



COMUNE di BUSSETO

REALIZZAZIONE del TRONCO STRADALE di COLLEGAMENTO

tra la S.P. n. 588 "DEI DUE PONTI e S.P. n.94 "BUSSETO - POLESINE" (TANGENZIALE di BUSSETO 3° STRALCIO)



PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO:
GEOLOGIA

TAV. N.
G.00

TITOLO:
RELAZIONE GEOLOGICA

SCALA
-

AGGIORNAMENTI:

REV.	DATA	DESCRIZIONE
0	Set. 2015	Emissione

PROGETTO MANDATORIA



Società di ingegneria
Str. Cavagnari, 10 - 43126 PARMA - Italy
Tel. 0521/986733 Fax 0521/988836
info@aierre.com

MANDANTI

Dott. Ing. VITTORIO GROPPY
Frazione Petrignacola, 19 - 43021 Corniglio (PR)
Tel. 0521/88209 Fax 0521/888209
v.groppi@virgilio.it

Dott. Geol. LORENZO NEGRI
Via Nedò Nadi, 9/A - 43100 PARMA (PR)
Tel. 0521/244693 Fax 0521/241207
l.negri@geostudiparma.it

CONSULENZE SPECIALISTICHE

ARCHEOLOGIA

ABACUS s.r.l. - Dott.ssa Cristina Anghinetti
Via Emilia Ovest n. 167 - San Pancrazio 43016 Parma
tel./ fax 0521.673108 - P.I. - C.F. 02343500340

RILIEVI TOPOGRAFICI

S.T.TOP s.r.l. Servizi Territoriali e Topografici
Via Ponchielli, 2 - 43011 Busseto (PR)
Tel.0524/91243 - Fax. 0524/930626
info@sstop.191.it

GEO3 s.r.l.

Via Edison Volta, 25/B - 43125 PARMA
Tel.0524 944548
info@geo3srl.it

IL RESPONSABILE DI PROGETTO

Dott. Ing. Francesco Ferrari _____

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Arch. Roberta Minardi _____



Dott. Geol. Lorenzo Negri

	COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI BUSSETO	
DIREZIONE TECNICA NEGRI LORENZO	A CURA DI	Dott. Geol. Lorenzo Negri
	COLLABORATORI	Dott. Geol. Aldo Davolio

ELABORATO: Studio geologico definitivo	
--	--

UBICAZIONE:	Comune di Busseto (PR) – Loc. Capoluogo	
OGGETTO: Realizzazione del tronco stradale di collegamento tra la S.P. n°588 “dei Due Ponti” e la S.P. n°94 “Busseto – Polesine” (Tangenziale di Busseto 3° stralcio).		

Ottobre 2009	DAVOLIO	NEGRI	GEOLOGIA TECNICA
DATA	REDATTO	APPROVATO	ATTIVITA’

FILE					PERCORSO ARCHIVIAZIONE	
DEFINITIVO TANGENZIALE BUSSETO.DOC					3 – AGT	

Dott. Geol. Lorenzo Negri

(iscritto all'ordine dei geologi dell'Emilia-Romagna al n°518)

STUDIO IN PARMA: VIA NEDO NADI, N°9/A – 43122 PARMA P.IVA 02081110344 – C.F. NGR LNZ 62H11 G337C
Tel 0039 521 244693 – Fax 0039 521 241207 Cell.335/8228009 – E-MAIL: l.negri@geostudiparma.it

INDICE ELABORATO

1 – PREMESSA	4
2 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE DI RIFERIMENTO	6
2.1 – Quadro geologico e geomorfologico generale	6
2.2 – Quadro geotettonico regionale	8
2.2.1 – Subsidenza regionale	13
3 – INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO ED IDROGEOMORFOLOGICO	16
3.1 – Inquadramento stratigrafico ed idrogeologico regionale di riferimento	16
3.2 – Il bacino idrogeologico della pianura emiliano-romagnola	18
3.3 – Idrogeologia di dettaglio: identificazione degli acquiferi e alimentazione delle falde	21
3.4 – Assetto litostatimetrico ed idrogeologico locale	23
4 – CLASSIFICAZIONE MACROISMICA E ANALISI DELLA SISMICITA' STORICA	24
5 – INDAGINI GEOGNOSTICHE DIRETTE	28
5.1 – Prove penetrometriche statiche (C.P.T.)	28
5.2 – Prove di laboratorio	29
5.2.1 – Prove di laboratorio di classificazione ed identificazione preliminari	29
6 – CARATTERISTICHE LITOESTRATIMETRICHE E GEOMECCANICHE DEL TERRENO	30
6.1 – Modello litostatimetrico di massima dei terreni di fondazione	30
6.2 – Modello geomeccanico di massima dei terreni di fondazione	30
7 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	33

Tavole allegate:

Tav. 1: Inquadramento geografico generale (stralcio C.T.R. tavola 181-NO “Busseto” – scala 1:25.000);

Tav. 2a: Carta geomorfologica della Pianura Padana (stralcio Carta geomorfologica della Pianura Padana edita dal Ministero dell’Università e della Ricerca scientifica e tecnologica – Comitato Consultivo del C.U.N. n°4 “Scienze della Terra” – 1997 – scala 1:250.000);

Tav.2b: Carta geologica (stralcio della Carta Geologica di Pianura dell’Emilia Romagna – scala 1:250.000);

Tav.2c: Carta Sismotettonica della Regione Emilia – Romagna (stralcio Carta Sismotettonica, edita (2004) dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della R.E.R., e dall’Istituto di Geoscienze e Georisorse, Sezione di Firenze del C.N.R. – scala 1:250.000);

Tav.2d: Modello concettuale dell’acquifero (stralcio della Carta della vulnerabilità degli acquiferi all’inquinamento (1996) tratta da “Quaderni di tecniche di protezione ambientale” n°56 – scala 1:250.000),

Tav. 3: Ubicazione indagini geognostiche (stralcio planimetria di progetto fornita dal progettista – base C.T.R., sezione 181010 “Busseto” – scala 1:4.000),

Tav.4: Correlazioni lito-geomeccaniche interpretative (scala verticale 1:50 – scala orizzontale 1:700).

ALLEGATO n°1:

Prove penetrometriche statiche (C.P.T.)

ALLEGATO n°2:

Certificati di laboratorio

1 – PREMESSA

Il presente studio geologico, redatto per conto e su incarico dell’Amministrazione Comunale di Busseto, nell’ambito del raggruppamento temporaneo formato dalla Ditta A.Ierre Engineering S.r.l., l’Ing. Vittorio Groppi e il Dott. Geol. Lorenzo Negri, in ordine alla *fase definitiva* (propedeutica alla *esecutiva*) della progettazione del costruendo tronco stradale di collegamento tra la S.P. n°588 “dei Due Ponti” e la S.P. n°94 “Busseto – Polesine” (Tangenziale di Busseto 3° stralcio), ha lo scopo di illustrare le risultanze delle indagini geognostiche funzionali a verificare l’assetto litostratimetrico e le caratteristiche geomecaniche di massima dei terreni di fondazione nonché definire, in via preventiva, le condizioni di fattibilità dell’intervento in progetto in rapporto alla natura dei terreni presenti.

L’indagine è stata condotta in osservanza alla normativa vigente in materia:

- L.R. Regione E.R. n°20 del 24/03/2000 inerente la “Disciplina generale sulla tutela e l’uso del territorio”;
- Testo coordinato della L.R. Regione E.R. n°31 del 25/11/2002 “Disciplina generale dell’edilizia”;
- Decreto Ministeriale 14/01/2008 “Norme tecniche per le costruzioni” (G.U. del 04.02.2008) che ricomprende:
 - Ordinanza Presidenza Consiglio Ministri n°3274 del 20/03/2003;
 - D.P.R. n°380 del 06/06/2001 “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia (Testo A)”;
 - D.M. 21/01/1981, attuativo della Legge 64/1974, e successive modifiche ed integrazioni (D.M. 11/03/1988 e Circ.LL.PP. n°30483 del 24/09/1988 “Istruzioni per l’applicazione del D.M. 11/03/1988”);
- Circolare n°617 del 02/02/2009 – Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove Norme Tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14/01/2008 (G.U. n. 47 del 26/02/2009 – S.O. n°27).

Allo scopo di accertare la caratterizzazione geomecanica di massima dei terreni costituenti il sottosuolo, sono state appositamente realizzate, in detta fase di indagine, specifiche e mirate indagini geognostiche (vd. All. n°1, 2), come previsto dalla citata normativa vigente in materia.

Le considerazioni espresse emergono dalla sintesi delle seguenti acquisizioni d’indagine:

- ricerca bibliografica di dati relativi all’assetto geolitologico, geomorfologico, idrogeologico e sismotettonico generale e locale (vd. Tavv. 2a, 2b, 2c, 2d);
- caratterizzazione litostratimetrica e geomeccanica di massima dell’areale di sedime del previsto sviluppo del tracciato stradale (vd. Tavv. 4, 5) attraverso l’esecuzione di n°3 indagini geognostiche di tipo penetrometrico statico (C.P.T.¹) realizzate in loco lungo l’asse del tracciato in progetto (vd. All. n°1 e Tav. 3), spinte sino a 10,00 metri di profondità da p.c., con contestuale prelievo di n°3 campioni rimaneggiati;
- caratterizzazione di massima qualitativa delle caratteristiche litologiche e fisico – meccaniche dei terreni di imposta (sottofondi) attraverso prove di laboratorio di identificazione e classificazione (Classificazione C.N.R. U.N.I. 10006, Contenuto naturale in acqua, Contenuto in sostanza organica, vd. All. n°2) su n°3 campioni rimaneggiati prelevati contestualmente all’esecuzione dei suddetti sondaggi penetrometrici (vd. Tav. 3);
- caratterizzazione idrogeologica di massima del primo sottosuolo attraverso la verifica in corso d’opera, ove possibile, del livello idrico all’interno dei fori di sondaggio (vd. All. n°1).

A supporto della *fase esecutiva*, si dovranno prevedere alcune ulteriori indagini funzionali ad una più dettagliata caratterizzazione qualitativa delle caratteristiche *litologiche, fisico – meccaniche e chimiche* dei terreni di imposta (sottofondi), al fine di definire le modalità di realizzazione più idonee in merito ad un utilizzo “tal quale” degli stessi oppure, in alternativa, la possibilità di un eventuale impiego di detti materiali previo trattamento (es. miscelazione, stabilizzazione a calce, ecc.), come meglio specificato nel Par.7 seguente.

¹ Cone Penetration Test (C.P.T.), come definito in “Geotecnica” di Renato Lancellotta (1993), 2^o Edizione, Zanichelli Editore S.p.a., Bologna.

2 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE DI RIFERIMENTO

2.1 – Quadro geologico e geomorfologico generale

L’areale in esame si colloca immediatamente a nord dell’abitato di Busseto (PR), in destra idraulica del Torrente Ongina (vd. Tav. 1).

Il territorio oggetto di studio rientra a far parte di una più ampia zona pianeggiante conosciuta in letteratura geologica sotto il nome di *bassa pianura parmense*, caratterizzata da un assetto morfologico pressoché sub-pianeggiante, con pendenze dell’ordine dello 0,1 – 0,3%, degradante blandamente verso N – NE.

Dal punto di vista geologico-strutturale, l’areale in oggetto appartiene al bacino subsidente padano, costituito, come è noto dalla letteratura in materia, da una depressione a stile tettonico globalmente compressivo colmata dai depositi continentali quaternari dei corsi d’acqua appenninici e del Fiume Po nonché dai sottostanti depositi marini plio-pleistocenici il cui spessore, pur aumentando generalmente da sud verso nord, risente di un evidente controllo delle strutture sepolte (vd. Tavv. 2a, 2b).

Come si evince anche dalle sezioni geologiche riportate nella recente pubblicazione della Carta geomorfologica della Pianura Padana² alla scala 1:250.000, ricostruite attraverso le perforazioni profonde e le prospezioni geofisiche per le ricerche petrolifere nonché sulla base delle litostratigrafie di pozzi idrici, il sottosuolo della pianura emiliano-romagnola è caratterizzato dalla prosecuzione del fronte sepolto della catena appenninica: alle aree sinclinali, sede di potenti accumuli, si alternano zone soggette a duplicazione tettonica per sovrascorrimento (*thrust* nord vergenti) con notevole assottigliamento della copertura sedimentaria.

L’ingente spessore di tale copertura è altresì giustificato anche dall’intensa subsidenza generale del bacino padano a partire dal Pliocene, localmente compensata e contrastata da fasi di sollevamento tettonico.

L’edificio sedimentario alluvionale, di potenza variabile da alcune centinaia di metri a poche decine di metri in corrispondenza delle massime culminazioni anticinali secondo i dati bibliografici disponibili, si compone di strutture nastriformi e lentiformi interdigitate e giustapposte in modo disordinato, allungate nel senso della corrente che le ha deposte, prevalentemente costituite da sedimenti clastici di granulometria eterogenea, variabile dai

² Carta geomorfologica della Pianura Padana alla scala 1:250.000, edita dal Ministero dell’Università e della Ricerca scientifica e tecnologica (Comitato Consultivo del C.U.N. n°4 “Scienze della Terra” – 1997)

termini grossolani, ghiaiosi e sabbiosi, a quelli fini limosi ed argillosi, connessi alle variazioni di energia dell'ambiente deposizionale fluviale, rapide e discontinue nello spazio e nel tempo.

La distribuzione granulometrica dei sedimenti risulta preferenziale in relazione agli stati energetici delle correnti ed evidenzia una diminuzione di granulometria spostandosi dall'alveo verso le zone laterali dei corsi d'acqua, con localizzazione di depositi più grossolani in corrispondenza degli alvei attuali e dei paleoalvei.

Il processo deposizionale è attualmente agevolato dal regime di costante subsidenza e dalla ridotta capacità a divagare dei corsi d'acqua, confinati all'interno dei propri argini naturali e/o artificiali.

