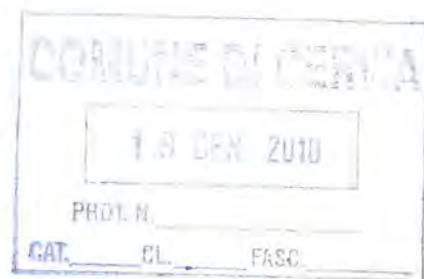


COMUNE DI CERVIA
Provincia di Ravenna



**Colavito- Impresa Zagaglia s.r.l.
Quattro erre s.r.l. e altri**

**PROGETTO DI PIANO URBANISTICO RELATIVO AL
COMPARTO DI SCHEDA E6, SITO IN CERVIA SU AREE
EX ART.32 N.T.A.**

RELAZIONE GEOLOGICA

APPROVATO

Atto di C.C. n° 19

del 24.03.2010

ELABORATO CON PRESCRIZIONI
riportate nella convenzione urbanistica
all'articolo 3

DOTT. GEOLOGO BORGHETTI MASSIMO

Via Tiberti 21 47023 Cesena FC tel 0547 / 29376

Cesena DICEMBRE 2008

APPROVAZIONE - UFFICIO - OK


Il tecnico

1.PREMESSA

Per incarico della committenza, viene redatta la seguente relazione geologica relativa al progetto di piano urbanistico relativo al comparto di scheda E6 (ex art.32 N.T.A) per la costruzione di fabbricati ad uso residenziale.

Nelle planimetrie allegate è indicato lo sviluppo plano-morfometrico delle zone di intervento.

Lo studio prettamente geologico e geotecnico è stato condotto dopo aver preso in esame i seguenti elaborati:

- GIAN CLEMENTE PAREA 1991; *I terrazzi marini dell'Emilia-Romagna nella stratigrafia sequenziale del Pleistocene superiore*; Memorie descrittive della Carta Geologica D'Italia Volume XLVI - Secondo seminario di cartografia Geologica, Bologna 1990; Servizio Geologico D'Italia, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma 1992.
- REGIONE EMILIA ROMAGNA Servizio Cartografico - Ufficio Pedologico, 1994; *I suoli dell'Emilia-Romagna*;
- REGIONE EMILIA-ROMAGNA, ENI-AGIP, 1998. *Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna*. A cura di G.Di Dio S.EL.CA (Firenze), 120pp.

Le indagini eseguite in questa fase per adempiere alle vigenti disposizioni normative, vengono qui di seguito riassunte:

- N.4 prove penetrometriche statiche (bibliografia interna) spinte ad una profondità di metri 10-15 eseguite nel corso degli anni a scopo edificatorio dal presente studio e significative in quanto eseguite nelle mediate vicinanze del comparto oggetto di studio; lo strumento usato è un penetrometro Pagani semovente da 200 KN (20 t) di spinta.

1.1 ELENCO ELABORATI

Alla seguente relazione si allega:

- Corografia, Tavola 240 SE Cervia, scala 1:25.000
- Corografia, scala 1:5.000
- Estratto di p.r.g. scala 1:5.000
- Planimetria catastale scala 1:2.000
- Carta della soggiacenza della falda (stralcio da P.R.G) scala 1:25.000
- Carta geomorfologia e litologica scala 1:25.000;
- N 4 prove CPT diagrammi di resistenza

1.2. DESCRIZIONE DELLE AREE E DELLE OPERE IN PROGETTO

Il comparto è posto poco più a nord del porto canale di Cervia tra la Via Vittorio Veneto a est e la Via Chiappini a ovest con estensione di circa 20.000 mq ad una quota media di circa 1.30 mt s.l.m. a prescindere da quote leggermente superiori verso nord ovest e minori a est, il comparto è delimitato all'intorno da aree completamente urbanizzate.

In tutti i fabbricati di progetto posti su due piani fuori terra, sono previsti la realizzazione di piani seminterrati con varie tipologie.

Le quote del piano di calpestio finale (circa 50 – 60 cm sopra al piano campagna attuale) stabilite in progetto, sono rispettose dei recenti indirizzi di piano al fine di evitare ristagni di acqua o difficoltà di deflusso.

Per una miglior visualizzazione si rimanda agli elaborati progettuali.

2 GEOLOGIA

2.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE

L'area in esame appartiene alla fascia subsidente (Avanfossa) che occupa il margine esterno della catena Appenninica. Le numerose indagini effettuate per la ricerca degli idrocarburi (sismiche e perforazione di pozzi) hanno evidenziato zone geologicamente ben distinte e conosciute nelle loro linee essenziali la cui stratigrafia viene così riprodotta dal basso verso l'alto:

- basamento carbonatico di età Mesozoica;-
- depositi di flysch con rapporti A/P variabile che terminano nel Miocene;
- sedimenti evaporitici del Messiniano;
- depositi lagunari o di logo-mare del messiniano superiore;
- sedimenti di mare prevalentemente pelitici con eventi arenitici dal Pliocene al Pleistocene inferiore
- alternanza fra depositi continentali, lagunari e marini per tutto il Quaternario

La sismica ha ben evidenziato la deformazioni e rotture (faglie) dei sedimenti del Miocene e del Pliocene secondo lo stile a pieghe con orientamento appenninico e la disposizione di bacini quaternari.

Un esempio di tali deformazioni è stato rinvenuto anche nel sottosuolo cervese dove i profili sismici hanno rilevato una struttura positiva anticlinale la cui presenza è stata confermata dall'esecuzione di due pozzi esplorativi. La potenza della successione quaternaria è risultata variabile da 730m a 1500m.

La parte superiore della successione (i primi 100m dal p.c.) è costituita da una alternanza di limo, sabbia, ghiaia e torba riferibili ad un sistema alluvionale.

2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE.

La conoscenza geologica di ampie porzioni della pianura è ancora in una fase di studio preliminare. Nel nostro caso ci si è potuti avvalere, oltre delle indagini eseguite in sito, di precedenti studi riguardanti la geologia e la geomorfologia della zona che vengono qui di seguito elencate ed esposte.

- **GIAN CLEMENTE PAREA 1991; I terrazzi marini dell'Emilia-Romagna nella stratigrafia sequenziale del Pleistocene superiore. Scala 1:50.000**

Il lavoro presentato dal Dott. Gian Clemente Parea nel 1990 a Bologna in occasione del secondo seminario di cartografia è un importante contributo alla conoscenza geomorfologica della nostra pianura.

Secondo l'interpretazione proposta l'effetto della variazione della linea di costa avrebbe prodotto sul margine appenninico 3 superfici di esposizione e di erosione sub-aerea con le corrispondenti fasi di pedogenizzazione; queste corrispondono a superfici superiori di terrazzi alluvionali 1° 2° 3° del Pleistocene e riconducibili ad altrettanti cicli I°, II°, III°.

I depositi olocenici corrispondono alla attuale fase di stazionamento del l.m. e sono qui riconosciuti e indicati nella Carta Geomorfologica e Litologica. In prossimità della linea ferroviaria sono presenti depositi olocenici con la caratteristica di contenere cordoni litoranei essenzialmente sabbiosi e/o ghiaiosi.

Viene cartografata una zona ubicata sotto il livello del mare , in prossimità della Strada Statale Adriatica.

In sequenza stratigrafica dall'alto verso il basso si riconoscono:

OLOCENE

- Sabbie della spiaggia attuale, SP
- Deposit di spiaggia lungo la costa, cordone sabbioso, CS
- Cordone litorale sepolto, sabbie prevalenti con ghiaie subordinate, CSG
- Deposit alluvionali essenzialmente di decantazione sulla pianura romagnola, DAD

Secondo la carta dei "depositi continentali lungo il margine appenninico fra Forlì e Rimini" di Gian Clemente Parea, **le aree in esame** ricadono entro i depositi di spiaggia che costituiscono il "Cordone sabbioso" CS.

2.3. CONDIZIONI GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

Questa parte di territorio è interposta tra la linea di riva e la ferrovia; la quota sul livello del mare è di circa 1.30 m. In tale contesto si ha una modesta pendenza sia verso la pianura dell'entroterra (a monte della ferrovia), sia verso la linea di costa (battigia). Nella carta geomorfologica, l'area indagata ricade entro i "depositi di piana sabbiosa" delimitati a sud ovest dai "depositi di bacino interfluviale".

SP, CS, CSG DEPOSITI DI PIANA SABBIOSA

I termini indicano (nel complesso) una unità morfologica situata nelle immediate vicinanze della costa e di poco rialzata sul livello del mare. Trae origine dai sedimenti marini granulari.

L'area individuata indica una stretta e lunga fascia parallela alla costa e delimitata verso sud-ovest dalla linea ferroviaria. La litologia prevalente, almeno negli orizzonti superficiali, è costituita da sabbie medie e fini, subordinati livelli di limi sabbiosi e di sostanza organica parzialmente decomposta, limi e livelli torbosi.

DAD DEPOSITI DI BACINO INTERFLUVIALE

Argille limose, argille e limi argillosi laminati, localmente concentrazioni di materiali organici parzialmente decomposti (depositi di palude).

In considerazione delle distanze esistenti, delle aree in oggetto, dalla linea di riva, dell'altimetria della zona, mediamente superiore a 1.30 m s.l.m., e della quota finale del piano campagna, 50-60 cm superiore all'attuale, si ritiene di escludere eventuali rischi legati ad esondazioni marine.

2.4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Nell'ambito del territorio provinciale è riconoscibile un sistema acquifero ad acque dolci, costituito da terreni del Quaternario sia marino che continentale, delimitato inferiormente dall'interfaccia acqua dolce acqua salata.

Le attuali conoscenze permettono di ipotizzare la suddivisione del sistema nelle seguenti unità idrogeologiche, dall'alto verso il basso:

- acquifero freatico, costituito da sabbie con intercalazioni limose, argillose e talvolta con livelli torbosi;

- livello impermeabile argilloso di separazione;

- sistema di acquiferi con falde in pressione formato da una serie di orizzonti permeabili sabbiosi riconducibili ad un unico acquifero multistrato a scala regionale.

Localmente nella zona presa in esame, si trova poco più a nord del porto canale il quale è regimato da un impianto idrovoro. Il canale, svolge sia una funzione di raccolta e di scolo delle acque meteoriche che un'azione drenante sulla falda, essendo regimato dall'impianto suddetto che ne regola il deflusso.

In corrispondenza delle aree d'intervento i terreni scolano naturalmente per gravità, le altezze piezometriche desunte dalle misurazioni effettuate entro i fori dei sondaggi relative al periodo di rilievo sono poste a circa -1.50 mt -1.60 mt dal p.c.

Si tratta di una falda superficiale discontinua alquanto influenzabile dagli eventi meteorici, inglobata entro sedimenti a permeabilità elevata.

La tendenza di massima della Conducibilità Idraulica (K) dell'acquifero superficiale in questa zona della pianura ha un ordine di grandezza pari a $K_m = 10^{-1} - 10^0$ cm/s per gli orizzonti sabbiosi, e $K_m = 10^{-2} - 10^{-1}$ cm/s per gli orizzonti limoso, limoso-argilloso.

La conducibilità idraulica (K), misurata in cm/s o m/s, rappresenta la quantità d'acqua che passa attraverso una sezione unitaria di terreno, nell'unità di tempo, sotto un gradiente idraulico unitario e ad una data temperatura.

3. METODOLOGIA E RISULTATI DELL'INDAGINE ATTUALE

La prova penetrometrica statica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($v = 2\text{ cm/s} \pm 0,5\text{ cm/s}$).

La penetrazione avviene attraverso un dispositivo di spinta (martinetto idraulico) opportunamente ancorato al suolo (ovvero zavorrato), che agisce su una batteria doppia di aste (aste esterne cave e aste interne piene coassiali), alla cui estremità inferiore è collegata la punta. Lo sforzo necessario per l'infissione viene determinato a mezzo di un opportuno sistema di misura, collegato al martinetto idraulico. La punta conica (tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante per la misura dell'attrito laterale (punta /manicotto tipo "Begemann").

Le dimensioni della punta/manicotto sono standardizzate (vedi legenda). Sulla batteria di aste esterne può essere installato un anello allargatore per diminuire l'attrito sulle aste, facilitandone l'approfondimento. Nei diagrammi e nelle tabelle allegate sono riportati i seguenti valori di resistenza (rilevati dalle letture di campagna, durante l'infissione dello strumento):

- R_p (Kg/cm^2) = resistenza alla punta (conica)
- R_L (Kg/cm) = resistenza laterale (manicotto)

La resistenza alla punta - R_p - e la resistenza laterale - R_L - sono rilevate a intervalli regolari di 20 cm.

4. ELABORAZIONE DEI DATI.

Nelle prove CPT oltre all'elaborazione dei valori di resistenza del sottosuolo, vengono fornite utili informazioni per il riconoscimento di massima dei terreni attraversati, in base al rapporto R_p/R_L fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale del penetrometro (Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977), ovvero in base ai valori di R_p e del rapporto $FR = (R_L/R_p) \%$ (esperienze di Schmertmann) - 1978.

Con riferimento alle prove penetrometriche statiche CPT, nelle tavole allegate sono riportate indicazioni concernenti i principali parametri geotecnici (coesione non drenata C_u , angolo di attrito interno efficace ϕ' , densità relativa D_r , verifica alla liquefazione); inoltre sempre con correlazioni empiriche si possono determinare: modulo edometrico M_o , moduli di deformazione non drenato E_u e Drenato E' , peso di volume γ , ecc.).

I cedimenti vengono valutati in via approssimativa con il metodo edometrico nella ipotesi di consolidazione monodimensionale del sottosuolo, sulla scorta di opportune correlazioni fra la resistenza alla punta R_p e il modulo di deformazione edometrico M_o .

Le elaborazioni sopra citate (effettuate mediante un programma di calcolo automatico) fanno riferimento a esperienze e ricerche condotte in vari Paesi da diversi Autori (vedi bibliografia in allegato).

5. RISULTATI DELL'INDAGINE

Dai diagrammi ottenuti nelle quattro prove penetrometriche statiche e dalla classificazione orientativa dei terreni secondo Schmertmann la stratigrafia del sottosuolo conferma che ci troviamo in una zona di pianura sabbiosa. I sedimenti, nei primi 13,00 metri sono prevalentemente sabbiosi (granulari), mentre oltre i 13 metri e sino alla profondità indagata sono essenzialmente coesivi. L'ambiente è caratterizzato principalmente da uno sviluppo verticale e laterale dovuto prevalentemente a processi di stazionamento e/o regressione della linea di costa.

In generale si è riscontrata una certa correlazione stratigrafica tra le prove eseguite nel corso degli anni e poste all'intorno del comparto per cui questa fascia di territorio indagato risulta pressochè omogeneo: più precisamente si è notato sino alla profondità di circa 13.00 mt dal pc, terreni prevalentemente sabbiosi con alternanze decimetriche locali di sabbie limose e argille sabbioso limose. Dalla quota orientativa di -13.00 mt dal p.c. si rinvenivano poi argille di media consistenza sino al termine.

5.2. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

In considerazione dei risultati in situ delle prove penetrometriche statiche e delle correlazioni disponibili in letteratura è possibile la seguente caratterizzazione litotecnica del terreno a circa - 2.00 mt di profondità (quota di imposta delle fondazioni).

$R_p = 30 \div 35 \text{ Kg/cm}^2$	$300 \div 350 \text{ kPa}$	(resistenza alla punta nella prova CPT)
$\gamma = 1,9 \text{ t/m}^3$	19 kN/m^3	(peso dell'unità di volume)
$c_u = 0 \text{ t/m}$	$c_u = 0 \text{ kPa}$	(coesione non drenata ottenuta da correlazioni empiriche)
$\phi = 30^\circ$		(angolo di attrito interno delle sabbie)

6. ORIENTAMENTI OPERATIVI

Si prevede l'esecuzione di fabbricati provvisti di piani interrati ad una quota di circa 2,00-2.20 metri rispetto al piano campagna attuale. Il piano di calpestio finale (fuori terra) si prevede ad una quota di circa 60 cm sopra al piano campagna attuale.

