0	19,0	8,0	0,60	13,0
5,80	11,0	16,0	11,0	0,53	21,0	13,40	9,0	18,0	9,0	0,53	17,0
6,00	6,0	14,0	6,0	0,33	18,0	13,60	8,0	16,0	8,0	0,53	15,0
6,20	7,0	12,0	7,0	0,33	21,0	13,80	8,0	16,0	8,0	0,47	17,0
6,40	12,0	17,0	12,0	0,33	36,0	14,00	8,0	15,0	8,0	0,40	20,0
6,60	13,0	18,0	13,0	0,73	18,0	14,20	18,0	24,0	18,0	0,67	27,0
6,80	9,0	20,0	9,0	0,60	15,0	14,40	11,0	21,0	11,0	0,53	21,0
7,00	12,0	21,0	12,0	0,47	26,0	14,60	9,0	17,0	9,0	0,53	17,0
7,20	16,0	23,0	16,0	0,67	24,0	14,80	9,0	17,0	9,0	0,60	15,0
7,40	21,0	31,0	21,0	0,73	29,0	15,00	9,0	18,0	9,0	----	----
7,60	15,0	26,0	15,0	0,80	19,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (con 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

LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.0105-PG076

- committente : Arch. Giorgio Bocchiola
- lavoro : indagine geognostica
- località : San Martino Ulmiano - San Giuliano Terme (PI)
- assist. cantiere :

- data : 08/04/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 08/04/2019

- note : acqua -1.13m

- pagina n°:

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	9,0	----	9,0	0,47	19,0	5,80	5,0	10,0	5,0	0,33	15,0
0,40	46,0	53,0	46,0	1,53	30,0	6,00	5,0	10,0	5,0	0,33	15,0
0,60	37,0	60,0	37,0	1,73	21,0	6,20	5,0	10,0	5,0	0,33	15,0
0,80	20,0	46,0	20,0	1,27	16,0	6,40	7,0	12,0	7,0	0,40	17,0
1,00	16,0	35,0	16,0	0,60	27,0	6,60	5,0	11,0	5,0	0,40	12,0
1,20	11,0	20,0	11,0	0,53	21,0	6,80	7,0	13,0	7,0	0,47	15,0
1,40	13,0	21,0	13,0	0,60	22,0	7,00	14,0	21,0	14,0	0,60	23,0
1,60	11,0	20,0	11,0	0,67	16,0	7,20	9,0	18,0	9,0	0,67	13,0
1,80	12,0	22,0	12,0	0,73	16,0	7,40	15,0	25,0	15,0	0,60	25,0
2,00	12,0	23,0	12,0	0,73	16,0	7,60	23,0	32,0	23,0	0,60	38,0
2,20	13,0	24,0	13,0	0,80	16,0	7,80	27,0	36,0	27,0	0,73	37,0
2,40	12,0	24,0	12,0	0,73	16,0	8,00	23,0	34,0	23,0	0,73	31,0
2,60	13,0	24,0	13,0	0,87	15,0	8,20	9,0	20,0	9,0	0,47	19,0
2,80	12,0	25,0	12,0	0,73	16,0	8,40	9,0	16,0	9,0	0,60	15,0
3,00	12,0	23,0	12,0	0,80	15,0	8,60	9,0	18,0	9,0	0,53	17,0
3,20	18,0	30,0	18,0	1,13	16,0	8,80	8,0	16,0	8,0	0,60	13,0
3,40	17,0	34,0	17,0	1,07	16,0	9,00	9,0	18,0	9,0	0,60	15,0
3,60	10,0	26,0	10,0	0,60	17,0	9,20	7,0	16,0	7,0	0,47	15,0
3,80	16,0	25,0	16,0	0,60	27,0	9,40	8,0	15,0	8,0	0,33	24,0
4,00	8,0	17,0	8,0	0,27	30,0	9,60	6,0	11,0	6,0	0,33	18,0
4,20	11,0	15,0	11,0	0,47	24,0	9,80	8,0	13,0	8,0	0,47	17,0
4,40	6,0	13,0	6,0	0,33	18,0	10,00	8,0	15,0	8,0	0,53	15,0
4,60	9,0	14,0	9,0	0,53	17,0	10,20	9,0	17,0	9,0	0,60	15,0
4,80	7,0	15,0	7,0	0,60	12,0	10,40	10,0	19,0	10,0	0,67	15,0
5,00	6,0	15,0	6,0	0,40	15,0	10,60	11,0	21,0	11,0	0,73	15,0
5,20	6,0	12,0	6,0	0,40	15,0	10,80	11,0	22,0	11,0	0,80	14,0
5,40	5,0	11,0	5,0	0,33	15,0	11,00	21,0	33,0	21,0	-----	----
5,60	6,0	11,0	6,0	0,33	18,0						

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

PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

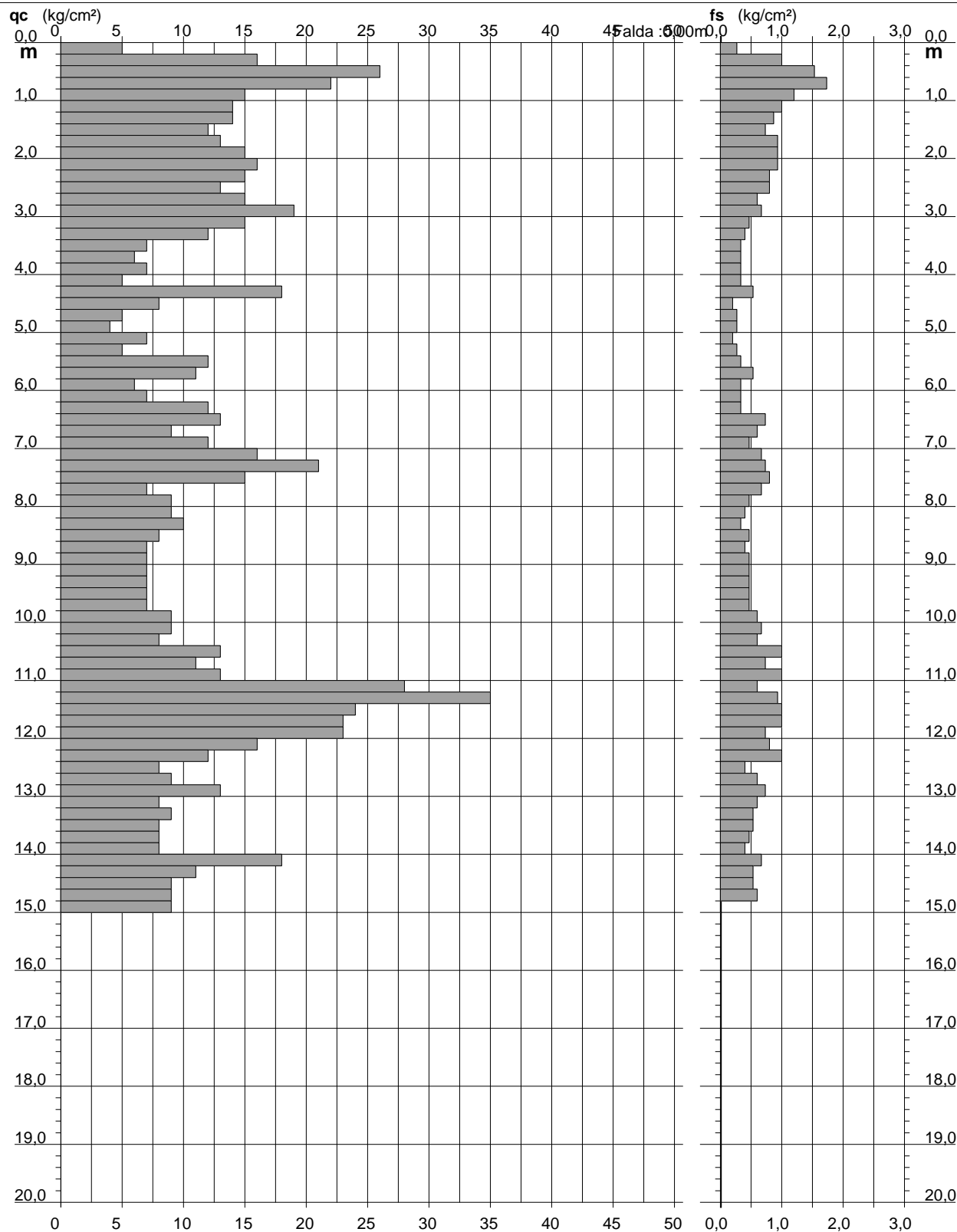
2.0105-PG076

- committente : Arch. Giorgio Bocchiola
- lavoro : indagine geognostica
- località : San Martino Ulmiano - San Giuliano Terme (PI)
- assist. cantiere :