In passato, prima dei massicci interventi di regimazione idraulica, i canali fluviali andavano soggetti a frequenti e ripetute tracimazioni, non essendo in grado di contenere la maggior parte delle piene stagionali.

I materiali più grossolani (sabbie e/o limi) nelle immediate vicinanze, contribuendo così alla costruzione degli argini naturali, e quelli più fini (limi e/o argille) nelle aree distali (piane interfluviali) dove l'energia del flusso, e quindi la capacità di trasporto, diminuiva progressivamente.

L'assetto litologico dei luoghi in esame è caratterizzato in superficie e nel primo sottosuolo dalla presenza di depositi alluvionali, prevalentemente fini quali argille, limi, sabbie e termini intermedi, talora caratterizzati da una certa compressibilità e plasticità anche in relazione alla possibile presenza di percentuale organica, disposti in orizzonti lenticolari e riconducibili a paleoalvei, ventagli di rotta fluviale e palustri di piana alluvionale, sovrastanti un edificio sedimentario contraddistinto da orizzonti di materiali più grossolani, interdigitati e/o intercalati a depositi più fini.

In linea generale si distinguono i seguenti terreni, in relazione alla diversa dinamica ed ambiente deposizionale:

- *Terreni tendenzialmente argillosi*, geneticamente connessi alla deposizione in ambiente fluvio-palustre di contributi solidi a finissima granulometria, trasportati e depositi dalle acque di piena ristagnanti in aree depresse; date le peculiarità dell'ambiente di sedimentazione, questi depositi di stanca possono contenere localmente elevati tenori di sostanza organica;

- *Terreni tendenzialmente limosi*, attribuibili alla deposizione di correnti fluviali a bassa competenza, costituenti terreni di transizione tra le aree depresse a litologia argillosa prevalente e gli alvei (attuali e paleoalvei) a litologia sabbiosa;
- *Terreni tendenzialmente sabbiosi*, a granulometria medio – fine, talora ghiaiosi, ascrivibili alla sedimentazione diretta del corso d’acqua in condizioni di elevata energia.

Sotto il profilo geomorfologico, l’area in esame si colloca in corrispondenza del passaggio tra i depositi di dominio appenninico e quelli di dominio del Fiume Po (dominio padano – vd. Tav. 2d). Appare pertanto probabile l’interferenza dei depositi alluvionali dei vicini Torrente Ongina e corsi d’acqua minori che, interdigitati al complesso apparato deposizionale del Fiume Po, hanno dato luogo ad un edificio sedimentario nel quale risulta assai difficoltoso riconoscere l’appartenenza dei depositi stessi all’uno o all’altro corso d’acqua, influenzandone l’assetto idrogeologico.

2.2 – Quadro geotettonico regionale

L’evoluzione geologica della pianura parmense e del suo margine pedemontano si inserisce nel più ampio contesto di colmamento del bacino di avanfossa della Pianura Padana, una vasta depressione a stile tettonico globalmente compressivo legata all’orogenesi dell’Appennino Settentrionale, colmato da depositi marini ed alluvionali di età pliocenica e quaternaria.

Come riportato nella specifica letteratura in materia, il margine padano meridionale a cui appartiene l’areale oggetto di studio presenta una struttura complessa, caratterizzata da sistemi di sovrascorimenti, faglie, duplicazioni tettoniche, pieghe e bacini, ad andamento NE-vergente, conseguenza degli eventi tettonici compressivi che a partire dal Miocene superiore hanno coinvolto tutto l’Appennino settentrionale e l’antistante bacino di sedimentazione.

Più specificatamente, nel sottosuolo antistante il margine morfologico dell’Appennino settentrionale si individuano due serie principali di “*thrusts*”, a sviluppo sequenziale frontale, che interessano le formazioni mesozoiche e mio – plioceniche mascherate dai depositi alluvionali quaternari.

Si tratta di due sistemi di grandi pieghe asimmetriche, con andamento anticlinalico, formatesi attraverso molteplici faglie inverse e sovrascorimenti a basso angolo ($15^\circ - 30^\circ$), immergenti verso sud/sud-ovest, che racchiudono un bacino satellite ad esse parallelo.

In letteratura geologica (vd. Figure 1a, 1b) queste zone di scollamento tettonico sono note come:

- *External Thrust Front* (ETF), sull'allineamento di Cremona – Parma – Reggio Emilia – Correggio (RE) – Mirandola (MO) – Ferrara – Ravenna;
- *Pedepenninic Thrust Front* (PTF), lungo il margine padano dell'Appennino Settentrionale.

Procedendo da nord a sud, si individuano nella pianura parmense le seguenti strutture sismicamente attive:

- *External Thrust Front* (ETF): si tratta di un alto strutturale, costituito dall'inviluppo delle rampe frontali dei *thrust* sepolti, che rappresenta la zona di confine tra la Monoclinale pedealpina, che si apre in direzione nord a partire dal fronte settentrionale dell'alto strutturale medesimo, e la regione "Apennines" (zolla Corso Sarda) a sud. E' suddiviso in tre margini planimetricamente arcuati, concavi verso sud, denominati da ovest verso est "Piemonte Folds", "Emilia Folds" e "Ferrara Folds". A sud delle "Ferrara Folds", si estendono altri sistemi di *thrust*, sempre associati al meccanismo di deformazione delle precedenti, noti come "Romagna Folds" e "Adriatico Folds". Dalle indagini geofisiche l'ETF rivela le classiche strutture accatastate ad embrici che determinano pronunciata flessurazione litosferica che origina l'avanfossa e determina una marcata subsidenza di natura tettonica. L'ETF si trova sepolto nel sottosuolo, talvolta a poche decine di metri. Nella Provincia di Parma è costituito dalle strutture di Collecchio e Parma (Bernini e Papani, 1987) che delimitano dei bacini interni in cui i depositi alluvionali di colmamento assumono modesti spessori.
- *Bacino minore o satellite*: si tratta di una depressione racchiusa a nord dall'alto strutturale dell'ETF e a sud dalle strutture embricate del PTF; detto bacino si estende in zona antistante al margine morfologico dell'Appennino emiliano – romagnolo con allungamento in direzione ovest/nord-ovest ed est/sud-est, presentando geometrie differenti riconducibili a settori strutturalmente svicolati tra loro in relazione all'andamento planimetrico delle strutture sepolte associate all'ETF ed al PTF;

- *Pedeappenninic Thrust Front* (PTF): esprime la zona di confine tra il margine morfologico appenninico ed il suddetto bacino satellite. E’ costituito da un margine discontinuo, planimetricamente parallelo al limite morfologico dell’Appennino settentrionale, segmentato da faglie trasversali, coincidenti con alcuni dei principali corsi d’acqua (T. Stirone, F. Taro, T. Enza, ecc.), connesse a fasi tettoniche neogeniche. Si tratta di una serie di “*thrusts*” e duplicazioni crostali che hanno determinando il sollevamento e il basculamento dei depositi affioranti nella fascia pedeappenninica. Dette faglie trasversali al PTF sono all’origine della suddivisione dell’Appennino settentrionale in settori a differente comportamento tettonico, soggetti a traslazione differenziale, con riflessi sugli spessori del riempimento sedimentario (vd. ad esempio il margine appenninico tra il F. Taro e il T. Enza e tra i F. Panaro e il F. Reno). Le Linee del Taro, del Baganza e dell’Enza costituiscono pertanto un fascio di faglie, legate dal punto di vista cinematico, che possono essere riunite sotto il termine di “Sistema del Taro” (Bernini e Papani, 1987), limite occidentale del sistema delle Pieghe Emiliane.

I depositi quaternari sovrastanti le strutture positive dei “*thrust*” non risultano essere interessati dall’attività tettonica in quanto, con la loro geometria ondulata, dimostrano un adattamento passivo alle strutture sottostanti.

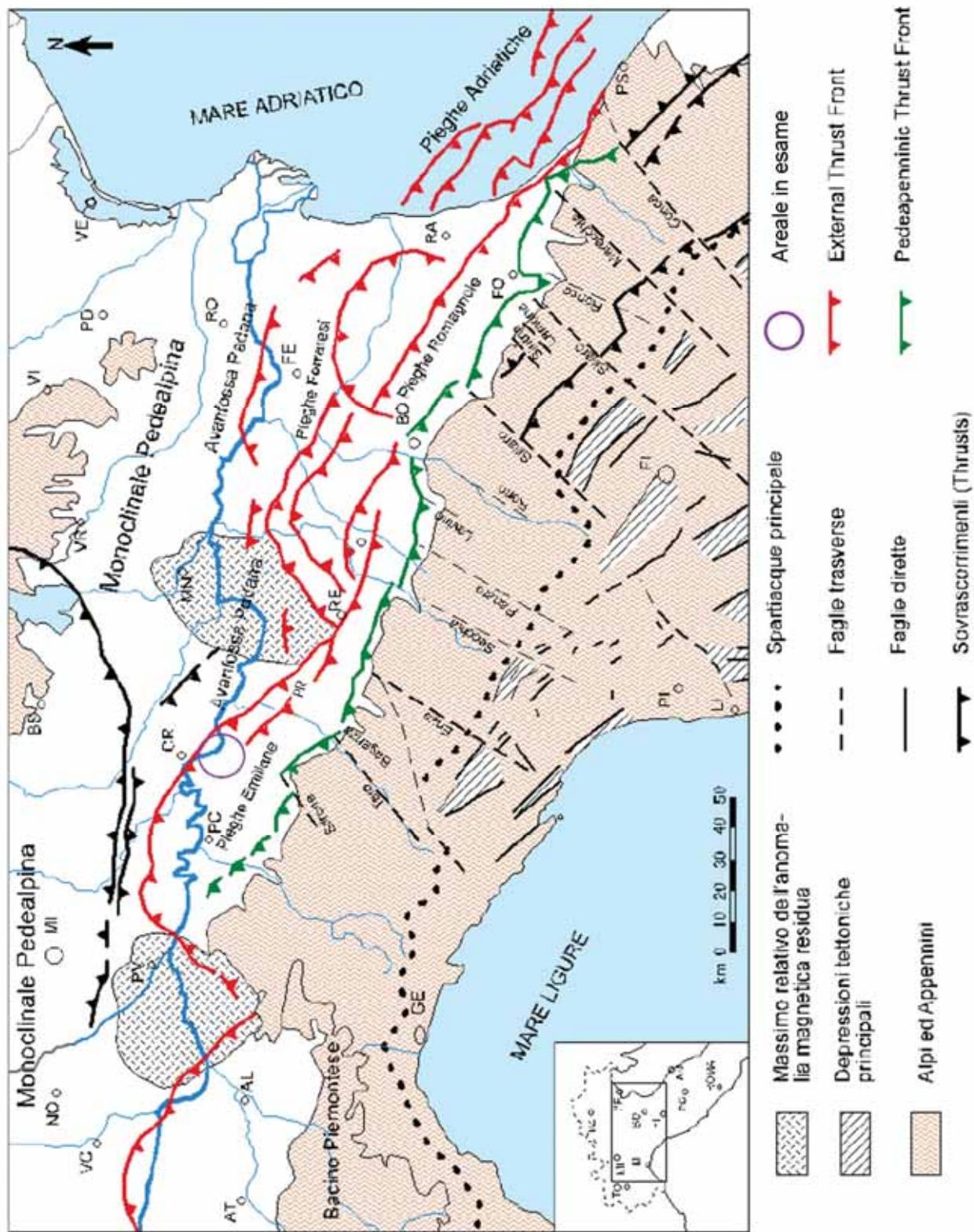
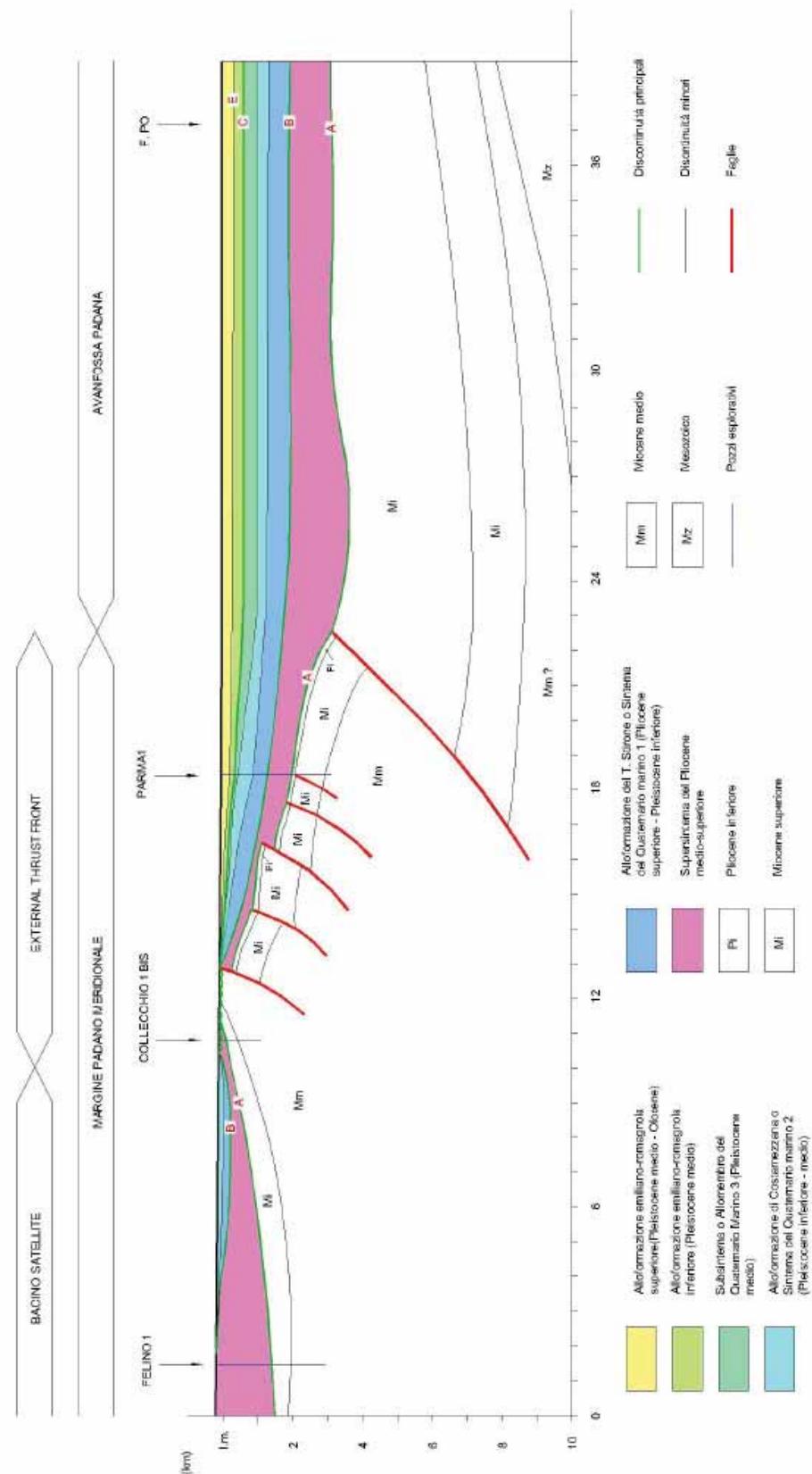


Fig. 1a - Struttura tectonica semplificata dell'Appennino settentrionale e dell'avanfossa padano adriatica (tratta da AGIP, 1983, modificato).