In base alla situazione stratigrafica locale ed alle caratteristiche di consistenza dei terreni, nel lotto in esame è possibile la progettazione di fondazioni superficiali (continue e/o a platea nervata) con piano di imposta a circa 2,00 metri dal piano campagna attuale.

Il carico di esercizio a tale quota, calcolato con la formula di Terzaghi è il seguente:

DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE LIMITE NEL CASO DI TERRENO NON COESIVO (Terreno sabbioso)

Trattandosi di fondazione nastriforme su sabbia la pressione limite è data dalla seguente espressione

Livello della falda = -1,50m dal p.c. (livello medio)

Livello della falda considerato ai fini del calcolo = 0,00 m dal p.c.

$$q_{lim} = 1/2 \gamma' N_y B + q' N_q = 40,49 \text{ t/m}^2$$

$$N_y = 16,72$$

(fattori di capacità

$$B = 1,00 \text{ M}$$

$$N_q = 14,72$$

portante funzione di ϕ)

$$L = 10,00 \text{ m}$$

$$\phi' = 28$$

Angolo di resistenza al taglio

$$D = 2,00 \text{ m (incastro)}$$

$$q' = 1,7$$

t/mc

$$\gamma = 1,85 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma' = 0,85 \text{ t/m}^3$$

$$q_{amm} = q_{lim}/3 = 13,50 \text{ t/m}^2$$

$$1,35 \text{ kg/cm}^2$$

$$F = 3 \text{ fattore di sicurezza}$$

È stato utilizzato un valore di $\phi = 28^\circ$ (cautelativo)

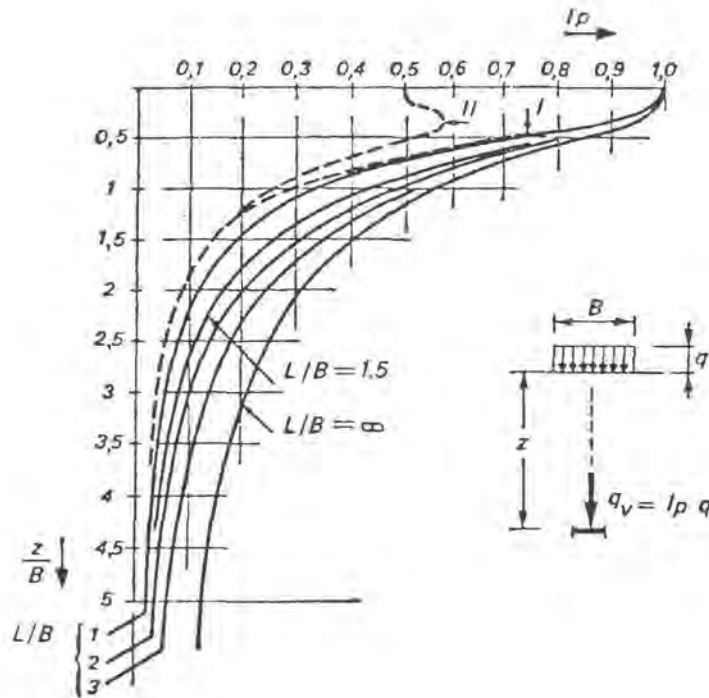
I calcoli sono stati effettuati tenendo conto che il piano di posa delle fondazioni sia immerso nella falda idrica, non si è considerata la spinta idrostatica dell'acqua che gli edifici subiscono avendo parte di scantinato immerso in falda.

6.1 CEDIMENTI

La previsione e la valutazione dei cedimenti che si maturano nel terreno in relazione all'applicazione di un sistema di carichi, richiedono una serie di ipotesi sulla distribuzione delle tensioni indotte dall'applicazione dei carichi stessi.

Il valore dell'assestamento prevedibile nell'area interessata dalle prove penetrometriche, si è valutato con la seguente modalità:

si è calcolato l'incremento di carico D_p alle varie profondità considerate tramite il diagramma di Boussinesq sotto riportato:



con la seguente formula si è proceduto al calcolo dei cedimenti

$$D_h = H \times D_p \times m_v$$

D_h = cedimento in cm

H = spessore dello strato considerato in cm

D_p = variazione dello sforzo verticale

m_v = coefficiente di compressibilità volumetrica = $1/E$

Dove E = modulo edometrico ricavato dalle prove penetrometriche e pari a $5(R_p+30)/2$ (da Webb) per sabbie in falda e $5R_p$ (da Sanglerat) per argille in falda.

Il carico effettivo applicato nel terreno di fondazione, da considerarsi per il calcolo dei cedimenti, risulta come sommatoria algebrica tra il valore apportato dal peso della struttura, l'asportazione del terreno di sbanco e la spinta idrostatica.

L'applicazione di un carico esterno comporta in determinate condizioni una reazione da parte del terreno che si traduce in un cedimento funzione dell'entità del carico applicato e delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche del terreno compressibile che si esplica a sua volta in un tempo più o meno lungo di deformazione. Nel nostro caso adottando una fondazione continua (trave rovescia) con un carico ammissibile (Q_{amm}) di 1,35 kg/cmq si sono ottenuti cedimenti inferiori a 2,5 cm. (vedi allegati prova 3 e 4).

7. SISMICITÀ

Legge 2.2.1974, n. 64 e D.M. 23.7.1983

Il territorio comunale è classificato come zona sismica di II° categoria ed è ipotizzabile un massimo di sismicità compreso fra l' VIII° e il IX° grado della scala Mercalli.

Grado di sismicità $S = 9$

$S - 2$

Coefficiente di intensità sismica $C = \frac{S - 2}{100} = 0.07$

Vari studi hanno dimostrato che, per la valutazione del coefficiente sismico di fondazione (ϵ) sono decisive le caratteristiche locali del terreno. Nel caso specifico

essendo le fondazioni impostate su terreno alluvionale di spessore notevole ϵ può essere assunto pari a 1.

Secondo quanto stabilisce il Decreto ministeriale del 16 gennaio 1996..... Si assume di regola $\varepsilon = 1$. In presenza di stratigrafie caratterizzate da depositi alluvionali di spessore variabile da 5 a 20 metri, soprastanti terreni coesivi o litoidi con caratteristiche meccaniche significativamente superiori, si assumerà per il coefficiente ε il valore 1,3.

9. RISCHIO LIQUEFAZIONE IN CASO DI SISMA

Generalmente ciò avviene nei depositi di sabbie sciolte (terreni incoerenti) quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente (incremento progressivo della pressione interstiziale) fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento.

Elemento essenziale è quindi la presenza di sabbia o meglio di un determinato fuso granulometrico che non esclude la presenza anche di una % minima di limo e ovviamente la potenza dovrà essere significativa.

Nel nostro caso i livelli francamente sabbiosi sono distribuiti in orizzonti decimetrici alternati a limi. La verifica alla liquefazione è stata comunque eseguita secondo il metodo di Seed et. al. 1985 con esiti soddisfacenti (ultima colonna delle prove penetrometriche statiche).

9.1 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEL TERRENO IN CONDIZIONI SISMICHE

Il fenomeno si verifica nei depositi naturali e artificiali incoerenti saturi sotto l'azione dei terremoti ed è dovuta all'incremento progressivo della pressione interstiziale.

Le condizioni principali in cui si può avere liquefazione sono sinteticamente qui riassunte. I terremoti che producono liquefazione in aree di pianura sono caratterizzati da magnitudo superiore a 5+6, da durate prolungate, da accelerazioni massime al sito $a_{max} > 0,10g$. I terreni che hanno manifestato fluidificazioni sono costituiti da materiali granulari fini, saturi, non consolidati, con granulometria uniforme ($U_c < 5$) e con densità da media a bassa. La liquefazione difficilmente interessa strati di profondità maggiore di 15-20 m. La presenza di percentuali di argilla o di ghiaia riducono in maniera rilevante la suscettibilità alla liquefazione dei depositi.

La dimensione, la distribuzione, il grado di uniformità e la forma delle particelle solide influenzano notevolmente la liquefazione dei depositi. I depositi costituiti da sabbie fini sono più suscettibili di liquefazione di quelli con una presenza di sabbie grosse. Curve e limiti sono state ricavate da diversi Autori elaborando i dati relativi a terreni che hanno liquefatto durante terremoti reali. Una di queste è riportata in figura.

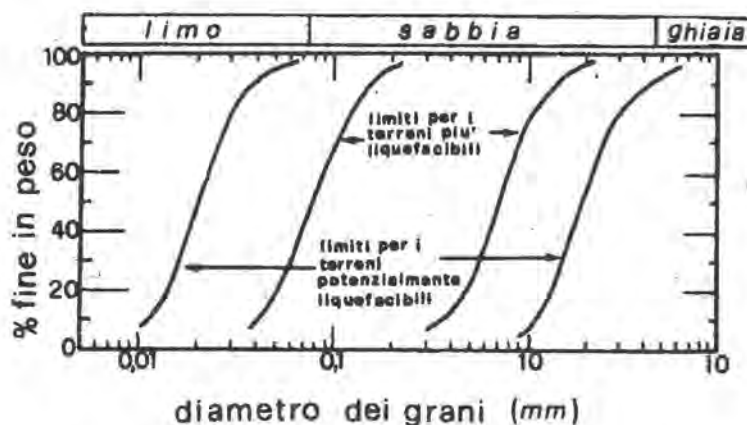


Figura Fasce granulometriche critiche (da Tsuchida, 1970).

Nel caso di terreni con una certa percentuale di fini, la riduzione della suscettibilità è fortemente legata ai valori della coesione, se questa è alta, anche la resistenza alla liquefazione è alta. A tutti gli effetti pratici si può affermare che i depositi naturali con alte percentuali di ghiaia ($> 50\%$) e di argilla ($> 20\%$) non sono suscettibili di liquefazione, mentre i depositi saturi di sabbie

fini ($D_{50} \sim 0,1\text{mm}$), a granulometria uniforme ($U_c < 5$) e con elementi arrotondati sono di gran lunga i più vulnerabili.

9.2 VALUTAZIONE DELLA LIQUEFAZIONE COL METODO DI SEED E IDRIS

Nel nostro caso si è introdotto un metodo pratico per la verifica alla liquefazione condotto da Seed ed Idriss (1982) che tiene conto della granulometria, numero dei colpi (SPT), pressione litostatica, densità relativa e peso di volume in funzione della magnitudo (considerata pari a 6). Nell'utilizzazione dei dati della prova penetrometrica statica si deve tener presente che la misura di R_p non presenta valori significativi se lo strato non ha almeno uno spessore di 60 cm. Inoltre la prova statica fornisce un valore maggiormente variabile in lettura della resistenza di penetrazione rispetto alle prove dinamiche in quanto risente in maniera maggiore dell'influenza della granulometria dei terreni attraversati.

Per cui utilizzando le prove statiche è giusto considerare un valore medio della curva di R_p . Bisogna inoltre tenere presente che le punte minime corrispondono spesso a livelli limoso argillosi. La verifica è stata condotta tramite elaboratore ogni 20 cm di stratigrafia per le penetrometrie eseguite, utilizzando il metodo indicato e riportato di seguito. Nell'indagine condotta sono stati evidenziati alcuni sottili livelli di terreno sabbioso su cui si è applicato un procedimento per la valutazione della possibilità di liquefazione nel caso di evento sismico. La letteratura scientifica indica, come procedimenti per la valutazione della possibilità di liquefazione, numerosi metodi basati sul concetto di fattore di resistenza alla liquefazione, espresso dal rapporto fra la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma:

$$F = \zeta_{\text{lim}} / \zeta_{\text{max}}$$

$$F = \frac{(\zeta / \sigma'_v)_{\text{lim}}}{\zeta_{\text{av}} / \sigma'_v}$$

F , in pratica, rappresenta la resistenza del terreno alla liquefazione.

Per le valutazioni eseguite in questo studio si è adottato il metodo proposto da Seed e Idriss, il più noto e utilizzato, basato sul calcolo dello sforzo di taglio in base alla conoscenza di alcuni parametri geotecnici di impiego corrente quali: la granulometria, il numero di colpi (N_{SPT}), la densità relativa e il peso di volume.

Per tener conto del carattere sporadico dei picchi di accelerazione massima, il rapporto di sforzo ciclico indotto dal terremoto viene valutato con riferimento, anziché al valore massimo ζ_{max} , a un valore medio $\zeta_{\text{av}} = 0,65 \zeta_{\text{max}}$.

Il fattore di resistenza alla liquefazione è quindi fornito dall'espressione

$$F = \frac{(\zeta / \sigma'_v)_{\text{lim}}}{\zeta_{\text{av}} / \sigma'_v}$$

$$\text{dove} \quad \zeta_{\text{av}} / \sigma'_v = 0,65 (a_{\text{max}} / g) r_d (\sigma_v / \sigma'_v)$$

in cui:

$\zeta_{\text{av}} =$ sforzo di taglio (tensione orizzontale media indotta dal sisma)

$\sigma_v =$ pressione verticale totale agente alla profondità considerata; pressione litostatica

$\sigma'_v =$ pressione verticale efficace agente alla medesima profondità; pressione di confinamento efficace

g = accelerazione massima al piano di campagna, accelerazione di gravità.

a_{max} = accelerazione orizzontale al suolo considerata

rd = coefficiente correttivo variabile con la profondità; fattore di riduzione dello sforzo che decresce dal valore 1, al piano campagna, al valore 0,9 alla profondità di 10m. In particolare questo coefficiente di riduzione dovuto alla deformabilità è ricavato dalla formula di IWASAKI (1978) $= 1 - 0,015z$, dove z è la profondità in metri, esso varia da 1 in superficie fino a 0,0075 alla profondità di -15 metri.

Per tenere conto del carattere sporadico dei picchi di accelerazione massima, il rapporto di sforzo ciclico indotto dal terremoto viene valutato con riferimento, anziché al valore massimo ζ_{max} , a un valore medio $\zeta_{av} = 0,65 \zeta_{max}$.

Il termine a numeratore, cioè la resistenza alla liquefazione, viene valutato in funzione dei seguenti parametri: magnitudo, numero di colpi, pressione verticale effettiva, densità relativa, ricorrendo all'abaco sottostante

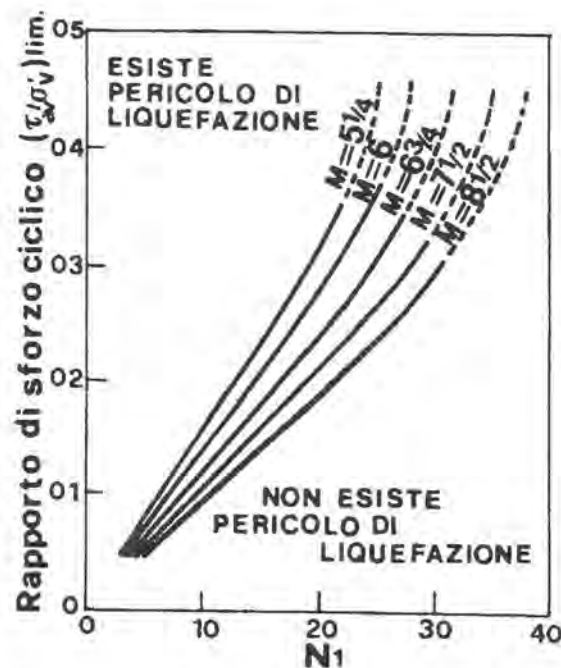


Figura Correlazione fra il rapporto di sforzo ciclico e il numero di colpi standard corretto.

Tale grafico è stato ottenuto discriminando i casi di terreni che hanno dato luogo a fenomeni di liquefazione e non liquefazione durante i terremoti reali. In esso le linee relative ad un terremoto di data magnitudo, separano quindi il campo dei siti di probabile liquefazione e quello dei siti in cui questa è improbabile.

