

COMUNE DI PONSACCO
PROVINCIA DI PISA

PIANO DI LOTTIZZAZIONE COMPARTO PA21B

UBICAZIONE: PONSACCO, VIA QUASIMODO

COMMITTENZA: GONNELLI COSTRUZIONI SRL

PROGETTO: ARCH. FABRIZIO BRACCI

Relazione Geologico Tecnica

Agosto 2013



GIOVANNI LOPANE - GEOLOGO

INDICE

1. - PREMESSA.....	3
2. - METODOLOGIA D'INDAGINE.....	4
3. - INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	5
3.1. - ASPETTI MORFOLOGICI ED IDROGRAFICI DELL'AREA.....	5
3.2. - GEOLOGIA.....	6
3.3. - IDROGEOLOGIA.....	7
4. - CARATTERIZZAZIONE DEL VOLUME GEOLOGICO SIGNIFICATIVO.....	8
4.1. - CAMPAGNA GEOGNOSTICA.....	8
4.2. - SUCCESSIONE STRATIGRAFICA DEI TERRENI.....	8
4.3. - INDAGINE SISMICA.....	9
4.4. - DEFINIZIONE E CARATTERIZZAZIONE DELLE UNITÀ LITOTECNICHE.....	10
5. - ASPETTI GEODINAMICI E SISMICITÀ.....	11
5.1. - EFFETTI TOPOGRAFICI.....	11
5.2. - EFFETTI STRATIGRAFICI.....	11
5.3. - VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....	11
6. - VERIFICHE DELLA SICUREZZA.....	15
6.1. - IMPOSTAZIONE PROGETTUALE DEGLI INTERVENTI.....	15
6.2. - VERIFICA DELLA STABILITÀ D'INSIEME.....	15
6.3. - VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE.....	15
7. - VALUTAZIONI SULLA PERICOLOSITÀ DEL SITO.....	18
8. - VALUTAZIONI SULLA FATTIBILITÀ DEL PIANO.....	22

IN APPENDICE

FIG. 1 - COROGRAFIA	(SCALA 1:25.000)
FIG. 2 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO (P.S.)	(SCALA 1:10.000)
FIG. 3 - CARTA IDROGEOLOGICA (P.S.)	(SCALA 1:10.000)
FIG. 4 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA (R.U.)	(SCALA 1:10.000)
FIG. 5 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA (R.U.)	(SCALA 1:10000)
FIG. 6 - CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA (P.A.I.)	(SCALA 1:10000)
FIG. 7 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA (R.U.)	(SCALA 1:10000)
FIG. 8 - CARTA DELLA FATTIBILITÀ (R.U.)	(SCALA 1:5000)
FIG. 9 - PLANIMETRIA GENERALE DELL'AREA	(SCALA 1:1000)
FIG. 10- SEZIONE GEOLOGICO-TECNICA AB	(SCALA 1:200)
FIG. 11 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ DI PIANO	(SCALA 1:1000)
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 Piano di Lottizzazione di un'area sita nel Comune di Ponsacco, identificata nel Comparto Urbanistico PA21b, Zona di espansione residenziale.

Il Comparto in esame è ubicato a prospetto della Fossa Nuova, presso il margine SSW di Ponsacco, si estende su terreni sub pianeggianti, ha una forma trapezoidale composta e copre una superficie territoriale complessiva di 5140 mq.

Il progetto di trasformazione prevede la formazione di due lotti edificabili per la realizzazione di due edifici con accesso su via Quasimodo e la realizzazione di parcheggio, già individuato come opera pubblica, a completamento dell'esistente di Via Buozzi.

Le indagini approfondiscono le problematiche geologiche evidenziate a livello di P.S. e R.U. Comunale, recepiscono gli indirizzi ed i contenuti del Piano Assetto Idrogeologico del Bacino del F. Arno, sono conformi ai contenuti della L.R. 01/2005, D.P.G.R. n. 53R del 25/10/2011, L.R. 21/2012 e a quanto prescritto dal D.M. 14/01/2008 e successive modifiche ed integrazioni.

In ottemperanza alla normativa suddetta nella presente si descrive il modello geologico-tecnico di riferimento per le azioni progettuali programmate e si eseguono in relazione alla fase progettuale in esame le dovute verifiche alla sicurezza.

Di seguito s'illustrano le indagini eseguite, i dati raccolti e le conclusioni raggiunte sulla pericolosità del sito e sulla fattibilità del Piano.

2. - METODOLOGIA D'INDAGINE

Per il primo approccio conoscitivo delle caratteristiche geomorfologiche del territorio in oggetto si è tenuto conto dei risultati delle indagini geologiche eseguite sul territorio comunale a supporto dell'attuale pianificazione urbanistica.

In particolare si è fatto riferimento allo "INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE DI SUPPORTO ALLA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE" [Geoprogetti e Technogeo, ottobre 2003] ed alle INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE A SUPPORTO DEL REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE [Geoprogetti, Technogeo e Studio Croce, luglio 2008], dai quali sono stati tratti i seguenti elaborati:

FIG. 2 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO (P.S.)	(SCALA 1:10000)
FIG. 3 - CARTA IDROGEOLOGICA (P.S.)	(SCALA 1:10000)
FIG. 4 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA (R.U.)	(SCALA 1:10000)
FIG. 5 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA (R.U.)	(SCALA 1:10000)
FIG. 7 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA (R.U.)	(SCALA 1:10000)
FIG. 8 - CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA (R.U.)	(SCALA 1:5000)

Con riferimento a quanto sopra si rileva che all'area in oggetto è attribuita (ai sensi del DPGR 26R/2007), la Classe G2 di Pericolosità Geomorfologica, la Classe I3 e I4 di Pericolosità Idraulica e la Classe S3 di Pericolosità Sismica.

Ciò premesso si è proceduto ad acquisire ulteriori dati mediante rilievi di superficie, controlli di campagna e l'acquisizione dei risultati di prove penetrometriche e sismiche eseguite in aree adiacenti.

Gli aspetti di pericolosità idraulica sono stati valutati sulla base del quadro conoscitivo di riferimento ad oggi disponibile e sulla base di specifiche valutazioni idrologico-idrauliche redatte dall'Ing. Silvia Lucia.

3. - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

3.1. - ASPETTI MORFOLOGICI ED IDROGRAFICI DELL'AREA

L'area d'indagine è ubicata nella pianura alluvionale a Sud del centro urbano di Ponsacco, in adiacenza alla sponda sinistra della Fossa Nuova (vedi Fig. 1 in appendice).

I terreni in oggetto, in passato adibiti a seminativo semplice, sono attualmente incolti, hanno un andamento sub pianeggiante (fatta salva la "baulatura" dovuta alla pregressa attività agricola) e sono posti ad una quota media di 23 metri s.l.m. circa; a livello d'area complessiva si rileva un lieve gradiente morfologico da Sud Est verso Nord Ovest dell'ordine del 2‰.

In termini d'idrografia superficiale le acque di ruscellamento afferenti all'area defluiscono nel ricettore idrico locale, rappresentato dalla Fossa Nuova, sia per ruscellamento diffuso, sia tramite le scoline campestri superstiti al processo di edificazione di questa parte di territorio (vedi schema di deflusso nella planimetria di Fig. 9 in appendice).

La Fossa Nuova, nata come canale di bonifica, si origina 750 metri circa a monte dell'area in esame e scorre da SudEst verso NordOvest dal piede dei rilievi collinari che si estendono a Sud di Ponsacco e va a immettersi nel Canale Scolmatore all'altezza della Zona industriale di Gello.

La Fossa Nuova ha una lunghezza complessiva dall'origine fino alla confluenza con il Canale Scolmatore di circa 6.8 Km; la quota massima di bacino è di 26 m s.l.m. e la quota di sbocco nel Canale Scolmatore è posta a 9.2 m s.l.m., verificando una pendenza media d'alveo del 2.4 ‰ circa.

Per quanto concerne la funzionalità del reticolo drenante minore non si rilevano particolari problemi collegati al deflusso delle acque superficiali; come meglio specificato al prossimo §7, le problematiche idrauliche di quest'area sono essenzialmente legate al funzionamento della Fossa Nuova.

3.2.- GEOLOGIA

Con riferimento alla carta d'inquadrimento geomorfologico di Fig. 2 in appendice si può rilevare che il sito d'intervento si colloca in corrispondenza di depositi alluvionali olocenici di origine fluviale (a).

Dal punto di vista morfogenetico i suddetti depositi sono conseguenti al sovralluvionamento che si è sviluppato nella pianura pisana 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.

Su tutto l'areale rappresentato in Fig. 2 si rileva la presenza di numerosi paleo meandri e di un paleo alveo (quest'ultimo passa sul limite Nord del Comparto in sovrapposizione ad un paleo meandro), riconducibili all'antichi tracciati dei fiumi Era e Cascina.

Dalla disposizione di questi ultimi si è potuto desumere che l'intero sistema Era-Cascina si è progressivamente spostato da Ovest verso Est, man mano che il dislivello tra l'imbocco delle rispettive valli e l'asta dell'Arno veniva ad annullarsi in virtù degli apporti alluvionali che andavano a costituire la pianura.

In tal senso è noto da fonti bibliografiche storiche che il F. Cascina nel medioevo non sboccava come attualmente nell'Era ma, percorrendo il tratto iniziale dell'attuale Fosso Rotina, passava vicino Canneto, Marciana e sboccava in Arno nei pressi di Cascina (da cui il toponimo).

Lo spessore dei sedimenti di copertura ("substrato superiore", Pleistocene inf. - Olocene) è localmente valutabile nell'ordine di varie decine di metri; ad di sotto del substrato superiore e sino ad un migliaio di metri di profondità è nota la presenza di sedimenti neoautoctoni ("substrato intermedio", Miocene sup. - Pleistocene inf.), che si pongono a tetto del "substrato profondo", formato dall'insieme delle formazioni più antiche di quelle del complesso neoautoctono (pre mioceniche).

In quanto all'assetto litostratigrafico superficiale che caratterizza questa parte di pianura alluvionale i dati rilevati evidenziano la presenza, al di sotto dei terreni di alterazione superficiale, di un primo orizzonte argilloso limoso, localmente sabbioso da poco a moderatamente consistente, di spessore pari a 8/9 metri circa, cui seguono fino alla max profondità indagata (di 15 m dal p.c.), limi sabbiosi prevalenti da moderatamente a mediamente addensati; a letto di quest'ultimi, a 22 m circa di

profondità è presente il substrato pleistocenico, localmente rappresentato dalla formazione di "Casa Poggio ai Lecci".

In quanto all'assetto strutturale dell'areale d'indagine non si rileva la presenza di faglie, discontinuità tettoniche e/o di potenziali strutture sismogenetiche.

3.3.- IDROGEOLOGIA

Nell'ambito del volume significativo riferito alle opere di progetto è presente una modesta circolazione di falda di tipo freatico che si localizza essenzialmente in corrispondenza dei livelli sabbiosi e limosi intercalati all'interno dei primi metri 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 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 al quale collegare una circolazione idrica significativa.

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 tetto del primo acquifero degno di nota (di tipo confinato), è individuabile ad una profondità di circa 25-30 metri dal p.c. ed è costituito da sabbie, sabbie limose e ghiaie.

Dai dati disponibili in zona (v. Fig. 3 in appendice) si rileva che il livello piezometrico della falda freatica superficiale, in fase di magra ordinaria, si attesta a 2 metri circa dal piano campagna; dai dati disponibili in zona si evince che condizioni di massima e minima ricarica della falda inducono oscillazioni del livello piezometrico sopra e sotto il livello di morbida dell'ordine di 1.5 metri.

4. - CARATTERIZZAZIONE DEL VOLUME GEOLOGICO SIGNIFICATIVO

4.1. - CAMPAGNA GEOGNOSTICA

Per una prima ricostruzione stratigrafica locale e per la valutazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni affioranti, si sono utilizzate n. 3 prove penetrometriche di tipo statico (CPT), spinte sino ad un massimo di 15.00 metri dal piano campagna, la cui ubicazione è riportata nella planimetria di Fig. 9 in appendice.

Le prove sono state eseguite con penetrometro statico semovente da 200 kN di spinta, dotato di punta meccanica tipo Begemann (CPT).

I relativi diagrammi contenuti nei tabulati di 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/cm²)
 Rl: resistenza di attrito laterale locale (kg/cm²)
 Rp/Rl: rapporto Begemann

Il valore del rapporto Rp/Rl (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.

Nelle tabelle allegate (v. All. 1) sono 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/cm²);
- modulo di deformazione edometrico (m_o in kg/cm²).

4.2. - SUCCESSIONE STRATIGRAFICA DEI TERRENI

Di seguito si riporta la stratigrafia media indicativa ricostruita in corrispondenza dell'area di progetto:

da m 0.00 a m 1.00: terreno d'alterazione superficiale limoso;

da m 1.00 a m 3.40: limi argillosi localmente sabbiosi moderatamente consistenti;

da m 3.40 a m 6.40: limi argillosi localmente sabbiosi poco consistenti;
da m 6.40 a m 8.60: limi argillosi localmente sabbiosi moderatamente consistenti;
da m 8.60 a m 15.00: limi sabbioso argillosi moderatamente addensati;
a m 15.00 dal p.c.: fondo foro.

4.3. - INDAGINE SISMICA

Al fine di caratterizzare dal punto di sismico l'areale in esame, sia nel senso di determinare il parametro Vs30 (ovvero la velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30 metri di sottosuolo), sia di verificare la presenza di significativi contrasti d'impedenza sismica nell'ambito del volume geotecnico significativo, si sono utilizzati i risultati della campagna di caratterizzazione sismica eseguita a supporto del Regolamento Urbanistico Comunale (GEOPROGETTI - TECHNOGEO, LUGLIO 2008, v. All. 2 e Fig. 7 in appendice).

L'indagine geofisica in parola è stata eseguita tra il 31 Marzo ed il 3 Aprile 2008 ed è consistita in un totale di 10 profili sismici tomografici a rifrazione realizzati con 14 geofoni distanziati di 5 metri, per una lunghezza totale della stesa di 115 metri lineari; sul profilo sismico è stata eseguita la copertura con 9 tiri.

Per ottenere una più adeguata rappresentazione del terreno indagato e descrivere la propagazione delle onde superficiali, è stato realizzato in corrispondenza di ciascun stendimento sismico, una prova " Re.Mi." (Refraction Microtremor) in modo da ricostruire con maggiore dettaglio le variazioni della velocità delle onde S.

Per l'area di lottizzazione in esame si sono utilizzati in particolare i risultati della stesa sismica n. 9, eseguita a meno di 100 metri dall'area (v. planimetria di Fig. 9); dall'analisi degli elaborati (v. All. 2), si ricava una Vs (30) di 218 m/sec, un assetto sismostratigrafico esente da contrasti sismici di particolare rilievo e profondità del bedrock superiore a 35 metri.

Si osserva unicamente un salto delle Vs30 a 22 metri circa dal p.c. locale, la cui consistenza è da mettere in relazione al passaggio stratigrafico tra i depositi alluvionali attuali e recenti di copertura e i sottostanti i depositi sabbiosi pleistocenici.

Giova osservare che sulla base dei valori di Vs30 ottenuti, tutti i terreni oggetto dell'indagine geofisica eseguita sul territorio comunale di Ponsacco rientrano nella Categoria C di cui alla Tabella 3.2.II delle NCT.

4.4. - DEFINIZIONE E CARATTERIZZAZIONE DELLE 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 "E" ai sensi del D.M. 14/01/2008), della quale costituiscono quindi delle sotto unità.

Applicando quanto contenuto nelle istruzioni del C.S.L.P. per l'applicazione delle NCT (Circolare 2 febbraio 2009), si possono assumere quali valori caratteristici dei parametri geotecnici rilevati, valori confrontabili ai valori medi di questi.

Premesso quanto sopra si definiscono, procedendo dall'alto verso il basso geometrico della serie stratigrafica (v. sezione di Fig. 10 in appendice), le seguenti unità litotecniche:

UNITÀ DELLE TERRE DI COPERTURA

Unità litotecniche	Descrizione	Rp medio in kg/cmq	γ nat. in t/mc	Cu in Kg/cmq	φ	Mo in kg/cmq	E' in kg/cmq
E1	Terreno d'alterazione superficiale limoso	9	1.80	0.40	0°	35	---
E2	Limi argilloso sabbiosi moderatamente consistenti	15	1.85	0.60	0°	50	---
E3	Limi argilloso sabbiosi poco consistenti	7	1.80	0.35	0°	30	---
E4	Limi sabbioso argillosi moderatamente addensati	22	1.85	0°	28°	60	55

dove:

Rp = resistenza all'infissione penetrometrica statica

γ = peso di volume del terreno

cu = coesione non drenata

φ = angolo di attrito

Mo = modulo di deformazione edometrico

E' = modulo di deformazione drenato

5. - ASPETTI GEODINAMICI E SISMICITÀ

5.1. - 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 giustificata l'adozione di un *coefficiente di amplificazione topografica T1* ($St = 1$), come definito alla Tabella 3.2.VI delle NCT.

5.2. - EFFETTI STRATIGRAFICI

In ordine a quanto esposto sul modello geologico dei terreni componenti il volume significativo di riferimento e in particolare per quanto rilevato mediante indagine sismica (v. § 4.3), si ritiene congruo assumere ai sensi della Tabella 3.2.II delle NCT la CATEGORIA "C" DI PROFILO STRATIGRAFICO: "Depositi di sabbie ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine di metri fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{S30} compresi tra 180 e 360 m/sec ($15 < NSPT > 50$, $70 < Cu > 250$ kPa)".

5.3. - VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

In base all'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003, il territorio comunale di Ponsacco 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 verifiche*", ha spostato la classificazione sismica del territorio comunale in Classe 3 ($0.05 < A_g/g < 0.15$ con acc.ne di ancoraggio dello spettro di risposta elastico $A_g/g = 0.15$) e in Fascia B di pericolosità sismica, $0.125g < a_g \leq 0.150g$.