2.2.1 – Subsidenza regionale

Come esposto in precedenza, l’areale in oggetto appartiene al bacino subsidente padano, un bacino sedimentario caratterizzato da un lento e progressivo abbassamento verticale connesso alla interazione di diversi fattori tra i quali, principalmente, l’estrazione dei fluidi dal sottosuolo, connesso in particolare ai prelievi di acqua per uso agricolo, industriale e acquedottistico, nonché il costipamento nel tempo dei depositi continentali quaternari.

Il recente studio della Regione Emilia Romagna, denominato “Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano – romagnola”, ha portato all’elaborazione della “*Carta della velocità di movimento verticale del suolo*” che sintetizza le risultanze dell’analisi interferometrica differenziale, basata sull’impiego di serie temporali di immagini satellitari, nel periodo 1992 – 2000 e nel periodo 2002 – 2006.

Detta metodologia consente di monitorare nel tempo, con altissima precisione, i fenomeni di deformazione della superficie terrestre mediante l’analisi dei tempi di andata e ritorno delle onde elettromagnetiche (sorgente – bersaglio).

A livello regionale, si evidenzia come la Provincia di Bologna e la fascia litoranea siano le aree caratterizzate da una maggiore velocità di subsidenza, rispettivamente dell’ordine massimo di 20 – 40 mm/anno e 10 mm/anno.

Di contro, tali movimenti risultano pressoché nulli e nell’ambito del campo di incertezza delle misure nel territorio provinciale di Parma, sia per il periodo 1992 – 2000 che per il periodo 2002 – 2006 (vd. stralcio di cui alle Fig. 2a, Fig. 2b).

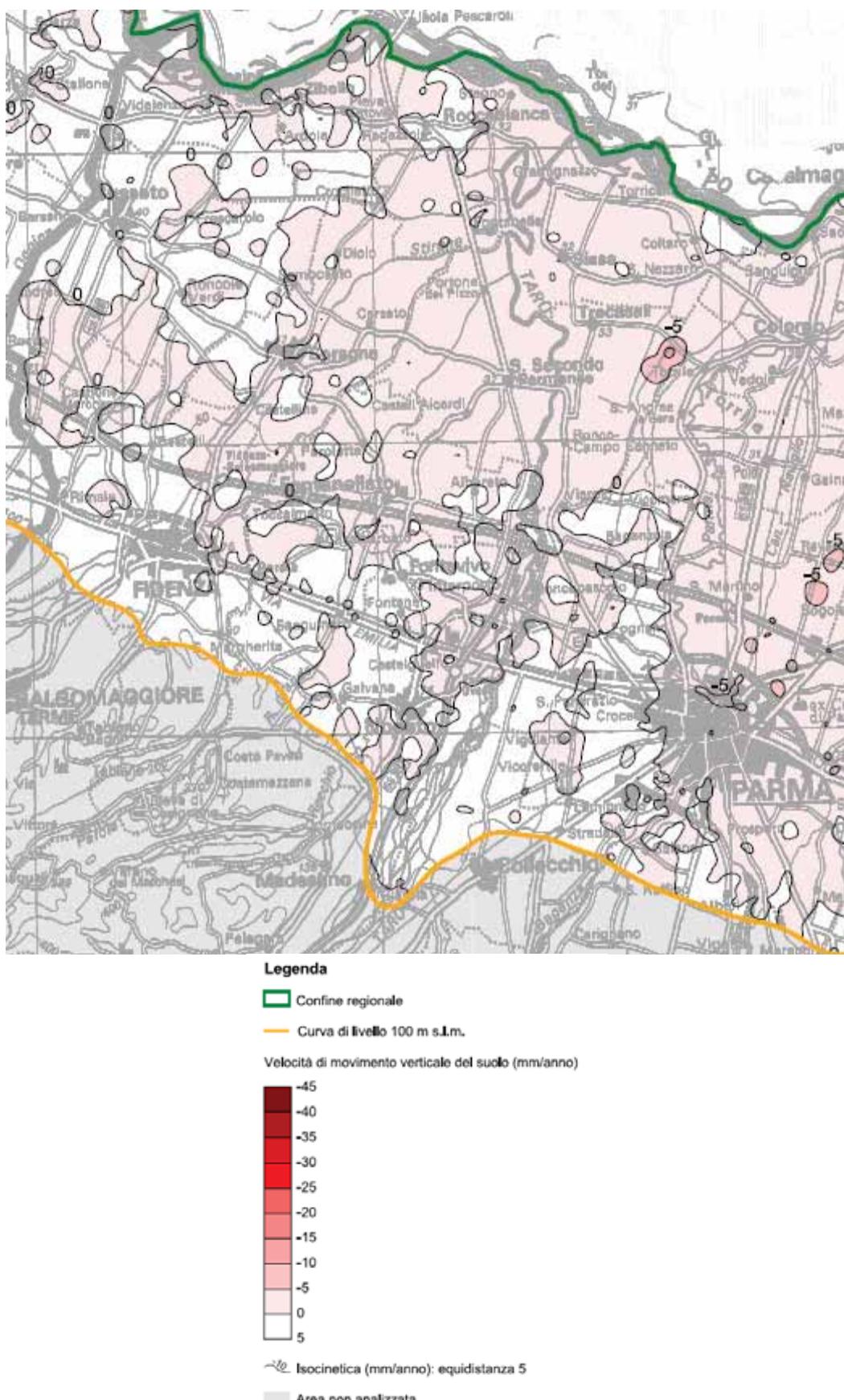


Figura 2a: Carta della velocità di movimento verticale del suolo – (tratta da “Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano – romagnola nel periodo 1992 – 2000” della Regione Emilia Romagna).

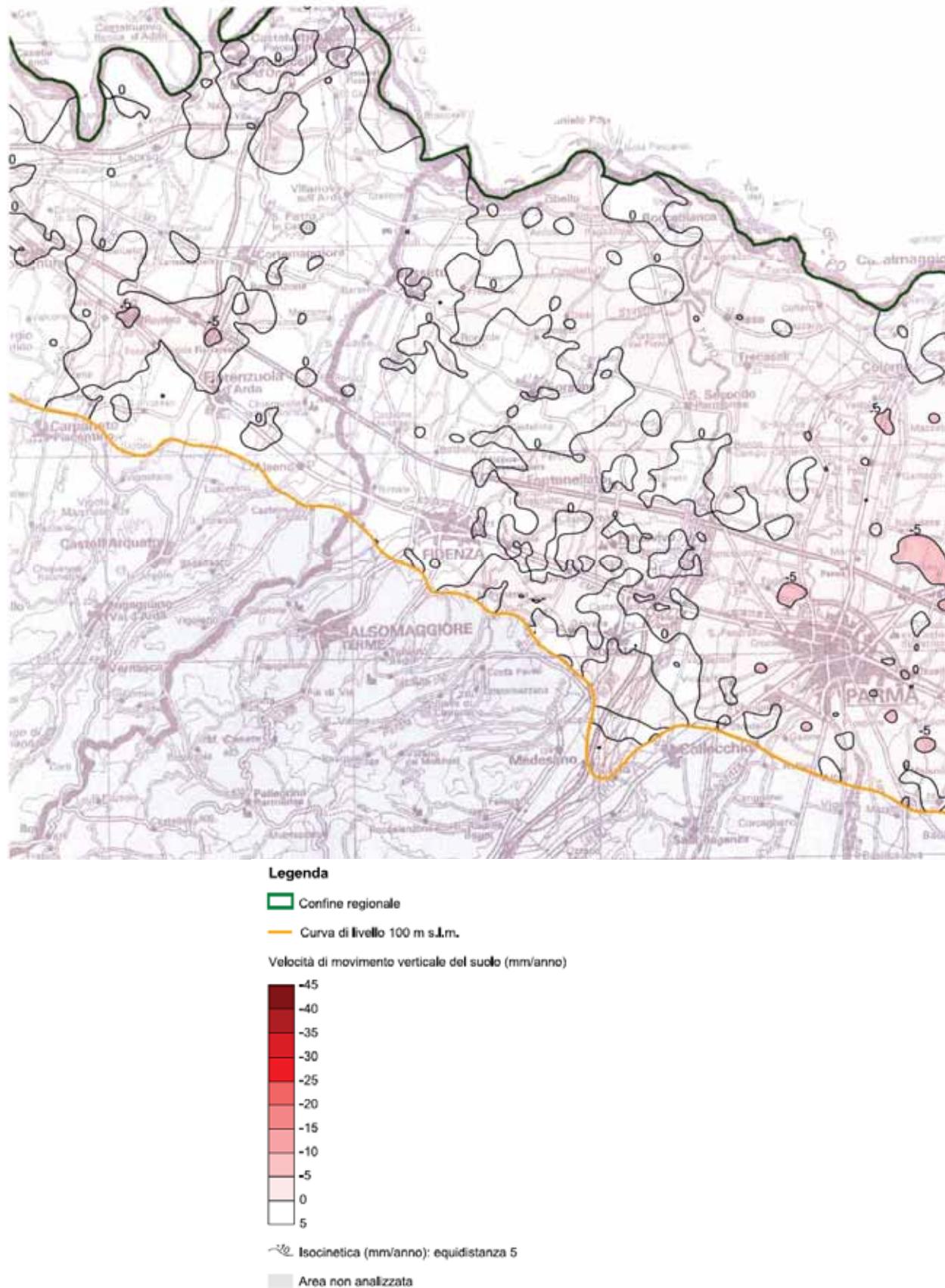


Figura 2b: Carta della velocità di movimento verticale del suolo – (tratta da “Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano – romagnola nel periodo 2002 – 2006” della Regione Emilia Romagna).

3 – INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO ED IDROGEOMORFOLOGICO

3.1 – Inquadramento stratigrafico ed idrogeologico regionale di riferimento

Come già esplicitato nell'inquadramento geologico, la zona considerata a livello regionale ricade all'interno del Bacino di Sedimentazione Padano – Adriatico, una vasta depressione a stile tettonico globalmente compressivo legata all'orogenesi dell'Appennino settentrionale e colmata da depositi marini ed alluvionali di età pliocenica e quaternaria.

L'interpretazione stratigrafica dei depositi pleistocenici costituenti il sottosuolo della Pianura Padana, descritta nel volume *"Risorse Idriche Sotterranee della Regione Emilia Romagna"* (RER – ENI & AGIP, 1998), ha origine dalle numerose superfici di discontinuità stratigrafica riconosciute e cartografate sul Margine Appenninico Padano e deriva da un'integrazione delle metodologie fisico-stratigrafiche e sedimentologiche tipiche della ricerca petrolifera con quelle più tradizionali di derivazione geomorfologica e pedologica.

Le unità stratigrafie definite ed utilizzate nello studio sopra citato rientrano nella classe delle Sequenze Deposizionali sensu Mitchum et al. (1977) e, per quanto concerne quelle affioranti sul margine, nella sottoclasse delle *Unconformity Bounded Stratigraphic Units* (C.N.R. – C.C.G.G, 1992).

Dal punto di vista gerarchico si distinguono tre Sequenze Principali (vd. Fig. 3) corrispondenti ai cicli trasgressivo – regressivi P2, Qm e Qc, cartografati in affioramento da Ricci Lucchi et al. (1982):

- P2 – Supersistema del Pliocene medio – superiore (non rappresentato in Fig. 3);
- Qm – Supersistema o Allogruppo del Quaternario Marino;
- Qc – Supersistema o Allogruppo Emiliano – Romagnolo.

Dette Sequenze Deposizionali corrispondono a cicli trasgressivo regressivi che costituiscono la risposta sedimentaria alle principali fasi di tettonica regionale e sono a loro volta suddivise in Sequenze Deposizionali di rango inferiore, legate ad eventi tettonici minori o ad oscillazioni climatico – eustatiche che si sovrappongono agli eventi tettonici di sollevamento regionale.