- data : 08/04/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 08/04/2019

- note : acqua -1.12m

- pagina n°:



PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

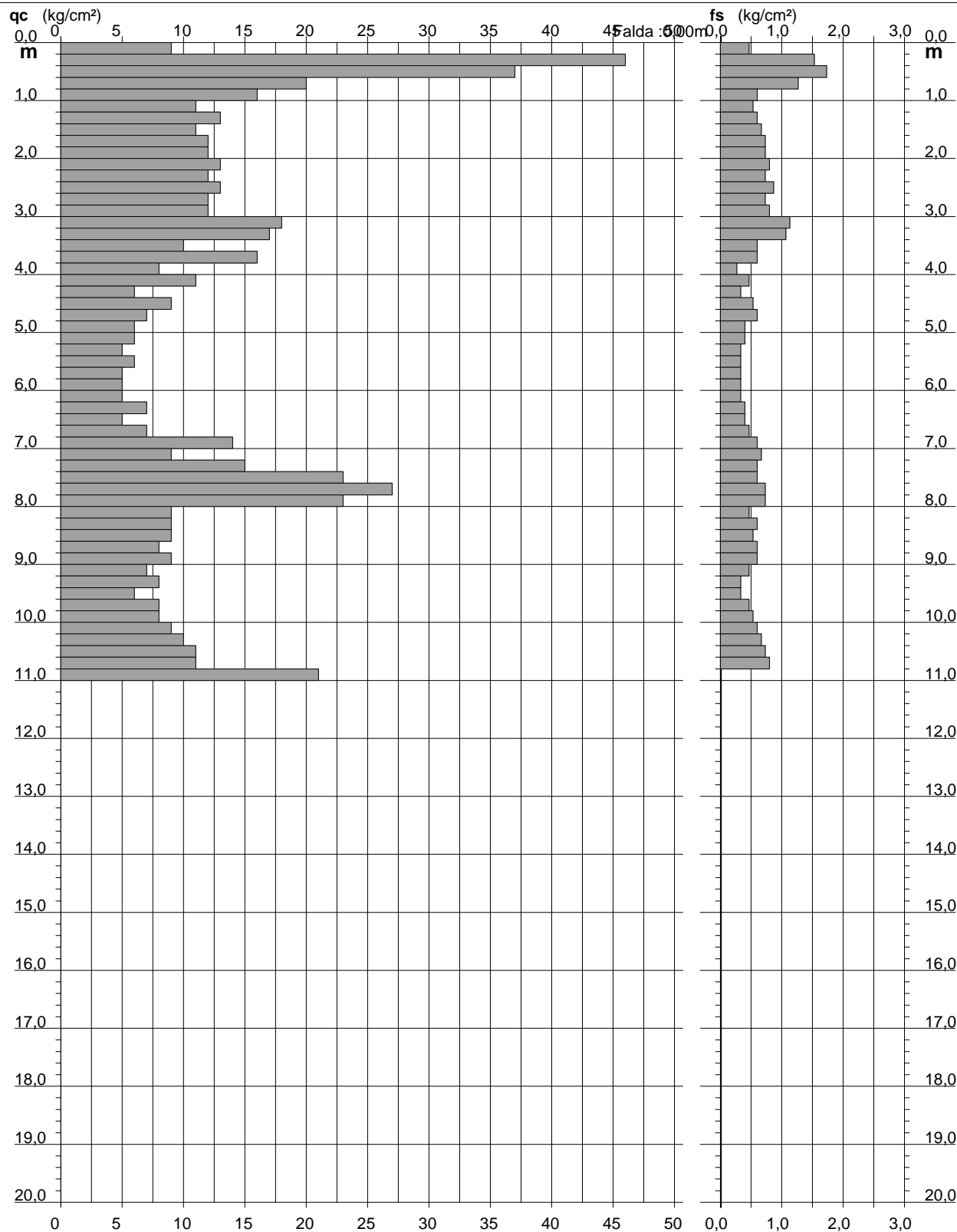
2.0105-PG076

- committente : Arch. Giorgio Bocchiola
- lavoro : indagine geognostica
- località : San Martino Ulmiano - San Giuliano Terme (PI)
- assist. cantiere :

- data : 08/04/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 08/04/2019

- note : acqua -1.13m

- pagina n°:



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

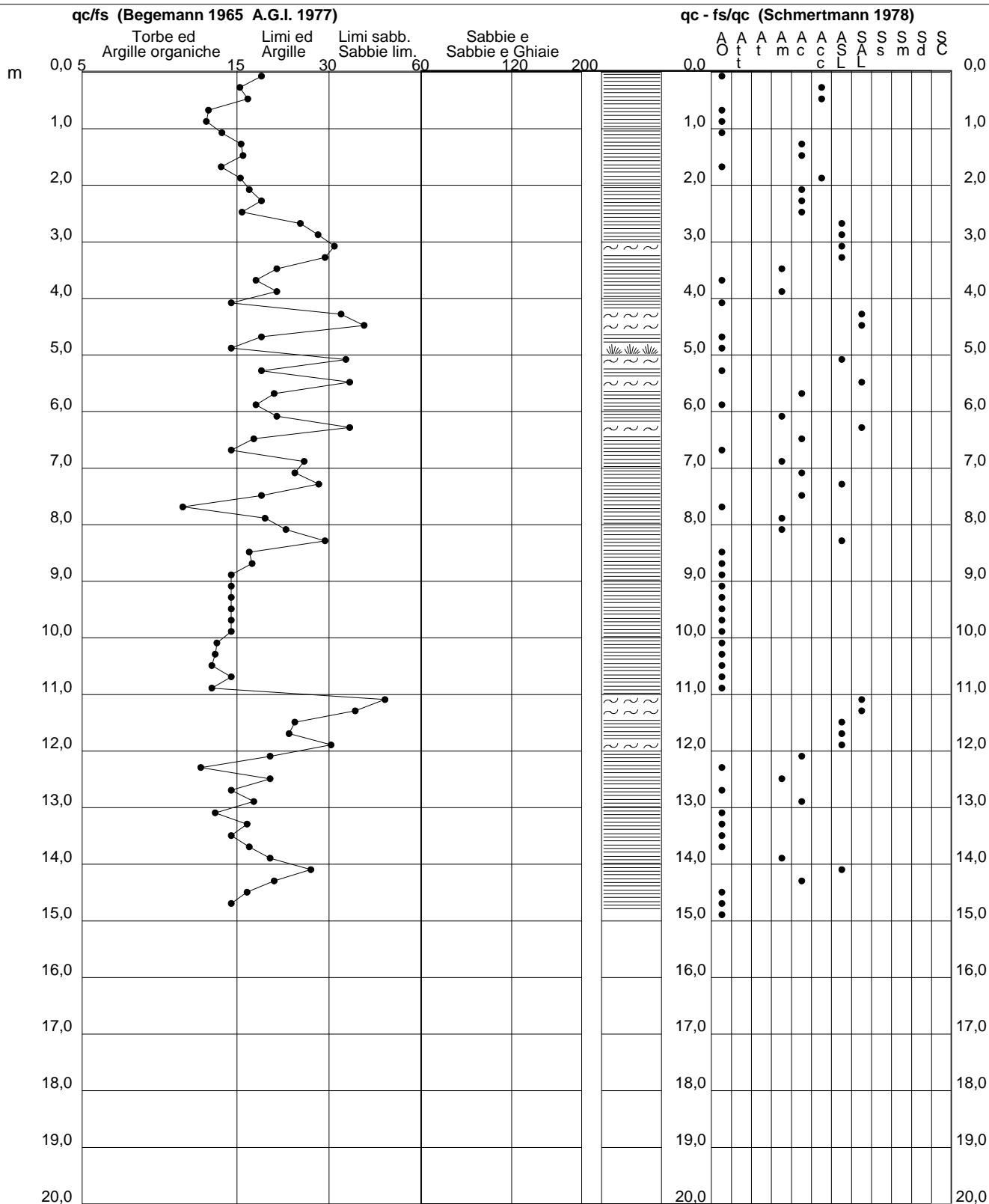
2.0105-PG076

- committente : Arch. Giorgio Bocchiola
- lavoro : indagine geognostica
- località : San Martino Ulmiano - San Giuliano Terme (PI)
- assist. cantiere :