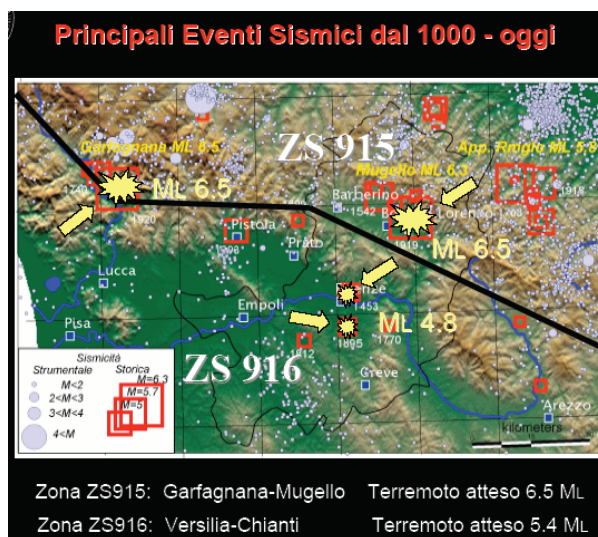
Per quanto concerne la sismicità storica, in base ai dati reperibili presso la banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti dell'ING

marzo 1996, si osserva che le notizie di terremoti chiaramente avvertiti dalla popolazione locale sono relative agli ultimi 160 anni di storia.

In particolare si riferiscono al terremoto che nell'agosto del 1846 colpì l'area collinare della Toscana occidentale con epicentro presso Orciano Pisano che fu quasi completamente distrutto, al terremoto del 26 giugno 1899 con epicentro tra Pistoia e Barberino nel Mugello, al terremoto del 25 agosto 1909 con epicentro presso Buoncovento e al terremoto 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 1920 e del III° e IV° grado rispettivamente nel 1899 e 1909; per l'area in esame non vi sono notizie di morti o feriti ma solo di danni alla volta della chiesa nel 1846 e danni alle abitazioni, chiesa e canonica nel 1920.

Nel rapporto conclusivo "Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica - Zonazione sismogenetica ZS9" prodotto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, il Comune di Ponsacco è inserito all'interno della 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 ($V_s > 800 \text{ m/sec}$), 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_0 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: 43,610833 Longitudine: 10,628109

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

Sito 1	ID: 20715	Lat: 43,5989	Lon: 10,5903	Distanza: 3316.907
Sito 2	ID: 20716	Lat: 43,6006	Lon: 10,6593	Distanza: 2759.156
Sito 3	ID: 20494	Lat: 43,6506	Lon: 10,6571	Distanza: 4996.872
Sito 4	ID: 20493	Lat: 43,6489	Lon: 10,5880	Distanza: 5326.668

Considerato 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 $V_r = V_n * C_u = 50$ anni.

Dato quanto sopra si verificano i seguenti:

TAB. 5.3.1 - PARAMETRI SISMICI SU SITO DI RIFERIMENTO RIGIDO ORIZZONTALE

	SLO	SLD	SLV	SLC
Pvr	81%	63%	10%	5%
Tr (in anni)	30	50	475	975
Ag (g)	0.043	0.055	0.137	0.171
Fo	2.525	2.504	2.474	2.514
Tc* (sec)	0.232	0.246	0.274	0.281

Dove in relazione a ciascuna delle probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento **Pvr** è definito il periodo di ritorno **Tr**, l'accelerazione orizzontale massima al sito **Ag**, il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale **Fo** e il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale **Tc***.

Dall'incrocio dei Parametri sismici con le caratteristiche stratigrafiche (Classe C, v. § 3.2) e topografiche del sito (Classe T1, v. § 3.1), si verificano i seguenti:

TAB. 5.3.2 - COEFFICIENTI SISMICI (VALIDI PER STABILITÀ VERSANTI E FONDAZIONI)

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss	1.500	1.500	1.500	1.440
Cc	1.700	1.670	1.610	1.600
St	1.000	1.000	1.000	1.000
Kh	0.013	0.017	0.049	0.059
Kv	0.006	0.008	0.025	0.030
Amax	0.635	0.815	2.013	2.418
βs	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 **Fo** e di **Ag/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. §3.1), **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 **Ag** in m/s^2 per **S** con $S=Ss*St$, **βs** è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (v. Tab. 7.11.I delle NCT).

6. - VERIFICHE DELLA SICUREZZA

6.1. - IMPOSTAZIONE PROGETTUALE DEGLI INTERVENTI

Come accennato il Comparto in esame è ubicato a prospetto della Fossa Nuova, presso il margine SSW di Ponsacco, si estende su terreni sub pianeggianti, ha una forma trapezoidale composta e copre una superficie territoriale complessiva di 5140 mq.

Il progetto di trasformazione prevede la formazione di due lotti edificabili per la realizzazione di due edifici con accesso su via Quasimodo e la realizzazione di parcheggio, già individuato come opera pubblica, a completamento dell'esistente di Via Buozzi.

I due fabbricati di progetto (v. elaborati progettuali e Planimetria di Fig. 9 in appendice), hanno una volumetria complessiva potenziale massima di 2056 mc e una altezza massima di 7.50 metri; come meglio specificato al successivo § 8, la quota dei marciapiedi e dei camminamenti pedonali è prevista a + 30 cm dal p.c. locale, mentre il piano terreno dei fabbricati verrà sopraelevato di ulteriori 30 cm (+ 60 cm dal p.c.).

6.2.- VERIFICA DELLA STABILITÀ D'INSIEME

Per gli aspetti legati all'evoluzione morfologica del territorio le indagini condotte verificano 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 gli aspetti inerenti la stabilità gravitativa d'insieme del sito e delle opere ivi programmate, l'ubicazione dell'area in esame in un ampio contesto di pianura alluvionale porta ad escludere qualsiasi problematica di stabilità.

6.3. - VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

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 che controllo il fenomeno 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 suscettibilità alla liquefazione deve essere verificata, fatte salve le esclusioni di cui al § 7.11.3.4.2 delle NCT 2008, quando il terreno di fondazione comprende strati o lenti estesi e/o spessi di sabbie o sabbie limose sciolte sotto falda.

Nello specifico caso in esame i dati rilevati in sito verificano entro il volume geotecnico significativo la presenza di litotipi coesivi o con presenza di argilla nella matrice e comunque l'assenza di strati o lenti di sabbie o sabbie limose sciolte.

Fatto salvo quanto sopra si procede comunque ad una stima del potenziale di liquefazione utilizzando i dati disponibili; la verifica è stata effettuata applicando il metodo di Robertson e Wride (1997), che si basa sul rapporto che intercorre 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 (correlato allo stato limite di salvaguardia della vita, Tr 475 anni), sono stati valutati come esposto al precedente § 5.3, mentre i parametri relativi ai terreni di fondazione derivano dai dati geognostici disponibili; in particolare, a favore della sicurezza, si è attinto dalle prove 177(1) e 177(2) per la parametrizzazione dei primi 9 metri circa di profondità (Unità litotecniche E1, E2 ed E3) e dalla prova CPT1 per i restanti fino a 15 metri di profondità.

Premesso quanto sopra nel calcolo si è imposto una soggiacenza del livello di falda dal p.c. locale pari a 0.6 metri, che per le caratteristiche idrogeologiche locali è

rappresentativo di una situazione di forte ricarica degli acquiferi; nella valutazione del potenziale di liquefazione si sono esclusi i terreni sopra falda.

Dal risultato delle verifiche, riportate in maniera estensiva nell'Allegato 3 in appendice, si evince che alle condizioni descritte il fenomeno liquefazione non costituisce pregiudizio alla sicurezza.

Fatto salvo quanto sopra e come riportato nel paragrafo conclusivo sulla fattibilità delle opere, in fase progettuale esecutiva si dovrà comunque procedere alla verifica del potenziale di liquefazione dei terreni di fondazione, utilizzando dati derivati da specifiche indagini geognostiche eseguite in sito.

7. - VALUTAZIONI SULLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

➤ ASPETTI GEOLOGICO-STRUTTURALI, LITOSTRATIGRAFICI E GEOMORFOLOGICI

Con riferimento a quanto espresso ai §§ 3.1, 3.2, 4.2 e 4.4, si osserva che l'areale d'indagine è posto in un contesto di pianura alluvionale stabile e consolidato, nel cui ambito non sono rilevabili elementi geologico-strutturali quali fratture, faglie, sovrascorrimenti, pieghe e contatti tra formazioni (v. Fig. 2 in appendice).

Le condizioni litostratigrafiche rilevate nell'ambito delle profondità d'interesse progettuale evidenziano un assetto litostratigrafico sostanzialmente uniforme, in cui si individua un primo orizzonte superficiale di spessore pari a 8.5 metri circa, rappresentato da litotipi limoso argillosi con valori medi di Rp (resistenza all'infissione penetrometrica statica) mediamente compresi tra 7 e 15 kg/cmq a cui segue un secondo orizzonte limoso sabbioso mediamente addensato, caratterizzato da una Rp media di 20/22 kg/cmq (v. §§ 4.2, 4.4 e All. 1 in appendice).

In quanto agli aspetti legati all'evoluzione morfologica del territorio le indagini verificano l'assenza di elementi d'evoluzione morfologica e/o di fenomeni erosivi attivi o quiescenti d'entità apprezzabile.

Di seguito si riassumono le caratteristiche di pericolosità geomorfologica rilevabili dall'analisi del quadro conoscitivo di riferimento:

- *Indagini geologico tecniche ed Idrologico Idrauliche di supporto alla pianificazione del territorio comunale - Regolamento Urbanistico* [Studio Geoprogetti - Studio Technogeo- Luglio 2008]. Con riferimento allo stralcio riprodotto in Fig. 4, si rileva che i dati elaborati a supporto del REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE non rilevano in un congruo intorno dell'area fenomeni d'evoluzione morfologica attivi o quiescenti e verificano ai sensi del DPRG 26/R la Classe G2 di pericolosità geomorfologica (Pericolosità media).
- "ATLANTE DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA" [PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO DELLA PROVINCIA DI PISA]. Gli autori confermano l'assenza di fenomeni geomorfologici attivi o quiescenti e attribuiscono all'areale in parola la Classe 2 di Pericolosità Geomorfologica (Pericolosità bassa, cfr. Atlante della Pericolosità Geomorfologica).
- "PROGETTO DI PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL F. ARNO (P.A.I.), relativo alla perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni

geomorfologici in scala 1:25.000; i dati elaborati verificano l'assenza di fenomeni di dissesto attivi o quiescenti in un congruo intorno dell'area d'indagine ed attribuiscono a quest'ultima un grado irrilevante di pericolosità geomorfologica (non perimetrata, cfr. Stralcio n. 92).

Dato quanto sino ad ora esposto e con riferimento alla Carta della Pericolosità di Piano di cui alla Fig. 11 appendice, si conferma ai sensi del **D.P.G.R. n. 26 del 27-04-2007**:

la **CLASSE G2** DI PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA (PERICOLOSITÀ MEDIA), per l'intera estensione del Comparto.

La suddetta Classe di pericolosità è pertinente ad *"aree con elementi geomorfologici, litologici e giacitureali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto"*.

Da una rilettura delle caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche dell'area d'indagine ai sensi del **D.P.G.R. n. 53R/2011** se ne ricava la Classe **G2** di Pericolosità Geomorfologica (Pericolosità media).

➤ ASPETTI IDROLOGICO-IDRAULICI

Premesso che aspetti di pericolosità idraulica sono stati valutati sulla base degli studi redatti a supporto del R.U. Comunale e sulla base di specifiche valutazioni idrologico-idrauliche redatte dall'Ing. Silvia Lucia, si sintetizza di seguito quanto emerge dall'analisi del quadro conoscitivo di riferimento:

- *Indagini geologico tecniche ed Idrologico Idrauliche di supporto alla pianificazione del territorio comunale - Regolamento Urbanistico* [Studio Geoprogetti - Studio TechnoGeo - Studio Croce, Luglio 2008]. Dall'analisi della "Carta della Pericolosità Idraulica ai sensi del DPGR 26R", riprodotta in stralcio nella Fig. 5 in appendice, si rileva che il comparto di lottizzazione ricade in massima parte in Classe I3 pericolosità idraulica (Pericolosità elevata), mentre la quota parte di comparto adiacente alla Fossa Nuova è classificata in Classe I4 pericolosità idraulica (Pericolosità molto elevata).
- *"Perimetrazione aree con pericolosità idraulica"* [PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL F. ARNO (P.A.I.)]. Con riferimento allo stralcio n. 493 riprodotto in Fig. 6 in appendice, relativo alla perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica in scala 1:10.000, si rileva che il comparto di lottizzazione

ricade in massima parte in Classe PI2 pericolosità idraulica (Pericolosità media: "... comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $30 < TR \leq 100$ anni e con battente $h < 30$ cm e aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $100 < TR \leq 200$ anni"), mentre la quota parte di comparto adiacente alla Fossa Nuova è classificata in Classe PI3 di pericolosità idraulica (Pericolosità elevata: ".....comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $TR \leq 30$ anni con battente $h < 30$ cm e aree inondabili da un evento con tempo di ritorno $30 < TR \leq 100$ anni e con battente $h \geq 30$ cm").

Sulla base degli studi idraulici sopra richiamati, gli estensori del R.U ai sensi dell'All. 1 punto C2 del **D.P.G.R. n. 26 del 27-04-2007** attribuiscono all'area prossimale alla Fossa Nuova la **Classe I4 pericolosità idraulica** (Pericolosità molto elevata: "aree interessate da allagamenti per eventi con ≤ 30 anni"), mentre alla parte distale la **Classe I3 pericolosità idraulica** (Pericolosità elevata: "aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra 30 e 200 anni").

Sulla base di quanto esposto e non essendo intervenuti fattori (valutativi e/o idraulici) tali da modificare il quadro di pericolosità riportato, con riferimento alla Carta della Pericolosità di Piano di cui alla Fig. 11 appendice, si conferma ai sensi del D.P.G.R. n. 26 del 27-04-2007, la classificazione cui sopra sia nell'attribuzione delle classi di pericolosità, sia nella perimetrazione delle stesse.

Da una rilettura delle caratteristiche idrologico idrauliche dell'area d'indagine ai sensi del **D.P.G.R. n. 53R/2011** si ribadiscono le Classi **I3** e **I4** di Pericolosità e la loro relativa perimetrazione.

➤ ASPETTI SISMICI

La sintesi degli elementi geologici, geomorfologici e litostratigrafici sino a qui descritti, nonché dei risultati della campagna di prospezione sismica (v. §4.3 e All. 2), consentiva agli estensori del R.U e ai sensi dell'All. 1 punto C5 del **D.P.G.R. n. 26 del 27-04-2007** l'attribuzione all'area in oggetto della Classe di PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE ELEVATA (**S3**), v. Fig. 7 in appendice.

La suddetta Classe di pericolosità è pertinente ad "zone con possibile amplificazione per effetti stratigrafici in comuni a media- elevata sismicità (zone 2 e 3s della Delibera di Giunta Regionale n. 431 del 19 giugno 2006)".

Ad oggi, data la riclassificazione sismica del territorio comunale di cui al D.P.G.R. 58/R dell'ottobre 2012 (Classe 3 con $0.05 < A_g/g < 0.15$), ai sensi del sopra citato D.P.G.R. n. 26 del 27-04-2007, si ottiene una PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE MEDIA (**S2**)

Da una rilettura delle caratteristiche sismo-stratigrafiche dell'area d'indagine ai sensi del D.P.G.R. n. **53R/2011** se ne ricava la Classe **S2** di Pericolosità Sismica locale (Pericolosità media).

La suddetta Classe di pericolosità è pertinente a "*zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (non caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri)*".

8. - VALUTAZIONI SULLA FATTIBILITÀ DEL PIANO

Sulla scorta delle indagini effettuate si esprimono le seguenti valutazioni conclusive sulla fattibilità dell'intervento.

➤ ASPETTI GEOMORFOLOGICI E GEOTECNICI

Per quanto concerne la stabilità statica delle opere di progetto, in base ai dati attualmente a nostra disposizione non si rilevano particolari problemi di natura geotecnica e/o geomorfologica; le opere programmate si inseriscono infatti in un contesto morfologico stabile e le verifiche preliminari eseguite dimostrano la compatibilità delle opere con l'assetto geologico e stratigrafico locale.

In sintesi e con riferimento alla Carta della Fattibilità di Piano di cui alla Fig. 11 in appendice, la realizzazione degli interventi di edificazione del comparto è ai sensi del D.P.G.R. n. 53R/2011 riferibile alla:

CLASSE F2 DI FATTIBILITÀ (fattibilità con normali vincoli) **IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOMORFOLOGICI**, ovvero subordinata alla corretta verifica geotecnica delle interazioni tra strutture e terreno di fondazione da effettuare in fase progettuale esecutiva ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 e D.P.G.R. n. 36/R del 9 luglio 2009, sulla base di dati geognostici derivanti da apposita campagna d'indagine da eseguire in sito.

➤ ASPETTI IDROLOGICO-IDRAULICI

Con riferimento a quanto esposto al precedente § 7 sulle caratteristiche idrologico-idrauliche locali, si evince che le condizioni di fattibilità idraulica dell'intervento sono vincolate al rispetto dei criteri di fattibilità espressi nel vigente R.U. Comunale, dal D.P.G.R. n. 53R/2011 per le aree a pericolosità idraulica elevata e molto elevata oltre quanto espresso dalla L.R. n. 21 del 21/05/2012 e all'Art. 7 comma (m) delle Norme di Attuazione del Piano di Bacino del F. Arno, Stralcio Assetto Idrogeologico.

Per quanto sopra nelle aree a pericolosità idraulica molto elevata non si dovranno prevedere opere edilizie o comunque trasformazioni tali da costituire ostacolo al deflusso delle acque e in generale peggiorare le condizioni di pericolosità idraulica al contorno; gli interventi consentiti sono quelli elencati nella L.R. 21/2012.

In tal senso nel progetto è stata esclusa dall'area in parola la realizzazione di manufatti edilizi, relegando a tale ambito la funzione di area a verde ove realizzare le opere di compensazione idraulica.

Le opere di urbanizzazione ed edificazione (v. § 6.1 ed elaborati progettuali), sono previste nella quota parte restante dell'area di lottizzazione (classificata a pericolosità idraulica I3 del DPRG 53/R e PI2 del PAI).

Alla luce degli esiti delle indagini eseguite dall'Ing. Silvia Lucia (alle quali si rimanda per il necessario dettaglio), si osserva che in sintesi il battente idraulico massimo prevedibile sull'area di progetto (riferito all'evento con Tr 200 anni) è pari a 30 cm.

Si prevede pertanto una sopraelevazione dei marciapiedi e dei camminamenti pedonali di 30 cm dal p.c. attuale, il piano terreno dei fabbricati verrà sopraelevato di ulteriori 30 cm rispetto alla quota di allagamento (+ 0.60 cm dal p.c. attuale).

Le suddette sopraelevazioni, fatte salve particolari situazioni di collegamento, dovranno essere limitata alle sole opere da mettere in sicurezza ed ai raccordi di queste con le aree adiacenti.