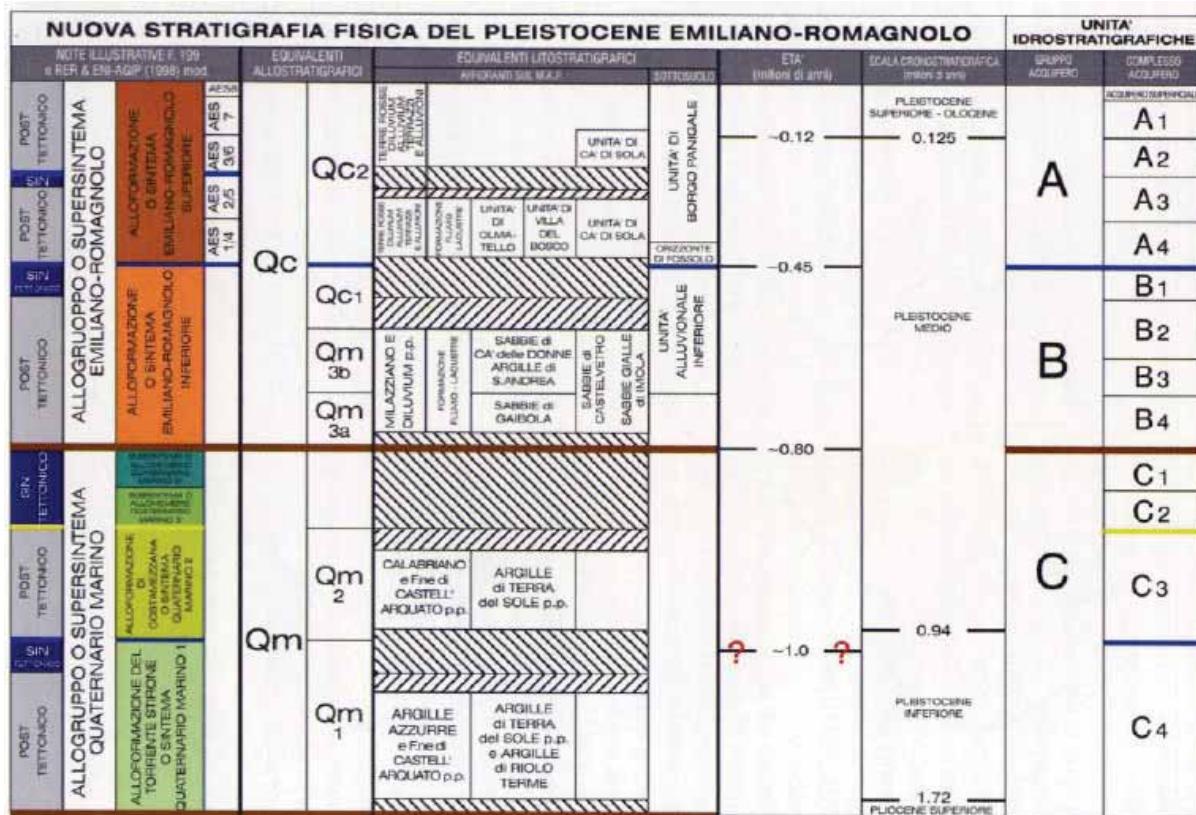


Figura 3: Schema geologico-stratigrafico e idrostratigrafico del Bacino Pleistocenico della Pianura Emiliano-Romagnola

Più specificatamente, per quanto concerne l'areale di studio, viene di seguito riportato in sintesi lo schema geologico – strutturale secondo le distinzioni operate nella cartografia geologica regionale e nello schema in precedenza esposto.

SUPERSINTEMA EMILIANO – ROMAGNOLO

SINTEMA EMILIANO – ROMAGNOLO SUPERIORE (AES)

- Subsistema di Ravenna (AES₈)
- Unità di Modena (AES_{8a})

Il SUPERSINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO, affiorante con i suoi terreni più antichi sul margine appenninico padano, è stato suddiviso in due unità principali, denominate come segue:

- Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore, AES
- Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore, AEI

Queste due unità sono state riconosciute e correlate come sequenze deposizionali su tutta la pianura emiliano-romagnola, utilizzando i profili sismici e i pozzi dell'AGIP. Esse sono separate, in corrispondenza del margine appenninico, da una superficie di discontinuità, spesso con discordanza angolare ed erosione, testimonianza di una fase tettonica regionale.

SINTEMA EMILIANO – ROMAGNOLO SUPERIORE (AES): si tratta di un'unità alluvionale, terrazzata, costituita da ghiaie prevalenti in corrispondenza degli apparati fluviali principali (depositi di conoide e depositi intravallivi terrazzati), passanti a limi prevalenti con rare intercalazioni di sabbia e ghiaia nelle aree di interconoide.

La porzione più superficiale di tale unità è rappresentata dal SUBSINTEMA DI RAVENNA (AES₈) caratterizzato da depositi di conoide alluvionale, terrazzati, costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose prevalenti, con locali intercalazioni di sabbie e limi sabbiosi, ricoperte da una coltre limoso-argillosa di spessore variabile. Localmente sono presenti limi e limi sabbiosi prevalenti: depositi di interconoide e del reticolo idrografico minore.

Distinta all'interno dell'Allomembro di Ravenna è l'UNITÀ DI MODENA (AES_{8a}), costituita da ghiaie prevalenti con livelli e lenti di sabbie, ricoperte da una coltre limosa e/o limoso sabbiosa discontinua: depositi di conoide alluvionale, terrazzati, adiacenti all'alveo di piena degli attuali corsi d'acqua, sia in contesto intravallivo, sia di pianura.

3.2 – Il bacino idrogeologico della pianura emiliano-romagnola

Le Unità Stratigrafiche del sottosuolo sud – padano descritte precedentemente possono essere saturate da acque dolci, salate o salmastre, e nel loro insieme costituiscono il Bacino Idrogeologico della Pianura Emiliano-Romagnola (BIPER); il limite tra acque dolci e salmastre definisce la base degli acquiferi utili per uso idropotabile ed agricolo – industriale.

Tale modello prevede la distinzione, a scala regionale, in tre Unità Idrostratigrafiche (Maxey, 1964) di rango superiore, cartografabili sia in superficie che in sottosuolo, denominate Gruppi (di) Acquiferi, che affiorano sul margine meridionale del bacino Idrogeologico della Pianura Emiliano – Romagnola per poi immergersi verso nord al di sotto dei sedimenti depositati negli ultimi 20.000 anni, contenenti acquiferi di scarsa estensione e potenzialità (Acquifero Superficiale).

Le Unità Idrostratigrafiche considerate hanno le seguenti caratteristiche:

1. sono costituite da una o più Sequenze Deposizionali;

2. sono comprensive di un livello geologico basale, scarsamente permeabile (acquitardo) o impermeabile (acquicludo) arealmente continuo (in senso geologico) che per i Gruppi Acquiiferi si sviluppa a scala regionale.

Gli acquiferi sono corpi geologici che, grazie alle loro proprietà geometriche e petrofisiche, svolgono efficacemente le funzioni di serbatoio e condotta per le acque sotterranee; essi sono costituiti da sedimenti ghiaioso – sabbiosi di origine deltizia, litorale ed alluvionale, depositati a partire da circa 3,5 milioni di anni seguendo due direzioni di propagazione prevalenti: la prima assiale, E-vergente, originata dal paleodelta del Po, e la seconda, NE-vergente, legata ai sistemi deltizi ad alimentazione appenninica.

Ciascun Gruppo Acquiifero risulta quindi idraulicamente separato da quelli sovrastanti e sottostanti, almeno per gran parte della sua estensione, da livelli argillosi di spessore plurimetrico che implicano flussi idrici confinati all'interno di ogni singolo Gruppo, con componente parallela alle superfici di strato molto maggiore di quella ortogonale alle superfici stesse.

Al suo interno, ogni Gruppo Acquiifero risulta composto da serbatoi acquiferi sovrapposti e giustapposti di rango inferiore, parzialmente o totalmente isolati tra loro, denominati Complessi e Sistemi di Acquiiferi.

Le principali barriere di permeabilità sono costituite da corpi geologici decametrici a prevalente componente fine, interpretabili come sistemi deposizionali interdeltizi, di interconoide o di bacino interfluviale (fasi di disattivazione dei sistemi deposizionali) che si giustappongono ai sistemi deposizionali deltizi, di conoide alluvionale e fluviali (fasi di attivazione), ricchi in materiali grossolani. La presenza di queste barriere implica che il moto dei fluidi all'interno dei corpi acquiferi possa essere assunto, ad eccezione delle aree di ricarica diretta, con componente verticale trascurabile ovvero con moto di filtrazione lungo strato prevalente. Ogni Unità Idrostratigrafica può, quindi, essere considerata idraulicamente isolata da quelle adiacenti.

Le conoscenze riguardo il Bacino Idrogeologico della Pianura Parmense, integrate dai recenti studi geologici promossi dal Progetto CARG della Regione Emilia Romagna, consentono di affermare che nel sottosuolo della pianura parmense i serbatoi acquiferi si sono formati, a partire da circa un milione di anni fa, all'interno di un sistema deposizionale di delta – conoide attribuibile ad un Paleo-Fiume Taro (Gruppo Acquiifero C).

In seguito (Pleistocene medio-superiore), gli stessi serbatoi si sono formati all'interno delle piane e delle conoidi alluvionali dei Fiumi Po, Taro, Parma, Enza, Baganza e Stirone (Gruppi A e B) ed infine in quella del Torrente Stirone (Pleistocene superiore – Di Dio et al., 2001).

In particolare il Gruppo Acquifero B (Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore, AEI) ed il Gruppo Acquifero A (Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore, AES), di origine alluvionale e risultanti della giustapposizione e sovrapposizione di differenti sistemi deposizionali, non costituiscono mai un acquifero monostrato indifferenziato, risultando quindi molto più complessi rispetto al Gruppo C (vd. Fig. 4).

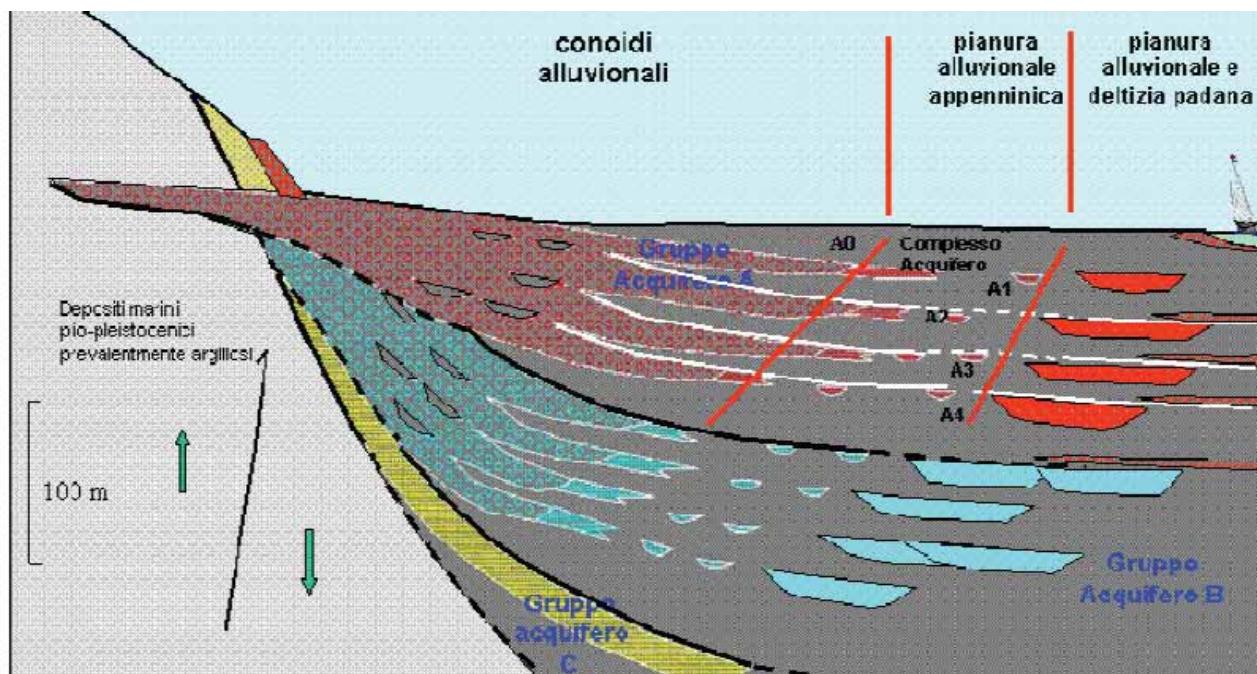


Figura 4: Sezione idrostratigrafica rappresentativa del Bacino Pleistocenico della Pianura Emiliano-Romagnola (tratta dagli elaborati conoscitivi a supporto del Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia-Romagna).

Sulla base delle Sezioni Idrostratigrafiche contenute nel volume “*Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia-Romagna*” (RER – ENI & AGIP, 1998) sono state delimitate le aree di ricarica dei tre Gruppi Acquiferi; in particolare si individuano:

- un’area pedecollinare, relativamente ristretta, caratterizzata da ghiaie e sabbie affioranti, che rappresenta l’area di ricarica dell’intero sistema acquifero ed in particolare del Gruppo C;

- un'area intermedia compresa tra la pedecollina e la via Emilia, in cui sono presenti zone a ghiaie affioranti, che coincide con l'area di ricarica diretta dei Gruppi A e B, attualmente sfruttati per uso idropotabile;
- un'area a nord della via Emilia, caratterizzata da potenti depositi fini argilloso-limosi, che rappresenta l'area di ricarica diretta del solo Acquifero Superficiale.

La ricostruzione areale del flusso idrico sotterraneo più recente disponibile in bibliografia, elaborato a cura dell'Assessorato Ambiente della Provincia di Parma, si riferisce all'anno 1999 (Provincia di Parma, 2001): le linee isopiezometriche sono pressoché parallele al margine pedeappenninico e l'intera area considerata può essere suddivisa in due porzioni caratterizzate da un gradiente idraulico diverso, che indica anche variazioni delle condizioni idrauliche e di sfruttamento della falda.