- data : 08/04/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 08/04/2019

- note : acqua -1.12m

- pagina n°:



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

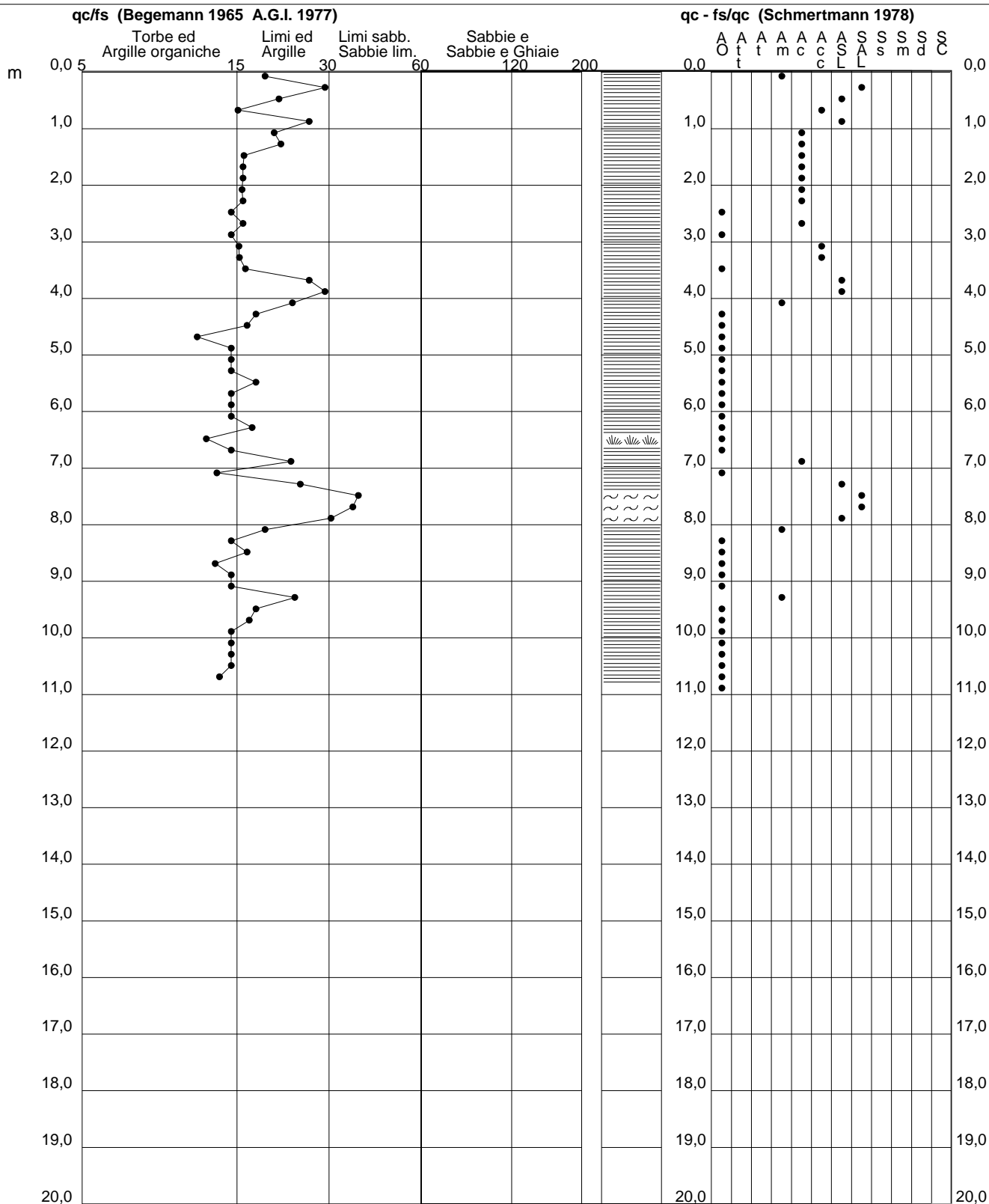
2.0105-PG076

- committente : Arch. Giorgio Bocchiola
- lavoro : indagine geognostica
- località : San Martino Ulmiano - San Giuliano Terme (PI)
- assist. cantiere :

- data : 08/04/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 08/04/2019

- note : acqua -1.13m

- pagina n°:



PROVA PENETROMETRICA STATICA

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.0105-PG076

- committente : Arch. Giorgio Bocchiola
- lavoro : indagine geognostica
- località : San Martino Ulmiano - San Giuliano Terme (PI)
- assist. cantiere :

- note : acqua -1.12m

- data : 08/04/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 08/04/2019

- pagina n°:

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE											
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 %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	5	19	2////	0,80	0,02	0,25	99,9	43	64	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	16	16	2////	0,96	0,04	0,70	99,9	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	26	17	4/-/-	0,95	0,05	0,93	99,9	158	237	78	97	42	43	44	46	44	28	0,247	43	65	78
0,80	22	13	4/-/-	0,93	0,07	0,85	99,9	144	216	66	84	40	41	43	45	42	28	0,203	37	55	66
1,00	15	12	2////	0,95	0,09	0,67	74,8	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	14	14	2////	0,94	0,11	0,64	55,9	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	14	16	2////	0,94	0,13	0,64	46,0	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	12	16	2////	0,92	0,15	0,57	34,0	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	13	14	2////	0,93	0,17	0,60	31,5	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	15	16	2////	0,95	0,19	0,67	31,1	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	16	17	2////	0,96	0,20	0,70	29,0	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	15	19	2////	0,95	0,22	0,67	24,6	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	13	16	2////	0,93	0,24	0,60	19,7	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	15	25	2////	0,95	0,26	0,67	20,3	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	19	28	2////	0,99	0,28	0,78	22,3	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	15	32	4/-/-	0,89	0,30	0,67	17,1	113	170	50	36	33	36	38	41	33	27	0,071	25	38	45
3,40	12	30	4/-/-	0,88	0,32	0,57	13,1	97	146	45	27	32	35	37	40	32	26	0,052	20	30	36
3,60	7	21	2////	0,84	0,33	0,35	6,7	85	128	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	6	18	2////	0,82	0,35	0,30	5,2	96	144	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	7	21	2////	0,84	0,37	0,35	5,9	97	146	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	5	15	1***	0,46	0,38	0,25	3,8	19	29	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	18	34	4/-/-	0,91	0,39	0,75	14,0	128	191	56	36	33	36	38	41	33	27	0,070	30	45	54
4,60	8	40	4/-/-	0,84	0,41	0,40	6,1	108	162	35	7	29	32	35	39	28	26	0,015	13	20	24
4,80	5	19	2////	0,80	0,43	0,25	3,2	119	178	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	4	15	1***	0,46	0,44	0,20	2,4	23	34	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	7	35	4/-/-	0,83	0,45	0,35	4,6	126	189	32	--	28	31	35	38	27	26	--	12	18	21
5,40	5	19	2////	0,80	0,47	0,25	2,9	126	189	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	12	36	4/-/-	0,88	0,49	0,57	7,7	118	177	45	17	30	33	36	39	29	26	0,032	20	30	36
5,80	11	21	2////	0,91	0,50	0,54	6,8	128	192	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	6	18	2////	0,82	0,52	0,30	3,2	144	216	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	7	21	2////	0,84	0,54	0,35	3,7	152	228	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	12	36	4/-/-	0,88	0,55	0,57	6,5	143	214	45	13	30	33	36	39	28	26	0,026	20	30	36
6,60	13	18	2////	0,93	0,57	0,60	6,7	146	219	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	9	15	2////	0,88	0,59	0,45	4,5	165	247	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	12	26	2////	0,92	0,61	0,57	5,8	163	244	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	16	24	2////	0,96	0,63	0,70	7,1	157	235	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	21	29	4/-/-	0,93	0,65	0,82	8,5	154	230	63	29	32	35	37	40	31	27	0,056	35	53	63
7,60	15	19	2////	0,95	0,67	0,67	6,3	174	261	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	7	10	1***	0,46	0,68	0,35	2,8	37	55	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	9	19	2////	0,88	0,69	0,45	3,7	196	293	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	9	22	2////	0,88	0,71	0,45	3,5	201	301	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	10	30	4/-/-	0,86	0,73	0,50	3,9	204	306	40	1	28	31	35	38	26	26	0,002	17	25	30
8,60	8	17	2////	0,86	0,75	0,40	2,9	201	301	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	7	17	2////	0,84	0,76	0,35	2,4	188	283	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	7	15	1***	0,46	0,77	0,35	2,3	40	60	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	7	15	1***	0,46	0,78	0,35	2,3	40	60	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	7	15	1***	0,46	0,79	0,35	2,3	40	61	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	7	15	1***	0,46	0,80	0,35	2,2	41	61	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	7	15	1***	0,46	0,81	0,35	2,2	41	61	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,00	9	15	2////	0,88	0,83	0,45	2,9	224	336	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,20	9	13	2////	0,88	0,84	0,45	2,9	227	340	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,40	8	13	2////	0,86	0,86	0,40	2,4	214	322	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,60	13	13	2////	0,93	0,88	0,60	3,9	246	369	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,80	11	15	2////	0,91	0,90	0,54	3,3	251	377	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,00	13	13	2////	0,93	0,92	0,60	3,7	258	387	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,20	28	47	3:-:-	0,87	0,93	--	--	--	--	--	30	32	35	38	40	30	28	0,058	47	70	84
11,40	35	37	3:-:-	0,89	0,95	--	--	--	--	--	37	33	36	38	41	31	29	0,073	58	88	105
11,60	24	24	4/-/-	0,94	0,97	0,89	5,6	261	392	72	24	31	34	37	40	29	28	0,045	40	60	72
11,80	23	23	4/-/-	0,94	0,99	0,87	5,3	270	404	69	22	31	34	37	40	29	28	0,041	38	58	69
12,00	23	31	3:-:-	0,86	1,01	--	--	--	--	--	21	31	34	37	40	29	28	0,041	38	58	69
12,20	16	20	2////	0,96	1,02	0,70	3,9	288	432	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,40	12	12	2////	0,92	1,04	0,57	3,0	284	426	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,60	8	20	2////	0,86	1,06	0,40	1,9	227	340	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,80	9	15	2////	0,88	1,08	0,45	2,1	249	374	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,00	13	18	2////	0,93	1,10	0,60	3,0	299	449	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,20	8	13	2////	0,86	1,11	0,40	1,7	229	344	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,40	9	17	2////	0,88	1,13	0,45	2,0	252	379	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,60	8	15	2////	0,86	1,15	0,40	1,7	230	345	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,80	8	17	2////	0,86	1,17	0,40	1,6	231	346	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
14,00	8	20	2////	0,86	1,18	0,40	1,6	231	347	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
14,20	18	27	2////	0,98	1,20	0,75	3,5	339	508	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
14,40	11	21	2////	0,91	1,22	0,54	2,2	293	439	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
14,60	9	17	2////	0,88	1,2																