Il calcolo si effettua nel seguente modo. Utilizzando il grafico sottostante

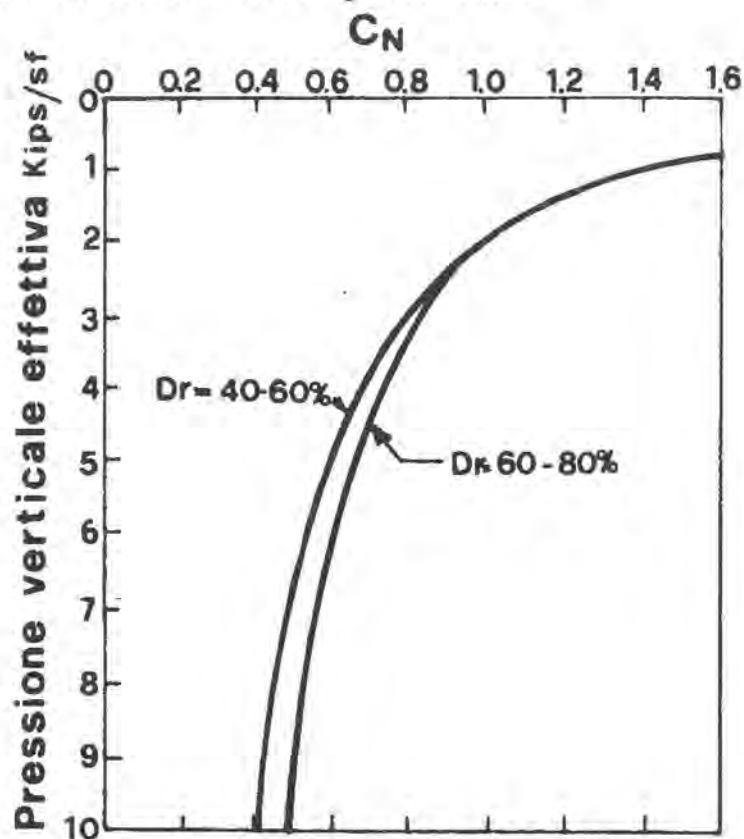


Figura Coefficiente correttivo C_N (da Seed, 1983).

viene valutato alla quota desiderata il numero dei colpi (N_{SPT}) corretto per tenere conto dell'effetto della pressione litostatica

$$N_1 = C_N N$$

dove N sono i colpi equivalenti della prova N_{spt} dalla relazione

$$R_p = 4N_{spt}$$

Nel caso di limi sabbiosi gli autori suggeriscono di correggere ulteriormente il valore di N_1

$$N_1 \text{ corretto} = N_1 + 7,5$$

Con tale valore di N_1 , con l'aiuto dell'abaco, viene valutato per un dato valore della magnitudo M il rapporto di sforzo ciclico $(\zeta_{av} / \sigma'_v)_{lim}$ che provoca la liquefazione.

Si applica quindi la formula

$$F = \frac{(\zeta / \sigma'_v)_{lim}}{\zeta_{av} / \sigma'_v}$$

se $F > 1,0$ il deposito viene considerato non liquefacibile.

Nel caso in esame i valori della verifica alla liquefazione sono stati ottenuti con il calcolo automatico e riportati nell'ultima colonna del grafico inerente alle prove penetrometriche della relazione geologica. Si è utilizzato una accelerazione massima al suolo di 0,25 g. Dalla verifica non risultano livelli liquefacibili.

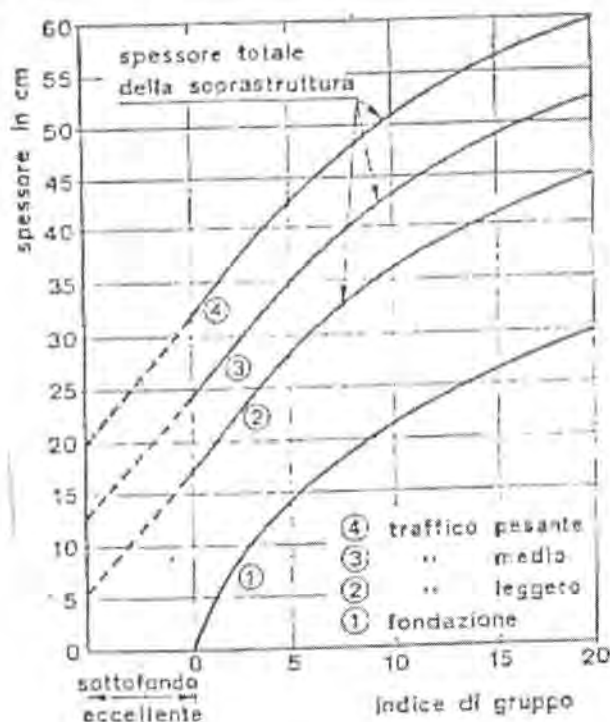
10. STRADE E PARCHEGGI

Per il dimensionamento delle strutture di strade e parcheggi (metodi semiempirici per il calcolo delle pavimentazioni flessibili), dovranno essere utilizzati dati di laboratorio del terreno in situ (previa asportazione del terreno agrario). Uno di questi metodi è basato sulla determinazione dell'Indice di Gruppo (I.G.) del terreno che costituisce il sottofondo. Con l'I.G. la terra è definita da un numero che considera la composizione granulometrica, il limite di liquidità e l'indice di plasticità.

Precisamente si chiama Indice di Gruppo di una terra il valore assunto dall'espressione:

$$IG = 0,2a + 0,005ac + 0,01bd$$

Il calcolo dello spessore, al solito, viene eseguito mediante dei diagrammi, dovuti a D.J. Dteele. Lo studio di Stelle è stato fatto nella condizione che il piano di sottofondo sia compattato al 95% della massima densità A.A.S.H.T.O. Stand. E la fondazione al 100; inoltre che il piano di posa della pavimentazione sia sufficientemente al di sopra della falda freatica ed il terreno sufficientemente drenato. Per il calcolo degli spessori si potrà utilizzare il sottostante diagramma di Steel.



Lo spessore del solo strato di fondazione può ricavarsi usando la formula:

$$s = 11/14 \times IG - 1/16 \times IG^2$$

Dalle esperienze personali per questo tipo di terreni si potrà adottare il seguente pacchetto stradale:

- 40 cm di fondazione in misto granulometrico
- 20 cm di stabilizzato
- 10 cm di Bynder
- 4 cm di tappetino di usura.

11. CONCLUSIONI

Nella presente relazione sono state messe in evidenza le caratteristiche geomorfologiche, litologiche e idrogeologiche dell'area in oggetto e di un suo adeguato intorno. In particolare è stata svolta un'analisi geotecnica per verificare l'edificabilità di massima e per valutare la vulnerabilità sismica dei terreni di fondazione.

Analizzando i diversi aspetti sono emersi le seguenti caratteristiche così sintetizzabili:

- L' area in oggetto sono collocate in zona di pianura ad una quota s.l.m. di circa metri 1.30.
- La falda freatica è individuata ad una profondità media di 1,50÷1,60 m dal piano campagna, Il suo assetto idrodinamico non sarà modificato in quanto i progetti esecutivi prevedono la realizzazione di piani interrati che raggiungono la profondità di circa 2,00 m dal p.c. attuale e pertanto è previsto un abbassamento momentaneo, per il getto delle fondazioni, di circa 50 cm in periodi meno favorevoli.
- Dal punto di vista geotecnico, dall'esame della successione litologica ricostruita tramite l'indagine geognostica, si è rilevata la presenza di terreni con buone caratteristiche geomeccaniche.

A seguito dell'atto regionale di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art.16 comma 1 della L.R. 20/2000 "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio" in merito a Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica approvato con deliberazione dell'Assemblea Legislativa della R.E.R. n 112 del 2/5/2007 e successiva nota regionale di chiarimenti del 22-6-2007:

non si è ritenuto procedere a una analisi approfondita in quanto le aree in oggetto non rientrano in una o più situazioni evidenziate con le lettere a-b-c-d- al punto 4.2; del suddetto atto di indirizzo in quanto le aree non sono interessate a potenziale liquefazione come indicato nella relazione geologica.

Non si sono rilevate aree potenzialmente instabili e aree in cui sono possibili riattivazioni o attivazioni di movimenti franosi e si esclude la presenza di accumuli detritici.

In ultima analisi nell'area in oggetto non è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico.

Si ritiene pertanto di non aver evidenziato situazioni e aspetti predisponenti alla modifica delle caratteristiche del moto sismico tali da verificare effetti locali quali fenomeni di amplificazione o di instabilità dei terreni indagati, ampliando aspetti che comunemente vengono indicati come "pericolosità sismica locale".

Dall'indagine effettuata si può concludere che la litologia dei terreni incontrati non preclude l'edificabilità dell'area.

In conclusione l'indagine realizzata ha verificato la compatibilità di una nuova urbanizzazione con l'assetto ambientale esistente per cui si esprime parere favorevole per le opere di progetto.

Cesena, dicembre 2008

dott. Geologo Borghetti Massimo



Località: Cervia Comparto di scheda E6

Statica n.: 3

Fondazione: continua

profondità fondazione mt.	2	carico di sicurezza Kg/cmq.	1,3
larghezza fondazione mt.	0,90	carico litostatico kg/cmq.	0,18
profondità falda mt.	0	carico effettivo Kg/cmq.	1,12
y terreno (se falda p.c. digitare 0,9 se al piano fondazione 1,9) t/mc.			0,9

cedimento totale cm. 2,45

profondità fondazione mt.	2	carico di sicurezza Kg/cmq.	1,4
larghezza fondazione mt.	0,90	carico litostatico kg/cmq.	0,234
profondità falda mt.	0	carico effettivo Kg/cmq.	1,166
y terreno (se falda p.c. digitare 0,9 se al piano fondazione 1,9) t/mc.			0,9

cedimento totale cm. 2,68

profondità fondazione mt.	2	carico di sicurezza Kg/cmq.	1,5
larghezza fondazione mt.	0,90	carico litostatico kg/cmq.	0,234
profondità falda mt.	0	carico effettivo Kg/cmq.	1,266
y terreno (se falda p.c. digitare 0,9 se al piano fondazione 1,9) t/mc.			0,9

cedimento totale cm. 2,91

Località: Cervia Comparto di scheda E6

Statica n.: 4

Fondazione: continua

profondità fondazione mt.	2	carico di sicurezza Kg/cmq.	1,3
larghezza fondazione mt.	0,90	carico litostatico kg/cmq.	0,18
profondità falda mt.	0	carico effettivo Kg/cmq.	1,12
y terreno (se falda p.c. digitare 0,9 se al piano fondazione 1,9) t/mc.			0,9

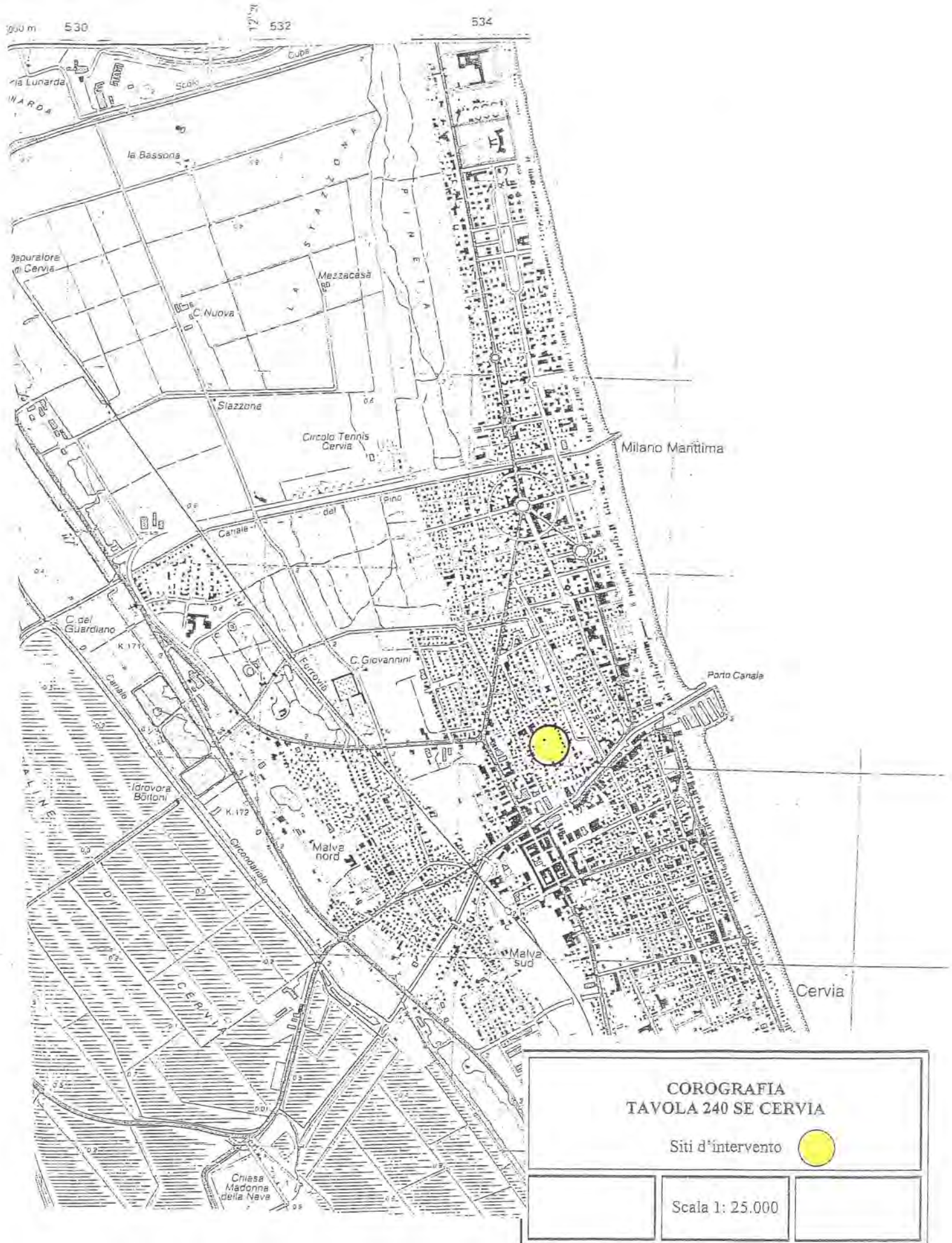
cedimento totale cm. 2,52

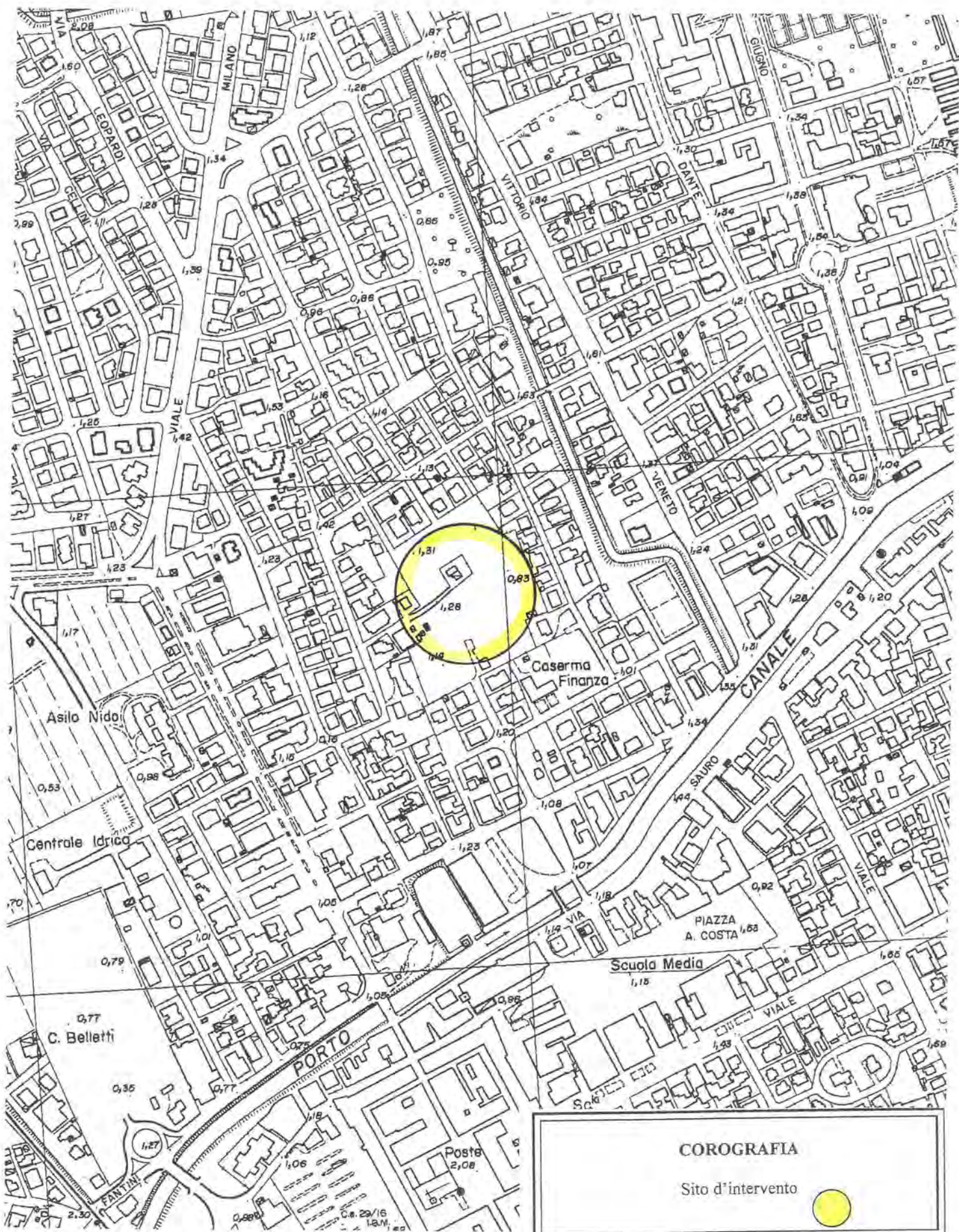
profondità fondazione mt.	2	carico di sicurezza Kg/cmq.	1,4
larghezza fondazione mt.	0,90	carico litostatico kg/cmq.	0,234
profondità falda mt.	0	carico effettivo Kg/cmq.	1,166
y terreno (se falda p.c. digitare 0,9 se al piano fondazione 1,9) t/mc.			0,9