In generale il settore settentrionale, caratterizzato dalla presenza di falde semiconfinate e confinate, mostra gradienti intorno allo 0,2 – 0,3% a differenza di quello meridionale con falda non confinata, con valori anche superiori al 5%.

Per quanto riguarda i rapporti intercorrenti tra le acque sotterranee e quelle superficiali nell'area di alta pianura si osservano fenomeni di alimentazione della falda in corrispondenza dei T. Baganza e Parma; il F. Taro mostra invece, nel suo tratto centro-meridionale, condizioni prevalentemente drenanti o di equilibrio con la falda soprattutto in destra idraulica.

3.3 – Idrogeologia di dettaglio: identificazione degli acquiferi e alimentazione delle falde

Per quanto concerne l'assetto idrogeologico generale dell'areale in esame, localizzato nella *bassa pianura parmense*, il sistema acquifero si configura compartimentato con falde confinate, con livelli freatici, sospesi, discontinui, data la maggiore estensione e continuità sia delle coperture di superficie a granulometria fine, che definiscono il limite superiore dell'acquifero, sia delle intercalazioni argillose e limose a permeabilità estremamente ridotta (acquiudes, acquitards).

Le sezioni idrostratigrafiche interpretative ricostruite dal Dott.Geol.G. Di Dio del Servizio Tecnico Bacini Trebbia e Taro, utilizzando il modello stratigrafico – deposizionale esposto al precedente Paragr. 3.2, consentono di fornire una interpretazione dettagliata dell'assetto idrogeologico dell'areale in questione.

Nell’areale in esame, il sottosuolo è strutturato secondo una successione deposizionale caratterizzata dall’alternanza di terreni a granulometria generalmente fine, con caratteristiche di barriera a bassa permeabilità, mascheranti terreni a granulometria grossolana (in prevalenza lenti sabbiose).

Dai dati presentati nell’ambito del già citato “*Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia-Romagna*” (RER – ENI & AGIP, 1998) si osserva come, a grande scala, nella zona in esame il Gruppo acquifero A, più superficiale, presenti presumibilmente il limite basale a 190 metri circa di profondità dal p.c.; al di sotto di esso, il Gruppo Acquifero B ha una potenza di circa 150 metri, avendo il limite basale presumibilmente a 340 metri circa di profondità da p.c.

Infine, il Gruppo Acquifero C, avendo il limite basale a circa 440 metri circa di profondità da p.c., presenta uno spessore di 100 metri circa.

E’ chiaro che tali profondità e spessori indicativi sono stati desunti da uno studio condotto a scala regionale per cui, essendo l’area in esame circoscritta ad una porzione di territorio limitata, è possibile che puntualmente vi siano differenze anche notevoli degli stessi, imputabili ad anomalie e/o fattori di rilevanza locale.

La prima falda significativa è attestata nell’ambito delle prime intercalazioni sabbiose sottostanti al banco argilloso limoso superiore riconducibili al Gruppo Acquifero A – Complesso A1, il cui tetto è stato rilevato a profondità di 6,60 – 6,80 metri da p.c. attuale, ed assume, in relazione alla natura, alla continuità ed alla potenza delle coperture sovrastanti, carattere di norma confinato. Detta falda risulta alimentata prevalentemente per filtrazione dal flusso di subvalvo del Fiume Po.

L’assetto idrogeologico locale risulta complicato dalla presenza di locali ed effimeri livelli idrici superficiali, a carattere freatico, discontinuo, stagionale, sospesi rispetto all’acquifero principale, attestati nelle intercalazioni più grossolane dei depositi fini superficiali e soggetti a sensibili oscillazioni stagionali in fase con lo stato idrometrico della rete idrografica superficiale, qui rappresentata dal Torrente Ongina e dai canali minori, nonché con il quantitativo idrico derivante dall’infiltrazione efficace delle acque meteoriche.

Secondo l’elaborato cartografico allegato alla Variante al P.T.C.P., approvata con Del. C.P. n°118 del 22/12/2008 – “approfondimento in materia di Tutela delle acque”, l’areale in oggetto si trova nella classe di vulnerabilità definita “*poco vulnerabile*”.

Sotto il profilo dell’idrografia di superficie, l’attuale configurazione del reticolo idrografico dell’areale in oggetto costituisce il risultato della naturale evoluzione dell’originale maglia drenante delle acque superficiali, a cui si è sovrapposta nel tempo l’azione antropica che ne ha rettificato ed in parte modificato l’assetto (canali, rii, cavi destinati allo scolo delle acque meteoriche e alla distribuzione delle acque irrigue provenienti dalle derivazioni fluviali e dagli emungimenti del sottosuolo). Sul territorio di studio sono infatti presenti anche numerosi canali di chiara origine antropica o antropizzati a carattere prevalentemente irriguo.

3.4 – Assetto litostratimetrico ed idrogeologico locale

In base alla ricostruzione della struttura sedimentaria evidenziata dai dati bibliografici inerenti l’areale di studio e da litostratigrafie di pozzi idrici in possesso dello scrivente, l’assetto litologico locale è caratterizzato in superficie e nel primo sottosuolo dalla presenza di depositi alluvionali prevalentemente fini, quali argille, limi e termini intermedi, disposti in orizzonti lenticolari, talora caratterizzati da una certa compressibilità e plasticità in relazione alla presumibile presenza di frazione organica:

Il tetto delle prime intercalazioni sabbiose e sabbioso limose significative è stato rilevato a profondità di 6,60 – 6,80 metri da p.c. nel corso delle indagini penetrometriche statiche condotte (vd. All. n°1 e Tav. 4).

Le condizioni meteoclimatiche e le condizioni idrogeologiche locali descritte in precedenza possono presumibilmente indurre nel tempo, pertanto, variazioni cicliche del grado di saturazione dei terreni di sedime del tracciato in progetto, e quindi degli stati tensionali efficaci, anche in relazione alla risalita dei suddetti livelli freatici ed all’innalzamento della frangia capillare sino in prossimità del piano campagna, con conseguenti processi di essiccamento/rigonfiamento tipici dei terreni a componente argillosa dominante quali quelli in oggetto.

4 – CLASSIFICAZIONE MACROSMICA E ANALISI DELLA SISMICITA' STORICA

In riferimento alla prima classificazione sismica d'urgenza introdotta dalla Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003 (Allegato 1, punto 3), nonché in base alla Deliberazione della Giunta Regionale n. 1435 del 21.07.2003, il territorio comunale di Tizzano Val Parma (Codice ISTAT 8034039) risulta classificato in Zona 3, come da Allegato A (Classificazione sismica dei comuni d'Italia), in considerazione anche del fatto che nella Regione Emilia Romagna non è stata adottata la mappa ottenibile dai criteri previsti (Allegato 1, punto 2 OPCM 3274/2003), questi ultimi basati su predefiniti intervalli dei valori di $a_{g,475}$.

Con l'entrata in vigore del DM 14.01.2008, la distinzione in zone del territorio italiano assolve alla funzione di definire i criteri di controllo da parte degli Enti preposti (si veda sentenza della Corte Costituzionale n. 182/2006), mentre l'input sismico, inteso come accelerazione di picco al suolo (PGA), è demandato alle specifiche contenute nello stesso decreto.

Il DM 14.01.2008 inoltre prevede che siano verificate dal punto di vista dell'input sismico le condizioni locali (micro zonazione sismica), tramite specifiche e mirate indagini geognostiche dirette e/o indirette, relativamente a:

- *Modificazioni dello scuotimento del suolo* causate da condizioni geologiche – geomorfologiche – geotecniche locali quali:
 - vicinanza a faglie sismogenetiche attive (*effetti di campo-vicino*), di cui all' *Eurocodice 8*;
 - amplificazione stratigrafica (*effetti di sito* - $S_A, S_B, S_C, S_D, S_E, S_I, S_2$);
 - amplificazione topografica (*effetti di sito* - ST);
- *Effetti di instabilità indotti dal terremoto* causati da condizioni geologiche-geomorfologiche-geotecniche locali quali:
 - apertura di faglie e fratture in superficie (*effetti indotti*);
 - instabilità di pendii e versanti (*effetti indotti*);
 - cedimenti del suolo (liquefazioni/densificazioni) (*effetti indotti*).

La verifica delle osservazioni sismiche disponibili in bibliografia per l'areale in esame, ossia l'esame dei terremoti con area epicentrale situata in zone di influenza (entro un raggio di 100 km) con magnitudo maggiore di 5, reperita dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI) aggiornato all'anno 2000, ha evidenziato la seguente casistica storica:

Anno	Località	Intensità max (x10) scala MCS	Intensità epicentrale max (x10) scala MCS	Latitudine	Longitudine	Magnitudo
-91	Modena-Reggio Emilia	85	80	44.65	10.78	5,66
1065	Brescia	80	70	45.55	10.22	5.17
1117	Veronese	90	95	45.33	11.2	6.49
1197	Brescia	65	65	45.55	10.22	5.03
1222	Basso bresciano	90	85	45.48	10.68	6.05
1234	FERRARA	70	70	44.836	11.618	5.17
1249	Modena	75	65	44.65	10.93	5.03
1276	Italia settent.	55	60	45.08	9.55	5.11
1285	FERRARA	70	65	44.836	11.618	5.03
1293	PISTOIA	80	80	43.932	10.913	5.57
1346	Ferrara	75	75	44.92	11.02	5,81
1365	Bologna	75	65	44.5	11.33	5.03
1399	Modenese	70	70	44.47	11.07	5.40
1410	FERRARA	65	65	44.836	11.618	5.03
1433	Bologna	70	60	44.5	11.33	5.03
1438	Parmense	80	80	44.85	10.23	5,62
1455	BOLOGNESE		75	44.4	11.25	5.37
1455	Media valle del Reno	75	70	44.42	11.27	5.18
1465	Reggio Emilia	65	65	44.7	10.63	5.03
1470	APPENNINO BOLOGNESE	80	70	44.161	11.037	5.17
1481	LUNIGIANA	85	85	44.276	10.13	5,84
1501	Appennino modenese	90	85	44.52	10.85	5,85
1505	Bologna	70	70	44.48	11.25	5.47
1527	PISTOIA	75	75	43.932	10.913	5.37
1545	BORGO VAL DI TARO	75	75	44.498	9.844	5.33
1547	Reggio Emilia	80	70	44.7	10.63	5.21
1570	Ferrara	80	75	44.82	11.63	5.48
1572	PARMA	70	70	44.851	10.422	5.13
1574	FINALE EMILIA	70	70	44.833	11.294	5.12
1628	PARMA	70	70	44.801	10.329	5.17
1671	RUBIERA	70	70	44.709	10.814	5.34
1693	GOITO	70	70	45.28	10.644	5.27
1731	MONTALE		65	44	11	5.03
1738	PARMA	70	70	44.906	10.028	5.40
1740	GARFAGNANA	75	70	44.124	10.59	5.18
1743	FERRARA	65	65	44.836	11.618	5.03
1767	Fivizzano	75	65	44.18	10.11	5.06
1786	PIACENZA	70	65	45.298	9.595	5.31
1790	AULLA		65	44.167	10	5.03
1796	Emilia orientale	70	70	44.62	11.67	5,63
1799	CASTENEDOLO	65	65	45.403	10.271	5.06
1802	Valle dell'Oglio	85	80	45.42	9.85	5,67
1806	NOVELLARA	70	70	44.862	10.671	5.26
1810	NOVELLARA	70	70	44.898	10.712	5.28
1811	SASSUOLO	70	70	44.572	10.728	5.24
1818	LANGHIRANO	75	75	44.668	10.286	5.57
1829	CREMONA	65	65	45.136	10.024	5.03
1831	Reggiano	75	75	44.75	10.55	5.48
1832	Reggiano	75	75	44.77	10.47	5.59

1834	ALTA LUNIGIANA	85	85	44.449	9.859	5,64
1834	ALTA LUNIGIANA	65	65	44.439	10.021	5.14
1835	PASSO CISA		65	44.417	9.833	5.03
1837	ALPI APUANE	100	95	44.174	10.181	5,65
1843	VERNIO	75	70	44.072	11.144	5.22
1849	VAL DI TARO	65	65	44.485	9.73	5.03
1857	PARMENSE	65	65	44.749	10.48	5.26
1864	ZOCCA	65	65	44.337	11.059	5.03
1869	VERGATO	75	75	44.314	11.116	5.32
1869	SERRAMAZZONI		65	44.5	10.75	5.03
1873	REGGIANO	65	65	44.612	10.701	5.13
1873	LIGURIA ORIENTALE	65	65	44.497	10.283	5.52
1878	CASTEL DEL RIO		70	44.25	11.5	5.17
1881	Bolognese	70	65	44.32	11.35	5.14
1885	SCANDIANO	60	60	45.208	10.169	5.22
1898	CALESTANO	70	65	44.503	10.314	5.07
1901	Salo'	80	80	45.58	10.5	5,67
1902	GARFAGNANA	70	70	44.093	10.463	5.17
1902	FIVIZZANO		70	44.2	10.2	5.17
1903	LUNIGIANA	75	70	44.329	9.953	5.15
1904	Reggiano	70	60	44.48	10.63	5.13
1904	Frignano	70	60	44.18	10.78	5.08
1904	PISTOIESE	70	70	43.964	10.82	5.18
1909	BASSA PADANA	65	65	44.579	11.688	5.53
1914	GARFAGNANA	70	70	43.911	10.598	5,79
1915	REGGIO EMILIA	65	60	44.732	10.469	5.01
1920	Garfagnana	100	95	44.18	10.28	6.48
1921	PONTREMOLI	70	65	44.377	9.882	5.03
1923	FORMIGINE	60	60	44.595	10.799	5.21
1927	BEDONIA	60	60	44.52	9.59	5.13
1929	Bolognese	80	70	44.47	11.13	5.55
1930	FIUMALBO	60	60	44.136	10.724	5.22
1932	Monte Baldo	80	75	45.63	10.73	5.01
1934	BORGO VAL DI TARO	60	60	44.438	9.725	5.22
1937	APPENNINO MODENESE	70	65	44.334	10.834	5.42
1939	GARFAGNANA	70	65	44.119	10.255	5.20
1951	LODIGIANO	60	65	45.254	9.55	5.24
1957	ZOCCA	60	60	44.394	10.994	5.06
1965	ALTA V. SECCHIA	50	50	44.373	10.355	5.01
1971	Parmense	80	75	44.82	10.35	5,61
1980	VERNASCÀ			44.817	9.85	5.03
1983	Parmense	70	65	44.765	10.27	5.10
1987	REGGIANO	60	60	44.797	10.697	5.05
1995	LUNIGIANA		70	44.179	10.06	5.04
1996	CORREGGIO	70	70	44.782	10.683	5.44
* 2000	REGGIANO					4.7
* 2008	PARMA / REGGIO					5.1

N.B.: Tratto da Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI), aggiornato al 2000.