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.0105-PG076

- committente : Arch. Giorgio Bocchiola
- lavoro : indagine geognostica
- località : San Martino Ulmiano - San Giuliano Terme (PI)
- assist. cantiere :

- data : 08/04/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 08/04/2019

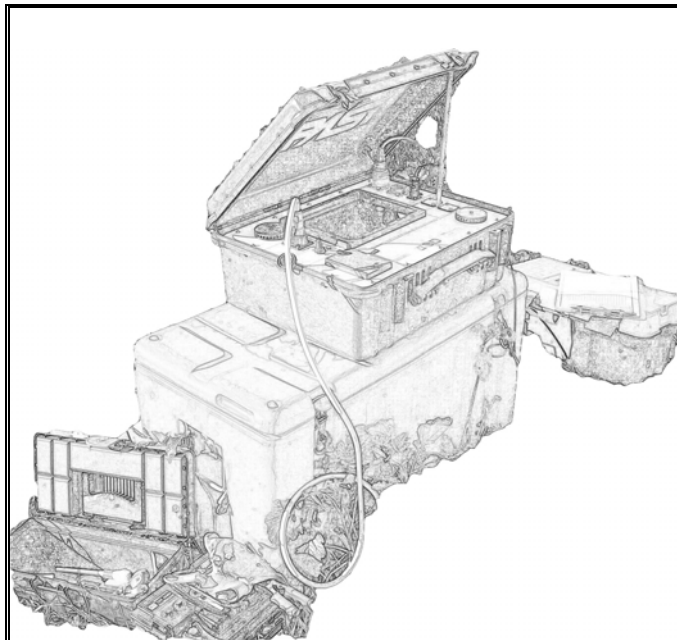
- note : acqua -1.13m

- pagina n°:

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
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 %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	9	19	2////	0,88	0,02	0,45	99,9	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	46	30	4/-:	1,01	0,04	1,53	99,9	261	391	138	100	42	43	45	46	45	31	0,258	77	115	138
0,60	37	21	4/-:	0,99	0,06	1,23	99,9	210	315	111	100	42	43	45	46	45	30	0,258	62	93	111
0,80	20	16	4/-:	0,93	0,08	0,80	99,9	136	204	60	80	39	41	43	44	41	27	0,189	33	50	60
1,00	16	27	2////	0,96	0,10	0,70	75,5	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	11	21	2////	0,91	0,11	0,54	43,8	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	13	22	2////	0,93	0,13	0,60	42,1	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	11	16	2////	0,91	0,15	0,54	30,8	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	12	16	2////	0,92	0,17	0,57	28,9	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	12	16	2////	0,92	0,19	0,57	25,4	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	13	16	2////	0,93	0,21	0,60	24,2	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	12	16	2////	0,92	0,22	0,57	20,2	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	13	15	2////	0,93	0,24	0,60	19,7	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	12	16	2////	0,92	0,26	0,57	16,7	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	12	15	2////	0,92	0,28	0,57	15,4	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	18	16	2////	0,98	0,30	0,75	19,8	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	17	16	2////	0,97	0,32	0,72	17,5	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	10	17	2////	0,90	0,34	0,50	10,3	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	16	27	2////	0,96	0,36	0,70	14,5	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	8	30	4/-:	0,84	0,37	0,40	6,9	94	141	35	9	29	32	35	39	28	26	0,019	13	20	24
4,20	11	24	2////	0,91	0,39	0,54	9,3	93	140	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	6	18	2////	0,82	0,41	0,30	4,3	114	170	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	9	17	2////	0,88	0,42	0,45	6,8	108	162	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	7	12	1***	0,46	0,43	0,35	4,8	22	33	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	6	15	1***	0,46	0,44	0,30	3,9	22	34	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	6	15	1***	0,46	0,45	0,30	3,8	23	35	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	5	15	1***	0,46	0,46	0,25	2,9	25	38	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	6	18	2////	0,82	0,48	0,30	3,5	135	202	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	5	15	1***	0,46	0,49	0,25	2,7	27	40	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	5	15	1***	0,46	0,50	0,25	2,7	27	40	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	5	15	1***	0,46	0,51	0,25	2,6	27	41	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	7	17	2////	0,84	0,52	0,35	3,8	147	221	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	5	12	1***	0,46	0,53	0,25	2,4	28	42	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	7	15	1***	0,46	0,54	0,35	3,6	29	43	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	14	23	2////	0,94	0,56	0,64	7,4	138	207	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	9	13	2////	0,88	0,58	0,45	4,6	161	241	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	15	25	2////	0,95	0,60	0,67	7,2	148	222	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	23	38	3:::	0,86	0,61	--	--	--	--	--	33	33	35	38	41	32	28	0,065	38	58	69
7,80	27	37	3:::	0,87	0,63	--	--	--	--	--	38	33	36	38	41	32	28	0,076	45	68	81
8,00	23	31	3:::	0,86	0,65	--	--	--	--	--	32	32	35	38	41	31	28	0,062	38	58	69
8,20	9	19	2////	0,88	0,67	0,45	3,9	187	280	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	9	15	2////	0,88	0,68	0,45	3,7	193	289	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	9	17	2////	0,88	0,70	0,45	3,6	198	297	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	8	13	2////	0,86	0,72	0,40	3,0	197	295	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	9	15	2////	0,88	0,74	0,45	3,4	207	310	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	7	15	1***	0,46	0,74	0,35	2,4	39	59	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	8	24	2////	0,86	0,76	0,40	2,8	203	305	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	6	18	2////	0,82	0,78	0,30	1,9	169	254	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	8	17	2////	0,86	0,80	0,40	2,7	208	311	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,00	8	15	2////	0,86	0,81	0,40	2,6	210	314	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,20	9	15	2////	0,88	0,83	0,45	2,9	225	337	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,40	10	15	2////	0,90	0,85	0,50	3,2	237	355	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,60	11	15	2////	0,91	0,87	0,54	3,5	244	366	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,80	11	14	2////	0,91	0,88	0,54	3,4	248	372	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,00	21	--	4/-:	0,93	0,90	0,82	5,6	244	366	63	21	31	34	37	40	29	27	0,040	35	53	63