In termini di invarianza idraulica, le valutazioni idrauliche sopra citate stimano in 225 mc il volume complessivo che deve essere invaso per compensare la maggior impermeabilizzazione dell'area e il volume di esondazione sottratto per rialzamento; gli interventi di compensazione volumetrica sono previsti nell'areale a verde limitrofo alla Fossa Nuova e in particolare nella zona individuata nel R.U. con destinazione a verde pubblico.

Fatto salvo quanto sopra sarà inoltre cura del Progettista prevedere un adeguato sistema di raccolta e smaltimento delle acque superficiali, sostituendo le scoline intercettate dalle opere di progetto con equivalenti sistemi di eduazione delle acque e provvedendo, laddove interrotto, alla ricucitura del reticolo idrografico locale nel rispetto dell'attuale configurazione.

Le reti fognarie per le acque bianche di nuova realizzazione dovranno essere progettate e dimensionate in relazione all'evento meteorico di riferimento e in modo da favorire il massimo invaso di acqua, ottenibile attraverso ampie sezioni, ridotta profondità (in modo da mantenerle vuote nei periodi asciutti) e bassa pendenza (per ridurre la velocità del flusso).

Le acque pluviali, prima della loro immissione in fognatura, potranno essere accumulate in cisterne interrato, private o condominiali, di adeguata ampiezza, al fine di ridurre la quantità delle acque immesse nei collettori fognari nei momenti di intensa piovosità e al fine di utilizzare le acque piovane per irrigazione o gli altri usi consentiti.

In linea con quanto sopra e in ottemperanza a quanto prescritto dall'art. 78 della Del. G.R.T. n. 12 del 25/01/00 (cfr. art. 4 dell'ex D.C.R. 230/94), le superfici di pavimentazione esterne dovranno essere realizzate, almeno nella misura prescritta dalla normativa, con modalità costruttive che consentano l'infiltrazione o la ritenzione anche temporanea delle acque meteoriche; in tal senso si possono utilizzare pavimentazioni a piastrelle di cemento autobloccanti allettate su sabbia o a base di conglomerati bituminosi drenanti.

Dato quanto esposto e con riferimento alla Carta della Pericolosità e Fattibilità di Piano di cui alla Fig. 11 in appendice, la realizzazione degli interventi di lottizzazione del comparto sono da ascrivere ai sensi del D.P.G.R. n. 53R/2011 alle seguenti classi di fattibilità:

CLASSE F4 DI FATTIBILITÀ (fattibilità limitata) IN RELAZIONE AGLI ASPETTI IDRAULICI, per la quota parte del comparto classificata a Pericolosità Idraulica molto elevata (I4); in questo areale, ove troveranno ubicazione le opere di compensazione idraulica, gli interventi consentiti sono quelli elencati nella L.R. 21/2012.

CLASSE F3 DI FATTIBILITÀ (fattibilità condizionata) IN RELAZIONE AGLI ASPETTI IDRAULICI, per la quota parte del comparto classificata a Pericolosità Idraulica elevata (I3); in questo areale la realizzazione delle opere di progetto descritte è subordinata alla mitigazione del rischio idraulico ed all'attenuazione dell'impatto ambientale delle opere nei termini sopra esposti.

Fatto salvo quanto sopra, si ricorda che ai sensi dell'Art. 7 comma (m) delle Norme di Attuazione del Piano di Bacino del F. Arno, Stralcio Assetto Idrogeologico, la realizzazione del Piano è comunque subordinata al preventivo parere dell'autorità idraulica competente e dell'Autorità di Bacino.

➤ **ASPETTI IDROGEOLOGICI**

Per quanto concerne la FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO IN RELAZIONE AGLI ASPETTI IDROGEOLOGICI, in considerazione delle caratteristiche idrogeologiche locali (v. § 3.3) e della natura della trasformazione e delle attività ivi previste (v. § 6.1), non si rileva la necessità di subordinare l'attuazione del progetto a specifiche prescrizioni per la salvaguardia della risorsa idrica, se non al rispetto di quanto già disciplinato dalla vigente normativa in materia.

➤ **ASPETTI SISMICI**

Inerentemente alla FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO IN RELAZIONE PROBLEMATICHE SISMICHE, con riferimento a quanto precedentemente relazionato si ricorda che la sintesi degli elementi rilevati consente un'attribuzione di Pericolosità Sismica di grado medio [Pericolosità sismica locale (S2)], ai sensi del D.P.G.R. n. 26 del 27-04-2007 e D.P.G.R. n. 53R/2011.

In tal senso le indagini geologico tecniche da eseguire a supporto della fase progettuale esecutiva dovranno tenere conto, nella predisposizione del modello geologico e geotecnico del terreno, di quanto riportato al precedente paragrafo 5 sulla scelta dell'azione sismica di progetto e sulla caratterizzazione di sito.

Fatto salvo quanto sopra e come riportato al precedente paragrafo 6.3, in fase progettuale esecutiva si dovrà comunque procedere alla verifica del potenziale di liquefazione dei terreni di fondazione, utilizzando i dati derivati da specifiche indagini geognostiche da eseguire in sito.

Asciano, 9 agosto 2013

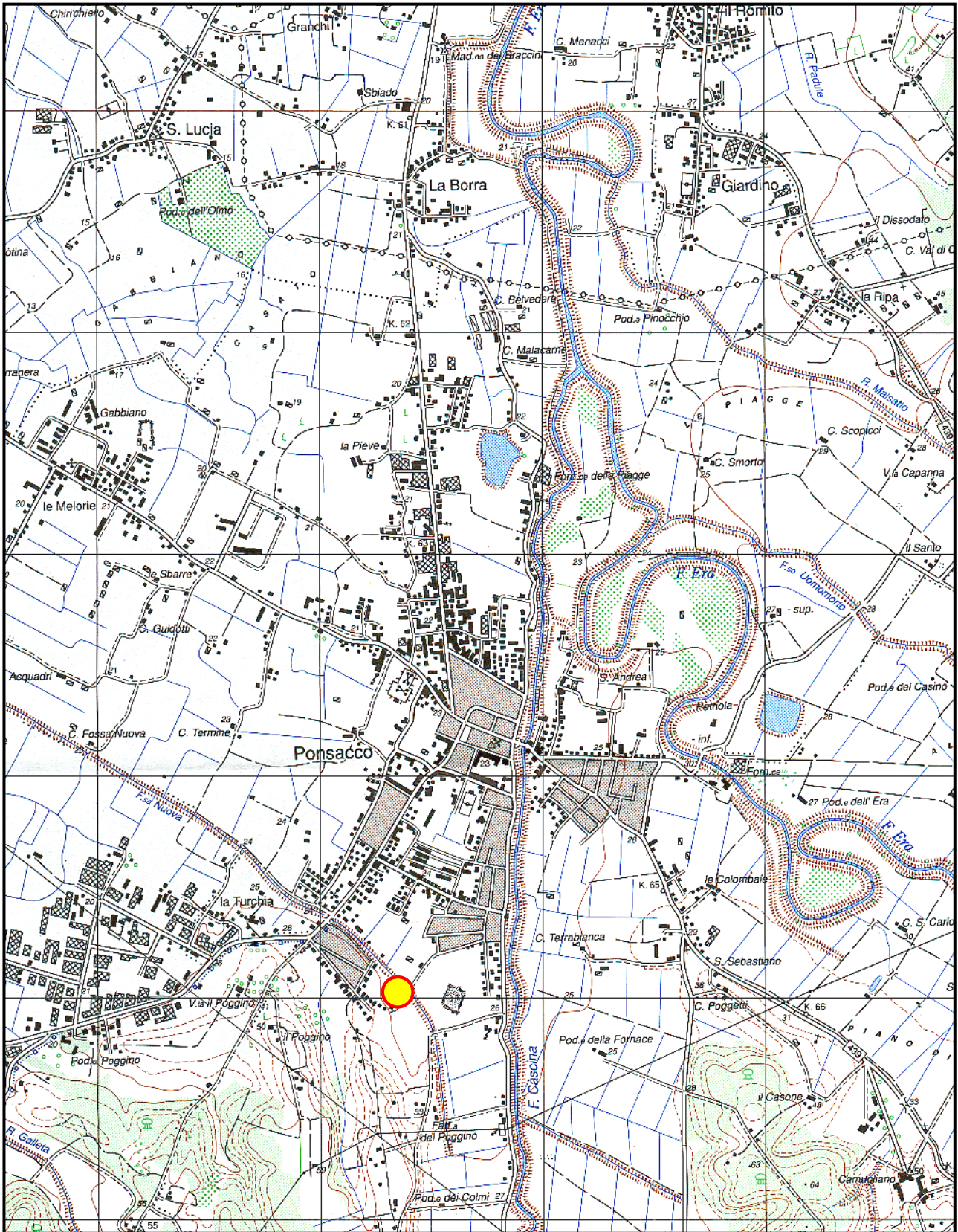
Dott. Geol. Giovanni Lopane



FIG. 1 - COROGRAFIA

(Scala 1: 25.000)

[Stralcio tratto da: SERIE 25 - IGMI - FOGLIO N. 273 SEZ. II - PONTEDERA]

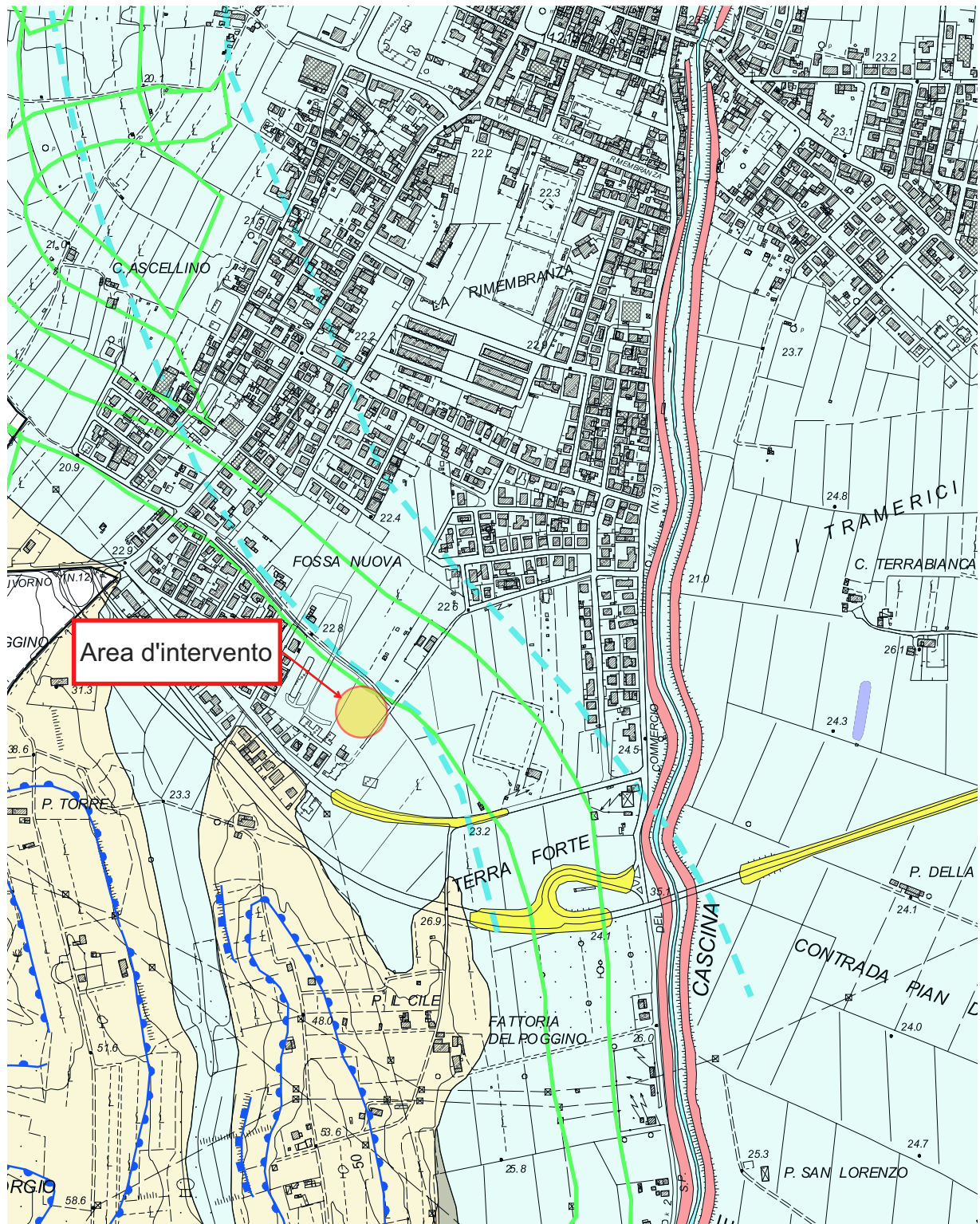


Ubicazione area d'indagine

FIG. - 2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Scala 1:10000







[Tratta da: Tav. A1 delle indagini geologico-tecniche di supporto al P.S. Comunale]








LEGENDA CARTA INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

[TRATTA DA: INDAGINI GEOLOGICO TECNICHE DI SUPPORTO ALLA PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE GEOPROGETTI - TECHNOGEO – OTTOBRE 2003]




COMPLESSO NEOAUTOCTONO

	a	Alluvioni attuali
	at	Alluvioni terrazzate
	q₁₁	Sabbie e limi di Vicarello (Pleistocene sup.)
	q₆	Conglomerati, sabbie e limi di Casa Poggio ai Lecci (Pleistocene medio)
	q₂	Sabbie ed argille ad Arctica (Pleistocene inf.)
	p₃	Sabbie (Pliocene inf.-medio)








FORME E PROCESSI DI VERSANTE

	dt	Detrito di versante
		Soliflusso
		Corpo di frana per colamento quiescente
		Corpo di frana per scorrimento quiescente
		Corpo di frana per scorrimento attivo

FORME E PROCESSI ANTROPICI

		Scarpata attiva
		Scarpata quiescente
		Rimodellamenti

FORME E PROCESSI FLUVIALI

		Paleomeandri
		Paleoalvei F. era e F. Cascina
		Ruscellamento
		Sponda in erosione
		Erosione concentrata
		Terrazzamento ad orlo netto
		Terrazzamento ad orlo arrotondato

LEGENDA CARTA IDROGEOLOGICA

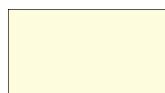
[Tratta da: Indagini geologico-tecniche di supporto al P.S. Comunale]



**Perimetro delle aree alluvionate anno 1991
censite dall'Amministrazione Provinciale**

1.20

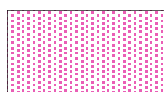
altezza della lama d'acque



**Perimetro delle aree alluvionate anno 1993
censite dall'Amministrazione Comunale**

1.20

altezza della lama d'acque



**Zone soggette a difficoltoso drenaggio
delle acque superficiali**



Laghi



Argini Fluviali



Casse di espansione

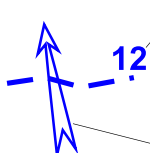
di cui all'Accordo di Pianificazione fra Provincia,
Autorità di Bacino, Comuni di Lari e Capannoli.
D.P.G.R. n°10 del 12/01/2001



Ambito B



Pozzi a sterro



altezza piezometrica s.l.m.m.

12

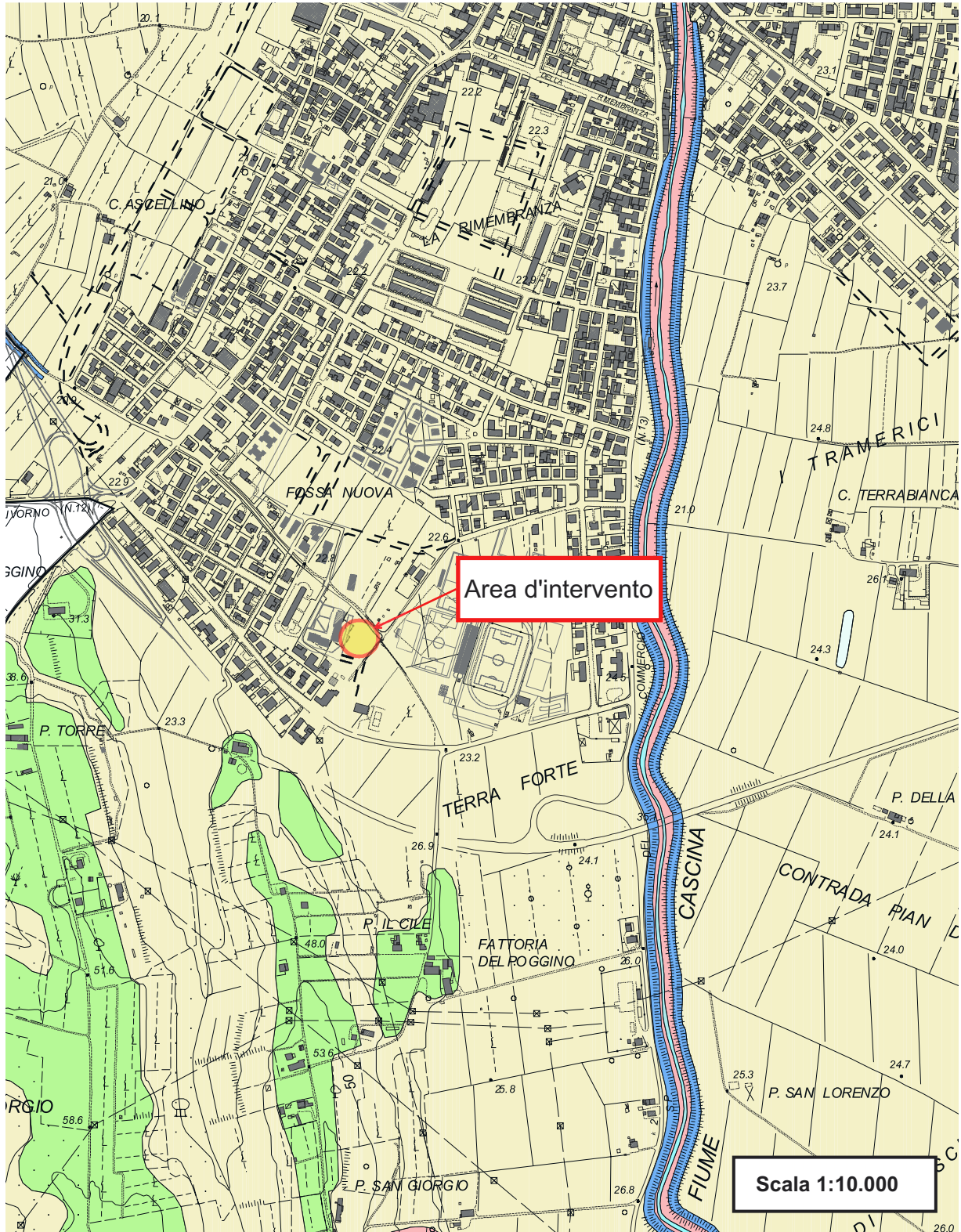
Isopieze (Ottobre 2000)

direzione di flusso della Falda Freatica



Limite Comunale

FIG. 4 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA AI SENSI DEL DPRG 26/R
[Tratta da: Indagini geologico-tecniche di supporto al R.U. Comunale - Geoprogetti Luglio 2008]



LEGENDA CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA AI SENSI DEL DPRG 26/R

[Tratta da: Indagini geologico-tecniche di supporto al R.U. Comunale - Geoprogetti Luglio 2008]

CLASSI DI PERICOLOSITA' AI SENSI DEL D.P.G.R. N° 26/R

G.4 - Pericolosità Geomorfologica Molto Elevata



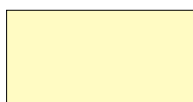
Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza

G.3 - Pericolosità Geomorfologica Elevata



Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza.