N.B.: * Terremoti non ancora presenti nel catalogo.

La macrozonazione sismica del territorio italiano (Mappa della massima intensità macrosismica risentita nei comuni italiani – G.N.D.T., I.N.G.-SSN, 1996 - soglia minima VI MCS) colloca il Comune di Busseto in zona 7.

Sulla base della distribuzione areale delle strutture di sottosuolo e di superficie si possono individuare almeno due aree sismogeniche principali di interesse per l'area in oggetto:

- Fronte appenninico (vd. Tav. 2c);
- Lunigiana.

Lungo questi due fronti possono essere individuate strutture sismogenetiche caratterizzate in superficie da gruppi di faglie attive.

Si riporta la tabella dell'attività sismica registrata e potenziale indotta dalle principali strutture sismogenetiche nell'areale in esame:

STRUZZURE SISMOGENETICHE RILEVANTI		
	Lunigiana	Fronte appenninico (Tra Parma e Reggio Emilia)
Intensità massima storica (MSC)	VIII (1481)	VIII (1438)
Magnitudo	5,8	5,6
Distanza dell'epicentro (km)	>100	15

I valori di accelerazione sismica di progetto (Ag), così come proposta dal C.N.R. (1985) “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche” e dall’Eurocodice EC8 “Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 5, Fondazioni, Strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”, per le aree classificate alla III^a categoria risultano pari a 0,15.

5 – INDAGINI GEOGNOSTICHE DIRETTE

5.1 – Prove penetrometriche statiche (C.P.T.)

Per una verifica delle caratteristiche litostratimetriche e geomeccaniche di massima dei terreni di fondazione interessanti il primo sottosuolo, sono state eseguite n°3 prove penetrometriche statiche (C.P.T.), realizzate in loco (vd. Tav. 3) e spinte sino a profondità pari a 10,0 metri da p.c. attuale (vd. All. n°1);

Le quote d'inizio prova sono coincidenti con il p.c. attuale, mentre le misurazioni delle caratteristiche geomeccaniche del terreno (R_p , resistenza alla punta, R_l , resistenza laterale locale) iniziano da una soggiacenza di 0,40 metri dalla quota di inizio prova in relazione ai valori di resistenza meccanica estremamente ridotti della coltre più superficiale (coltivo).

In Allegato n°1 sono riportati i tabulati inerenti le prove penetrometriche statiche condotte a supporto del presente studio geologico – tecnico inerenti:

- le caratteristiche tecniche e la documentazione fotografica del dispositivo di infissione;
- i dati elaborati acquisiti nel corso dei sondaggi stessi (lettura effettuate ogni 20 cm);
- i diagrammi relativi di resistenza (Resistenza alla punta R_p , Resistenza laterale locale R_l in funzione della profondità);
- l'interpretazione litostratimetrica secondo i modelli di Begemann 1965 – Raccomandazioni A.G.I. 1977 e di Schmertmann 1978;
- i parametri geomeccanici del sottosuolo investigato.

Dette risultanze di indagine sono state utilizzate successivamente per:

- la ricostruzione del modello litostratimetrico interpretativo del sottosuolo investigato (vd. Paragr. 6.1 e Tav. 4);
- la parametrizzazione geomeccanica dei terreni di sedime (vd. Paragr. 6.2 ed All. n°1).

5.2 – Prove di laboratorio

5.2.1 – Prove di laboratorio di classificazione ed identificazione preliminari

Si riportano di seguito le tabelle di sintesi delle prove di laboratorio di classificazione ed identificazione (vd. certificati di analisi di cui all'All.n°2) realizzate sui n°3 campioni rimaneggiati dei terreni di estrazione delle zone di base dei tratti trincea/rilevato, prelevati contestualmente all'esecuzione delle suddette prove penetrometriche statiche, ubicati come da Tav.3 lungo lo sviluppo del tracciato, a profondità compresa rispettivamente tra 0,30 e 0,60 metri da p.c. attuale:

- determinazione contenuto naturale d'acqua (norma CNR UNI 10008);
- determinazione del contenuto in sostanze organiche (ASTM D2974);
- determinazione dei limiti di Atterberg (limite liquido W_L e limite plastico W_P – norma CNR UNI 10014);
- analisi granulometriche mediante vagliatura per via umida con setacci, fino a 0,075 mm (ASTM D422);
- classificazione (norma UNI 10006).

Tabella 1a – Prove di laboratorio di identificazione e classificazione
CARATTERISTICHE FISICO-VOLUMETRICHE

N° CAMPIONE E RELATIVO FORO DI SONDAGGIO PENETROMETRICO	INTERVALLO DI PROFONDITÀ DI PRELIEVO DA P.C. (m)	GRADO DI DISTURBO DEL CAMPIONE	CONTENUTO IN ACQUA W (%)	MASSA VOLUMICA (T/m ³)	CONTENUTO IN SOSTANZA ORGANICA (%)
C1 (CPT 1)	0,30 – 0,60	RIMANEGGIATO	30,69	1,79	3,75
C2 (CPT 2)	0,30 – 0,60	RIMANEGGIATO	31,94	1,91	3,66
C3 (CPT 3)	0,30 – 0,60	RIMANEGGIATO	32,22	1,82	3,47

Tabella 1b – Prove di laboratorio di identificazione e classificazione
CLASSIFICAZIONE CNR – UNI 10006

N° CAMPIONE E RELATIVO FORO DI SONDAGGIO	ANALISI GRANULOMETRICA (FRAZIONE PASSANTE AL SETACCIO PARI A 0,075 MM)* (%)	LIMITE LIQUIDO WL %	LIMITE PLASTICO WP %	INDICE DI PLASTICITÀ IP %	CLASSIFICAZIONE USCS	CLASSIFICAZIONE UNI 10006
C1 (CPT 1)	93,99	60	33	27	MH	A-7-5
C2 (CPT 2)	86,78	53	33	20	MH	A-7-5
C3 (CPT 3)	98,18	65	34	31	MH	A-7-5

*N.B. = Percentuale corrispondente alla frazione fine LIMO + ARGILLA

6 – CARATTERISTICHE LITOSTRATIMETRICHE E GEOMECCANICHE DEL TERRENO

6.1 – Modello litostratimetrico di massima dei terreni di fondazione

Dall’analisi e dall’interpretazione delle n°3 prove penetrometriche statiche condotte (vd. All. n°1), è stato possibile ricostruire il seguente ***modello litostratimetrico di massima*** dei terreni di fondazione attraverso la suddivisione del sottosuolo investigato (10,00 metri da p.c. attuale) in pacchi di strati ad omogenea litologia definite in base ai “range” di variabilità medi del rapporto tra la resistenza all’infissione della punta (Rp o qc) e la resistenza laterale locale (Rl o fs) (esprese in Kg/cm² nei tabulati contenuti in All. n°1).

Tale modello litostratimetrico (vd. Tav. 4), generalmente correlabile a quello geomeccanico di cui al successivo Paragr. 7.2, è stato definito adottando, per quanto concerne le prove C.P.T., le interpretazioni comunemente note di Begemann (1965 – in base al rapporto Rp / Rl) e di Schmertman (1978 – in base al valore di Rp ed al rapporto delle resistenze Rl / Rp percentuale).

Come si evince dalle suddette risultanze di indagine condotte (vd. All. n°1), l’assetto litostratimetrico è caratterizzato, in superficie e nel primo sottosuolo, da terreni coesivi di natura prevalentemente limoso argillosa, contraddistinti da bassa consistenza e da conseguenti caratteristiche geomeccaniche generalmente ridotte, più scadenti in corrispondenza di intercalazioni argilloso limose ad elevata compressibilità e plasticità in relazione alla possibile presenza di frazione organica nelle argille.

Nell’ambito delle prime intercalazioni sabbioso limose e sabbiose sottostanti al banco argilloso ed argilloso limoso superiore, il cui tetto è stato intercettato a profondità comprese generalmente tra 6,60 e 6,80 metri da p.c. attuale nel lotto di intervento, è presente la falda propriamente detta, qui a carattere di norma confinato, in relazione alla natura, alla continuità ed alla potenza delle coperture sovrastanti.

Attraverso l’analisi dei tabulati relativi alle prove penetrometriche effettuate e della loro interpretazione litostratimetrica (vd. Tav. 4), si evince come la “struttura sedimentaria”, rilevata nel lotto di intervento (vd. All. n°1), sia relativamente omogenea e ben correlabile all’assetto litostratimetrico dell’areale in esame.

6.2 – Modello geomeccanico di massima dei terreni di fondazione

Dall'analisi e dall'interpretazione delle prove penetrometriche statiche condotte (vd. All. n°1), è stato possibile ricostruire il seguente **modello geomeccanico di massima** dei terreni di fondazione attraverso la suddivisione del sottosuolo investigato (10,00 metri da p.c. attuale) in pacchi di strati ad omogenee proprietà geomeccaniche, definite prevalentemente in base ai "range" di variabilità medi della resistenza all'infissione della punta Rp (espressa in Kg/cm²), opportunamente e criticamente mediate anche in base alle caratteristiche litologiche (vd. Tav. 5).

Per ogni "orizzonte geomeccanico" vengono riportati alcuni dei principali parametri geomeccanici, stimati in base a correlazioni note in letteratura geotecnica (vd. All. n°1) nonché in analogia a terreni consimili, quali:

- peso dell'unità di volume del terreno γ ;
- peso dell'unità di volume del terreno γ' alleggerito in presenza di falda;
- coesione non drenata c_u e modulo di deformazione edometrico E nel caso di terreni a comportamento prevalentemente coesivo;
- angolo di attrito interno ϕ' nel caso di terreni a comportamento prevalentemente granulare.

ORIZZONTE A: ubicato da quota piano campagna attuale ed esteso sino a profondità comprese tra 6,60 e 6,80 metri da p.c. attuale, è caratterizzato da valori di resistenza penetrometrica alla punta (Rp) compresi generalmente tra 20 e 30 Kg/cm², da ricondurre alla presenza in superficie di terreni coesivi fini di natura prevalentemente limoso argillosa (Gruppo A-7-5 secondo la Classificazione CNR-UNI 10006, vd. certificati di laboratorio di cui all'All. n°2). La porzione più superficiale di detto orizzonte (coltivo, spessore pari a circa 1,50 metri) può verosimilmente risentire in modo marcato dei fenomeni di ritiro / fessurazione e rigonfiamento / plasticizzazione, tipici di terreni a componente argillosa dominante in concomitanza a variazioni climatiche.

Parametri geotecnici indicativi di riferimento:

Termini coesivi

- $\gamma = 1,80 - 1,85 \text{ T/m}^3$
- $\gamma' = 0,80 - 0,85 \text{ T/m}^3$
- $c_u = 0,75 - 1,00 \text{ Kg/cm}^2$
- $E = 60 - 90 \text{ Kg/cm}^2$

ORIZZONTE B: ubicato tra la base dell'Orizzonte A ed esteso sino a profondità pari a 10,00 metri da p.c. attuale (limite di indagine delle verticali di prova penetrometrica statica), è contraddistinto da caratteristiche geomeccaniche più elevate, con valori di Rp generalmente superiori a 80 Kg/cm², da ricondurre alla presenza di terreni incoerenti di natura prevalentemente sabbiosa e sabbioso limosa.

Parametri geotecnici indicativi di riferimento:

Termini incoerenti

- $\gamma = 1,95 - 2,00 \text{ T/m}^3$
- $\gamma' = 0,95 - 1,00 \text{ T/m}^3$
- $\varphi' = 27^\circ - 33^\circ$

Come si evince dal quadro geomeccanico sopra schematizzato nonché illustrato nella cartografia allegata (vd. Tav. 4 ed All. n°1), la zona investigata, corrispondente alla pianta di sedime del tracciato in progetto, risulta relativamente omogenea nell'ambito dei punti e delle profondità indagate.

7 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In ordine alle risultanze di indagine, ossia dai parametri descrittivi dell'assetto litogeomorfologico ed idrogeologico generale dei luoghi in esame, in relazione alla tipologia dell'intervento proposto nonché alla presente fase *definitiva* di progettazione, si esprimono le seguenti considerazioni in merito alle condizioni e modalità di realizzazione dell'intervento in oggetto.