ALLEGATO 2

Indagine Sismica



Geognostica

*Monitoraggio
idrogeologico*



Geofisica

*Indagini
ambientali*

Committente: Arch. Giorgio Bocchiola

Località d'indagine: San Martino Ulmiano – San Giuliano Terme (PI)

data: 08 / 04 / 2019

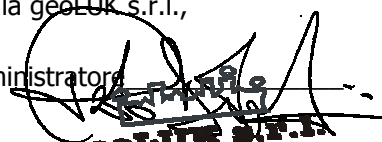


indagine: M.A.S.W.

strumentazione: Ambrogeo Echo 12/24 2002
software di acquisizione: Ambrogeo v. 7.1.1 Segy
software di elaborazione: WinMASW 4.1 std

per la geolUK s.r.l.,

l'Amministratore


geolUK s.r.l.
GEOGNOSTICA E GEOFISICA
www.geoluk.com info@geoluk.com

sede operativa e sede legale: Via Pesciatina, 1560/A - 55100 Lucca
codice fiscale e numero di iscrizione al registro delle imprese di Lucca: 02069440465
R.E.A. Lucca n. 194371 - capitale sociale € 10.000,00 i.v.
tel 393 9371580 - fax 0583 469588 - www.geoluk.com - info@geoluk.com

INDICE

1. Premessa.....	3
1.1. Introduzione al metodo.....	3
2. Acquisizione.....	4
2.1.1. Strumentazione impiegata.....	4
3. Utilizzo del programma Winmasw.....	5
5. Ubicazione dell'area indagata e coordinate delle indagini in WGS84.	8

ALLEGATI e FIGURE

Sismogramma acquisito in campagna

Spettro di velocità e curva di dispersione e picking

Profilo verticale delle Vs

Esempio di modello stratigrafico

Ubicazione dell'area indagata (fuori scala)

1. Premessa

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto del sito in esame, ubicato in via K. Marx, località San Martino Ulmiano, a San Giuliano Terme (PI), è stata effettuata per conto del Geol. Giovanni Lopane una serie di acquisizioni con la metodologia M.A.S.W., utili a definire il profilo superficiale verticale della V_s (velocità di propagazione delle onde di taglio).

1.1. Introduzione al metodo

La Metodologia M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) adottata per il presente lavoro è una tecnica di investigazione sismica non invasiva del sottosuolo di tipo attivo, presentata nel 1999 in seguito agli studi effettuati dal Kansas Geological Survey (Park et al., 1999). Attraverso l'analisi delle onde superficiali di Rayleigh questa tecnica mira a ricostruire un profilo sismostratigrafico in onde di taglio lungo la verticale al di sotto dello stendimento (profilo V_s -z).

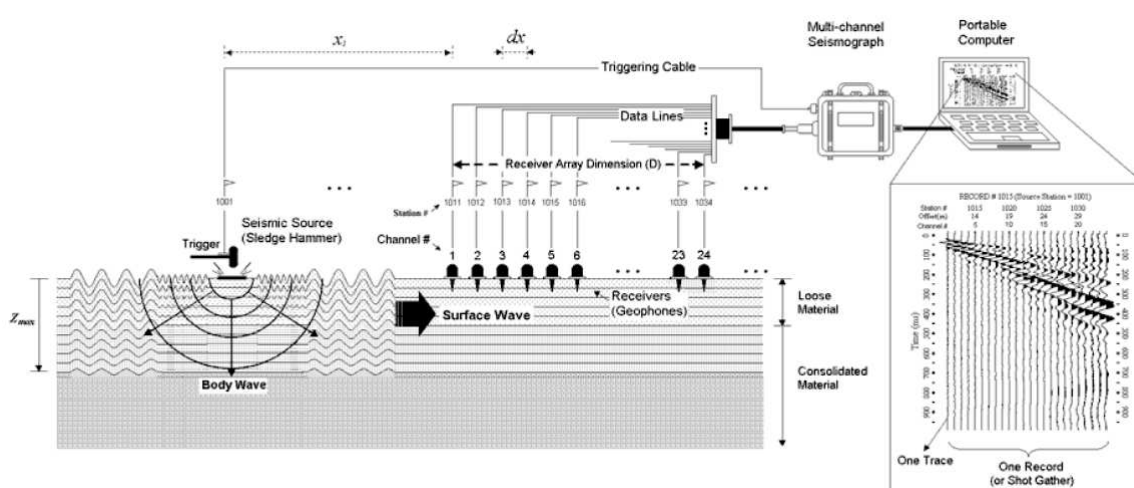


Figura 1. Illustrazione della tecnica di indagine eseguita (SurfSeis – Active Masw, 2006)

La propagazione delle onde nel caso di mezzi stratificati e trasversalmente isotropi avviene in maniera diversa rispetto ai mezzi omogenei; non esiste più una unica velocità ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione a sua volta legata alle varie lunghezze d'onda (fenomeno detto della dispersione in frequenza). Queste interessano il terreno a diverse profondità e risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche, appunto variabili con la profondità. Le lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad

interessare il terreno più in profondità; al contrario le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze della superficie.

Come tutte le tecniche di investigazione del sottosuolo, anche la M.A.S.W. presenta dei limiti nella sua applicabilità e dei vantaggi che devono essere tenuti ben presente nel momento in cui si pianifica e commissiona una campagna di investigazione geofisica. Brevemente i principali limiti della metodologia sono la necessità di operare in condizioni geologiche particolari (strati circa piano paralleli e lateralmente isotropi), la necessità di disporre di una taratura stratigrafica di riferimento fino alla profondità di interesse per ottimizzare il modello finale e la necessità di effettuare lo stendimento su superfici che non presentino brusche irregolarità morfologiche (salti, scalini...)

Per contro, i principali vantaggi della metodologia sono per esempio, a parità di profondità di investigazione, la possibilità di lavorare in ambienti con ingombri limitati, oppure al fine di poter ottimizzare il modello sismostratigrafico finale la possibilità di intervenire attivamente nel software di elaborazione in virtù delle conoscenze geologiche/geotecniche dell'area indagata. Inoltre, la tecnica M.A.S.W riesce, come ad es. il downhole, a rilevare il fenomeno dell'inversione di velocità.

2. Acquisizione

2.1.1. Strumentazione impiegata

Hardware

L'acquisizione è avvenuta tramite sismografo a 24 canali modello "Echo 12-24" (della *Ambrogeo* di Piacenza), collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz.

Di seguito vengono brevemente elencate le caratteristiche tecniche del sismografo:

- Registrazione a 24 canali
- Impedenza di ingresso 20 Kohm
- Range dinamico: 93 dB
- Conversione A/D a 16 bit
- Intervallo di campionamento selezionabile a: 25, 50, 100, 200, 400, 800, 1000, 30000 ms
- Guadagno 10 dB – 100 dB, passo 1 dB
- Tensione di saturazione +/- 2,3 V
- Distorsione 0,01%
- Campionamento 130 ms
- Filtro passa basso da 50 a 950 Hz, passo 1 Hz
- Alimentazione 12V

Software

Per la registrazione in campagna del segnale sismico è stato utilizzato il software Ambrogeo v 7.1.1 Segy (della *Ambrogeo* di Piacenza) mentre, per le analisi dei dati acquisiti, è stato adottato il software *winMASW* 4.1.1 Std (della *Eliosoft* di Udine).

3. Utilizzo del programma *winMASW*

Al fine di fornire un supporto interpretativo dei dati acquisiti in campagna segue un esempio di elaborazione attraverso la determinazione dello spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime, al fine di ricostruire un profilo verticale di massima della velocità delle onde di taglio (V_s) per stimare il valore del parametro V_s equivalente utile alla classificazione del terreno (determinazione della categoria di sottosuolo).

Resta tuttavia a carico del Geologo la validazione della proposta interpretativa in base alle proprie conoscenze in materia sismica e geologica del sito in esame.