cedimento totale cm. 2,76

profondità fondazione mt.	2	carico di sicurezza Kg/cmq.	1,5
larghezza fondazione mt.	0,90	carico litostatico kg/cmq.	0,234
profondità falda mt.	0	carico effettivo Kg/cmq.	1,266
y terreno (se falda p.c. digitare 0,9 se al piano fondazione 1,9) t/mc.			0,9

cedimento totale cm. 3,00



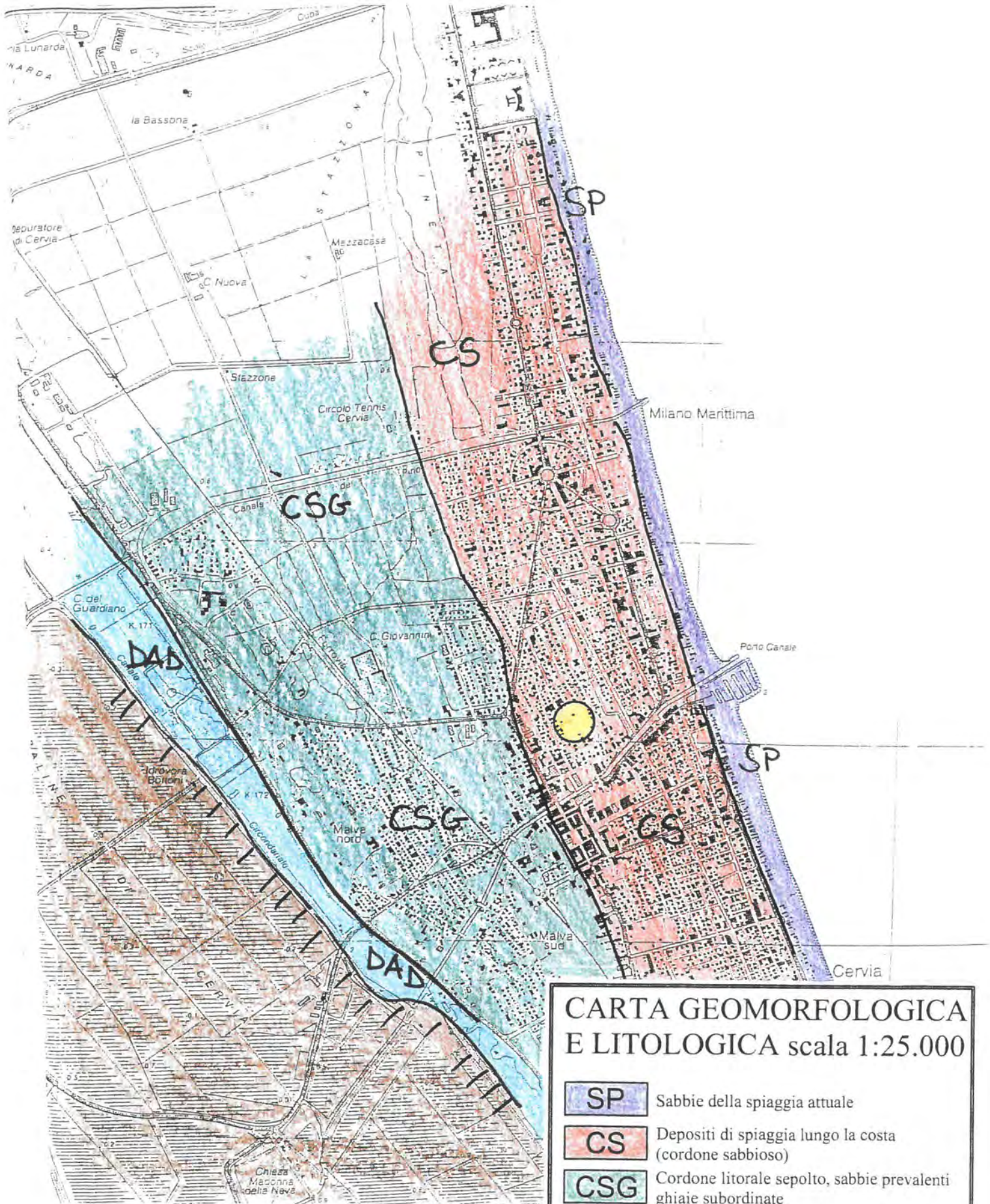


COROGRAFIA

Sito d'intervento

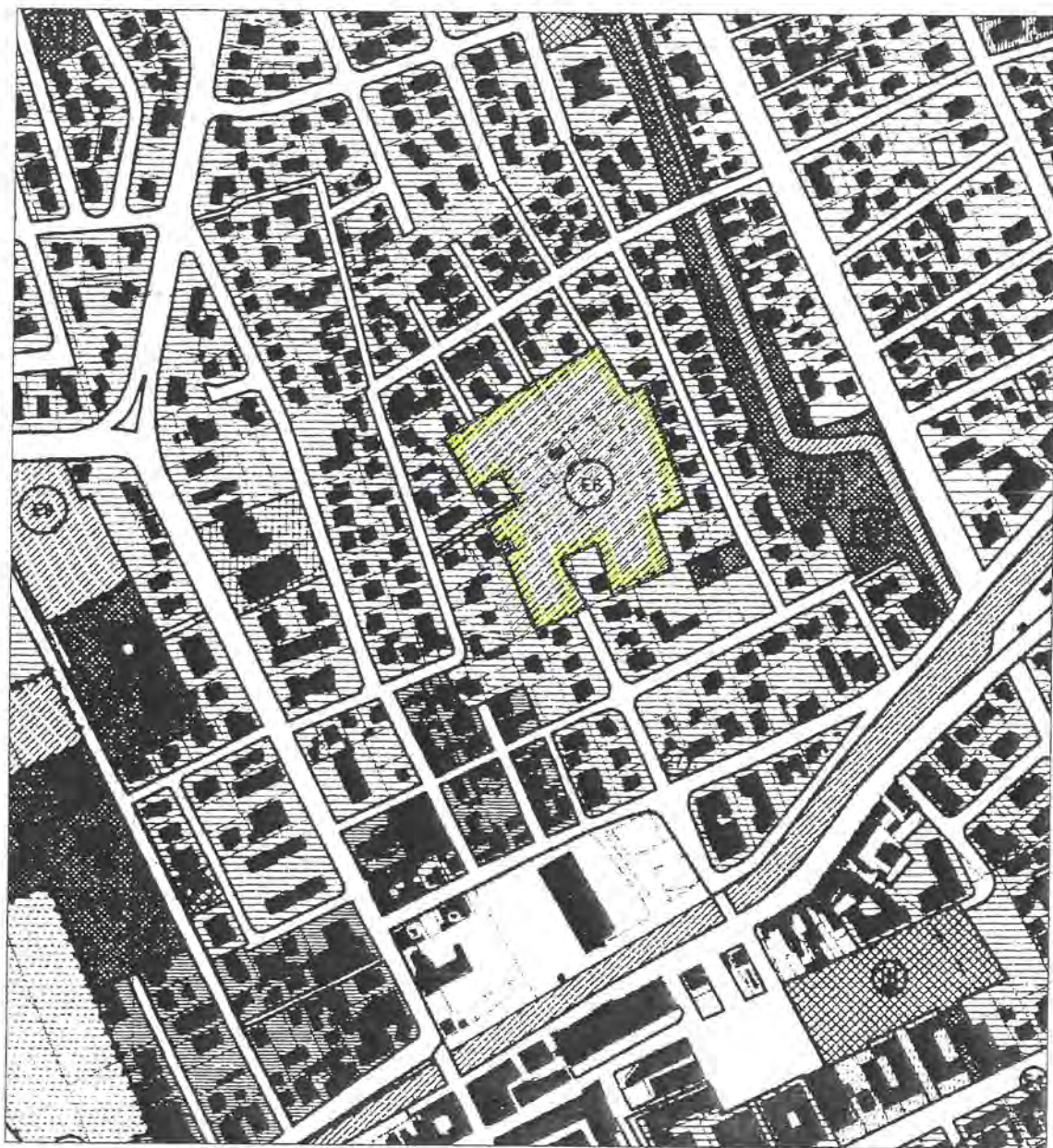


Scala 1: 5.000



CARTA GEOMORFOLOGICA E LITOLOGICA scala 1:25.000

- SP** Sabbie della spiaggia attuale
- CS** Depositi di spiaggia lungo la costa (cordone sabbioso)
- CSG** Cordone litorale sepolto, sabbie prevalenti ghiaie subordinate
- DAD** Depositi alluvionali di decantazione (limi e argille di palude)
- Area sotto il l.m.
- Area di indagine**



STRALCIO DI P.R.G.
SCALA 1:5000





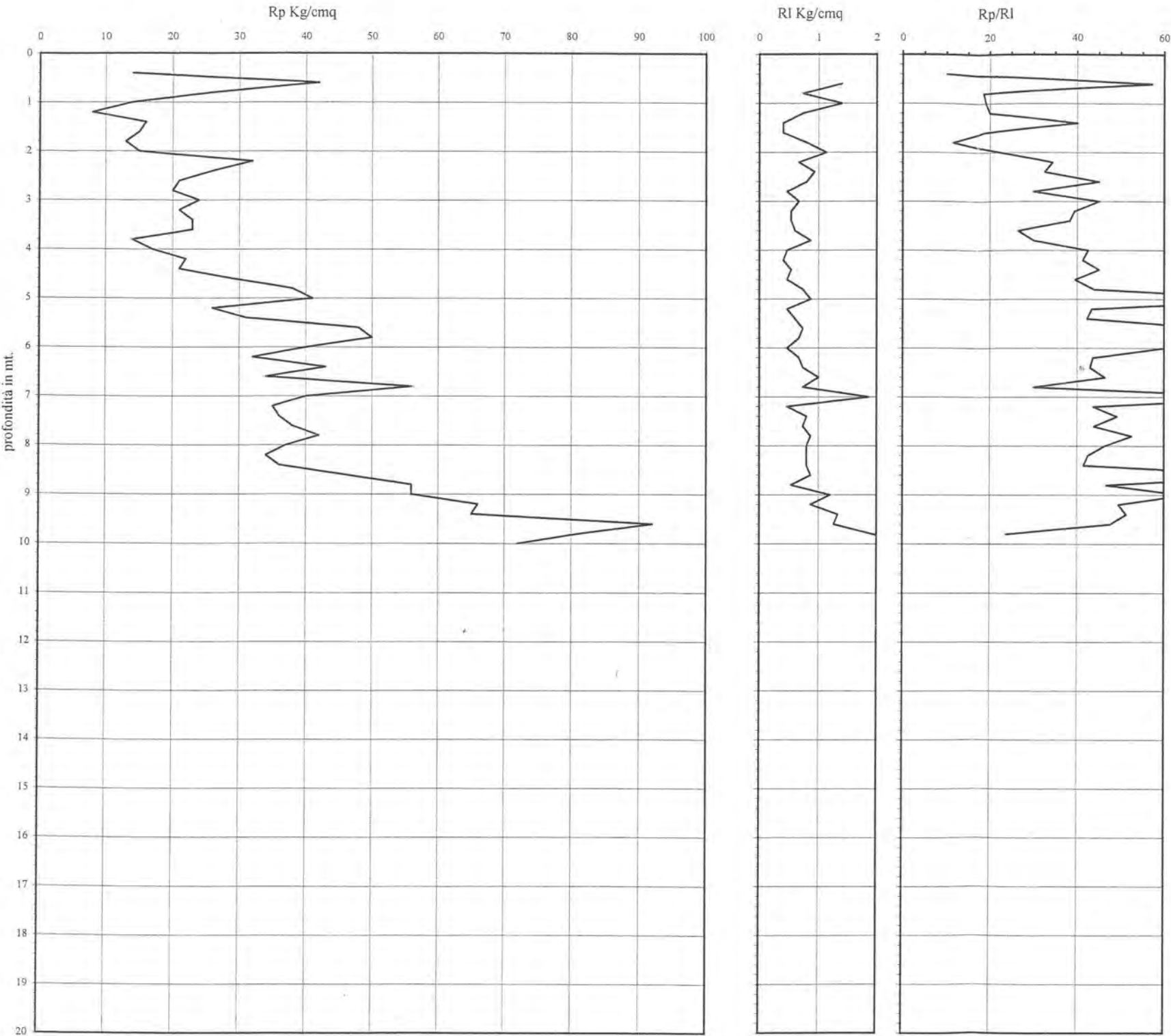
Fg. 26, mappali 391-1017-1018-1087-1932-1933-1985-1986-2068-parte 2162