G.2 - Pericolosità Geomorfologica Media



Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

G.1 - Pericolosità Geomorfologica Bassa



Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.



laghi



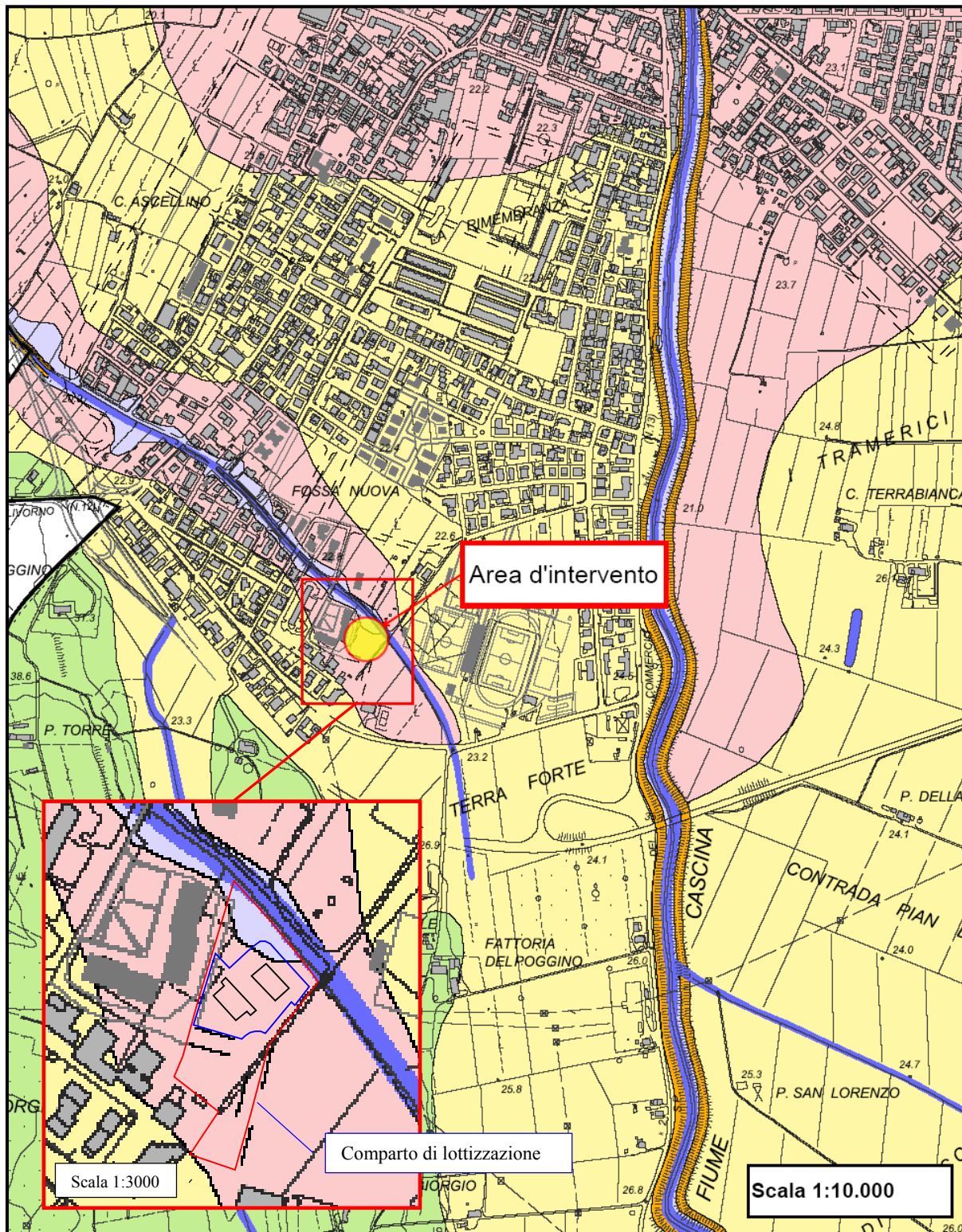
Argini fluviali



Limite Comunale

FIG. 5 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA AI SENSI DEL DPGR 26/R

[Stralcio tratto da: INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE DI SUPPORTO AL R.U. COMUNALE; GEOPROGETTI LUGLIO 2008



CLASSI DI PERICOLOSITA' AI SENSI DEL D.P.G.R. N° 26/R

I.4 - Pericolosità Idraulica Molto Elevata



Aree interessate da allagamenti per eventi con $Tr \leq 20$ anni



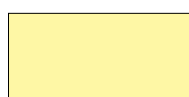
Aree interessate da allagamenti per eventi con $Tr \leq 30$ anni

I.3 - Pericolosità Idraulica Elevata



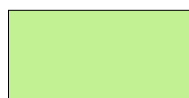
Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr \leq 200$ anni

I.2 - Pericolosità Idraulica Media

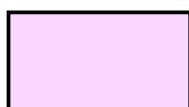


Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < Tr \leq 500$ anni

I.1 - Pericolosità Idraulica Bassa



Aree collinari prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
a) non vi sono notizie storiche di inondazioni
b) sono in situazione di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.



Casse di espansione

di cui all'Accordo di Pianificazione fra Provincia, Autorità di Bacino, Comuni di Lari e Capannoli.
D.P.G.R. n°10 del 12/01/2001



Corsi d'acqua principali e laghi



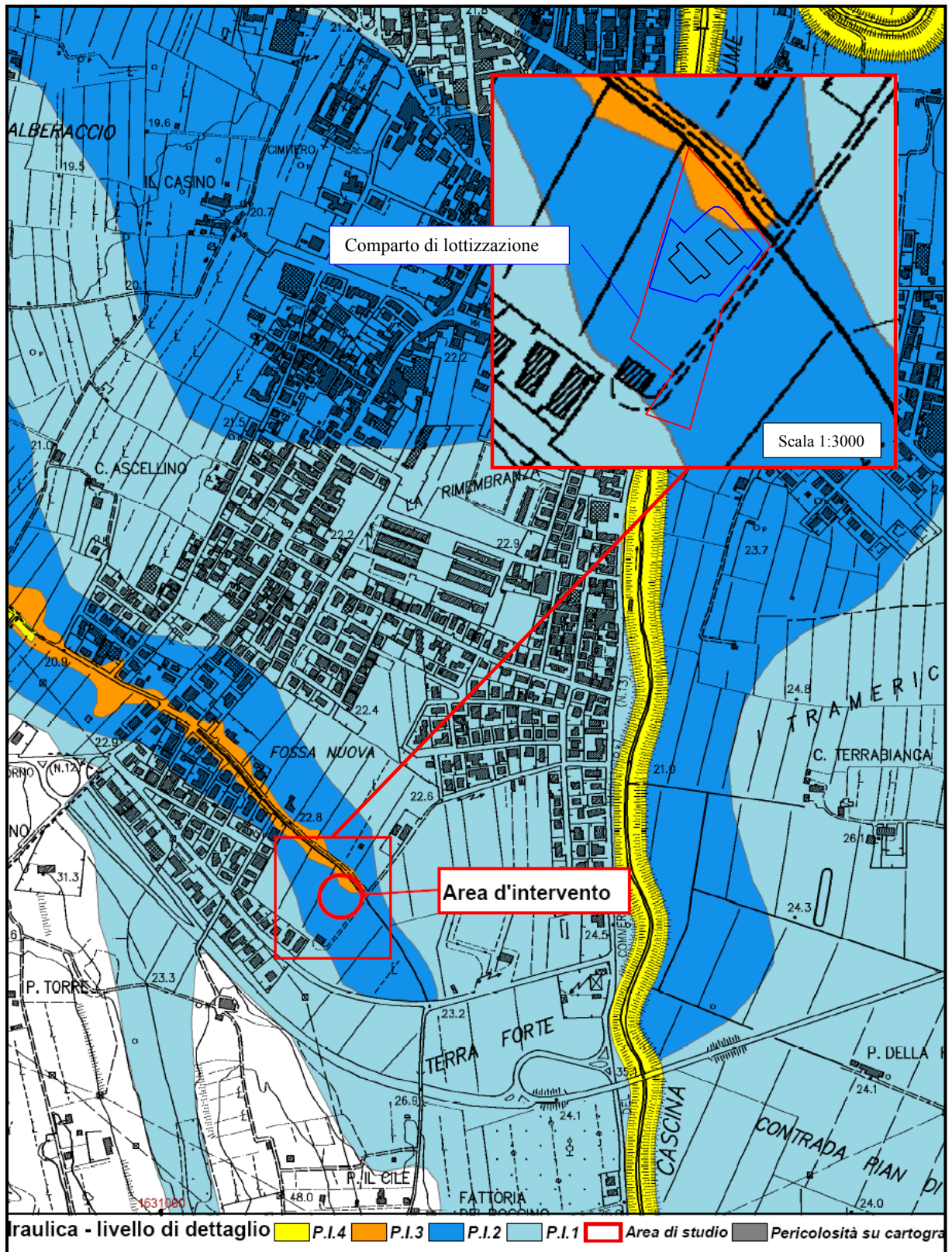
Argini fluviali



Limite Comunale








FIG. 6 - AREE CON PERICOLOSITÀ IDRAULICA








[Tratta da: "PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL F. ARNO" STRALCIO N. 493]
MOD. CON DEC. 83/08, 18/09 E 86/10



LEGENDA CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE AI SENSI DEL DPRG n. 26/R

Stralcio tratto da Tav. B del R.U. comunale Studio Geoprogetti- Studio Tecnogeo luglio 2008

Zona sismica di riferimento del GRT. 431 del 19/06/2006		3S	GRADO DI PERICOLOSITA' SISMICA
SIMBOLOGIA	TIPOLOGIA DELLE SITUAZIONI		
	(1)	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	S4
	(2A)	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	S3
	(2B)	Zone potenzialmente franose (sede di intensi fenomeni di erosione)	S3
	(4)	Zone con terreni particolarmente scadenti (ex cavi ricolmi)	S3
	(8)	Zone di bordo della valle e di raccordo con il versante	S3
	(9)	Zona con presenza di depositi alluvionali e di depositi del ciclo stratigrafico plio-pleistocenico (complesso neoautoctono)	S3
	(10)	Zona con presenza di coperture colluviali	S3

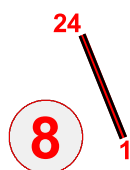
POSSIBILI EFFETTI	
	(1)
	(2A)
	(2B)
	(4)
	(8)
	(9)
	(10)

ACCENTUAZIONE DEI FENOMENI DI INSTABILITA' IN ATTO E POTENZIALI DOVUTI AD EFFETTI DINAMICI QUALI POSSONO VERIFICARSI IN OCCASIONE DI EVENTI SISMICI

CEDIMENTI DIFFUSI

AMPLIFICAZIONE SISMICA DOVUTA A MORFOLOGIE SEPOLTE

AMPLIFICAZIONE DIFFUSA DEL MOTO DEL SUOLO DOVUTA ALLA DIFFERENZA DI RISPOSTA SISMICA TRA SUBSTRATO E COPERTURA DOVUTA A FENOMENI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA



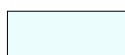
Profilo sismico a rifrazione con sigla identificativa e posizione del primo ed ultimo geofono



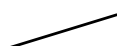
Prova Re.Mi. (Refraction Microtremor) con indicazione del valore di Vs30 (m/s)



Traccia sezione geostratigrafica generale



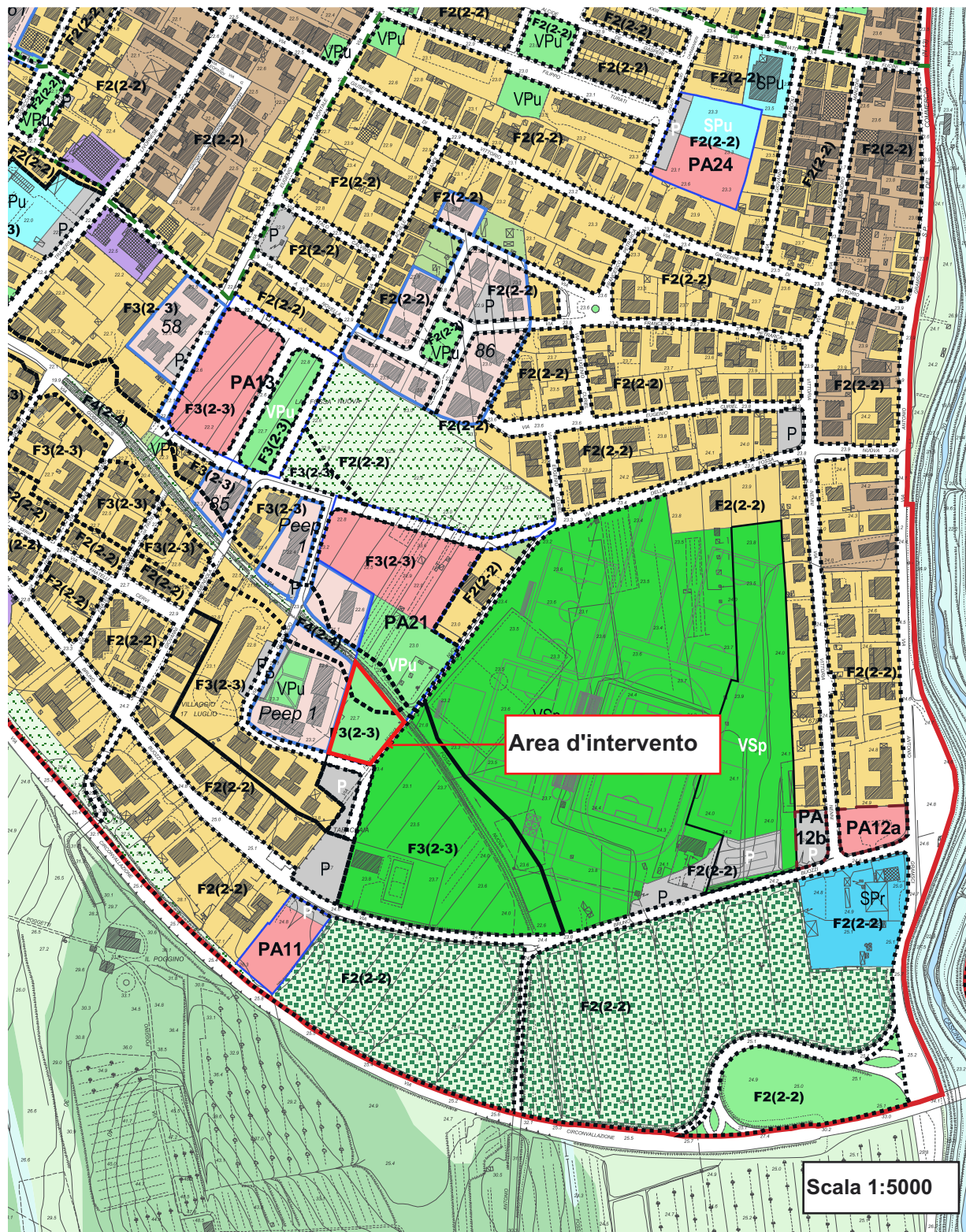
Laghi



Limite Comunale

FIG. 8 - CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA AI SENSI DEL DPGR 26/R