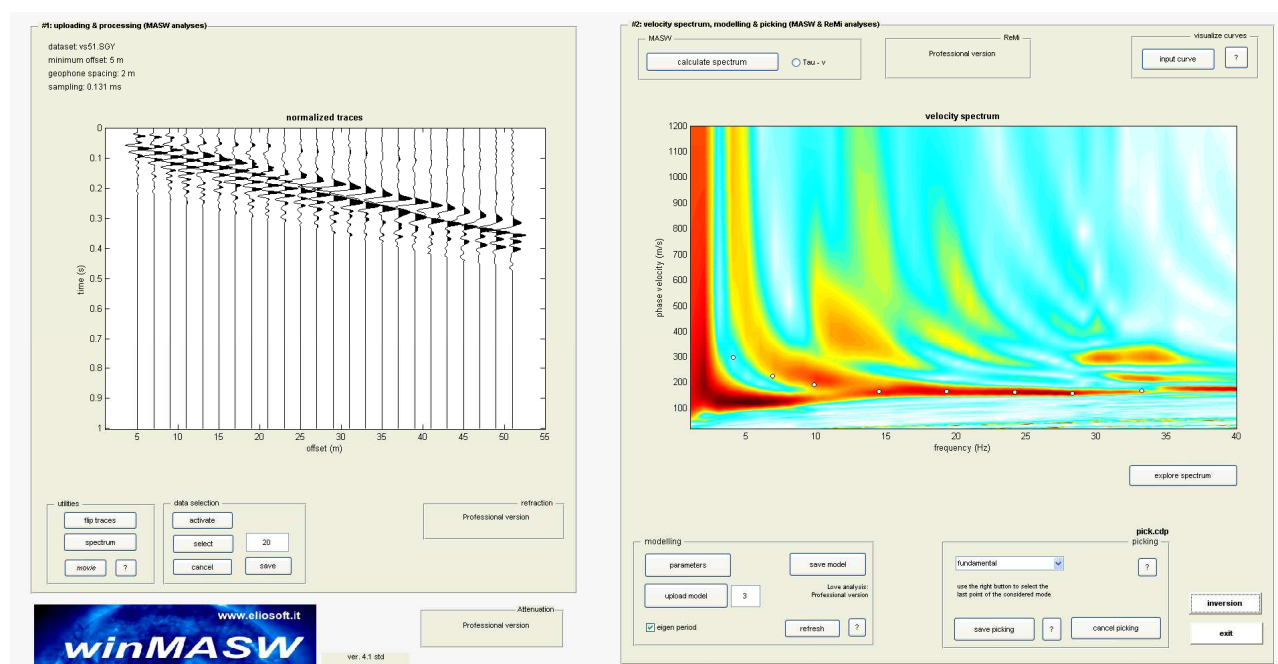


Fig. 2. Sulla sinistra i dati di campagna e, sulla destra, lo spettro di velocità calcolato.

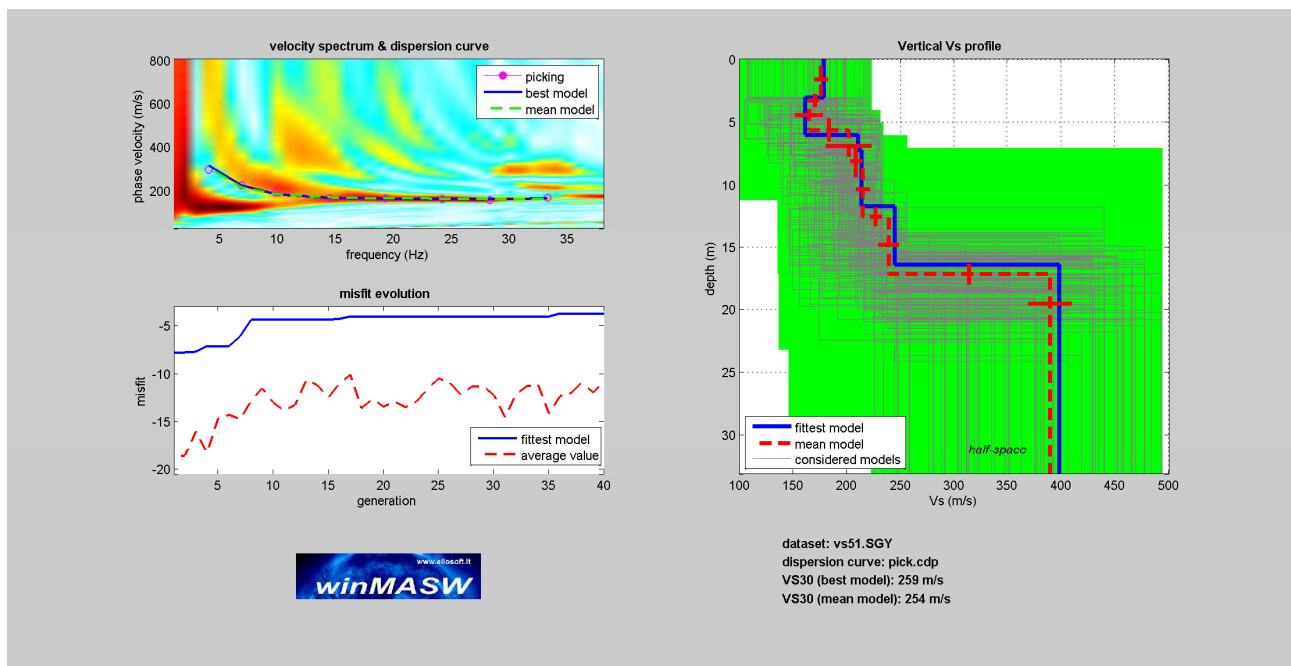


Fig. 3. Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite l'analisi dei dati. In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione "piccate" e curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale V_s identificato. In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (l'algoritmo utilizzato per l'inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli *Algoritmi Genetici* – Dal Moro et al., 2007).

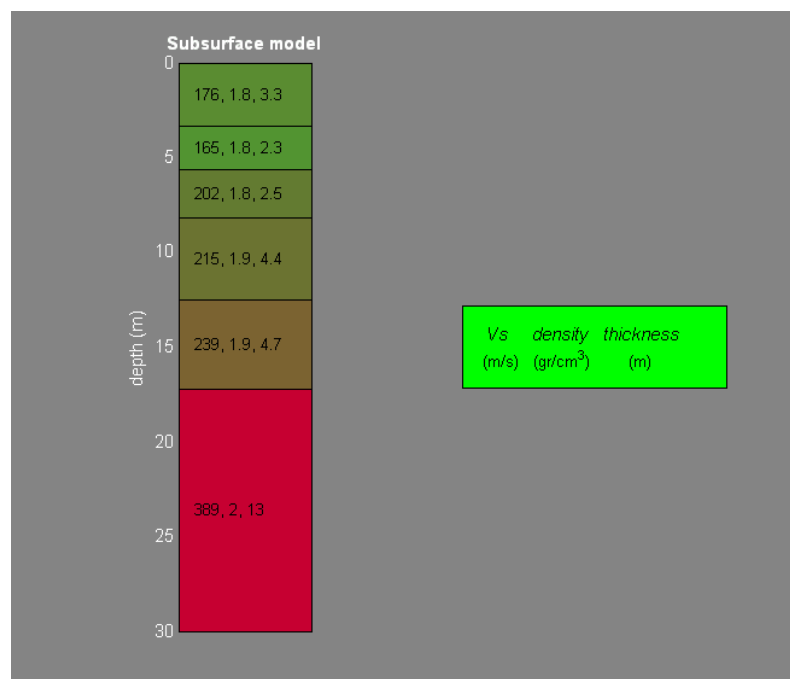


Fig. 4. Colonnina sismo-stratigrafica di massima del sito. Per ciascun strato indicate VS, densità (stimate) e spessori.

Dall'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh, a partire dai dati di sismica attiva raccolti con la tecnica M.A.S.W. e in riferimento alla ricostruzione stratigrafica (modello di partenza) ricavabile dalle informazioni/indagini puntuali a taratura messe a disposizione dalla Committenza, viene proposto un profilo sismostratigrafico della V_s monodimensionale al di sotto dello stendimento effettuato.

Sulla base dei dati disponibili viene pertanto calcolata la $V_{s,eq}$ - a partire dal piano campagna attuale - secondo le modalità di calcolo indicate nelle *Norme Tecniche per le Costruzioni 2018*:

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

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.

$$V_{s,eq} = 254 \text{ m/s}$$

Tuttavia si ricorda che, sempre in ottemperanza alla Normativa, per la determinazione corretta della $V_{s,eq}$ il Geologo deve far riferimento alla profondità di imposta delle fondazioni previste nel progetto:

- per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse;
- per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali;
- Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera;
- Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

5. Ubicazione dell'area indagata e coordinate delle indagini in WGS84



Legenda:

G1 / Traccia della linea sismica (G1= geofono n.1)

○ Shots eseguiti

ALLEGATO 3

Verifiche alla liquefazione

METODI SEMPLIFICATI

1 – INTRODUZIONE

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Il 'metodo di Robertson e Wride' è basato sui risultati di prove CPT (*Cone Penetration Test*) ed utilizza l'indice di comportamento per il tipo di suolo I_C che viene calcolato mediante l'utilizzo della seguente formula:

$$I_c = \left[(3,47 - \log_{10} Q)^2 + (\log_{10} R_f + 1,22)^2 \right]^{0,5} \quad (5.0a)$$

$$Q = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n \quad (5.0b)$$

$$R_f = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vo}} 100 \quad (5.0c)$$

dove:

q_c è la resistenza alla punta misurata

Pa è la tensione di riferimento (1 atmosfera) nelle stesse unità di σ'_{vo}

f_s è l'attrito del manicotto

n è un'esponente che dipende dal tipo di suolo.