Prova Penetrometrica Statica

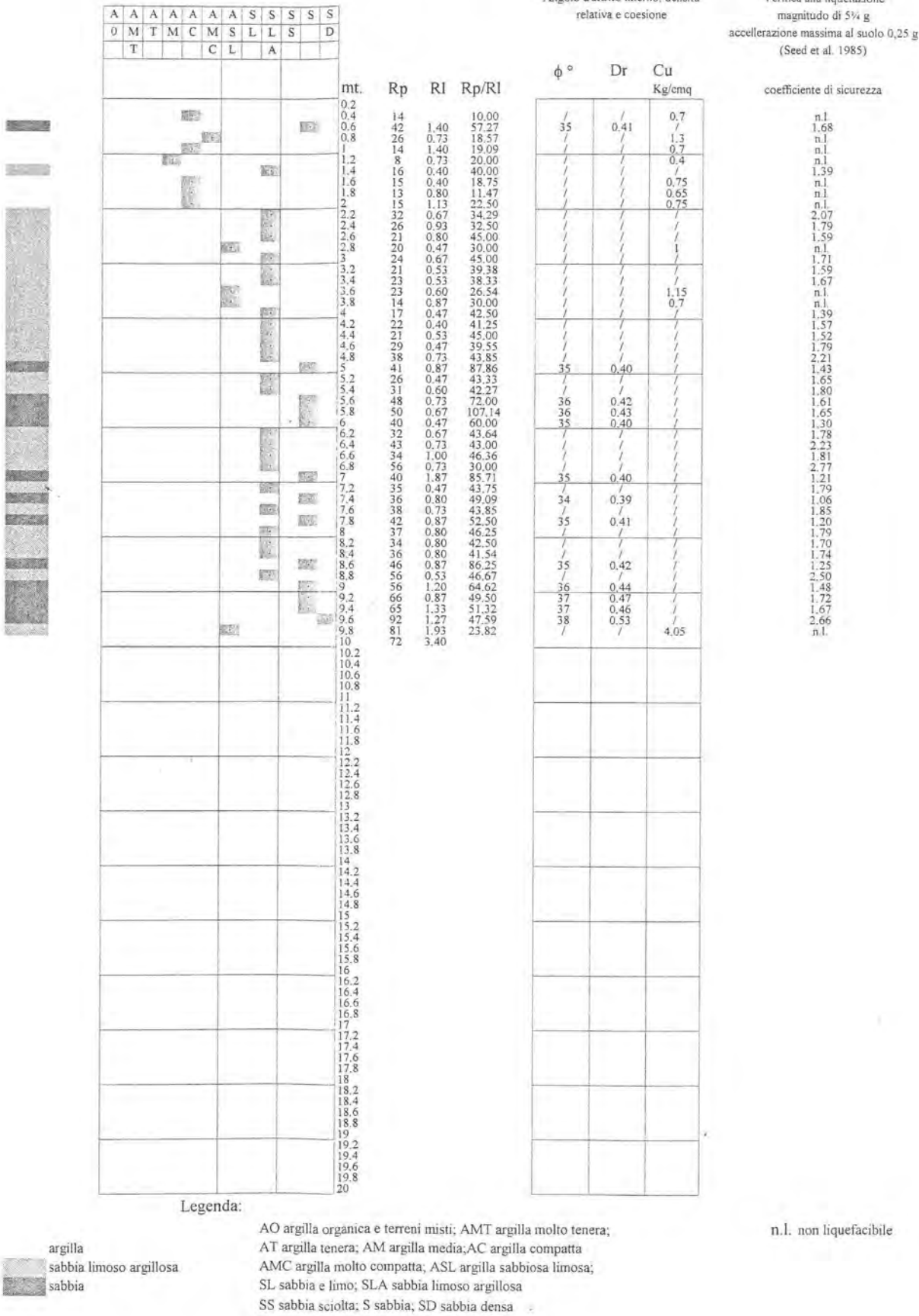
Prova n.: CPT1
Cantiere: Comparto di scheda E6
Data: Dicembre 2008

Quota inizio: piano campagna
Liv.falda: -1,50 mt.
Note:



Caratteristiche strumento: penetrometro statico semovente, 200kN spinta
Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq

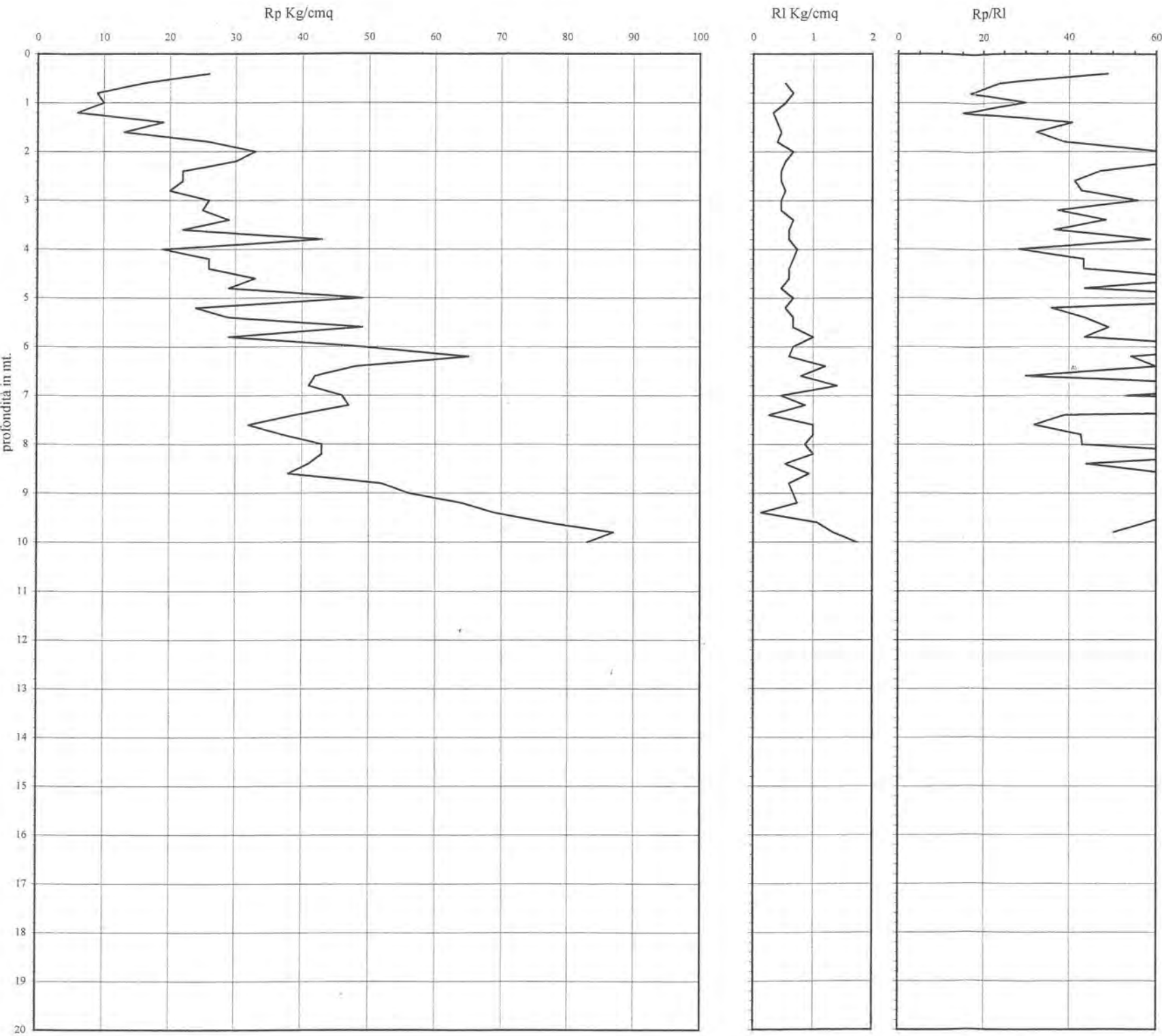
Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



Prova Penetrometrica Statica

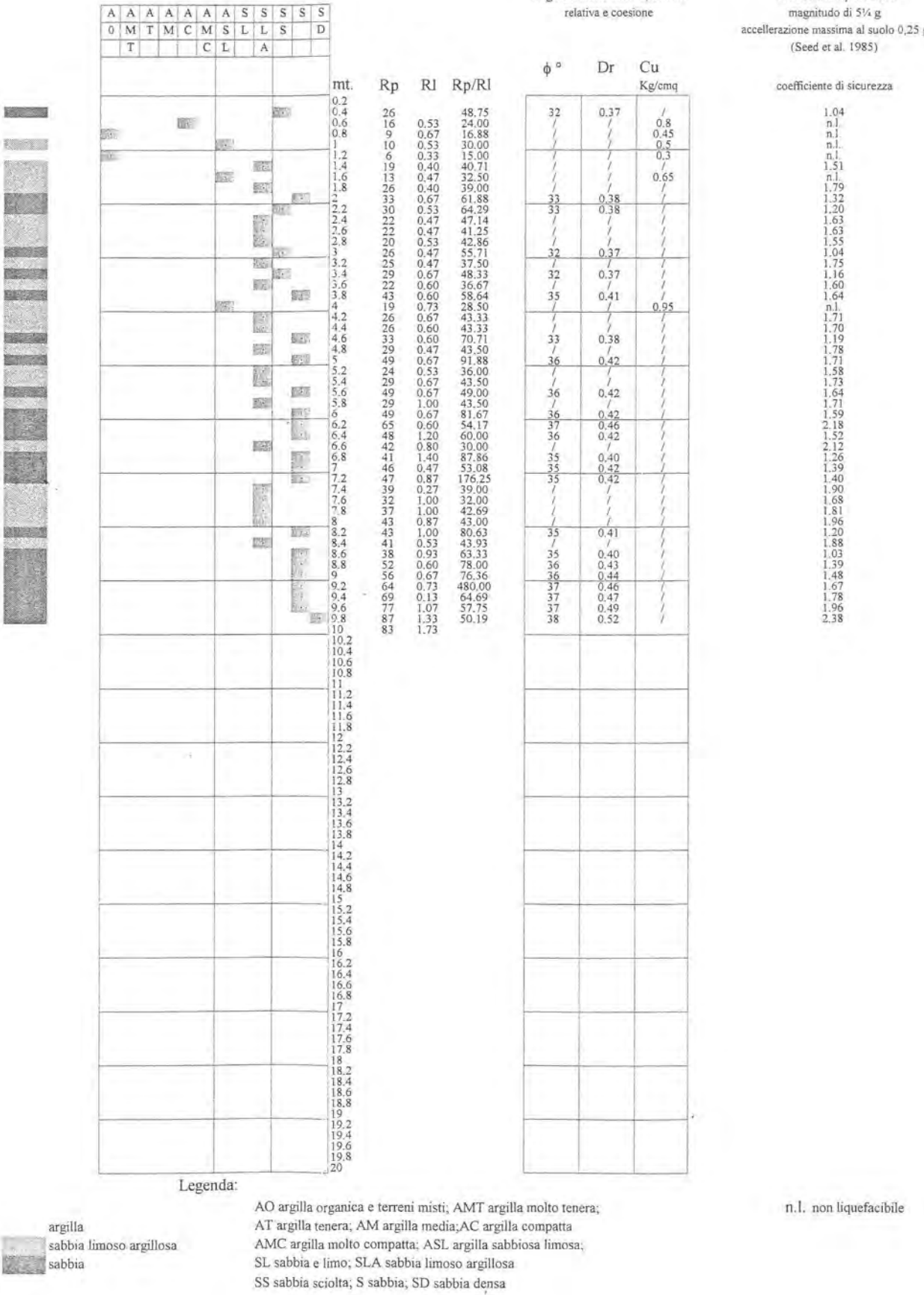
Prova n.: CPT2
Cantiere: Comparto di scheda E6
Data: Dicembre 2008

Quota inizio: piano campagna
Liv.falda: -1,60 mt.
Note:



Caratteristiche strumento: penetrometro statico semovente, 200kN spinta
Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq

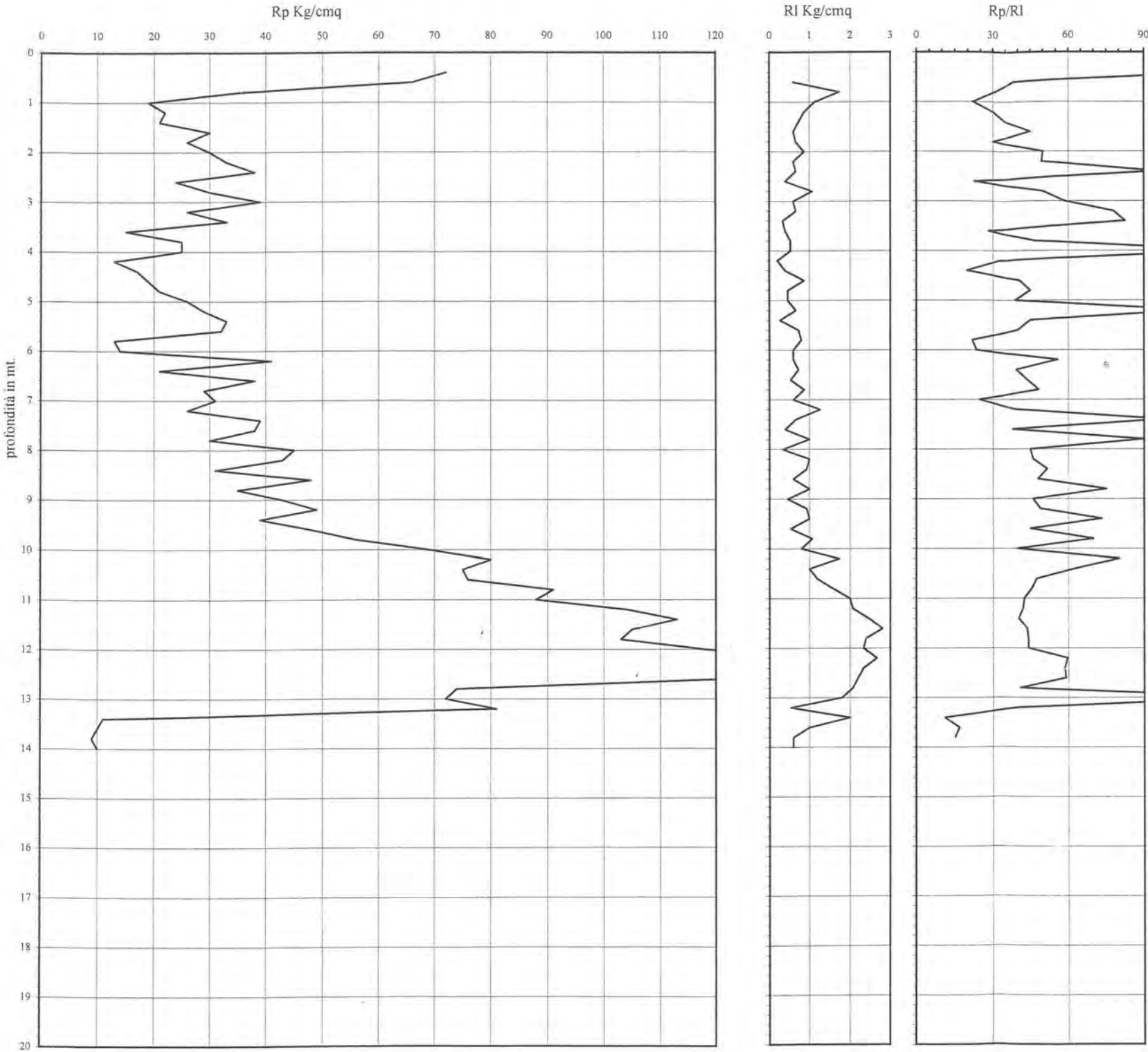
Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPT3
Cantiere: Comparto di scheda E6
Data: Dicembre 2008

Quota inizio: piano campagna
Liv.falda: -1,60
Note:



Caratteristiche strumento penetrometro statico semovente, 200kN spinta
Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)