Tratta Tav. D1 del R.U. Comunale - Studio Geoprogetti Luglio 2008



(F1)**Fattibilità senza particolari limitazioni :**

si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

(F2)**Fattibilità con normali vincoli :**

si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

(F3)**Fattibilità condizionata :**

si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

(F4)**Fattibilità limitata :**

si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

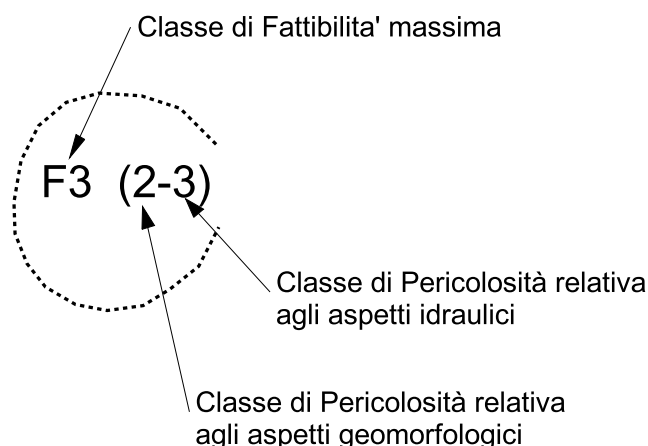


Fig. 9 - Planimetria generale dell'area

Scala 1:1000

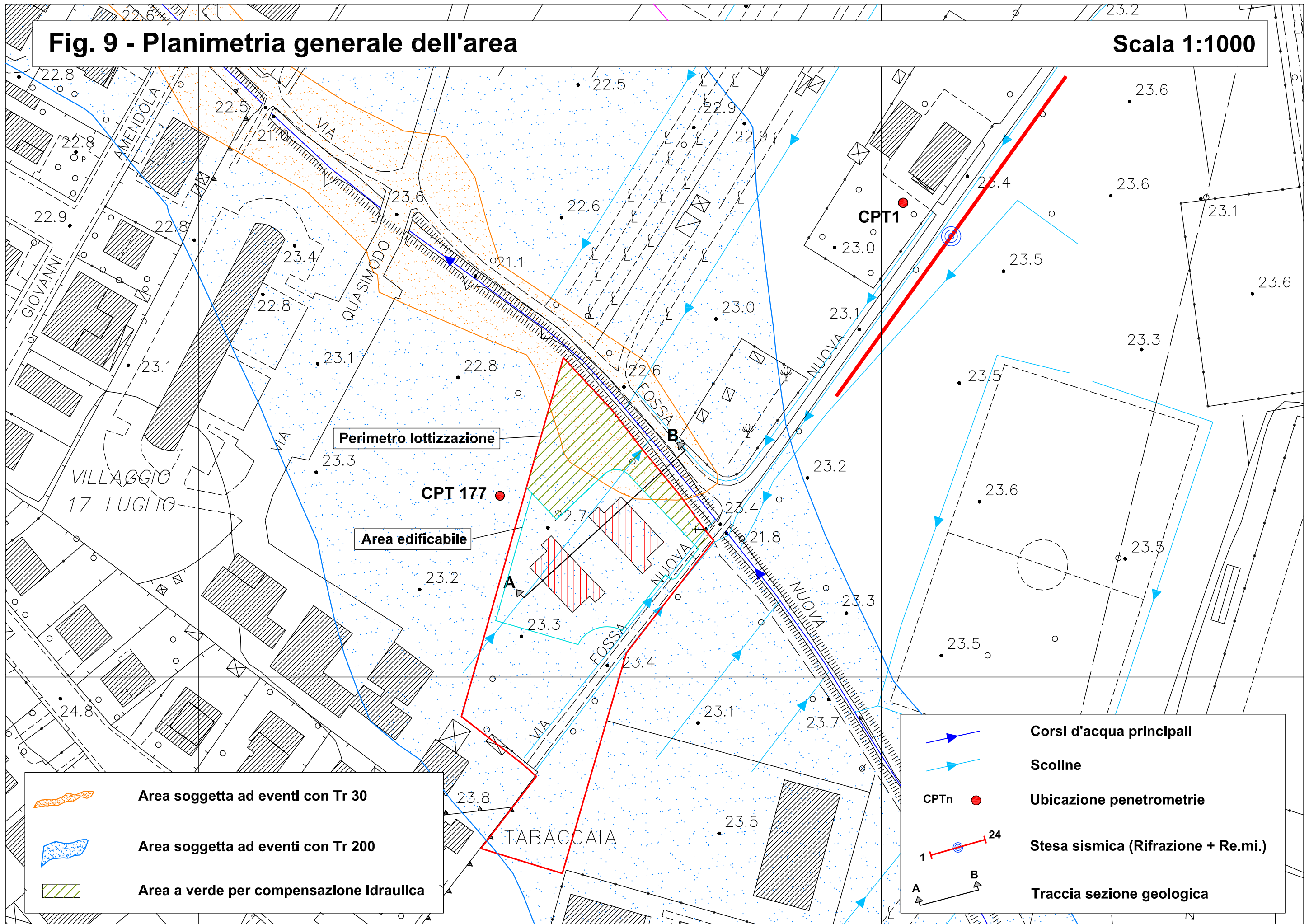
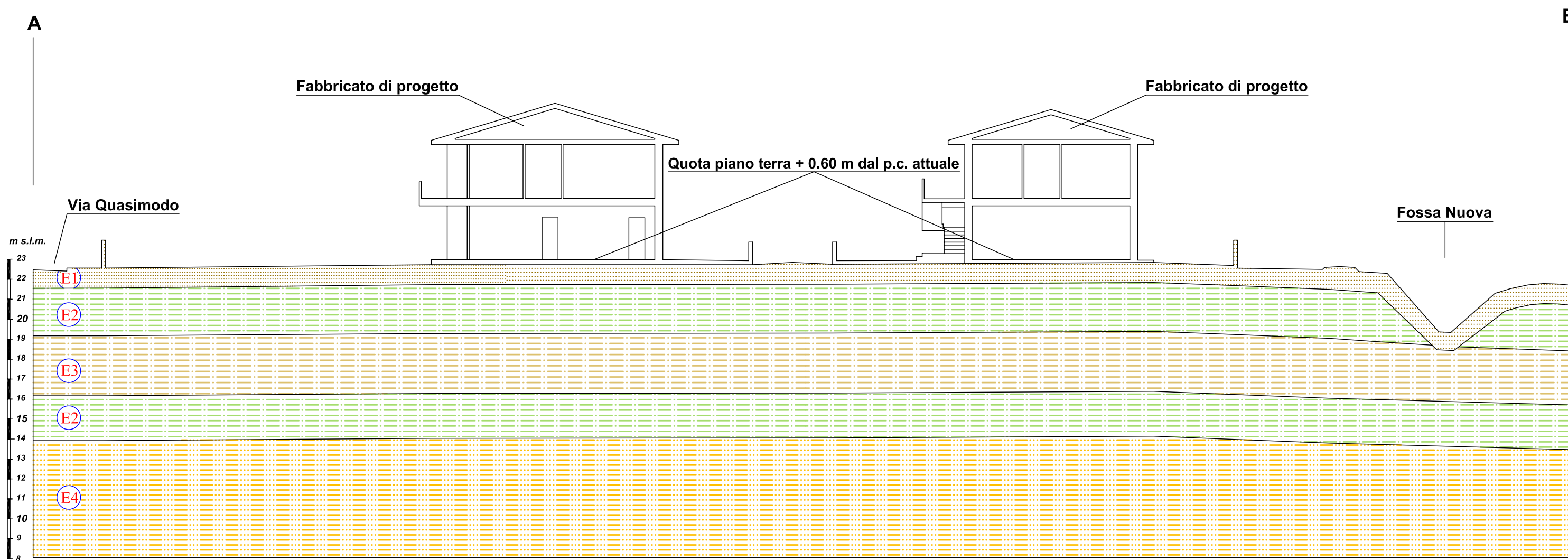


Fig. 10 - Sezione Geologico-tecnica AB (tratta da elaborato progettuale)

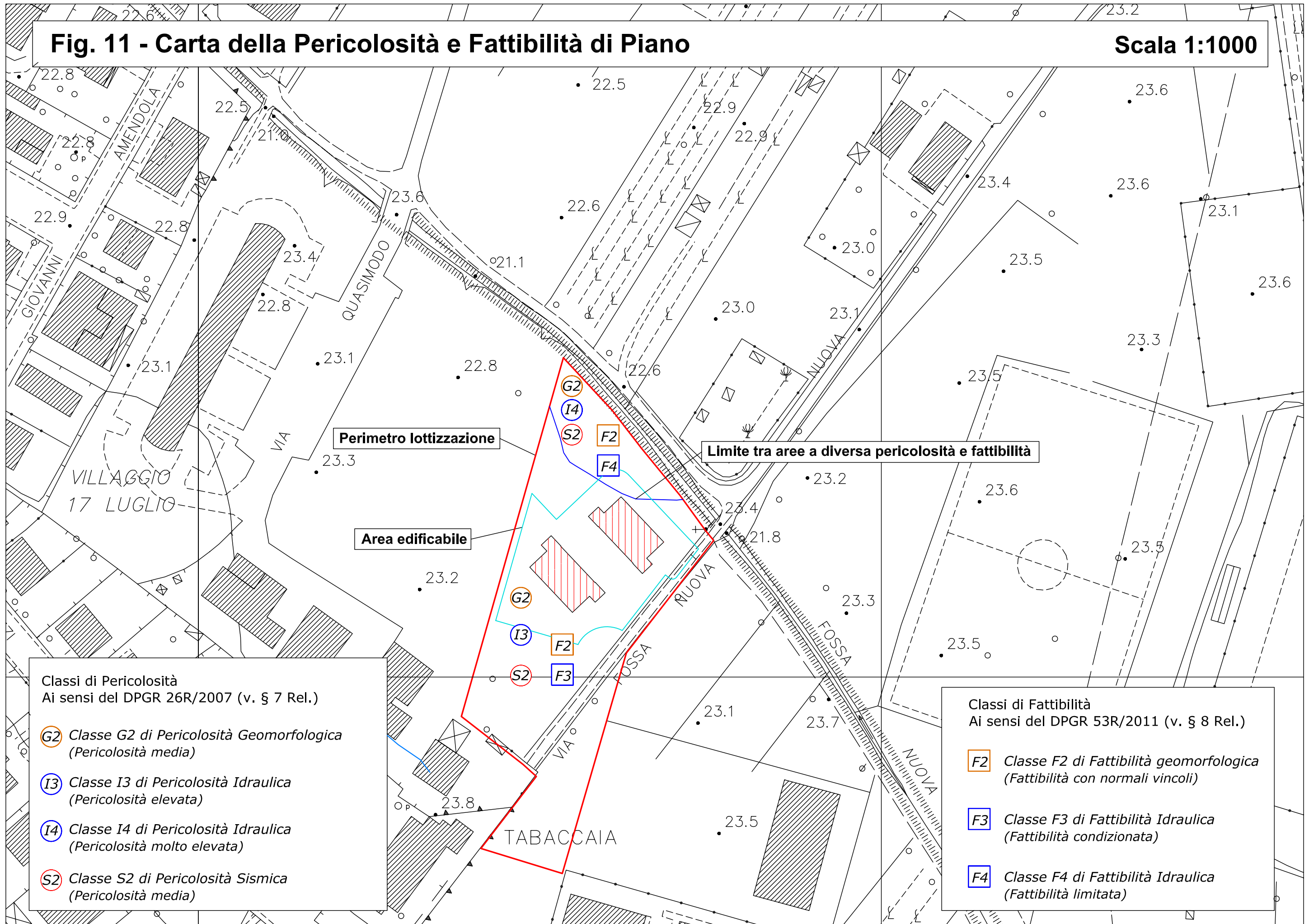
Scala 1:200



- E1** Terreno d'alterazione superficiale limoso poco consistente (Rp 9 Kg/cm^q) e/o terreno di riporto
- E2** Limi argillosi localmente sabbiosi moderatamente consistenti [(Rp 15 Kg/cm^q) (Cu 0.60 kg/cm^q)]
- E3** Limi argillosi localmente sabbiosi poco consistenti [(Rp 7 Kg/cm^q) (Cu 0.35 kg/cm^q)]
- E4** Limi sabbioso argillosi moderatamente addensati [(Rp 22 Kg/cm^q) (ϕ 28°)]

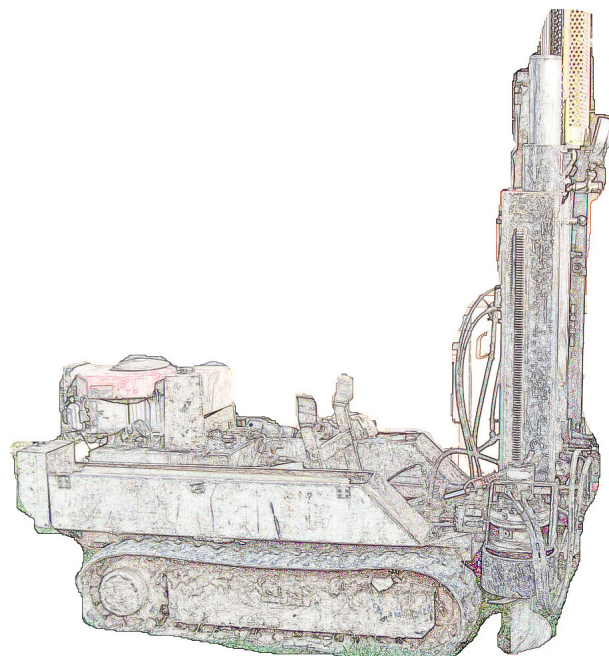
Fig. 11 - Carta della Pericolosità e Fattibilità di Piano

Scala 1:1000



ALLEGATO 1

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT



Numero progressivo	Tipo di Prova	Località	Ubicazione	Quota P.d.C.	Profondità	Note	Studio Professionale	Data	Profondità Valori di RP<10	Profondità Valori N<5
151	pps	via Sarzanese-Valdera	Ponsacco	25	10,6		Geoprogetti	02.03.1994	5.2-6.8	
152	pps	via R. Sanzio	Ponsacco	25	10,0		Pugliesi	10.03.2000	3.2-6.0	
153	saggio	via R. Sanzio	Ponsacco	25	2,5	4 saggi (t.r.n.d.n.c.)	Meoni	28.10.1983		
154	pps	via Leonardo da Vinci	Ponsacco	25	10,0		Finocchi	01.05.2000	2.2-2.6/3.8-4.2	
155	ppdl	S-E Ponsacco	Ponsacco	25	7,8		Baldacci	02.01.1986		
156	pps	Le Colombaie	Ponsacco	23	10,0	2 prove	Pugliesi	01.10.1998	5.0-10.0/2.2-5.0	
157	pps	Le Colombaie	Ponsacco	23	10,0	2 prove	Geoprogetti	02.08.1984	2.2-3.4	
158	ppdl	via Valdera C.	Ponsacco	23	9,0	2 prove	Nencini	18.05.1995		0.0-3.5
159	ppdl	via Valdera C.	Ponsacco	24	8,0	3 prove	Nencini	24.07.1996		1.0-1.6
160	pps	Le Colombaie	Ponsacco	23	10,0	2 prove	Fontanelli	02.08.1984	5.4-7.8	
161	saggio	via Valdera C.	Ponsacco	23	8,0	stratigrafia e t.r.n.d.	Miliffi	01.11.1997		
162	saggio	via Valdera C.	Ponsacco	23	5,0	stratigrafia	Petracci	11.06.1991		
163	pps	circonvallazione	Ponsacco	23	20,0		Meoni	22.10.1994		
164	sondaggio	Circonvallazione	Ponsacco	24	15,0	S1, t.r.n.d.n.c., ed. e limiti	Geoprogetti	27.08.1987		
165	pps	via Gobetti	Ponsacco	22	5,4		Lopane	17.03.1999		
166	ppdl	Ponsacco	Ponsacco	22	8,0	1 prova	Technogeo	10.12.1997		
167	ppdl	via di Vittorio	Ponsacco	23	6,0	3 prove	Graziani	25.09.1995		0.0- 3.0
168	sondaggio	Circonvallazione	Ponsacco	24	15,0	S2, t.r.n.d.n.c., ed. e limiti	Geoprogetti	27.08.1987		
169	pps	circonvallazione	Ponsacco	23	24,2		Meoni	22.10.1994		
170	pps	I Poggini	Ponsacco	22	18,0	2 prove	Geoprogetti	16.06.1994	2.0-3.2	
171	pps	via Curiel	Ponsacco	22	10,0	2 prove	Geoprogetti	13.06.2000	4.6-5.2	
172	ppdl	Fossa Nuova	Ponsacco	23	7,8		Baldacci	18.12.1985		
173	pps	Circonvallazione	Ponsacco	23	15,0	P2	Geoprogetti	24.07.1987	10.2-10.8	
174	pps	Circonvallazione	Ponsacco	23	15,0	P3	Geoprogetti	24.07.1987	2.2-2.8	
175	pps	I Poggini	Ponsacco	22	15,6	4 prove	Geoprogetti	19.01.1996	1.6-3.0	
176	ppdl	Fossa Nuova	Ponsacco	23	8,0		Baldacci	06.12.1985		
177	pps	I Poggini	Ponsacco	23	10,0	2 prove	Geoprogetti	31.01.2002	3.2-6.0	
178	pps	Fossa Nuova	Ponsacco	24	8,0	3 prove	Fontanelli	20.10.1998	2.4-3.4	
179	pps	I Poggini	Ponsacco	23	15,0	2 prove	Geoprogetti	16.06.1994	2.0-2.6	
180	ppdl	Fossa Nuova	Ponsacco	23	6,0	3 prove	Graziani	13.02.1995		0.0-1.7

Legenda

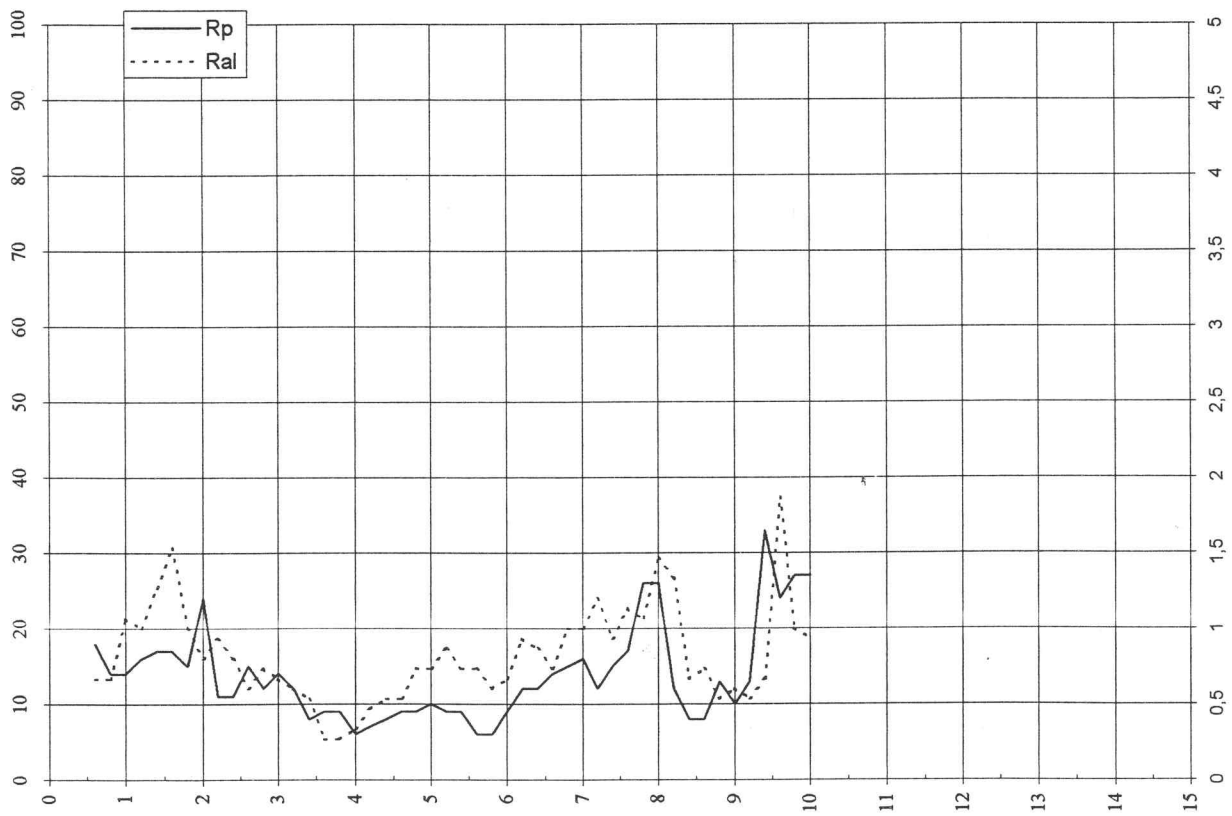
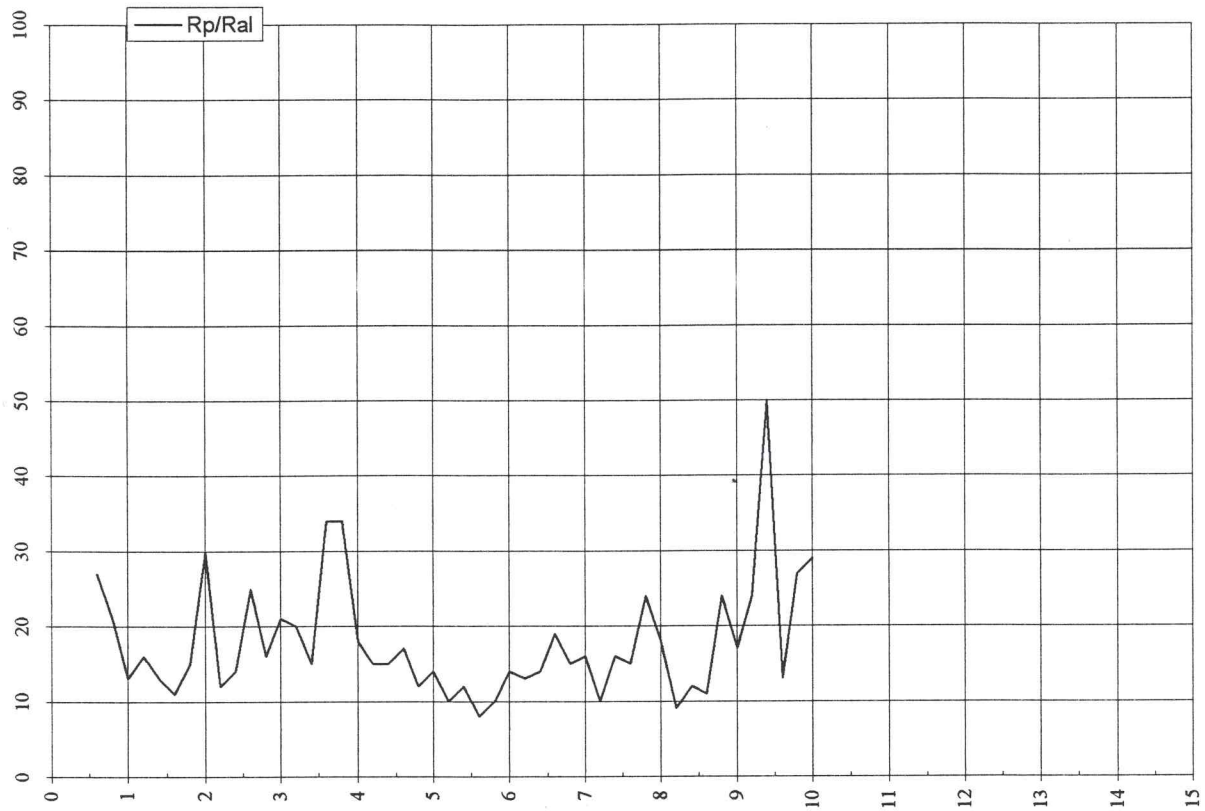
pps: prove penetrometriche statiche ppdl: prove penetrometriche dinamiche leggere saggio: prelievo campioni con escavatore meccanico sondaggio: sondaggio a carotaggio continuo