A) Sintesi di indagine

L'analisi dei dati ottenuti evidenzia che:

- l'area di sedime del tracciato stradale in progetto (vd. Tav. 3) risulta localizzata in corrispondenza di terreni coesivi di natura prevalentemente limoso argillosa, contraddistinti da bassa consistenza e da conseguenti caratteristiche geomeccaniche ridotte, più scadenti in corrispondenza di intercalazioni argilloso limose ad elevata compressibilità e plasticità in relazione alla possibile presenza di frazione organica nelle argille (Tav. 4 ed All. n°1);
- a profondità comprese tra 6,60 e 6,80 metri da p.c. attuale, sono stati attraversati terreni incoerenti di natura sabbioso limosa e sabbiosa, sede della falda idrica propriamente detta, a carattere di norma confinato, contraddistinti da più elevate caratteristiche geomeccaniche, come evidenziato dall'aumento all'infissione penetrometrica statica (Rp) (vd. All. n°1);
- dal punto di vista geomeccanico, i terreni rilevati lungo le verticali di indagine sono stati scomposti in virtuali strati a differente resistenza alla penetrazione statica (Rp) ed alla litologia. In particolare, si evidenzia che:
 - le caratteristiche geomeccaniche presentano valori più ridotti nell'Orizzonte A la cui porzione più superficiale (coltivo, spessore pari a circa 1,50 metri) può verosimilmente risentire in modo marcato dei fenomeni di ritiro / fessurazione e rigonfiamento / plasticizzazione, tipici di terreni a componente argillosa dominante in concomitanza a variazioni climatiche;
 - dette caratteristiche geomeccaniche risultano significativamente più elevate nell'Orizzonte incoerente sabbioso B;
 - la zona investigata, corrispondente alla pianta di sedime del tracciato in progetto, risulta relativamente omogenea nell'ambito dei punti e delle profondità indagate;

- i terreni di imposta - sottofondo – (come da indicazioni progettuali previsti fra 0,30-0,60 m di profondità da p.c.) sono riconducibili, secondo la Classificazione C.N.R. – U.N.I. 10006, al Gruppo A – 7 – 5 e presentano contenuto organico sempre superiore al 3%;
- per quanto concerne l'assetto idrogeologico dell'areale in esame, la prima falda significativa è attestata nell'ambito delle prime intercalazioni sabbiose sottostanti al banco argilloso limoso superiore, riconducibili al Gruppo Acquifero A – Complesso A1, ed assume, in relazione alla natura, alla continuità ed alla potenza delle coperture sovrastanti, carattere di norma confinato. Detta falda risulta alimentata prevalentemente per filtrazione dal flusso di subalveo del Fiume Po;
- sussiste la presumibile locale presenza di livelli idrici superficiali, a carattere freatico, discontinuo, stagionale, sospesi rispetto all'acquifero principale, attestati nelle intercalazioni più grossolane dei depositi fini superficiali e soggetti a sensibili oscillazioni stagionali in fase con lo stato idrometrico della rete idrografica superficiale, qui rappresentata dal Torrente Ongina e dai canali di irrigazione, nonché con il quantitativo idrico derivante dall'infiltrazione efficace delle acque meteoriche;
- le condizioni meteoclimatiche e le condizioni idrogeologiche locali descritte possono presumibilmente indurre nel tempo, pertanto, variazioni cicliche del grado di saturazione dei terreni di sedime del tracciato in progetto, e quindi degli stati tensionali efficaci, anche in relazione alla risalita dei suddetti livelli freatici ed all'innalzamento della frangia capillare sino in prossimità del piano campagna, con conseguenti processi di essiccamento/rigonfiamento tipici dei terreni a componente argillosa dominante quali quelli in oggetto.
- l'assetto litostratimetrico ed idrogeologico locale riscontrato conferisce alla zona in esame un grado di vulnerabilità “poco vulnerabile”, come riportato nella cartografia sovraordinata di P.T.C.P. e di P.P.T.A.

B) Indicazioni per la fase esecutiva della progettazione

A supporto della *fase esecutiva*, si dovranno prevedere alcune ulteriori indagini funzionali ad una più dettagliata caratterizzazione qualitativa delle caratteristiche *litologiche, fisico – meccaniche e chimiche* dei terreni di imposta (sottofondi), al fine di definire le modalità di realizzazione più idonee in merito ad un utilizzo “tal quale” degli stessi oppure, in

alternativa, la possibilità di un eventuale impiego di detti materiali previo trattamento (es. miscelazione, stabilizzazione a calce, ecc.). Si riporta di seguito un quadro delle indagini da effettuarsi *in situ* ed in laboratorio in merito a tale caratterizzazione dei terreni di sottofondo (piano di posa):

- Caratterizzazione CNR-UNI 10006;
- Contenuto naturale d'acqua;
- Contenuto materiale organico (TOC percentuale);
- Prove di carico su piastra.

Sulla base della caratterizzazione di cui sopra, potrà, eventualmente, essere redatto un *capitolato* inerente le modalità di utilizzo e/o trattamento dei materiali.

Parma, ottobre 2009

Dr. Geol. Lorenzo Negri

TAVOLE ALLEGATE

Tav. 1a: Inquadramento geografico generale (stralcio C.T.R. tavola 181-NO “Busseto” – scala 1:25.000);

Tav. 1b: Inquadramento cartografico di dettaglio (stralcio planimetria di progetto fornita dal progettista – base C.T.R., sezione 181010 “Busseto” – scala 1:4.000);

Tav. 2a: Carta geomorfologica della Pianura Padana (stralcio Carta geomorfologica della Pianura Padana edita dal Ministero dell’Università e della Ricerca scientifica e tecnologica – Comitato Consultivo del C.U.N. n°4 “Scienze della Terra” – 1997 – scala 1:250.000);

Tav.2b: Carta geologica (stralcio della Carta Geologica di Pianura dell’Emilia Romagna – scala 1:250.000);

Tav.2c: Carta Sismotettonica della Regione Emilia – Romagna (stralcio Carta Sismotettonica, edita (2004) dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della R.E.R., e dall’Istituto di Geoscienze e Georisorse, Sezione di Firenze del C.N.R. – scala 1:250.000);

Tav.2d: Modello concettuale dell’acquifero (stralcio della Carta della vulnerabilità degli acquiferi all’inquinamento (1996) tratta da “Quaderni di tecniche di protezione ambientale” n°56 – scala 1:250.000);

Tav. 3: Ubicazione indagini geognostiche (stralcio planimetria di progetto fornita dal progettista – base C.T.R., sezione 181010 “Busseto” – scala 1:4.000);

Tav.4: Correlazioni lito-geomeccaniche interpretative (scala verticale 1:50 – scala orizzontale 1:700).

ALLEGATO n°1

Prove penetrometriche statiche (C.P.T.)

- legenda valori di resistenza;
- legenda valutazioni litologiche;
- legenda parametri geotecnici;
- documentazione fotografica del dispositivo di infissione;
- letture di campagna e valori di resistenza acquisiti nel corso delle prove penetrometriche statiche (lettura effettuate ogni 20 cm);
- i diagrammi relativi di resistenza (Resistenza alla punta Rp, Resistenza laterale locale Rl in funzione della profondità);
- l'interpretazione litostratimetrica secondo i modelli di Begemann 1965 – Raccomandazioni A.G.I. 1977 e di Schmertmann 1978;
- tabella dei parametri geomeccanici del sottosuolo investigato.

ALLEGATO n°2

Certificati di laboratorio

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO tipo:

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (\varnothing 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett. \Rightarrow Spinta) $C_t = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$

$$\text{fase 1 - resistenza alla punta } R_p (\text{ Kg / cm}^2) = (\text{L. punta}) C_t / 10$$

$$\text{fase 2 - resistenza laterale locale } R_L (\text{ Kg / cm}^2) = [(\text{L. laterale}) - (\text{L. punta})] C_t / 150$$

$$\text{fase 3 - resistenza totale } R_t (\text{ Kg}) = (\text{L. totale}) C_t$$

R_p / R_L = 'rapporto Begemann'

- L. punta = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta (fase 1)

- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e mancotto (fase 2)

- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

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

N.B. : nonostante la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il mancotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale R_L viene computata alla stessa quota della punta .

CONVERSIONI

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

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

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

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

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

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: $F = (Rp / RL)$

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

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

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

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di Rp e di FR = (RL / Rp) % :

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

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

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

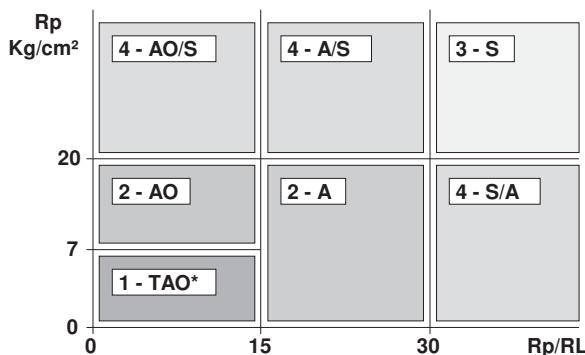
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

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

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

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



NATURA LITOLOGICA

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

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

- γ = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ - Rp - natura]
 (Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982)
 σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ)
 Cu = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : Cu - Rp]
 OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - Cu - σ'_{vo}]
 (Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
 Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : Eu - Cu - OCR - Ip Ip= ind.plast.]
 Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico
 pari al 50-25% (Duncan & Buchigiani 1976)
 E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - Rp]
 E'50 - E'25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico
 pari al 50-25% (coeff. di sicurezza F = 2 - 4 rispettivamente)
 (Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
 Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - Rp - natura]
 (Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
 Dr = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : Dr - Rp - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
 ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - Dr - Rp - σ'_{vo}]
 (Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
 ϕ_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme ϕ_{2s} - sabbia media unif./ fine ben gradata
 ϕ_{3s} - sabbia grossa unif./ media ben gradata ϕ_{4s} - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
 ϕ_{dm} - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. ϕ_{my} - (Meyerhof) sabbie limose
 A_{max} = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
 (g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g) - Dr]

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA
CPT 1

3.010496-143

- committente:	Amministrazione Comunale di Busseto	- data prova :	27/05/2009
- lavoro:	Tangenziale di Busseto	- quota inizio :	Piano Campagna
- località:	Busseto Capoluogo	- prof. falda :	3,50 m da quota inizio
- resp. cantiere:			
- assist. cantiere:		- data emiss. :	29/05/2009

prf m	LP -	LL -	Rp Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/RI -	prf m	LP -	LL -	Rp Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/RI -
0,20	----	----	--	-----	----	5,20	31,0	58,0	31,0	1,80	17,0
0,40	10,0	28,0	10,0	1,20	8,0	5,40	38,0	65,0	38,0	1,80	21,0
0,60	8,0	21,0	8,0	0,87	9,0	5,60	46,0	77,0	46,0	2,07	22,0
0,80	9,0	19,0	9,0	0,67	13,0	5,80	45,0	93,0	45,0	3,20	14,0
1,00	14,0	27,0	14,0	0,87	16,0	6,00	44,0	85,0	44,0	2,73	16,0
1,20	22,0	39,0	22,0	1,13	19,0	6,20	42,0	76,0	42,0	2,27	19,0
1,40	21,0	40,0	21,0	1,27	17,0	6,40	47,0	75,0	47,0	1,87	25,0
1,60	22,0	43,0	22,0	1,40	16,0	6,60	23,0	43,0	23,0	1,33	17,0
1,80	23,0	45,0	23,0	1,47	16,0	6,80	18,0	32,0	18,0	0,93	19,0
2,00	28,0	54,0	28,0	1,73	16,0	7,00	83,0	92,0	83,0	0,60	138,0
2,20	29,0	56,0	29,0	1,80	16,0	7,20	68,0	73,0	68,0	0,33	204,0
2,40	26,0	58,0	26,0	2,13	12,0	7,40	45,0	65,0	45,0	1,33	34,0
2,60	25,0	57,0	25,0	2,13	12,0	7,60	67,0	74,0	67,0	0,47	144,0
2,80	27,0	56,0	27,0	1,93	14,0	7,80	21,0	36,0	21,0	1,00	21,0
3,00	24,0	53,0	24,0	1,93	12,0	8,00	30,0	43,0	30,0	0,87	35,0
3,20	26,0	54,0	26,0	1,87	14,0	8,20	77,0	86,0	77,0	0,60	128,0
3,40	26,0	57,0	26,0	2,07	13,0	8,40	86,0	105,0	86,0	1,27	68,0
3,60	30,0	62,0	30,0	2,13	14,0	8,60	106,0	125,0	106,0	1,27	84,0
3,80	30,0	61,0	30,0	2,07	15,0	8,80	91,0	130,0	91,0	2,60	35,0
4,00	28,0	59,0	28,0	2,07	14,0	9,00	112,0	142,0	112,0	2,00	56,0
4,20	30,0	57,0	30,0	1,80	17,0	9,20	120,0	150,0	120,0	2,00	60,0
4,40	29,0	56,0	29,0	1,80	16,0	9,40	124,0	145,0	124,0	1,40	89,0
4,60	30,0	60,0	30,0	2,00	15,0	9,60	140,0	150,0	140,0	0,67	210,0
4,80	37,0	63,0	37,0	1,73	21,0	9,80	138,0	170,0	138,0	2,13	65,0
5,00	32,0	54,0	32,0	1,47	22,0	10,00	155,0	200,0	155,0	3,00	52,0