A A A A A A A S S S S S										Angolo d'attrito interno, densità relativa e coesione				Verifica alla liquefazione magnitudo di 6 g accelerazione massima al suolo 0,25 g (Seed et al. 1985)				
0	M	T	M	C	M	S	L	L	S	D					coefficiente di sicurezza			
T						C	L	A										
										mt.	Rp	RI	Rp/RI	φ °	Dr	Cu Kg/cmq	Nspt	
										0.2	72		120.00	37	0.48	/	18	4.62
										0.4	66	0.60	38.08	/	/	/	16.5	4.62
										0.6	35	1.73	30.88	/	/	0.95	8.75	3.39
										0.8	19	1.13	21.92	/	/	/	n.l.	n.l.
										1	22	0.87	30.00	/	/	1.1	/	n.l.
										1.2	21	0.73	35.00	/	/	/	5.25	2.24
										1.4	30	0.60	45.00	/	/	/	7.5	2.84
										1.6	26	0.67	30.00	/	/	1.3	/	n.l.
										1.8	30	0.87	50.00	33	0.38	/	7.5	1.59
										2	33	0.60	49.50	33	0.38	/	8.25	1.79
										2.2	38	0.67	95.00	33	0.40	/	9.5	2.12
										2.4	24	0.40	22.50	/	/	1.2	/	n.l.
										2.6	30	1.07	50.00	33	0.38	/	7.5	1.59
										2.8	39	0.60	58.50	35	0.40	/	9.75	2.19
										3	26	0.67	78.00	32	0.37	/	6.5	1.32
										3.2	33	0.33	82.50	33	0.38	/	8.25	1.79
										3.4	15	0.40	28.13	/	/	0.75	/	n.l.
										3.6	25	0.53	46.88	/	/	/	6.25	2.43
										3.8	25	0.53	125.00	31	0.36	/	6.25	1.16
										4	13	0.20	32.50	/	/	0.65	/	n.l.
										4.2	17	0.40	19.62	/	/	0.85	/	n.l.
										4.4	19	0.87	40.71	/	/	/	4.75	1.98
										4.6	21	0.47	45.00	/	/	/	5.25	2.08
										4.8	26	0.47	39.00	/	/	/	6.5	2.35
										5	29	0.67	108.75	32	0.37	/	7.25	1.25
										5.2	33	0.27	45.00	/	/	/	8.25	2.71
										5.4	32	0.73	40.00	/	/	/	8	2.62
										5.6	13	0.80	21.67	/	/	0.65	/	n.l.
										5.8	14	0.60	23.33	/	/	0.7	/	n.l.
										6	41	0.60	55.91	35	0.40	/	10.25	1.78
										6.2	21	0.73	39.38	/	/	/	5.25	1.94
										6.4	38	0.53	43.85	/	/	/	9.5	2.81
										6.6	29	0.87	48.33	32	0.37	/	7.25	1.07
										6.8	31	0.60	24.47	/	/	1.55	/	n.l.
										7	26	1.27	39.00	/	/	/	6.5	2.13
										7.2	39	0.67	97.50	35	0.40	/	9.75	1.50
										7.4	38	0.40	38.00	/	/	/	9.5	2.68
										7.6	30	1.00	90.00	33	0.38	/	7.5	1.02
										7.8	45	0.33	45.00	/	/	/	11.25	2.93
										8	43	1.00	46.07	/	/	/	10.75	2.84
										8.2	31	0.93	51.67	33	0.38	/	7.75	1.01
										8.4	48	0.60	48.00	36	0.42	/	12	1.76
										8.6	35	1.00	75.00	34	0.39	/	8.75	1.15
										8.8	43	0.47	46.07	/	/	/	10.75	2.73
										9	49	0.93	49.00	36	0.42	/	12.25	1.72
										9.2	39	1.00	73.13	35	0.40	/	9.75	1.26
										9.4	48	0.53	45.00	/	/	/	12	2.87
										9.6	56	1.07	70.00	36	0.44	/	14	1.93
										9.8	69	0.80	39.81	/	/	/	17.25	4.62
										10	80	1.73	80.00	38	0.50	/	20	2.86
										10.2	75	1.00	62.50	37	0.49	/	18.75	2.61
										10.4	76	1.20	47.50	37	0.49	/	19	2.62
										10.6	91	1.60	45.50	/	/	/	22.75	4.62
										10.8	88	2.00	42.58	/	/	/	22	4.62
										11	104	2.07	42.16	/	/	/	17.333	4.62
										11.2	113	2.47	40.36	/	/	/	18.833	4.62
										11.4	105	2.80	43.75	/	/	/	17.5	4.62
										11.6	103	2.40	44.14	/	/	/	17.167	4.62
										11.8	118	2.33	44.25	/	/	/	19.667	4.62
										12	139	2.67	59.57	41	0.65	/	23.167	4.62
										12.2	129	2.33	58.64	41	0.62	/	21.5	4.62
										12.4	122	2.20	59.03	40	0.61	/	20.333	4.62
										12.6	74	2.07	41.11	/	/	/	18.5	3.95
										12.8	72	1.80	135.00	37	0.48	/	18	2.13
										13	81	0.53	40.50	/	/	/	20.25	4.62
										13.2	11	2.00	11.00	/	/	0.55	/	n.l.
										13.4	10	1.00	16.67	/	/	0.5	/	n.l.
										13.6	9	0.60	15.00	/	/	0.45	/	n.l.
										13.8	10	0.60						n.l.
										14								
										14.2								
										14.4								
										14.6								
										14.8								
										15								
										15.2								
										15.4								
										15.6								
										15.8								
										16								
										16.2								
										16.4								
										16.6								
										16.8								
										17								
										17.2								
										17.4								
										17.6								
										17.8								
										18								
										18.2								
										18.4								
										18.6								
										18.8								
										19								
										19.2								
										19.4								
										19.6								
										19.8								
										20								

Legenda:

- argilla
- sabbia limoso argillosa
- sabbia
- AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
- AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
- AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
- SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
- SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

n.l. non liquefacibile

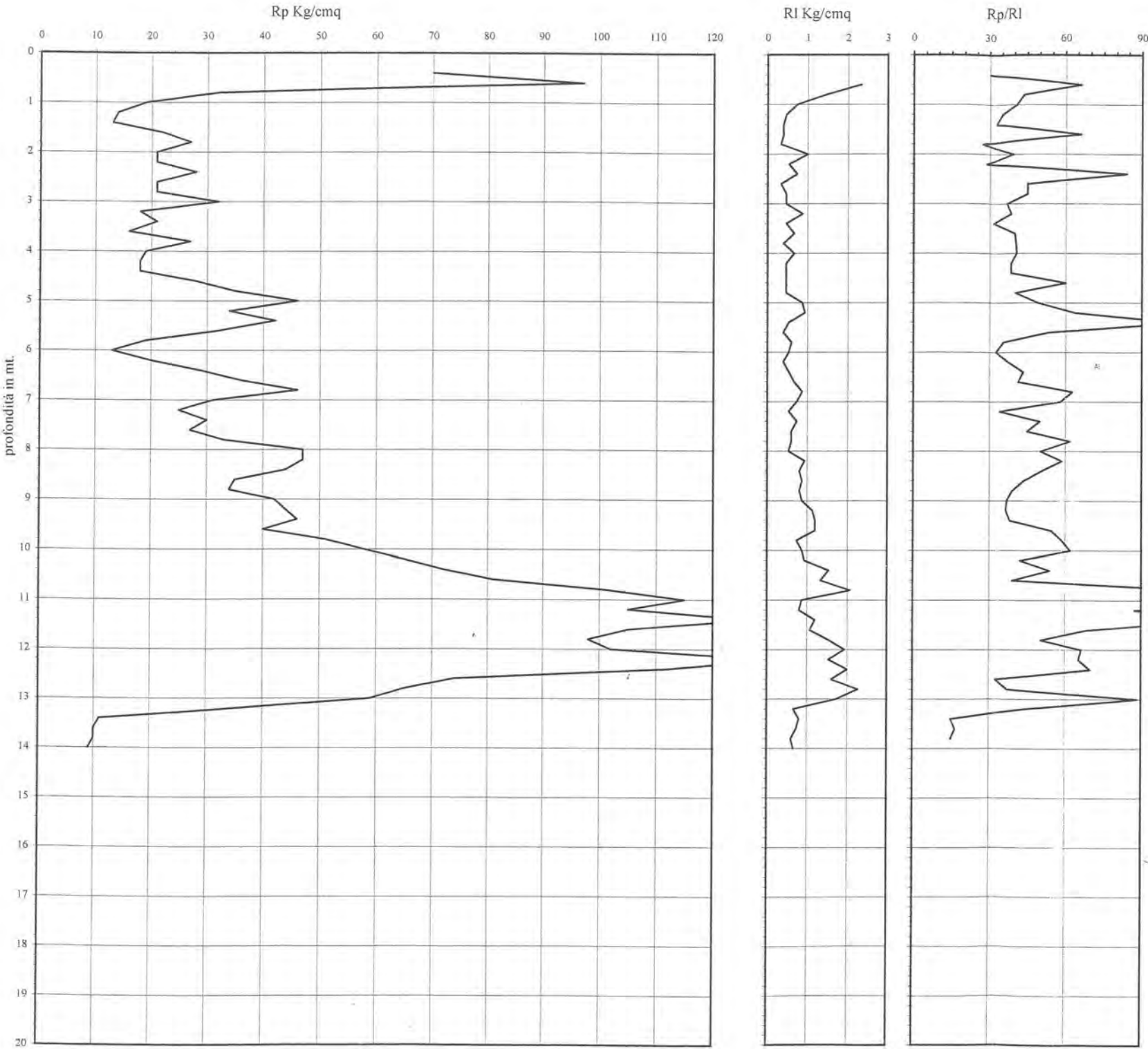
Cu media Kg/cmq 0,861538 12,009 Nspt media n. colpi

Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPT4
Cantiere: Comparto di scheda E6
Data: Dicembre 2008

Quota inizio: piano campagna
Liv.falda: non rilevabile
Note:

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



Caratteristiche strumento: penetrometro statico semovente, 200kN spinta
Punta meccanica tipo Begemann - manico laterale superficie 150 cmq

Angolo d'attrito interno, densità relativa e coesione										Verifica alla liquefazione	
										magnitudo di 6 g	
										accelerazione massima al suolo 0,25 g	
										(Seed et al. 1985)	
										coefficiente di sicurezza	

COMUNE DI CERVIA
Provincia di Ravenna

Colavito- Impresa Zagaglia s.r.l.
Quattro erre s.r.l. e altri

PROGETTO DI PIANO URBANISTICO RELATIVO AL
COMPARTO DI SCHEDA E6, SITO IN CERVIA SU
AREE EX ART.32 N.T.A.

RELAZIONE GEOLOGICA
INTEGRAZIONE

APPROVATO

Atto di C.C. n° 19
del 24.03.2010

ELABORATO CON PRESCRIZIONI
riportate nella convenzione urbanistica
all'articolo 3

DOTT. GEOLOGO BORGHETTI MASSIMO

Via Tiberti 21 47023 Cesena FC tel 0547 / 29376

Cesena APRILE 2009



Il tecnico

APPROVAZIONE

PROGETTO DI PIANO URBANISTICO RELATIVO AL COMPARTO DI SCHEDA E6, SITO IN CERVIA SU AREE EX ART.32 N.T.A.

INTEGRAZIONE ALLA RELAZIONE GEOLOGICA

Con la presente si integra la relazione geologica relativa al comparto suindicato datata dicembre 2008 e si specifica quanto segue;

sono state eseguite all'interno del comparto N 4 penetrometrie statiche ubicate come da planimetria allegata, in generale analizzando i risultati è emersa una buona correlazione tra le penetrometrie eseguite a suo tempo (bibliografia interna) e una certa omogeneità litologica del comparto studiato, dove si conferma la presenza del cordone sabbioso sino alla quota orientativa di 14.00 mt dal p.c.

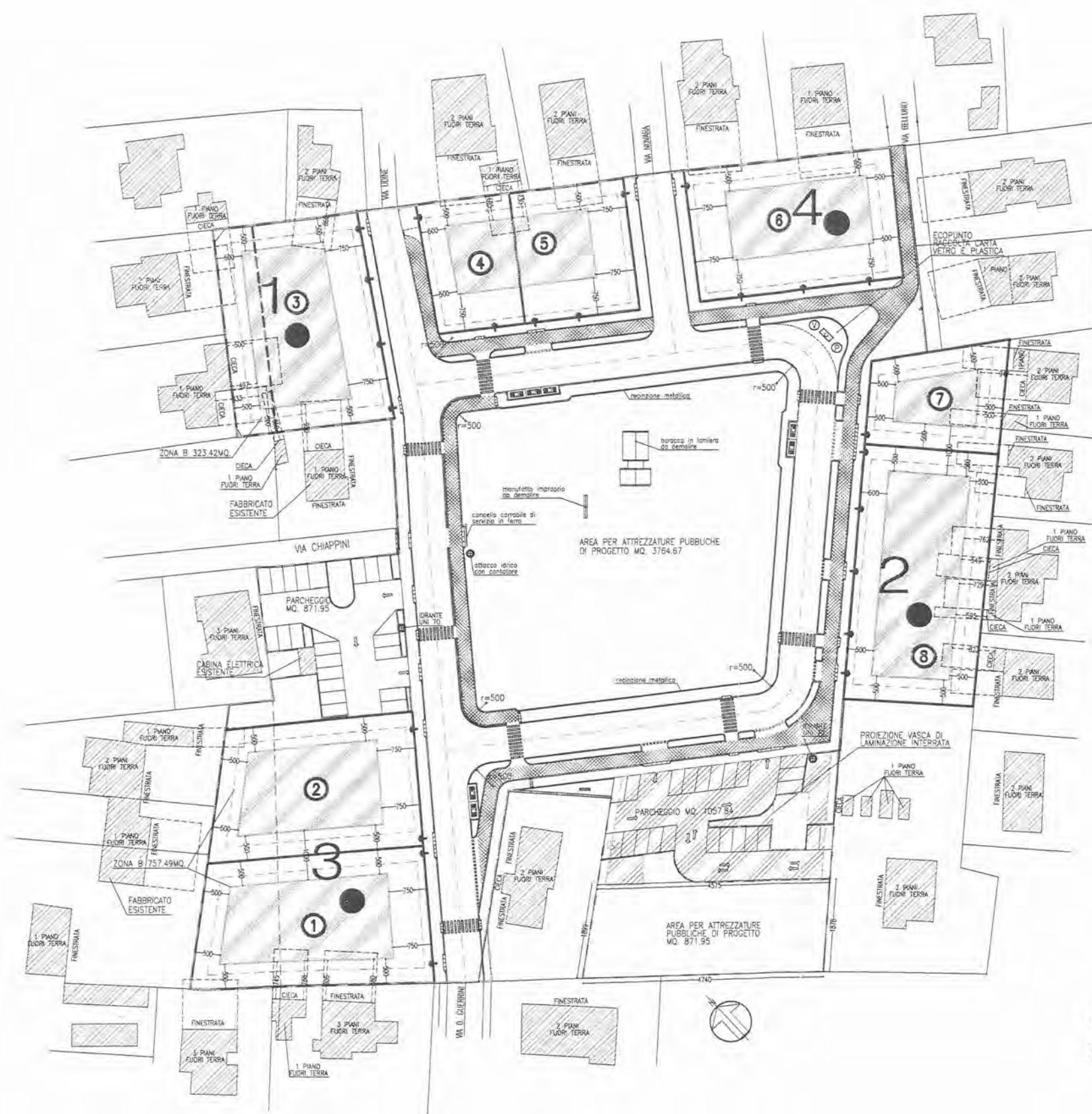
La falda idrica risulta attestata a circa 1.00 mt dal p.c. e si presume, visto il periodo del rilievo e la forte piovosità del periodo, sia attestata al suo massimo ravvenamento.

Dalle verifiche eseguite riguardo alla potenziale liquefazione delle sabbie non risultano livelli liquefacibili (ultima colonna delle penetrometrie) per cui in conclusione, dal punto di vista litologico, geotecnico ed idrogeologico si conferma quanto descritto e previsto nell'indagine a suo tempo presentata.