Inizialmente si assume $n = 1$, come per un suolo argilloso e si procede al calcolo di I_C con la (5.0a).

Se $I_C > 2,6$ il suolo è probabilmente di tipo argilloso e l'analisi si ferma. Il terreno non si considera a rischio di liquefazione.

Se $I_C \leq 2,6$, vuol dire che l'ipotesi assunta è errata, il suolo è di natura granulare, Q verrà ricalcolato utilizzando la (5.0a) usando come esponente $n = 0,5$.

Se è ancora $I_C \leq 2,6$, significa che l'ipotesi è giusta e il suolo è probabilmente non plastico e granulare.

Se invece $I_C > 2,6$, vuol dire che l'ipotesi è di nuovo errata e il suolo è probabilmente limoso. Q deve essere nuovamente ricalcolato dalla (2.8b) ponendo $n = 0,75$.

Calcolato I_C , si procede con la correzione della resistenza alla punta misurata q_c mediante la seguente espressione:

$$q_{c1N} = \frac{q_c}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n \quad (5.1)$$

Dove l'esponente di sforzo n è lo stesso utilizzato nel calcolo di I_C .

La correzione alla resistenza alla punta dovuta al contenuto di materiale fine viene determinata dalla seguente procedura:

Robertson e Wride classico

$$(q_{c1N})_{cs} = K_c q_{c1N} \quad (5.2a)$$

$$K_c = -0,403 I_c^4 + 5,581 I_c^3 - 21,63 I_c^2 + 33,75 I_c - 17,88 \quad (5.2b)$$

Robertson e Wride modificato

$$(q_{c1N})_{cs} = q_{c1N} + \Delta q_{c1N} \quad (5.3a)$$

$$\Delta q_{c1N} = \frac{K_c}{1 - K_c} q_{c1N} \quad (5.3b)$$

dove K_c dipende dal contenuto di fine, FC (%):

$$\begin{aligned} K_c &= 0 && \text{per } FC \leq 5 \\ K_c &= 0,0267(FC - 5) && \text{per } 5 < FC \leq 35 \\ K_c &= 0,8 && \text{per } FC > 35 \end{aligned}$$

FC (%) viene calcolato mediante l'espressione seguente:

$$FC (\%) = 1,75 (I_c)^{3,25} - 3,7 \quad (5.4)$$

La resistenza alla liquefazione per una magnitudo pari a 7,5 (**CRR_{7,5}**) si calcola con le espressioni seguenti:

se $(q_{c1N})_{cs} < 50$

$$CRR = 0,833 \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right] + 0,05 \quad (5.5)$$

se $50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160$

$$CRR = 93 \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0,08 \quad (5.6)$$

Il Rapporto di Tensione Ciclica per eventi sismici di magnitudo 7,5 (**CSR_{7,5}**) si determina dalla seguente espressione:

$$\frac{\tau_{av}}{\sigma_{vo}} = CSR_{7,5} = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma_{vo}} r_d \quad (5.7)$$

Per magnitudo diverse occorre introdurre il fattore correttivo **MSF** (*Magnitude Scaling Factor*) come raccomandato dal **NCEER** (vedi Tabella 1)

$$CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF} \quad (5.8)$$

Tabella 1- Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori

Magnitudo	Seed H.B. & Idriss I.M. (1982)	Ambraseys N.N (1988).	NCEER (Seed R. B. et alii) (1997; 2003)
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo **r_d** vengono utilizzate le formule raccomandate da un gruppo di esperti del **NCEER** (*National Center for Earthquake Engineering Research*):

per $z < 9,15$ m

$$r_d = 1,0 - 0,00765 z \quad (5.9)$$

per $9,15 \leq z < 23$ m

$$r_d = 1,174 - 0,00267 z \quad (5.10)$$

Il fattore di sicurezza alla liquefazione **FS** viene determinato dalla relazione:

$$FS = \frac{CRR}{CSR} \quad (5.11)$$

mentre l'**indice e il rischio di liquefazione** vengono calcolati con il metodo di **Iwasaki et alii** (1978; 1984).

2 - VERIFICA

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: Progetto Unitario Convenzionato

Cliente: Arch. Giorgio Elio Bocchiola

Indirizzo, Coordinate: Via Carl Marx, San Martino Ulmiano

Data 27/01/2020

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1.25

FALDA

Profondità falda idrica 0.5 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 2.358

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6

Distanza epicentro 11.5 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.181

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	F1	0	0.8	19.12	21.08	0	0	2090	139	0
2	F2	0.8	3.4	19.12	21.08	0	0	1418	78	0
3	F3	3.4	8.4	18.14	20.1	0	0	945	42	0
4	F4	8.4	10.8	17.65	19.6	0	0	817	56	0
5	F5	10.8	12.2	19.12	21.08	0	0	2270	85	0
6	F4	12.2	15	17.65	19.6	0	0	891	53	0

Robertson Wride, 1998

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.77

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di compattamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1 (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
-------------------------------	---	--	---	---	----------------------------------	--	--	-----------------------------------	---	--	------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------	---------

0.70	13.776	11.815	103.71	6.695	2.510	1.7	100.16	0.995	0.173	0.077	2.250	NL	0	Molto basso
0.90	17.992	14.069	61.726	5.571	2.586	1.7	78.110	0.993	0.124	0.084	1.473	NL	0	Molto basso
1.10	22.208	16.324	55.215	5.588	2.618	1.7	82.954	0.992	0.133	0.090	1.484	NL	0	Molto basso
1.30	26.424	18.579	50.109	5.605	2.647	1.7	87.490	0.990	0.142	0.094	1.520	NL	0	Molto basso
1.50	30.640	20.833	45.984	5.622	2.673	1.7	91.769	0.989	0.152	0.097	1.571	NL	0	Molto basso
1.70	34.856	23.088	42.573	5.639	2.697	1.7	95.827	0.987	0.162	0.099	1.634	NL	0	Molto basso
1.90	39.072	25.343	54.411	5.657	2.627	1.7	84.210	0.985	0.136	0.101	1.342	NL	0	Molto basso
2.10	43.288	27.597	49.813	5.674	2.653	1.7	88.403	0.984	0.144	0.103	1.406	NL	0	Molto basso
2.30	47.504	29.852	45.910	5.691	2.678	1.7	92.508	0.982	0.154	0.104	1.478	NL	0	Molto basso
2.50	51.720	32.107	42.554	5.709	2.701	1.7	96.532	0.981	0.164	0.105	1.558	NL	0	Molto basso
2.70	55.936	34.361	39.639	5.727	2.723	1.7	100.48	0.979	0.174	0.106	1.645	NL	0	Molto basso
2.90	60.152	36.616	37.083	5.744	2.744	1.7	104.36	0.978	0.186	0.107	1.739	NL	0	Molto basso
3.10	64.368	38.871	34.824	5.762	2.764	1.7	108.17	0.976	0.198	0.107	1.840	NL	0	Molto basso
3.30	68.584	41.125	32.812	5.780	2.783	1.7	111.92	0.975	0.210	0.108	1.947	NL	0	Molto basso
3.50	72.702	43.282	20.154	4.815	2.883	1.7	88.851	0.973	0.145	0.109	1.336	NL	0	Molto basso
3.70	76.722	45.341	19.150	4.837	2.901	1.7	91.653	0.972	0.152	0.109	1.387	NL	0	Molto basso
3.90	80.742	47.399	18.234	4.860	2.918	1.7	94.427	0.970	0.158	0.110	1.441	NL	0	Molto basso
4.10	84.762	49.458	17.393	4.882	2.935	1.7	97.173	0.969	0.165	0.110	1.498	NL	0	Molto basso
4.30	88.782	51.517	16.620	4.905	2.951	1.7	99.894	0.967	0.173	0.111	1.559	NL	0	Molto basso
4.50	92.802	53.575	15.907	4.928	2.967	1.7	102.59	0.966	0.180	0.111	1.623	NL	0	Molto basso
4.70	96.822	55.634	15.246	4.952	2.983	1.7	105.26	0.964	0.188	0.112	1.690	NL	0	Molto basso
4.90	100.84	57.693	14.632	4.975	2.998	1.7	107.92	0.963	0.197	0.112	1.761	NL	0	Molto basso
5.10	104.86	59.751	14.061	4.999	3.012	1.6736	108.83	0.961	0.200	0.112	1.783	NL	0	Molto basso
5.30	108.88	61.810	13.527	5.023	3.027	1.6178	107.70	0.959	0.196	0.112	1.746	NL	0	Molto basso
5.50	112.90	63.869	13.028	5.047	3.041	1.5657	106.62	0.958	0.193	0.113	1.712	NL	0	Molto basso
5.70	116.92	65.927	12.560	5.072	3.054	1.5168	105.60	0.956	0.190	0.113	1.681	NL	0	Molto basso
5.90	120.94	67.986	12.121	5.097	3.068	1.4708	104.62	0.955	0.187	0.113	1.652	NL	0	Molto basso
6.10	124.96	70.045	11.707	5.122	3.081	1.4276	103.69	0.953	0.184	0.113	1.625	NL	0	Molto basso
6.30	128.98	72.103	11.317	5.147	3.093	1.3868	102.80	0.952	0.181	0.113	1.600	NL	0	Molto basso
6.50	133.00	74.162	10.949	5.172	3.106	1.3483	101.95	0.950	0.179	0.113	1.576	NL	0	Molto basso
6.70	137.02	76.221	10.601	5.198	3.118	1.3119	101.14	0.949	0.176	0.113	1.554	NL	0	Molto basso