Committente: COOPER 2000

Prova penetrometrica n°: 1

Località: I Poggini - Comune di Ponsacco

Data: 31 .01 .2002

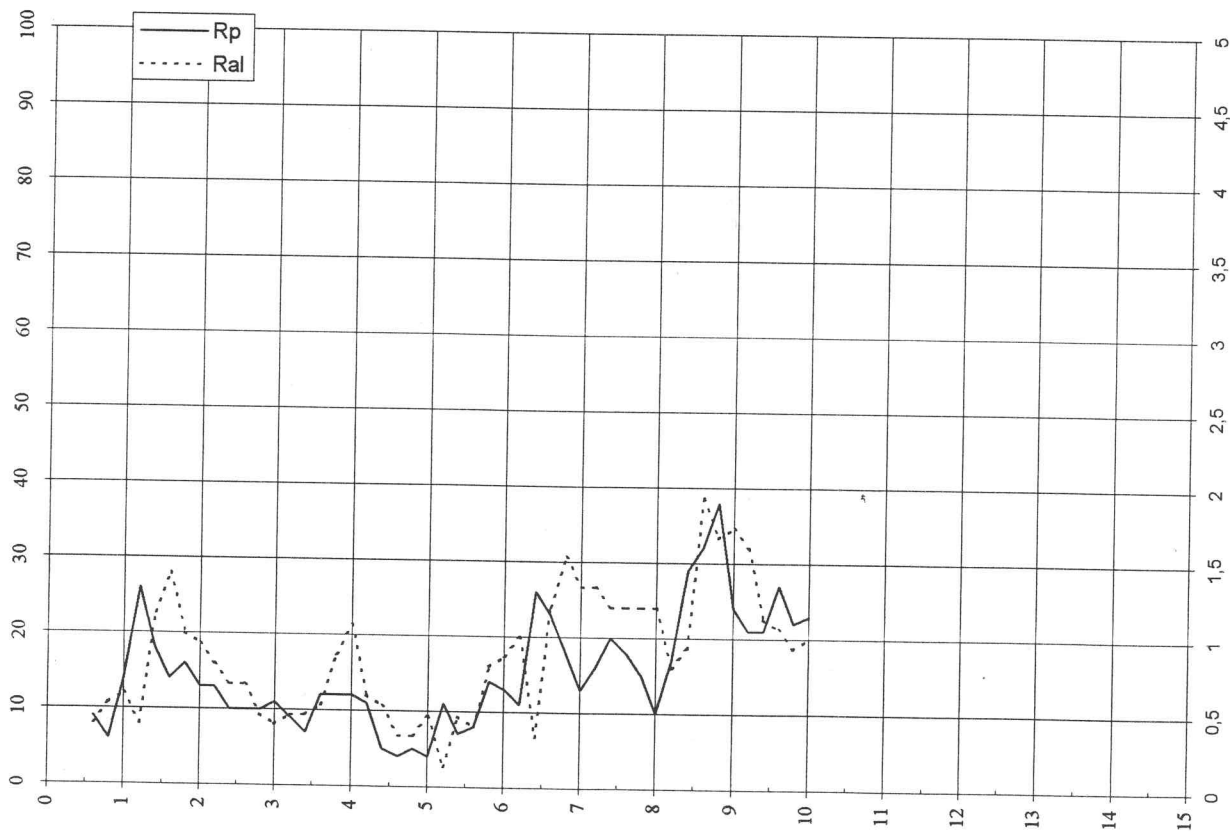
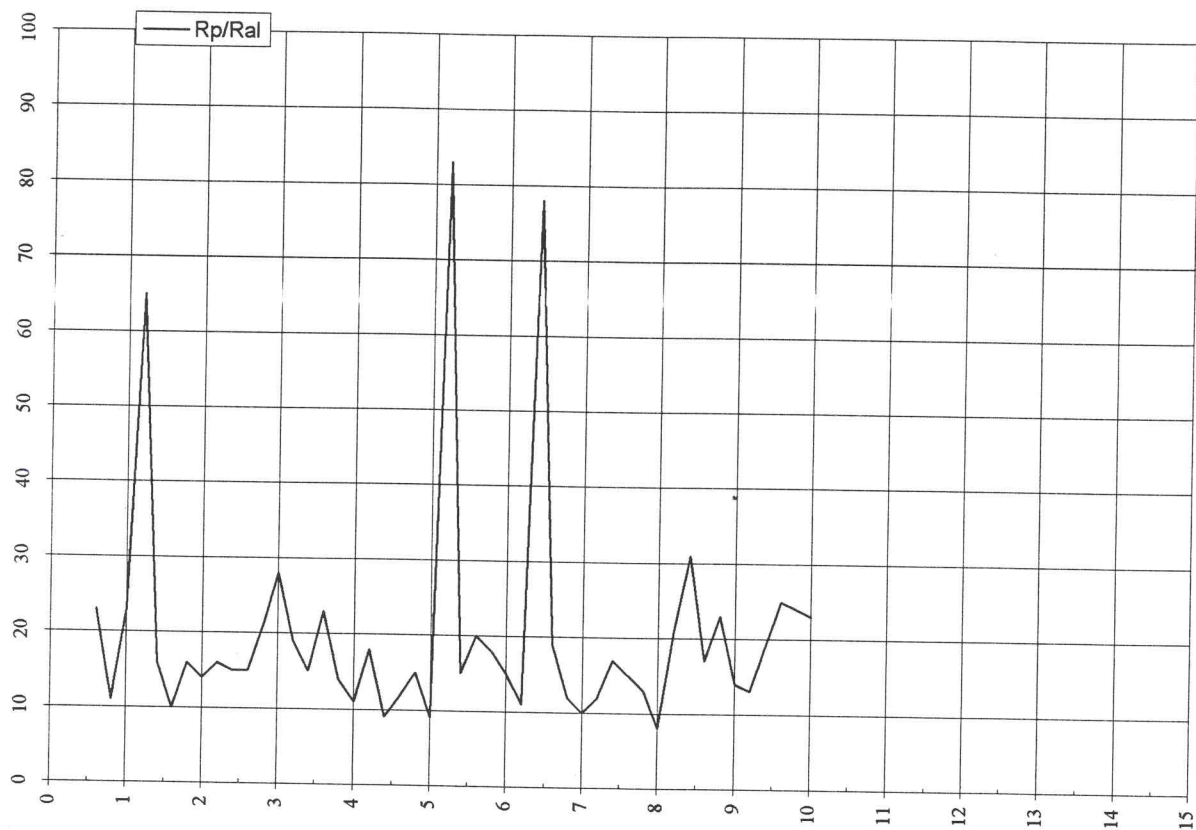


Committente: COOPER 2000

Località: I Poggini - Comune di Ponsacco

Prova penetrometrica n°: 2

Data: 31.01.2002



PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

3.010496-018

- committente: Signorini Lorenzo
- lavoro: Via della Fossa Nuova
- località: Ponsacco (PI)
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 30/12/1899
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 0.40 m da quota inizio

- data emiss. : 17/05/2010

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0.20	4.0	4.0	8.0	0.13	60.0	7.80	8.0	11.0	16.0	0.27	60.0
0.40	5.0	6.0	10.0	0.07	150.0	8.00	10.0	12.0	20.0	0.27	75.0
0.60	4.5	5.0	9.0	0.27	34.0	8.20	15.0	17.0	30.0	0.40	75.0
0.80	5.0	7.0	10.0	0.27	37.0	8.40	14.0	17.0	28.0	0.40	70.0
1.00	7.0	9.0	14.0	0.47	30.0	8.60	15.0	18.0	30.0	0.80	37.0
1.20	6.5	10.0	13.0	0.33	39.0	8.80	16.0	22.0	32.0	1.73	18.0
1.40	7.5	10.0	15.0	0.40	37.0	9.00	19.0	32.0	38.0	1.87	20.0
1.60	10.0	13.0	20.0	0.80	25.0	9.20	17.0	31.0	34.0	2.27	15.0
1.80	11.0	17.0	22.0	0.80	27.0	9.40	16.0	33.0	32.0	2.13	15.0
2.00	9.0	15.0	18.0	0.40	45.0	9.60	14.0	30.0	28.0	1.20	23.0
2.20	9.0	12.0	18.0	0.27	67.0	9.80	11.0	20.0	22.0	0.80	27.0
2.40	9.0	11.0	18.0	0.27	67.0	10.00	11.0	17.0	22.0	1.20	18.0
2.60	8.0	10.0	16.0	0.40	40.0	10.20	11.0	20.0	22.0	1.20	18.0
2.80	9.0	12.0	18.0	0.47	39.0	10.40	11.0	20.0	22.0	0.93	24.0
3.00	6.5	10.0	13.0	0.33	39.0	10.60	12.0	19.0	24.0	0.80	30.0
3.20	6.0	8.5	12.0	0.20	60.0	10.80	11.0	17.0	22.0	0.67	33.0
3.40	6.5	8.0	13.0	0.33	39.0	11.00	10.0	15.0	20.0	0.27	75.0
3.60	6.0	8.5	12.0	0.67	18.0	11.20	12.0	14.0	24.0	0.40	60.0
3.80	10.0	15.0	20.0	0.53	37.0	11.40	11.0	14.0	22.0	0.40	55.0
4.00	11.0	15.0	22.0	0.80	27.0	11.60	12.0	15.0	24.0	0.40	60.0
4.20	11.0	17.0	22.0	0.93	24.0	11.80	10.0	13.0	20.0	0.40	50.0
4.40	12.0	19.0	24.0	0.67	36.0	12.00	11.0	14.0	22.0	1.07	21.0
4.60	12.0	17.0	24.0	0.67	36.0	12.20	12.0	20.0	24.0	0.53	45.0
4.80	9.0	14.0	18.0	0.53	34.0	12.40	13.0	17.0	26.0	0.27	97.0
5.00	6.0	10.0	12.0	0.33	36.0	12.60	12.0	14.0	24.0	0.80	30.0
5.20	7.0	9.5	14.0	0.27	52.0	12.80	9.0	15.0	18.0	0.53	34.0
5.40	6.0	8.0	12.0	0.27	45.0	13.00	10.0	14.0	20.0	0.67	30.0
5.60	6.0	8.0	12.0	0.27	45.0	13.20	9.0	14.0	18.0	0.67	27.0
5.80	6.0	8.0	12.0	0.27	45.0	13.40	10.0	15.0	20.0	0.53	37.0
6.00	7.0	9.0	14.0	0.40	35.0	13.60	12.0	16.0	24.0	0.53	45.0
6.20	7.0	10.0	14.0	0.13	105.0	13.80	13.0	17.0	26.0	0.27	97.0
6.40	8.0	9.0	16.0	0.13	120.0	14.00	11.0	13.0	22.0	0.53	41.0
6.60	10.0	11.0	20.0	0.27	75.0	14.20	10.0	14.0	20.0	0.53	37.0
6.80	10.0	12.0	20.0	1.07	19.0	14.40	13.0	17.0	26.0	0.67	39.0
7.00	11.0	19.0	22.0	0.27	82.0	14.60	9.0	14.0	18.0	0.53	34.0
7.20	7.0	9.0	14.0	0.67	21.0	14.80	10.0	14.0	20.0	0.67	30.0
7.40	8.0	13.0	16.0	0.40	40.0	15.00	8.0	13.0	16.0	-----	-----
7.60	9.0	12.0	18.0	0.40	45.0						

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

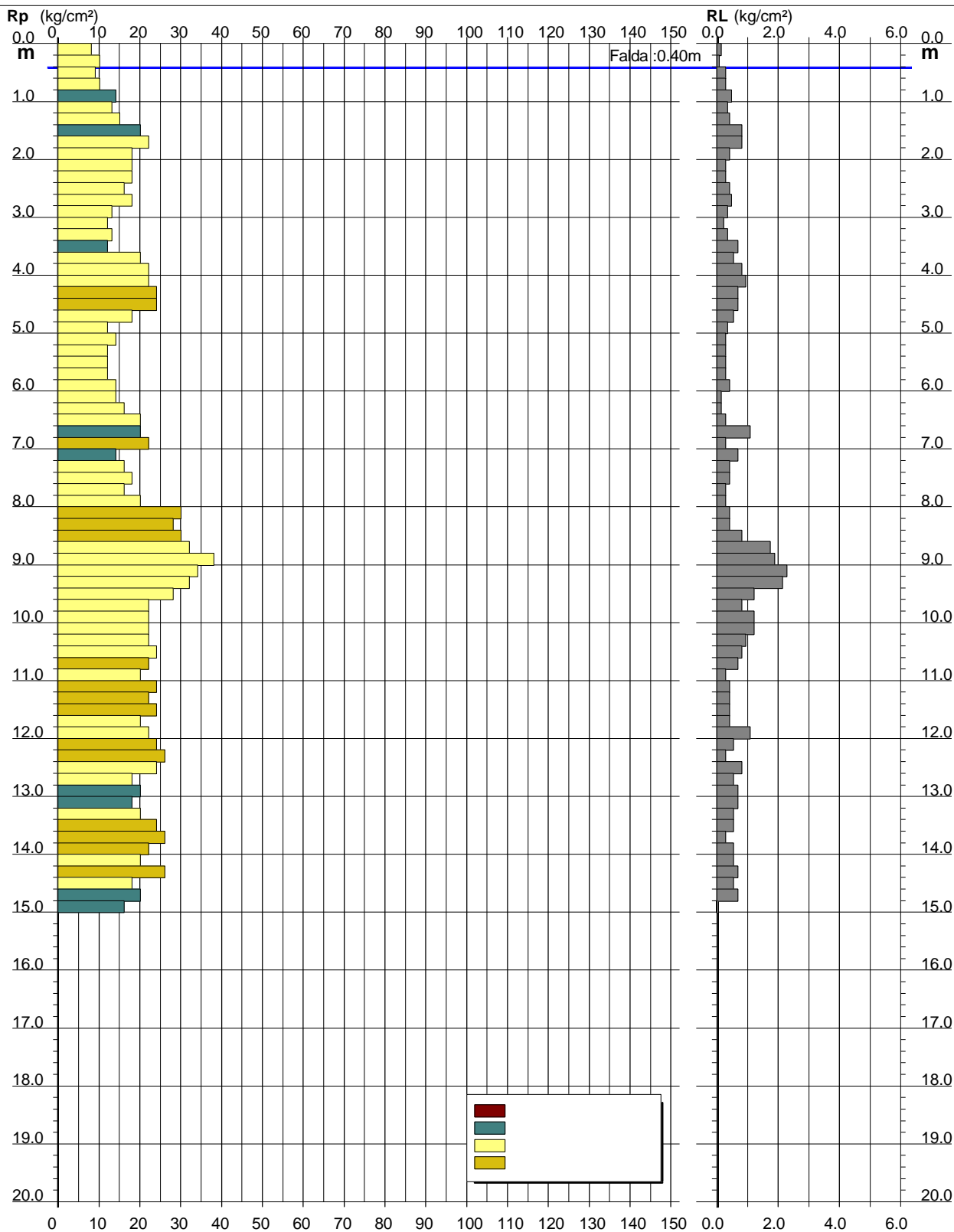
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

3.010496-018

- committente: Signorini Lorenzo
- lavoro: Via della Fossa Nuova
- località: Ponsacco (PI)
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 30/12/1899
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 0.40 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100
- data emiss. : 17/05/2010