Cesena aprile 2009

dott.geol.Borghetti Massimo



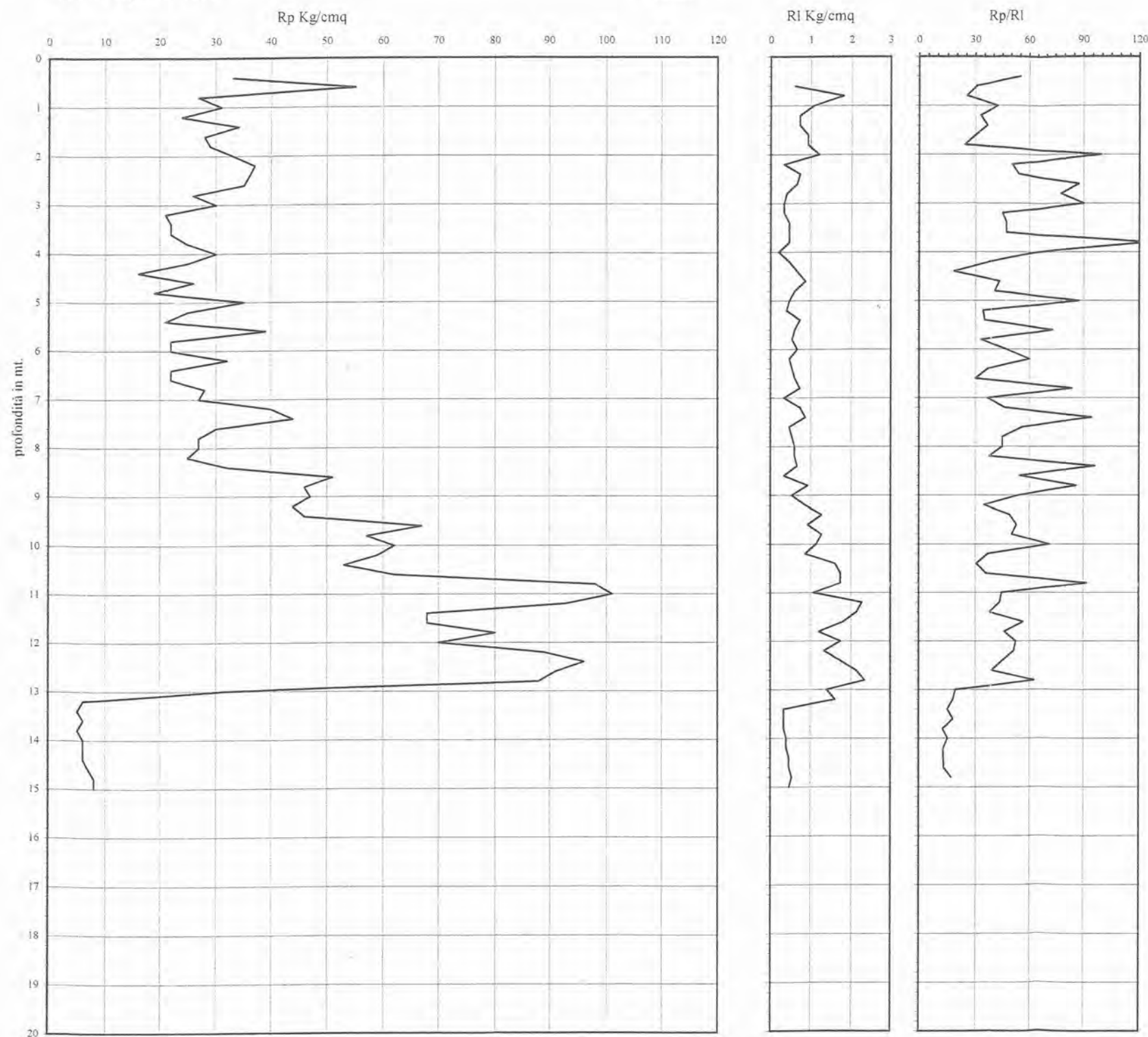


UBICAZIONE PENETROMETRIE ●
scala 1:1000

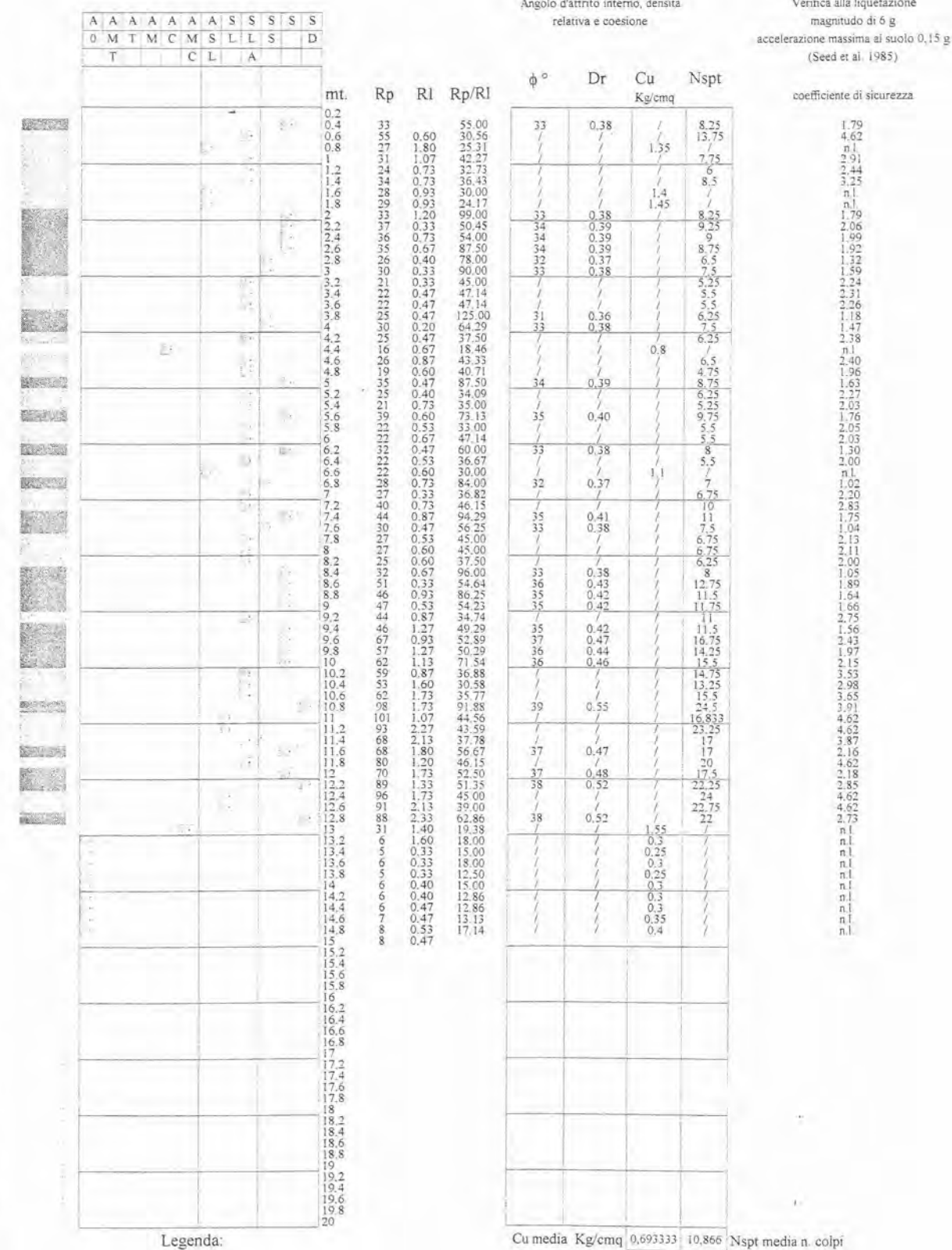
Prova n.: CPT1
Cantiere: Cervia (RA) - via Chiappini
Data: Aprile 2009

Quota inizio: piano campagna
Liv.falda: -0,80 mt.
Note:

INTERGEO S.r.l. - Servizi Geologici
Via Rancaglia, 37 - 47899 Serravalle - RSM
www.intergeosm.com info@intergeosm.com



Caratteristiche strumento: penetrometro statico semovente, 200kN spinta
Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq



argilla
sabbia limoso argillosa
sabbia

AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

n.l. non liquefacibile

Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPT2

Cantiere: Cervia (RA) - via Chiappini

Data: Aprile 2009

Quota inizio: piano campagna

Liv.falda: -1,10 mt.

Note:

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)

INTERGEO S.r.l. - Servizi Geologici

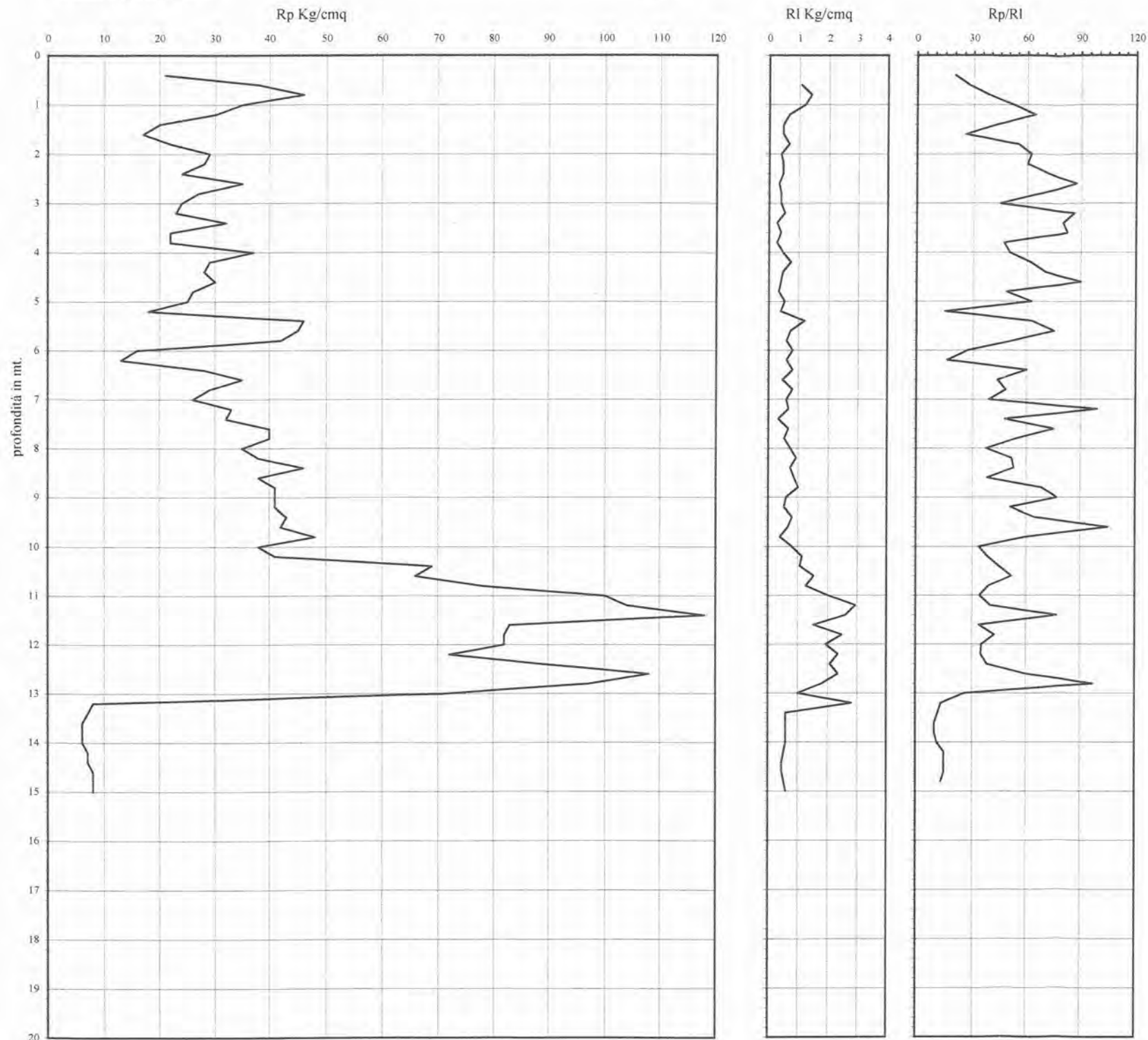
Via Rancaglia, 37 47899 Serravalle - RSM

www.intergeosm.com info@intergeosm.com

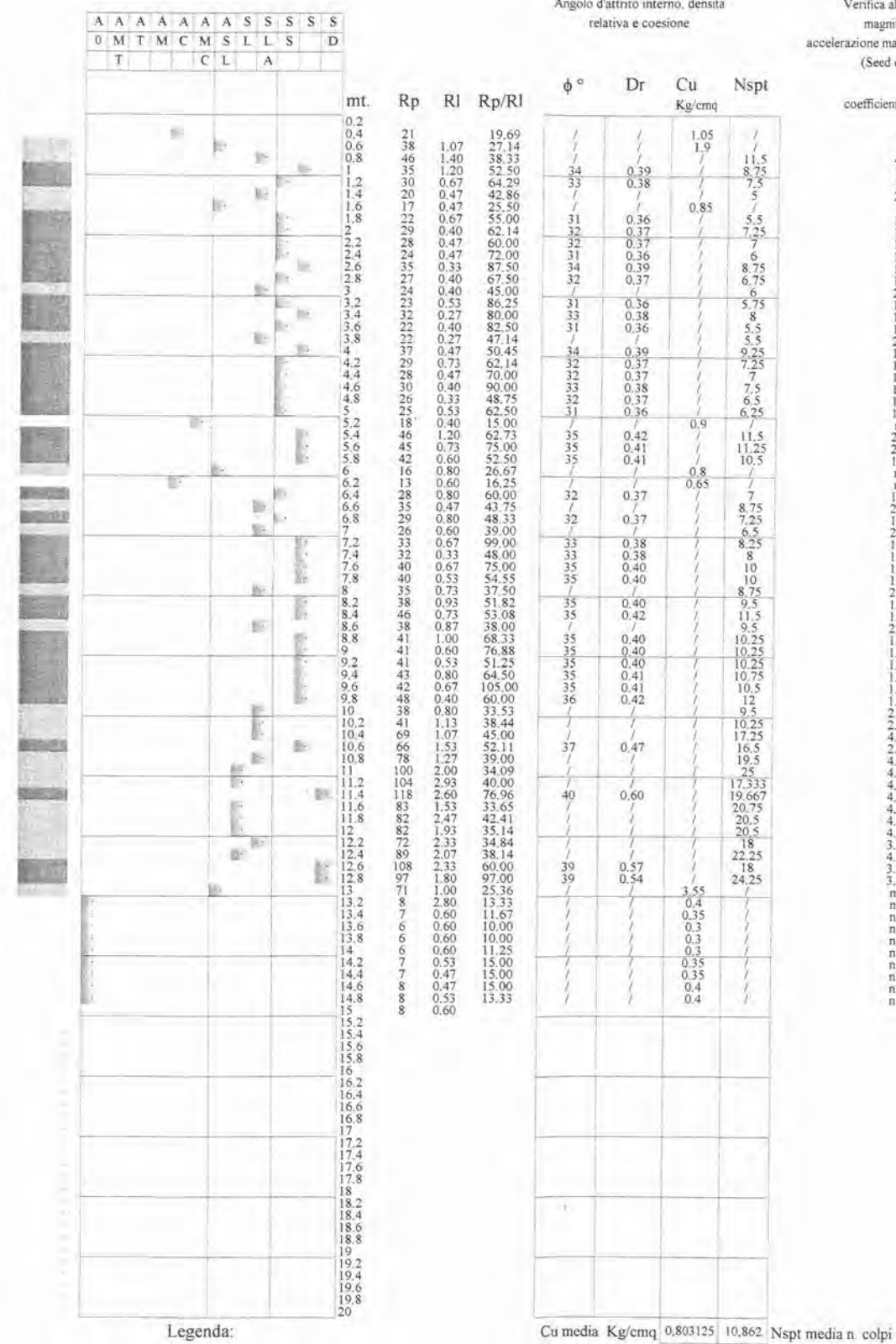
Angolo d'attrito interno, densità
relativa e coesione

Verifica alla liquefazione
magnitudo di 6 g
accelerazione massima al suolo 0,15 g
(Seed et al. 1985)

coefficiente di sicurezza



Caratteristiche strumento: penetrometro statico semovente, 200kN spinta
Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq



Legenda:

Cu media Kg/cmq	0,803125	10,862	Nspt media n. colpi
-----------------	----------	--------	---------------------

argilla
sabbia limoso argillosa
sabbia

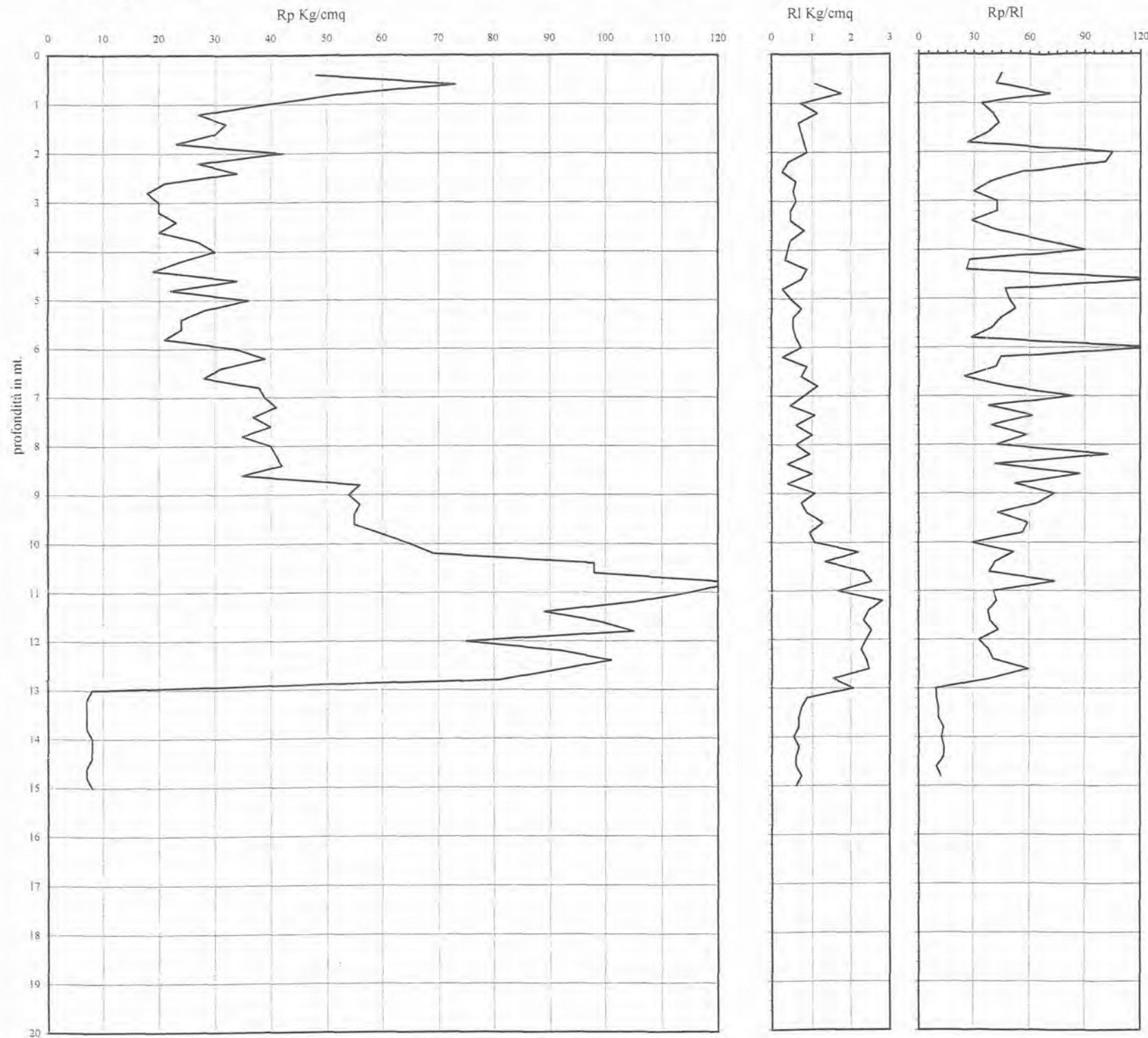
AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

n.l. non liquefacibile

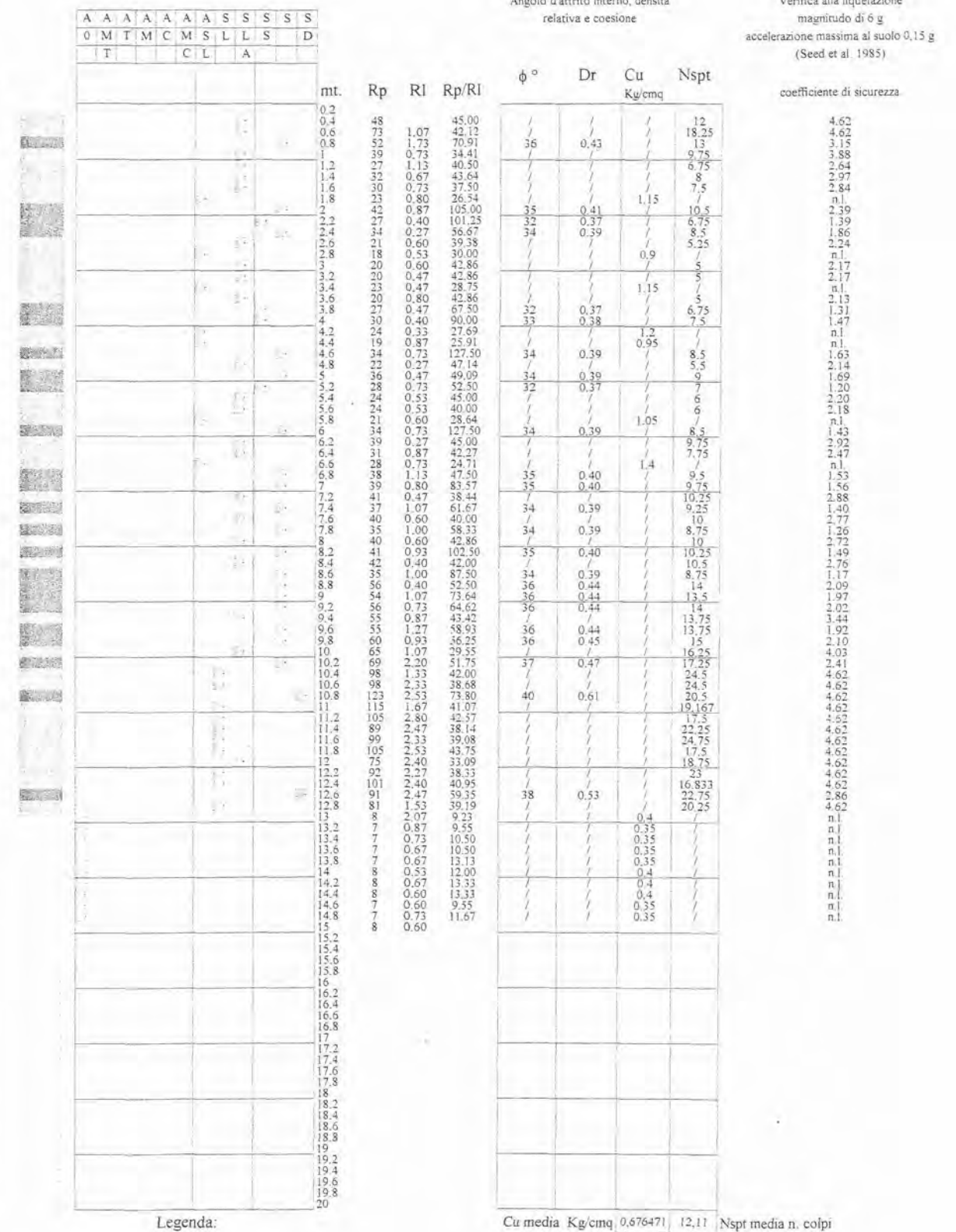
Prova n.: CPT3
Cantiere: Cervia (RA) - via Chiappini
Data: Aprile 2009

Quota inizio: piano campagna
Liv.falda: -0,90 mt.
Note:

INTERGEO S.r.l. - Servizi Geologici
Via Rancaglia, 37 47899 Serravalle - RSM
www.intergeosm.com info@intergeosm.com



Caratteristiche strumento: penetrometro statico semovente, 200kN spinta
Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq



argilla
sabbia limoso argillosa
sabbia

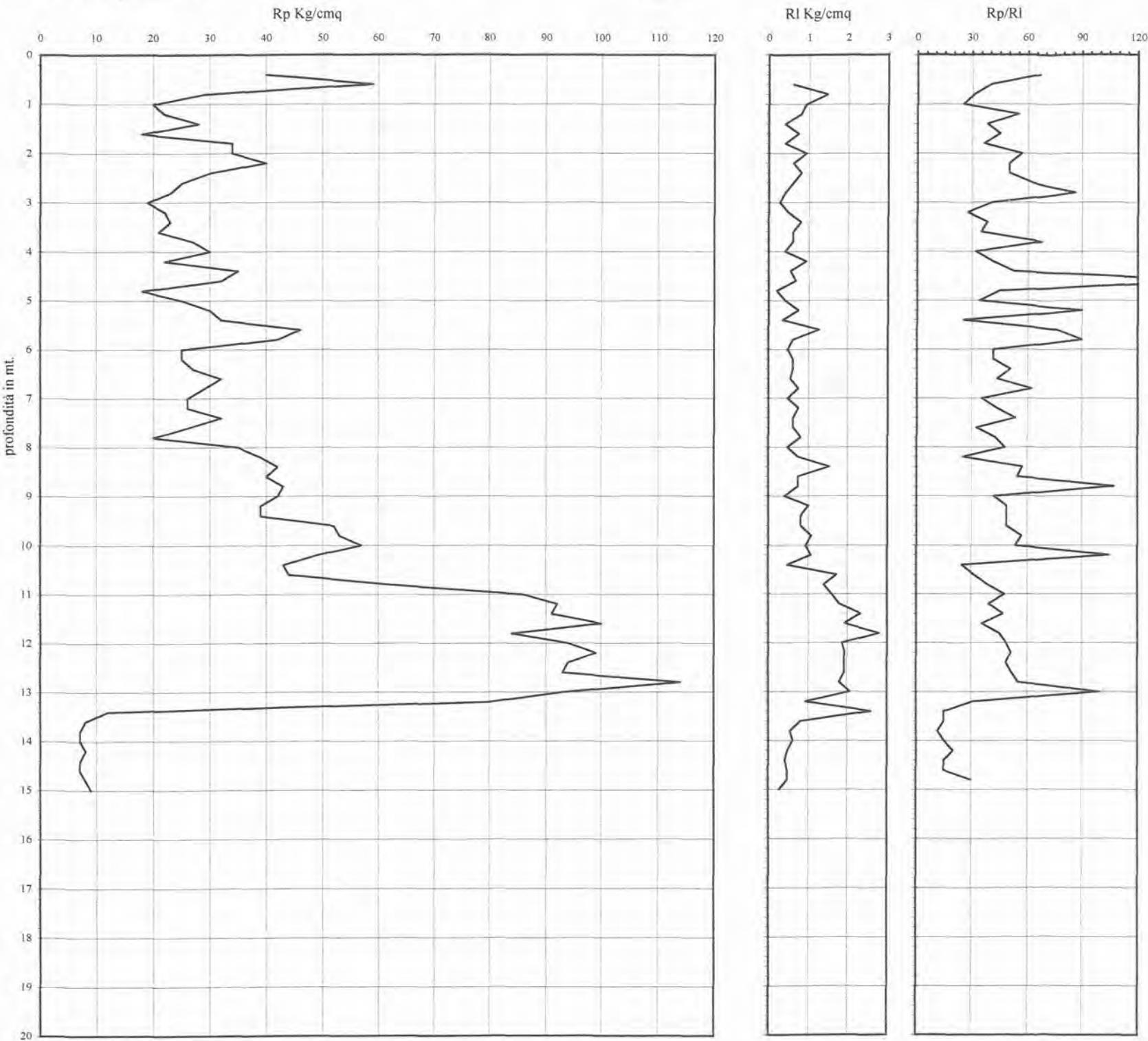
AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

n.l. non liquefacibile

Prova Penetrometrica Statica

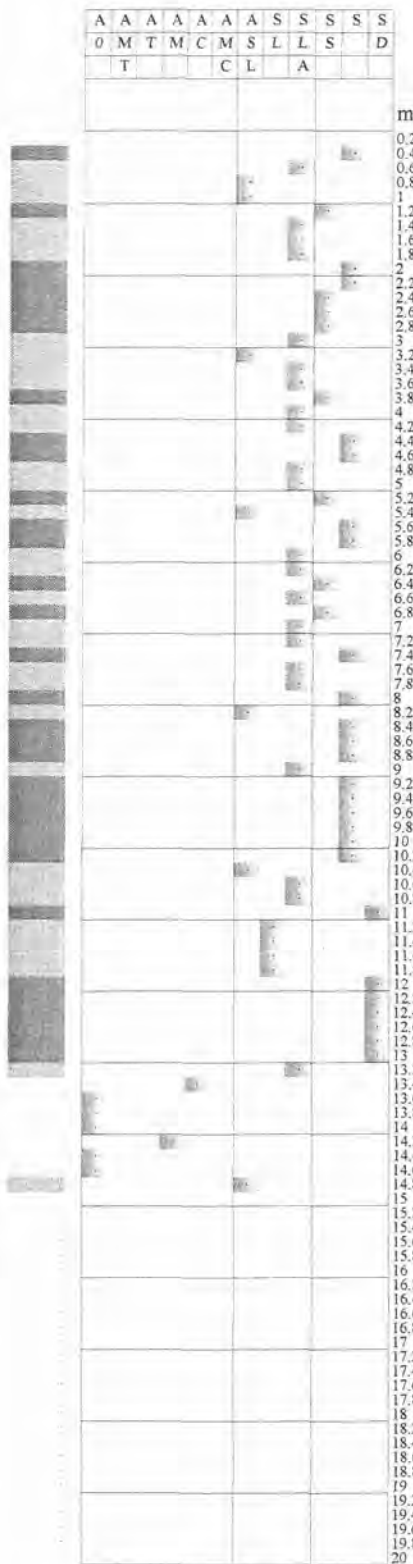
Prova n.: CPT4
Cantiere: Cervia (RA) - via Chiappini (Scheda E6)
Data: Aprile 2009

Quota inizio: piano campagna
Liv.falda: -1,10 mt.
Note:



Caratteristiche strumento: penetrometro statico semovente, 200kN spinta
Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



Legenda:

- argilla
- sabbia limoso argillosa
- sabbia

AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

INTERGEO S.r.l. - Servizi Geologici
Via Rancaglia, 37 47899 Serravalle - RSM
www.intergeosm.com info@intergeosm.com

Angolo d'attrito interno, densità
relativa e coesione

Verifica alla liquefazione
magnitudo di 6 g
accelerazione massima al suolo 0,15 g
(Seed et al 1985)

φ °	Dr	Cu Kg/cmq	Nspt
35	0.40	1.45	10
31	0.36		5.5
34	0.39		10
33	0.38		7.5
31	0.36		6.25
31	0.36		5.75
32	0.37		6.75
34	0.39		8.75
33	0.38		4.5
33	0.38		7.5
35	0.41	1.6	11.5
35	0.41		10.5
35	0.41		10.75
35	0.41		10.5
35	0.41		9.75
35	0.41		9.75
36	0.43		13.25
36	0.44		14.25
36	0.42	2.15	12.25
38	0.52		23
38	0.54		22.75
38	0.55		25
38	0.54		23.5
38	0.53		23.25
40	0.59		19
38	0.53		23.25
		0.6	20
		0.4	
		0.35	
		0.35	
		0.4	

coefficiente di sicurezza

- 2.26
- 4.62
- n.l.
- n.l.
- 1.06
- 2.71
- 2.04
- 3.25
- 1.86
- 2.26
- 1.59
- 1.26
- 1.12
- 2.11
- 2.37
- 2.20
- 5.25
- 6.75
- 7.5
- 2.20
- 1.72
- 1.51
- 1.90
- 2.30
- 1.31
- n.l.
- 2.15
- 1.90
- 2.19
- 2.17
- 1.01
- 2.50
- 1.07
- 2.15
- 2.13
- 1.16
- 2.10
- 1.79
- 1.24
- n.l.
- 1.51
- 1.40
- 1.51
- 2.69
- 1.28
- 1.26
- 1.79
- 1.81
- 1.94
- 1.59
- n.l.
- 2.59
- 3.60
- 2.90
- 4.62
- 4.62
- 4.62
- 4.62
- 3.17
- 3.47
- 3.03
- 2.89
- 4.62
- 2.88
- 4.62
- n.l.
- n.l.
- n.l.
- n.l.
- n.l.
- n.l.
- n.l.

Cu media Kg/cmq 0,889286 11,125 Nspt media n. colpi

n.l. non liquefacibile