6.90	141.04 2	78.279	10.270	5.224	3.130	1.2774 75	100.37 0	0.947	0.174	0.113	1.534	NL	0	Molto basso
7.10	145.06 2	80.338	9.957	5.250	3.142	1.2447 39	99.625	0.946	0.172	0.114	1.515	NL	0	Molto basso
7.30	149.08 2	82.397	9.660	5.277	3.154	1.2136 4	98.911	0.944	0.170	0.114	1.497	NL	0	Molto basso
7.50	153.10 2	84.455	9.377	5.304	3.166	1.1840 56	98.226	0.943	0.168	0.114	1.480	NL	0	Molto basso
7.70	157.12 2	86.514	9.107	5.331	3.177	1.1558 81	97.568	0.941	0.166	0.114	1.464	NL	0	Molto basso
7.90	161.14 2	88.573	8.850	5.358	3.188	1.1290 15	96.936	0.940	0.165	0.114	1.450	NL	0	Molto basso
8.10	165.16 2	90.631	8.604	5.386	3.199	1.1033 7	96.328	0.938	0.163	0.114	1.436	NL	0	Molto basso
8.30	169.18 2	92.690	8.370	5.414	3.210	1.0788 64	95.743	0.937	0.162	0.114	1.422	NL	0	Molto basso
8.50	173.15 2	94.699	6.799	8.698	3.409	1.0559 8	107.64 4	0.935	0.196	0.114	1.725	NL	0	Molto basso
8.70	177.07 2	96.657	6.621	8.751	3.419	1.0345 81	106.99 3	0.933	0.194	0.114	1.706	NL	0	Molto basso
8.90	180.99 2	98.616	6.449	8.805	3.430	1.0140 33	106.36 7	0.932	0.192	0.114	1.688	NL	0	Molto basso
9.10	184.91 2	100.57 5	6.285	8.860	3.440	0.9942 848	105.76 4	0.930	0.190	0.114	1.671	NL	0	Molto basso
9.30	188.83 2	102.53 4	6.126	8.915	3.451	0.9752 912	105.18 4	0.926	0.188	0.113	1.661	NL	0	Molto basso
9.50	192.75 2	104.49 2	5.974	8.971	3.461	0.9570 097	104.62 4	0.920	0.187	0.113	1.653	NL	0	Molto basso
9.70	196.67 2	106.45 1	5.827	9.027	3.471	0.9394 009	104.08 4	0.915	0.185	0.112	1.645	NL	0	Molto basso
9.90	200.59 2	108.41 0	5.686	9.085	3.481	0.9224 286	103.56 4	0.910	0.183	0.112	1.638	NL	0	Molto basso
10.10	204.51 2	110.36 8	5.549	9.143	3.491	0.9060 584	103.06 3	0.904	0.182	0.111	1.632	NL	0	Molto basso
10.30	208.43 2	112.32 7	5.418	9.202	3.501	0.8902 593	102.58 0	0.899	0.180	0.111	1.627	NL	0	Molto basso
10.50	212.35 2	114.28 6	5.291	9.262	3.511	0.8750 017	102.11 3	0.894	0.179	0.110	1.622	NL	0	Molto basso
10.70	216.27 2	116.24 4	5.168	9.322	3.520	0.8602 582	101.66 4	0.888	0.178	0.110	1.618	NL	0	Molto basso
10.90	220.34 0	118.35 1	17.319	4.147	2.891	0.8449 455	107.58 1	0.883	0.196	0.109	1.792	NL	0	Molto basso
11.10	224.55 6	120.60 6	16.960	4.156	2.898	0.8291 495	106.95 8	0.878	0.194	0.109	1.784	NL	0	Molto basso
11.30	228.77 2	122.86 0	16.614	4.164	2.906	0.8139 334	106.35 3	0.872	0.192	0.108	1.777	NL	0	Molto basso
11.50	232.98 8	125.11 5	16.281	4.173	2.913	0.7992 657	105.76 4	0.867	0.190	0.107	1.771	NL	0	Molto basso
11.70	237.20 4	127.37 0	15.960	4.181	2.921	0.7851 173	105.19 2	0.862	0.188	0.107	1.765	NL	0	Molto basso
11.90	241.42 0	129.62 4	15.650	4.190	2.928	0.7714 61	104.63 4	0.856	0.187	0.106	1.760	NL	0	Molto basso
12.10	245.63 6	131.87 9	15.350	4.199	2.935	0.7582 716	104.09 2	0.851	0.185	0.105	1.755	NL	0	Molto basso
12.30	249.70 4	133.98 6	4.786	8.265	3.515	0.7463 493	95.462	0.846	0.161	0.105	1.536	NL	0	Molto basso
12.50	253.62 4	135.94 4	4.689	8.315	3.523	0.7355 96	95.152	0.840	0.160	0.104	1.537	NL	0	Molto basso
12.70	257.54 4	137.90 3	4.593	8.367	3.532	0.7251 482	94.852	0.835	0.159	0.104	1.538	NL	0	Molto basso

12.90	261.46 4	139.86 2	4.501	8.419	3.541	0.7149 928	94.563	0.830	0.159	0.103	1.539	NL	0	Molto basso
13.10	265.38 4	141.82 0	4.411	8.472	3.549	0.7051 181	94.284	0.824	0.158	0.103	1.541	NL	0	Molto basso
13.30	269.30 4	143.77 9	4.324	8.525	3.558	0.6955 125	94.015	0.819	0.157	0.102	1.543	NL	0	Molto basso
13.50	273.22 4	145.73 8	4.239	8.579	3.566	0.6861 65	93.755	0.814	0.157	0.101	1.545	NL	0	Molto basso
13.70	277.14 4	147.69 6	4.156	8.634	3.575	0.6770 655	93.504	0.808	0.156	0.101	1.548	NL	0	Molto basso
13.90	281.06 4	149.65 5	4.076	8.689	3.583	0.6682 04	93.262	0.803	0.155	0.100	1.551	NL	0	Molto basso
14.10	284.98 4	151.61 4	3.997	8.746	3.592	0.6595 716	93.028	0.798	0.155	0.100	1.554	NL	0	Molto basso
14.30	288.90 4	153.57 2	3.921	8.803	3.600	0.6511 595	92.804	0.792	0.154	0.099	1.558	NL	0	Molto basso
14.50	292.82 4	155.53 1	3.846	8.860	3.608	0.6429 591	92.587	0.787	0.154	0.098	1.562	NL	0	Molto basso
14.70	296.74 4	157.49 0	3.773	8.919	3.617	0.6349 627	92.379	0.782	0.153	0.098	1.566	NL	0	Molto basso
14.90	300.66 4	159.44 8	3.702	8.978	3.625	0.6271 629	92.178	0.776	0.153	0.097	1.571	NL	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

NL Non Liquefacibile

SINTESI GRAFICA DEI RISULTATI