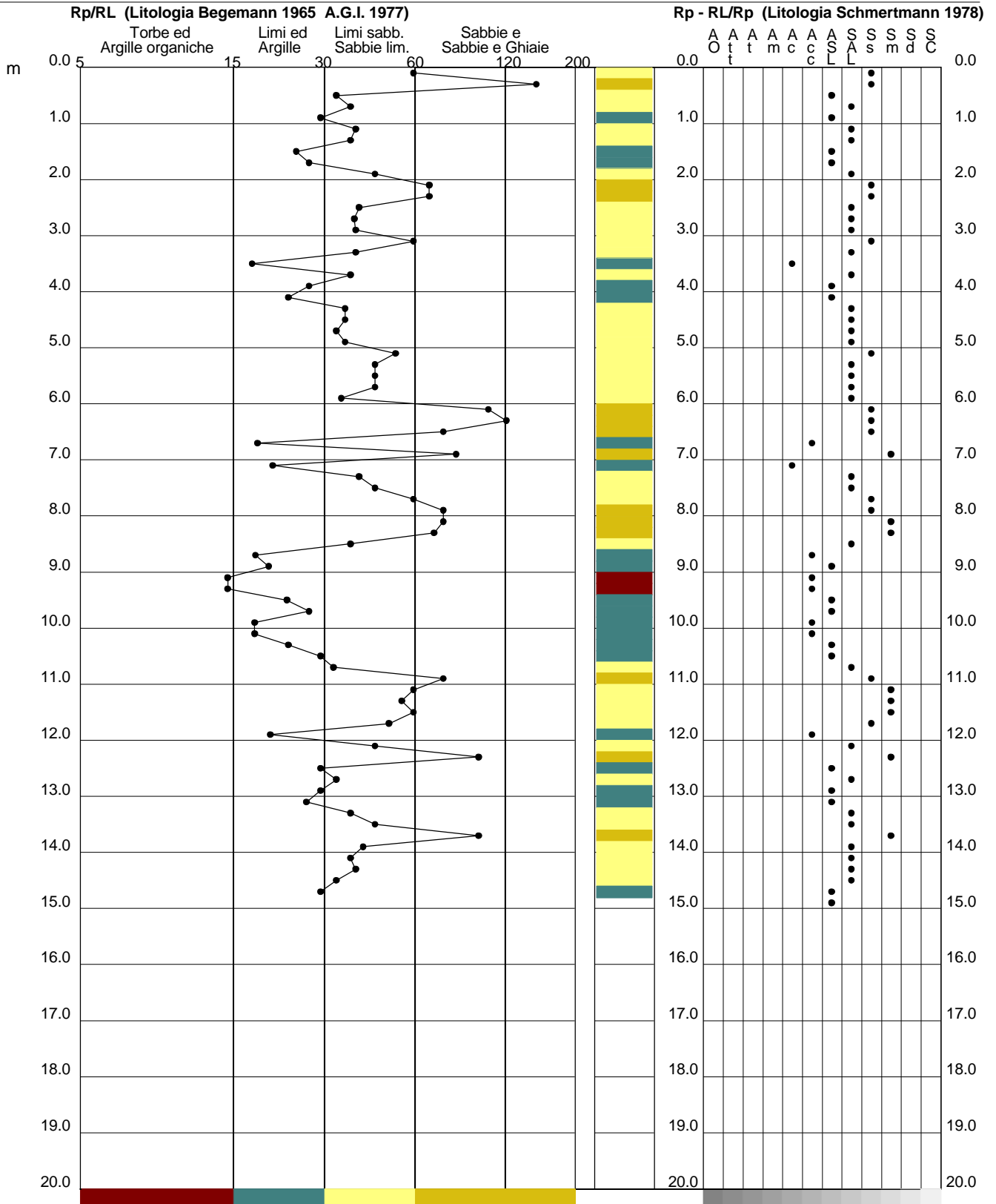
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 1

3.010496-018

- committente: Signorini Lorenzo
 - lavoro: Via della Fossa Nuova
 - località: Ponsacco (PI)
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:

- data prova : 30/12/1899
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 0.40 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 100
 - data emiss. : 17/05/2010



PROVA PENETROMETRICA STATICA

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

3.010496-018

- committente: Signorini Lorenzo
- lavoro: Via della Fossa Nuova
- località: Ponsacco (PI)
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 30/12/1899
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 0.40 m da quota inizio

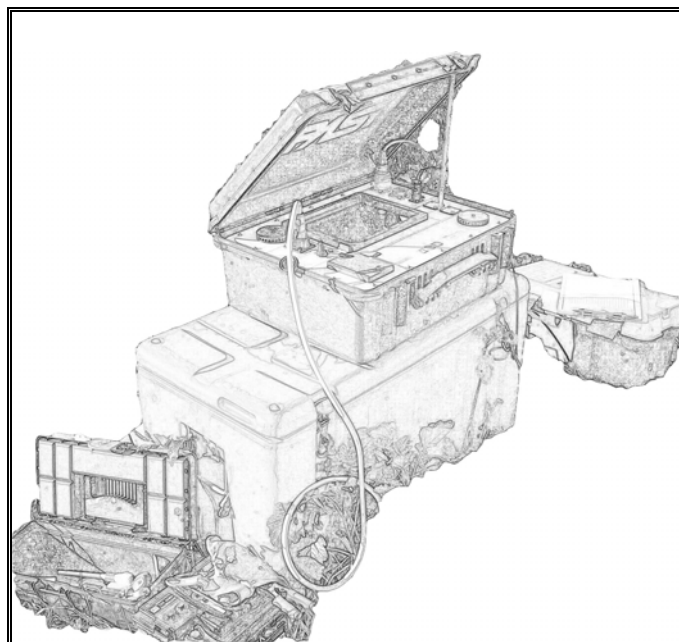
- data emiss. : 17/05/2010

Prof. m	Rp kg/cm ²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y t/m ³	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	NATURA COESIVA			NATURA GRANULARE										
								Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²
0.20	8	60	4/:	1.85	0.04	0.40	99.9	68	102	35	66	37	39	41	43	40	26	0.146	13	20	24
0.40	10	150	4/:	0.86	0.05	0.50	99.9	85	128	40	64	37	39	41	43	40	26	0.142	17	25	30
0.60	9	34	4/:	0.85	0.07	0.45	62.8	77	115	38	54	36	38	40	42	38	26	0.113	15	23	27
0.80	10	37	4/:	0.86	0.09	0.50	54.7	85	128	40	52	35	37	40	42	38	26	0.109	17	25	30
1.00	14	30	4/:	0.89	0.11	0.64	58.8	108	162	48	59	36	38	40	43	38	26	0.128	23	35	42
1.20	13	39	4/:	0.88	0.12	0.60	45.5	103	154	47	53	35	38	40	42	37	26	0.111	22	33	39
1.40	15	37	4/:	0.89	0.14	0.67	43.5	113	170	50	54	36	38	40	42	37	27	0.116	25	38	45
1.60	20	25	4/:	0.93	0.16	0.80	46.8	136	204	60	61	37	39	41	43	38	27	0.134	33	50	60
1.80	22	27	4/:	0.93	0.18	0.85	43.8	144	216	66	62	37	39	41	43	38	28	0.136	37	55	66
2.00	18	45	4/:	0.91	0.20	0.75	33.4	128	191	56	53	35	38	40	42	36	27	0.111	30	45	54
2.20	18	67	4/:	0.91	0.22	0.75	29.9	128	191	56	51	35	37	40	42	36	27	0.105	30	45	54
2.40	18	67	4/:	0.91	0.23	0.75	27.0	128	191	56	49	35	37	39	42	36	27	0.100	30	45	54
2.60	16	40	4/:	0.90	0.25	0.70	22.4	118	177	52	43	34	36	39	41	34	27	0.086	27	40	48
2.80	18	39	4/:	0.91	0.27	0.75	22.5	128	191	56	45	34	37	39	42	35	27	0.092	30	45	54
3.00	13	39	4/:	0.88	0.29	0.60	15.9	103	154	47	32	33	35	38	41	33	26	0.063	22	33	39
3.20	12	60	4/:	0.88	0.31	0.57	13.8	97	146	45	28	32	35	37	40	32	26	0.054	20	30	36
3.40	13	39	4/:	0.88	0.32	0.60	13.8	103	154	47	29	32	35	37	40	32	26	0.057	22	33	39
3.60	12	18	2/	0.92	0.34	0.57	12.0	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.80	20	37	4/:	0.93	0.36	0.80	17.1	136	204	60	42	34	36	39	41	34	27	0.084	33	50	60
4.00	22	27	4/:	0.93	0.38	0.85	17.2	144	216	66	44	34	36	39	41	34	28	0.088	37	55	66
4.20	22	24	4/:	0.93	0.40	0.85	16.2	144	216	66	43	34	36	39	41	34	28	0.086	37	55	66
4.40	24	36	3/:::	0.86	0.41	--	--	--	--	--	44	34	37	39	42	34	28	0.090	40	60	72
4.60	24	36	3/:::	0.86	0.43	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	34	28	0.088	40	60	72
4.80	18	34	4/:	0.91	0.45	0.75	11.9	128	191	56	33	33	35	38	41	32	27	0.063	30	45	54
5.00	12	36	4/:	0.88	0.47	0.57	8.1	112	168	45	18	30	33	36	39	29	26	0.034	20	30	36
5.20	14	52	4/:	0.89	0.48	0.64	8.8	115	172	48	22	31	34	37	40	30	26	0.042	23	35	42
5.40	12	45	4/:	0.88	0.50	0.57	7.4	124	186	45	16	30	33	36	39	29	26	0.031	20	30	36
5.60	12	45	4/:	0.88	0.52	0.57	7.1	130	195	45	15	30	33	36	39	29	26	0.029	20	30	36
5.80	12	45	4/:	0.88	0.54	0.57	6.8	136	205	45	14	30	33	36	39	29	26	0.028	20	30	36
6.00	14	35	4/:	0.89	0.56	0.64	7.4	136	204	48	19	31	34	36	40	29	26	0.036	23	35	42
6.20	14	105	4/:	0.89	0.57	0.64	7.2	143	214	48	18	31	33	36	39	29	26	0.034	23	35	42
6.40	16	120	4/:	0.90	0.59	0.70	7.7	143	215	52	22	31	34	37	40	30	27	0.041	27	40	48
6.60	20	75	4/:	0.93	0.61	0.80	8.8	144	216	60	29	32	35	37	40	31	27	0.055	33	50	60
6.80	20	19	4/:	0.93	0.63	0.80	8.5	149	223	60	28	32	35	37	40	31	27	0.054	33	50	60
7.00	22	82	3/:::	0.86	0.64	--	--	--	--	--	31	32	35	38	40	31	28	0.059	37	55	66
7.20	14	21	2/	0.94	0.66	0.64	6.0	176	264	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.40	16	40	4/:	0.90	0.68	0.70	6.4	176	264	52	18	31	33	36	39	29	27	0.035	27	40	48
7.60	18	45	4/:	0.91	0.70	0.75	6.8	177	266	56	22	31	34	37	40	29	27	0.041	30	45	54
7.80	16	60	4/:	0.90	0.72	0.70	6.0	190	284	52	17	30	33	36	39	29	27	0.033	27	40	48
8.00	20	75	4/:	0.93	0.74	0.80	7.0	185	278	60	24	31	34	37	40	30	27	0.046	33	50	60
8.20	30	75	3/:::	0.88	0.75	--	--	--	--	--	38	33	36	38	41	32	29	0.074	50	75	90
8.40	28	70	3/:::	0.87	0.77	--	--	--	--	--	35	33	35	38	41	31	28	0.068	47	70	84
8.60	30	37	3/:::	0.88	0.79	--	--	--	--	--	36	33	36	38	41	32	29	0.072	50	75	90
8.80	32	18	4/:	0.97	0.81	1.07	8.9	191	287	96	38	33	36	38	41	32	29	0.075	53	80	96
9.00	38	20	4/:	0.99	0.83	1.27	10.7	215	323	114	43	34	36	39	41	33	30	0.088	63	95	114
9.20	34	15	4/:	0.98	0.85	1.13	9.0	201	302	102	39	33	36	38	41	32	29	0.077	57	85	102
9.40	32	15	4/:	0.97	0.87	1.07	8.1	207	311	96	36	33	36	38	41	31	29	0.071	53	80	96
9.60	28	23	4/:	0.96	0.89	0.97	7.0	222	334	84	31	32	35	38	40	31	28	0.060	47	70	84
9.80	22	27	4/:	0.93	0.90	0.85	5.8	242	363	66	22	31	34	37	40	29	28	0.043	37	55	66
10.00	22	18	4/:	0.93	0.92	0.85	5.6	249	373	66	22	31	34	37	40	29	28	0.042	37	55	66
10.20	22	18	4/:	0.93	0.94	0.85	5.5	255	383	66	21	31	34	37	40	29	28	0.041	37	55	66
10.40	22	24	4/:	0.93	0.96	0.85	5.4	262	393	66	21	31	34	37	40	29	28	0.040	37	55	66
10.60	24	30	4/:	0.94	0.98	0.89	5.6	265	397	72	23	31	34	37	40	29	28	0.045	40	60	72
10.80	22	33	3/:::	0.86	1.00	--	--	--	--	--	20	31	34	37	40	29	28	0.038	37	55	66
11.00	20	75	4/:	0.93	1.02	0.80	4.7	282	424	60	16	30	33	36	39	28	27	0.031	33	50	60
11.20	24	60	3/:::	0.86	1.03	--	--	--	--	--	22	31	34	37	40	29	28	0.042	40	60	72
11.40	22	55	3/:::	0.86	1.05	--	--	--	--	--	19	31	34	36	40	28	28	0.036	37	55	66
11.60	24	60	3/:::	0.86	1.07	--	--	--	--	--	21	31	34	37	40	29	28	0.041	40	60	72
11.80	20	50	4/:	0.93	1.09	0.80	4.3	303	455	60	15	30	33	36	39	28	27	0.028	33	50	60
12.00	22	21	4/:	0.93	1.10	0.85	4.5	308	462	66	18	30	33	36	39	28	28	0.033	37	55	66
12.20	24	45	3/:::	0.86	1.12	--	--	--	--	--	20	31	34	37	40	28	28	0.038	40	60	72
12.40	26	97	3/:::	0.87	1.14	--	--	--	--	--	23	31	34	37	40	29	28	0.043	43	65	78
12.60	24	30	4/:	0.94	1.16	0.89	4.5	323	484	72	19	31	34	36	40	28	28	0.037	40	60	72
12.80	18	34	4/:	0.91	1.18	0.75	3.6	332	498	56	9	29	32	35	39	26	27	0.019	30	45	54
13.00	20	30	4/:	0.93	1.19	0.80	3.8	336	504	60	12	30	33	36	39	27	27	0.024	33	50	60
13.20	18	27	2/	0.98	1.21	0.75	3.4	342	512	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13.40	20	37	4/:	0.93	1.23	0.80	3.7	348	522	60	12	30	33	36	39	27	27	0.023	33	50	60
13.60	24	45	3/:::	0.86	1.25	--	--	--	--	--	18	30	33	36	39	28	28	0.033	40	60	72

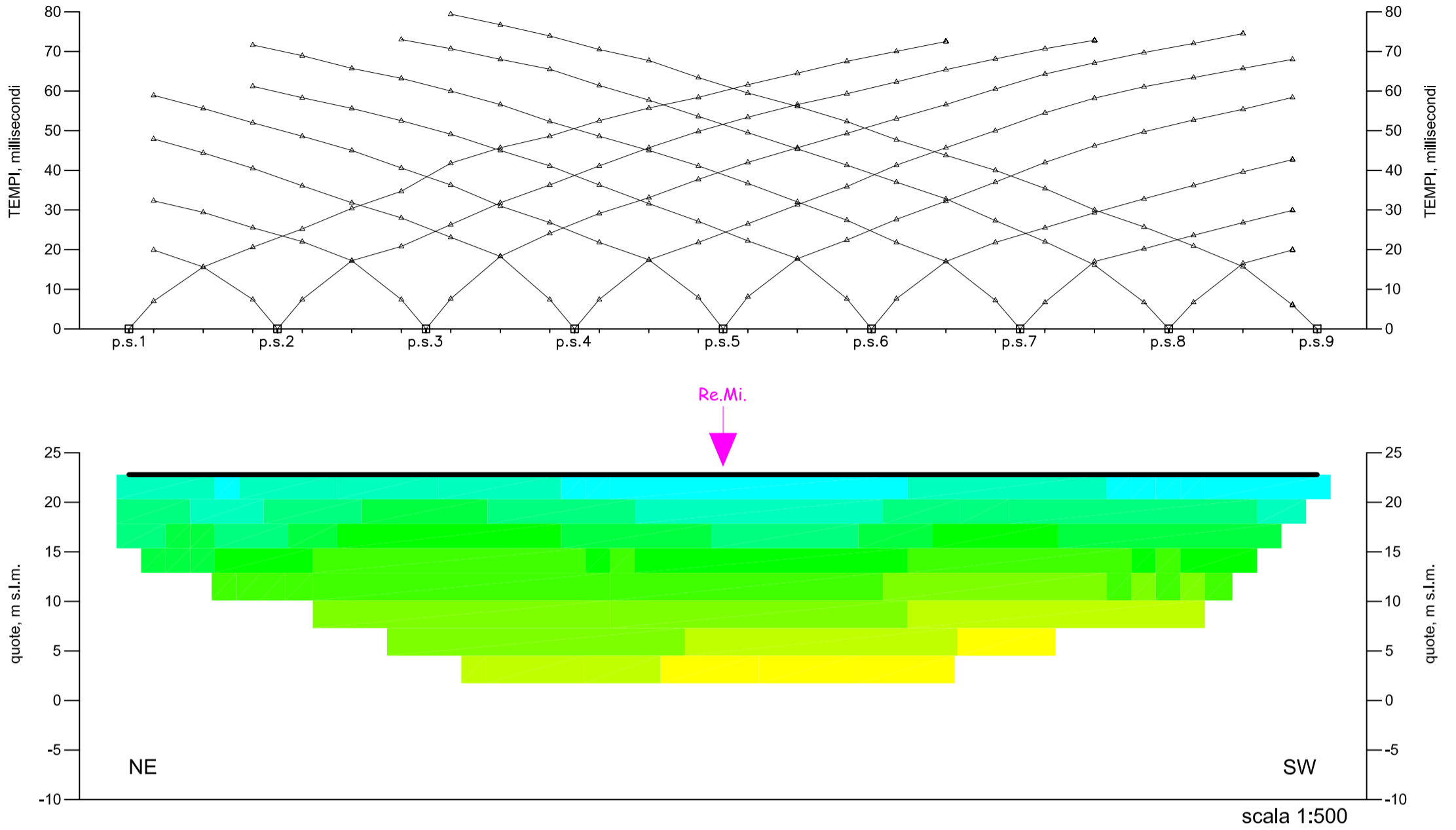
ALLEGATO 2

Indagine Sismica

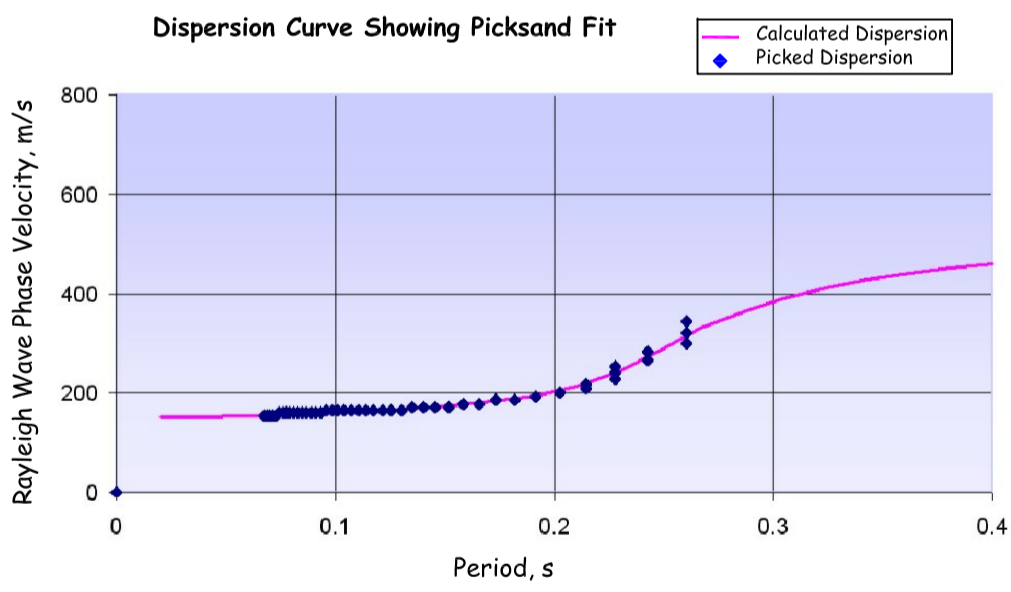
TRATTA DALLE INDAGINI SISMICHE ESEGUITE A SUPPORTO
DEL REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE
(GEOPROGETTI - TECHNOGEO, LUGLIO 2008)



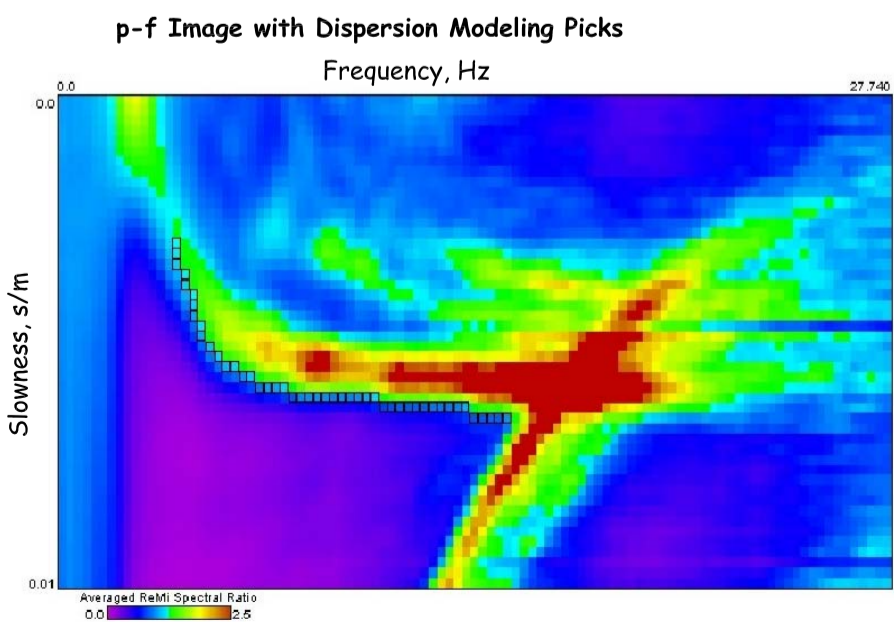
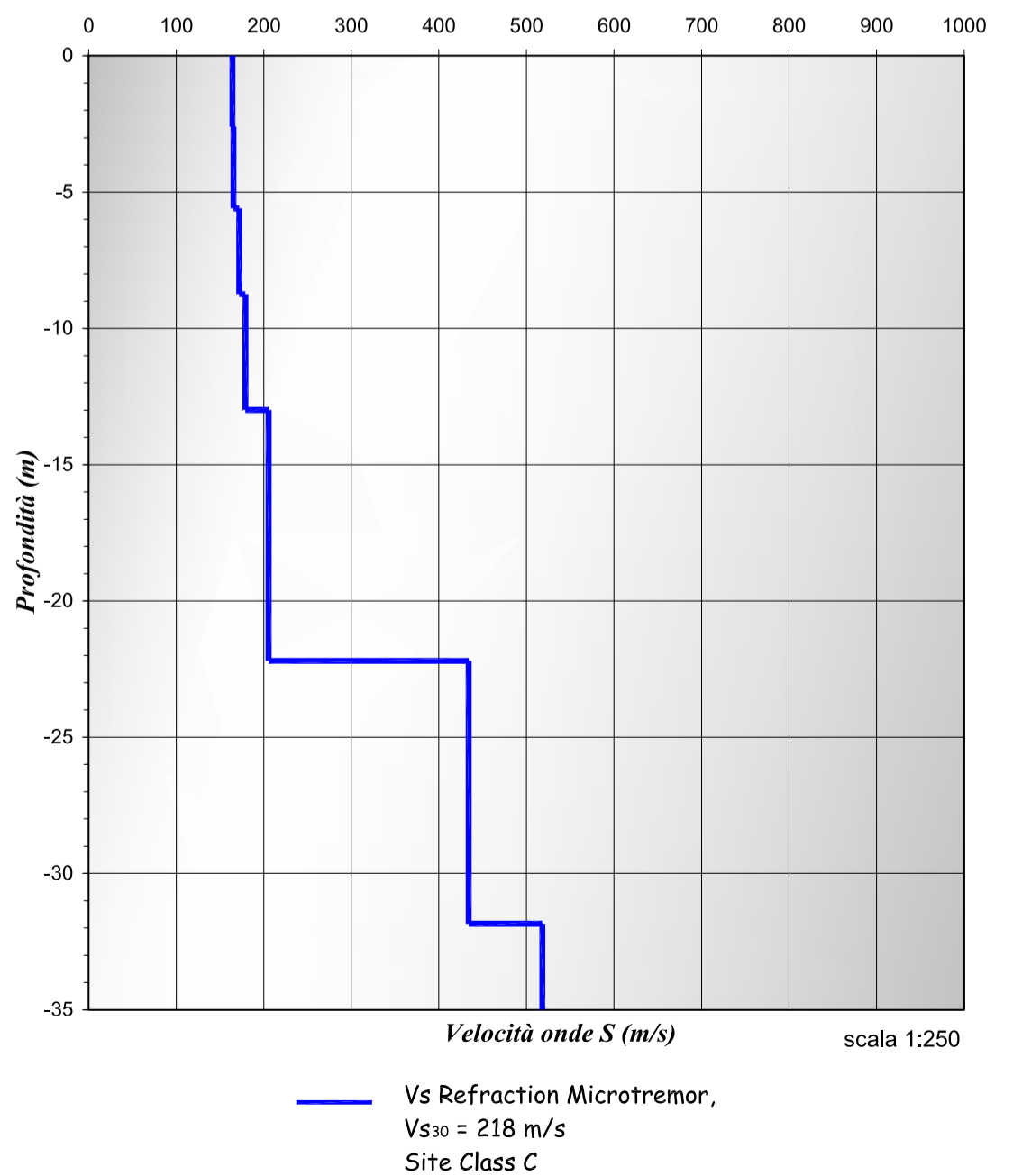
Profilo sismico a rifrazione 9



Prova Re.Mi. 9



Shear-Wave Velocity Profile from SeisOpt ReMi Software Analysis



ALLEGATO 3

Verifiche alla liquefazione

METODI SEMPLIFICATI

1 - INTRODUZIONE

I metodi semplificati si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto; hanno perciò bisogno di valutare i parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito, determinati questi ultimi privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da prove in situ. 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.

I metodi semplificati proposti differiscono fra loro soprattutto per il modo con cui viene ricavata CRR, la resistenza alla liquefazione. Il parametro maggiormente utilizzato è il numero dei colpi nella prova SPT anche se oggi, con il progredire delle conoscenze, si preferisce valutare il potenziale di liquefazione utilizzando prove statiche (CPT) o prove di misurazione delle onde di taglio Vs. Questi metodi sono in genere utilizzati per la progettazione di opere di media importanza.

Il metodo di calcolo del potenziale di liquefazione di seguito utilizzato è noto in letteratura geotecnica come **Metodo di Robertson e Wride (1997)**;

Il 'metodo di Robertson e Wride' utilizza l'indice di comportamento per il tipo di suolo I_C che viene calcolato mediante l'utilizzo della seguente formula:

$$(2.8a)I_c = \left[(3,47 - \log_{10}Q)^2 + (\log_{10}R_f + 1,22)^2 \right]^{0,5}$$

$$(2.8b)Q = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

$$(2.8c)R_f = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vo}} 100$$

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 (2.8a).

Se $I_C > 2,6$ il suolo è probabilmente di tipo argilloso e l'analisi si ferma dato che il suolo non è liquefacibile.

Se $I_C \leq 2,6$, vuol dire che l'ipotesi assunta è errata e I_C deve essere ricalcolato nuovamente con la seguente formula:

$$(2.9)Q = \frac{q_c}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

Si presume che il terreno sia granulare e si assume $n = 0,5$.

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. I_C deve essere nuovamente ricalcolato con la (2.8a) ponendo $n = 0,75$.

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

$$(3.0) q_{c1N} = \frac{q_c}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

dove n è lo stesso del calcolo di I_C .

La correzione alla resistenza alla punta dovuta al contenuto di materiale fine viene valutata mediante la seguente procedura:

se il metodo utilizzato è il Robertson e Wride classico:

$$(3.1a) (q_{c1N})_{cs} = K_c q_{c1N}$$

$$(3.1b) K_c = -0,403 I_C^4 + 5,581 I_C^3 - 21,63 I_C^2 + 33,75 I_C - 17,88$$

se il metodo utilizzato è il Robertson e Wride modificato:

$$(3.2a) (q_{c1N})_{cs} = q_{c1N} + \Delta q_{c1N}$$

$$(3.2b) \Delta q_{c1N} = \frac{K_c}{1 - K_c} q_{c1N}$$

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

$K_c = 0$	per $FC \leq 5$
$K_c = 0,0267(FC - 5)$	per $5 < FC \leq 35$
$K_c = 0,8$	per $FC > 35$

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

$$(3.3) FC (\%) = 1,75 (I_C)^{3,25} - 3,7$$

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

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

$$(3.4) CRR = 0,833 \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right] + 0,05$$

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

$$(3.5) CRR = 93 \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0,08$$

Il rapporto di sforzo ciclico **CSR** si calcola con la (1.3) e **MSF** come raccomandato dal NCEER, v. Tab. 1 a seguire:

Tabella 1 - Magnitudo Scaling Factor

Magnitudo	Seed H. B. & Idriss I. M. (1982)	Ambraseys N. N. (1988)	NCEER (Seed R. B. et al.) (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

mentre il coefficiente r_d è calcolato mediante la seguente procedura:

se $z < 9,15$ m

$$(3.6a) r_d = 1,0 - 0,00765 z$$

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

$$(3.6b) r_d = 1,174 - 0,00267 z$$

dove z è la profondità in metri

Si calcola il fattore di sicurezza alla liquefazione con la (1.0), mentre l'indice e il rischio di liquefazione vengono calcolati con il metodo di Iwasaki et alii.

2 - CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE

Dati generali

Numero di strati = 5

Profondità della falda = 0,6 m

Magnitudo del sisma = 5,9

Accelerazione massima al suolo = 0,21

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Nr. colpi medio (Nspt)	D50 dei granuli (mm)	Resistenza a qc (KPa)	Resistenza a all'attrito laterale fs (KPa)	Velocità Vs (m/s)
1	E1	0	1.00	14.5	19.60	0	0	880	45	0
2	E2	1.00	3.4	15.40	20.10	0	0	1470	70	0
3	E3	3.4	6.4	14.50	19.6	0	0	685	50	0
4	E2	6.4	8.6	15.40	21.10	0	0	1470	100	0
5	E4	8.6	15	15.40	20.10	0	0	2155	80	0

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 1,85

Verifica Nr.	Profondità (m)	Pressione litostatica (KPa)	Pressione verticale efficace (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata (KPa)	Attrito laterale normalizzato (F (%))	Indice di compressione (Ic)	Correzione per la pressione litostatica (CQ)	Resistenza alla punta corretta (qc1N (KPa))	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	0,80	12,62	10,66	47,17	5,19	2,64	1,70	53,59	0,99	0,09	0,09	1,08	NL	0	Molto basso
2	1,00	16,54	12,62	41,56	5,21	2,68	1,70	57,58	0,99	0,10	0,10	1,02	NL	0	Molto basso

3	1,20	20,56	14,68	61,98	4,83	2,54	1,70	74,12	0,99	0,12	0,10	1,15	NL	0	Molto basso
4	1,40	24,58	16,73	56,19	4,84	2,57	1,70	78,22	0,99	0,12	0,11	1,16	NL	0	Molto basso
5	1,60	28,60	18,79	51,51	4,86	2,59	1,70	82,11	0,99	0,13	0,11	1,18	NL	0	Molto basso
6	1,80	32,62	20,85	47,64	4,87	2,62	1,70	85,82	0,99	0,14	0,11	1,22	NL	0	Molto basso
7	2,00	36,64	22,91	44,39	4,88	2,64	1,70	89,35	0,98	0,15	0,12	1,26	NL	0	Molto basso
8	2,20	40,66	24,97	41,62	4,90	2,66	1,70	92,75	0,98	0,15	0,12	1,30	NL	0	Molto basso
9	2,40	44,68	27,03	39,21	4,91	2,68	1,70	96,01	0,98	0,16	0,12	1,35	NL	0	Molto basso
10	2,60	48,70	29,09	48,86	4,93	2,61							NL		
11	2,80	52,72	31,15	45,50	4,94	2,64							NL		
12	3,00	56,74	33,20	42,57	4,95	2,66							NL		
13	3,20	60,76	35,26	39,97	4,97	2,68							NL		
14	3,40	64,78	37,32	37,65	4,98	2,70							NL		
15	3,60	68,70	39,28	15,69	8,11	3,12							NL		
16	3,80	72,62	41,24	14,85	8,16	3,13							NL		
17	4,00	76,54	43,20	14,08	8,22	3,15							NL		
18	4,20	80,46	45,16	13,39	8,27	3,17							NL		
19	4,40	84,38	47,11	12,75	8,32	3,19							NL		
20	4,60	88,30	49,07	12,16	8,38	3,21							NL		
21	4,80	92,22	51,03	11,62	8,43	3,22							NL		
22	5,00	96,14	52,99	11,11	8,49	3,24							NL		
23	5,20	100,06	54,95	10,64	8,55	3,26							NL		
24	5,40	103,98	56,91	10,21	8,61	3,27							NL		
25	5,60	107,90	58,87	9,80	8,66	3,29							NL		
26	5,80	111,82	60,83	9,42	8,72	3,30							NL		
27	6,00	115,74	62,78	9,07	8,78	3,32							NL		
28	6,20	119,66	64,74	8,73	8,84	3,33							NL		
29	6,40	123,58	66,70	8,42	8,91	3,34							NL		
30	6,60	127,80	68,96	19,46	7,45	3,02							NL		
31	6,80	132,02	71,22	18,79	7,47	3,03							NL		
32	7,00	136,24	73,48	18,15	7,50	3,05							NL		
33	7,20	140,46	75,74	17,55	7,52	3,06							NL		
34	7,40	144,68	77,99	16,99	7,55	3,07							NL		
35	7,60	148,90	80,25	16,46	7,57	3,08							NL		
36	7,80	153,12	82,51	15,96	7,59	3,09							NL		
37	8,00	157,34	84,77	15,48	7,62	3,10							NL		
38	8,20	161,56	87,03	15,03	7,64	3,11							NL		
39	8,40	165,78	89,29	14,61	7,67	3,12							NL		
40	8,60	170,00	91,55	14,20	7,69	3,13							NL		
41	8,80	174,02	93,61	21,16	4,04	2,82							NL		
42	9,00	178,04	95,66	20,67	4,05	2,83							NL		
43	9,20	182,06	97,72	20,19	4,05	2,83							NL		
44	9,40	186,08	99,78	19,73	4,06	2,84							NL		
45	9,60	190,10	101,84	19,29	4,07	2,85							NL		
46	9,80	194,12	103,90	18,87	4,08	2,86							NL		
47	10,00	198,14	105,96	18,47	4,09	2,87							NL		
48	10,20	202,16	108,02	18,08	4,10	2,87							NL		
49	10,40	206,18	110,07	17,71	4,11	2,88							NL		
50	10,60	210,20	112,13	17,34	4,11	2,89							NL		
51	10,80	214,22	114,19	17,00	4,12	2,90							NL		
52	11,00	218,24	116,25	16,66	4,13	2,90							NL		
53	11,20	222,26	118,31	16,34	4,14	2,91							NL		
54	11,40	226,28	120,37	16,02	4,15	2,92							NL		
55	11,60	230,30	122,43	15,72	4,16	2,92							NL		
56	11,80	234,32	124,49	15,43	4,17	2,93							NL		
57	12,00	238,34	126,54	15,15	4,17	2,94							NL		
58	12,20	242,36	128,60	14,87	4,18	2,94							NL		
59	12,40	246,38	130,66	14,61	4,19	2,95							NL		
60	12,60	250,40	132,72	14,35	4,20	2,96							NL		
61	12,80	254,42	134,78	14,10	4,21	2,96							NL		
62	13,00	258,44	136,84	13,86	4,22	2,97							NL		
63	13,20	262,46	138,90	13,63	4,23	2,98							NL		
64	13,40	266,48	140,95	13,40	4,24	2,98							NL		
65	13,60	270,50	143,01	13,18	4,25	2,99							NL		
66	13,80	274,52	145,07	12,96	4,25	3,00							NL		
67	14,00	278,54	147,13	12,75	4,26	3,00							NL		
68	14,20	282,56	149,19	12,55	4,27	3,01							NL		