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

3.010496-143

- committente:	Amministrazione Comunale di Busseto	- data prova :	27/05/2009
- lavoro:	Tangenziale di Busseto	- quota inizio :	Piano Campagna
- località:	Busseto Capoluogo	- prof. falda :	Falda non rilevata
- resp. cantiere:			
- assist. cantiere:		- data emiss. :	29/05/2009
- note:	Falda non rilevata per occlusione foro		

prf m	LP -	LL -	Rp Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/RI -	prf m	LP -	LL -	Rp Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/RI -
0,20	----	----	--	-----	----	5,20	30,0	54,0	30,0	1,60	19,0
0,40	15,0	28,0	15,0	0,87	17,0	5,40	26,0	55,0	26,0	1,93	13,0
0,60	13,0	32,0	13,0	1,27	10,0	5,60	23,0	49,0	23,0	1,73	13,0
0,80	14,0	28,0	14,0	0,93	15,0	5,80	27,0	50,0	27,0	1,53	18,0
1,00	12,0	32,0	12,0	1,33	9,0	6,00	26,0	53,0	26,0	1,80	14,0
1,20	13,0	34,0	13,0	1,40	9,0	6,20	27,0	56,0	27,0	1,93	14,0
1,40	13,0	32,0	13,0	1,27	10,0	6,40	21,0	48,0	21,0	1,80	12,0
1,60	17,0	41,0	17,0	1,60	11,0	6,60	14,0	32,0	14,0	1,20	12,0
1,80	19,0	41,0	19,0	1,47	13,0	6,80	16,0	29,0	16,0	0,87	18,0
2,00	26,0	58,0	26,0	2,13	12,0	7,00	60,0	72,0	60,0	0,80	75,0
2,20	25,0	61,0	25,0	2,40	10,0	7,20	56,0	85,0	56,0	1,93	29,0
2,40	28,0	62,0	28,0	2,27	12,0	7,40	70,0	104,0	70,0	2,27	31,0
2,60	24,0	63,0	24,0	2,60	9,0	7,60	100,0	120,0	100,0	1,33	75,0
2,80	24,0	59,0	24,0	2,33	10,0	7,80	64,0	102,0	64,0	2,53	25,0
3,00	24,0	57,0	24,0	2,20	11,0	8,00	135,0	150,0	135,0	1,00	135,0
3,20	21,0	48,0	21,0	1,80	12,0	8,20	105,0	150,0	105,0	3,00	35,0
3,40	21,0	42,0	21,0	1,40	15,0	8,40	120,0	145,0	120,0	1,67	72,0
3,60	28,0	49,0	28,0	1,40	20,0	8,60	114,0	130,0	114,0	1,07	107,0
3,80	29,0	59,0	29,0	2,00	14,0	8,80	135,0	185,0	135,0	3,33	41,0
4,00	25,0	54,0	25,0	1,93	13,0	9,00	158,0	215,0	158,0	3,80	42,0
4,20	24,0	53,0	24,0	1,93	12,0	9,20	149,0	201,0	149,0	3,47	43,0
4,40	23,0	47,0	23,0	1,60	14,0	9,40	130,0	180,0	130,0	3,33	39,0
4,60	25,0	44,0	25,0	1,27	20,0	9,60	108,0	155,0	108,0	3,13	34,0
4,80	21,0	48,0	21,0	1,80	12,0	9,80	104,0	140,0	104,0	2,40	43,0
5,00	28,0	44,0	28,0	1,07	26,0	10,00	120,0	155,0	120,0	2,33	51,0

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA
CPT 3

3.010496-143

- committente:	Amministrazione Comunale di Busseto	- data prova :	27/05/2009
- lavoro:	Tangenziale di Busseto	- quota inizio :	Piano Campagna
- località:	Busseto Capoluogo	- prof. falda :	Falda non rilevata
- resp. cantiere:			
- assist. cantiere:		- data emiss. :	29/05/2009
- note:	Falda non rilevata per occlusione foro		

prf m	LP -	LL -	Rp Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/RI -	prf m	LP -	LL -	Rp Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/RI -
0,20	----	----	--	-----	----	5,20	40,0	68,0	40,0	1,87	21,0
0,40	12,0	37,0	12,0	1,67	7,0	5,40	23,0	42,0	23,0	1,27	18,0
0,60	9,0	26,0	9,0	1,13	8,0	5,60	31,0	47,0	31,0	1,07	29,0
0,80	10,0	25,0	10,0	1,00	10,0	5,80	34,0	49,0	34,0	1,00	34,0
1,00	12,0	29,0	12,0	1,13	11,0	6,00	46,0	62,0	46,0	1,07	43,0
1,20	12,0	32,0	12,0	1,33	9,0	6,20	35,0	48,0	35,0	0,87	40,0
1,40	17,0	37,0	17,0	1,33	13,0	6,40	26,0	39,0	26,0	0,87	30,0
1,60	20,0	45,0	20,0	1,67	12,0	6,60	30,0	54,0	30,0	1,60	19,0
1,80	30,0	55,0	30,0	1,67	18,0	6,80	72,0	85,0	72,0	0,87	83,0
2,00	36,0	63,0	36,0	1,80	20,0	7,00	66,0	82,0	66,0	1,07	62,0
2,20	40,0	68,0	40,0	1,87	21,0	7,20	78,0	108,0	78,0	2,00	39,0
2,40	37,0	73,0	37,0	2,40	15,0	7,40	100,0	128,0	100,0	1,87	54,0
2,60	44,0	82,0	44,0	2,53	17,0	7,60	110,0	150,0	110,0	2,67	41,0
2,80	45,0	89,0	45,0	2,93	15,0	7,80	102,0	145,0	102,0	2,87	36,0
3,00	53,0	90,0	53,0	2,47	21,0	8,00	115,0	170,0	115,0	3,67	31,0
3,20	47,0	86,0	47,0	2,60	18,0	8,20	120,0	175,0	120,0	3,67	33,0
3,40	32,0	76,0	32,0	2,93	11,0	8,40	108,0	160,0	108,0	3,47	31,0
3,60	26,0	50,0	26,0	1,60	16,0	8,60	105,0	165,0	105,0	4,00	26,0
3,80	30,0	48,0	30,0	1,20	25,0	8,80	110,0	160,0	110,0	3,33	33,0
4,00	30,0	51,0	30,0	1,40	21,0	9,00	106,0	165,0	106,0	3,93	27,0
4,20	31,0	55,0	31,0	1,60	19,0	9,20	110,0	170,0	110,0	4,00	28,0
4,40	35,0	60,0	35,0	1,67	21,0	9,40	125,0	185,0	125,0	4,00	31,0
4,60	42,0	70,0	42,0	1,87	22,0	9,60	130,0	170,0	130,0	2,67	49,0
4,80	48,0	78,0	48,0	2,00	24,0	9,80	125,0	160,0	125,0	2,33	54,0
5,00	48,0	81,0	48,0	2,20	22,0	10,00	145,0	210,0	145,0	4,33	33,0

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA

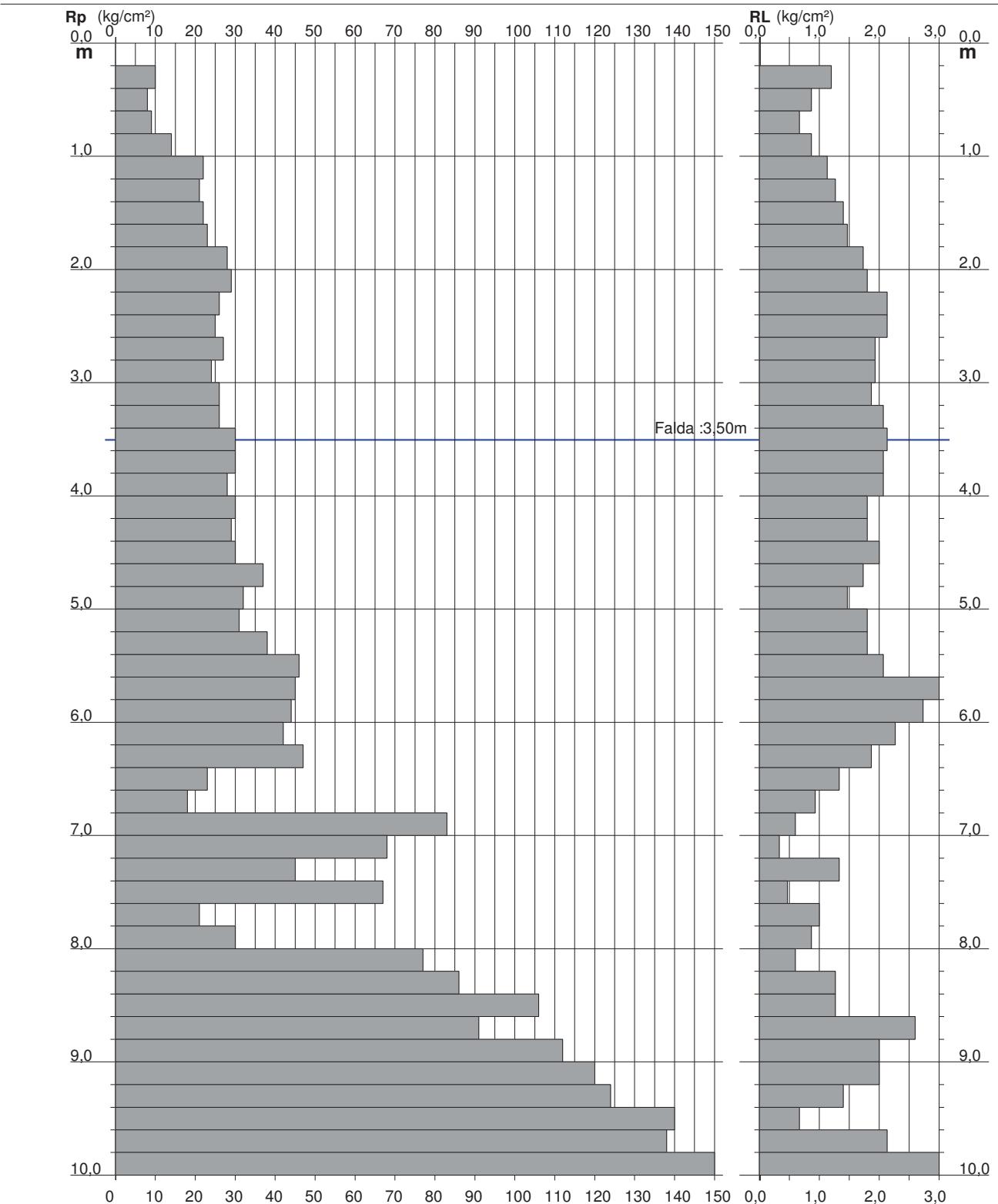
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

3.010496-143

- committente: Amministrazione Comunale di Busseto
 - lavoro: Tangenziale di Busseto
 - località: Busseto Capoluogo
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:

- data prova : 27/05/2009
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 3,50 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 50
 - data emiss. : 29/05/2009



PROVA PENETROMETRICA STATICA

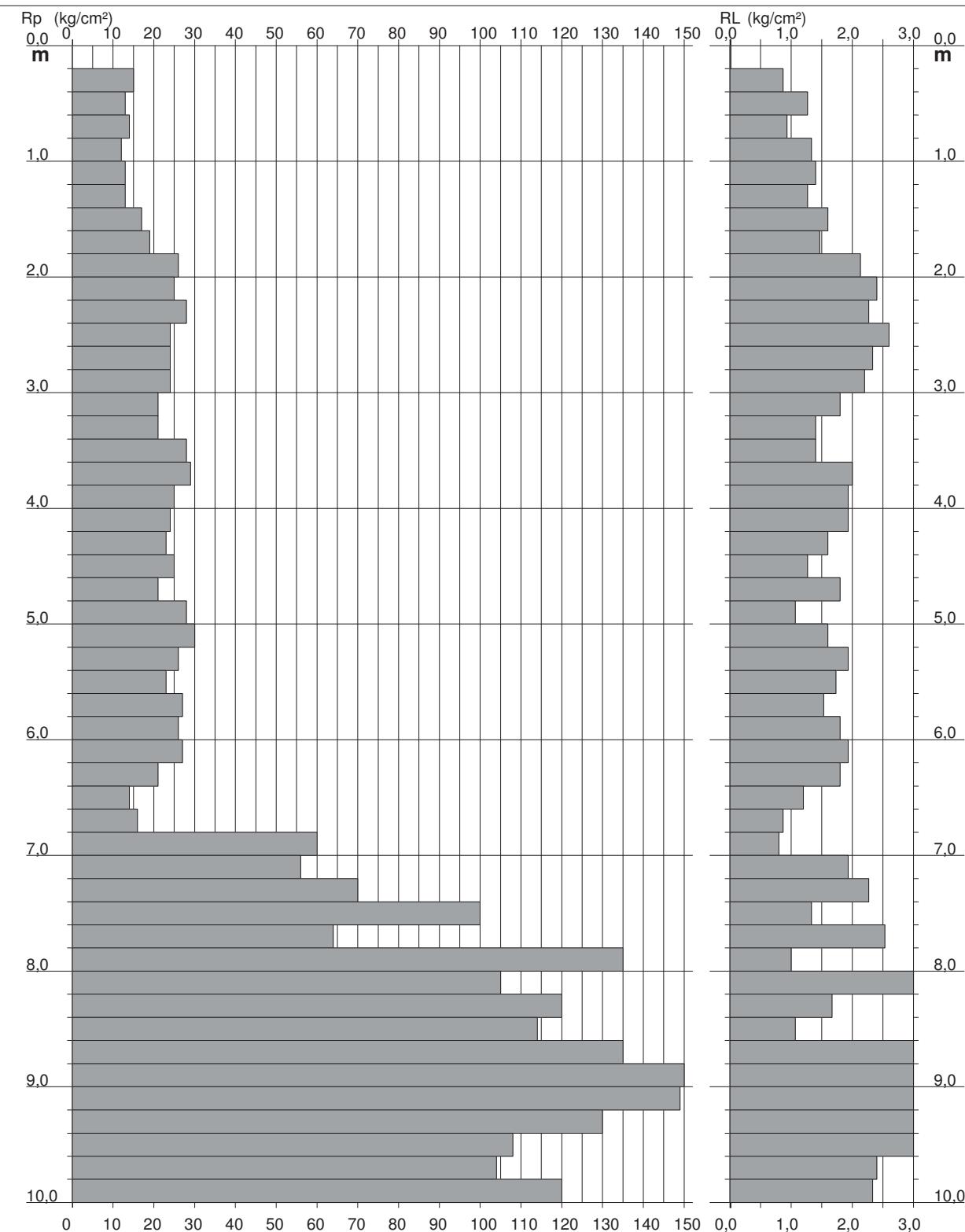
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

3.010496-143

- committente: Amministrazione Comunale di Busseto
 - lavoro: Tangenziale di Busseto
 - località: Busseto Capoluogo
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:
 - note: Falda non rilevata per occlusione foro

- data prova : 27/05/2009
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50
 - data emiss. : 29/05/2009



PROVA PENETROMETRICA STATICA

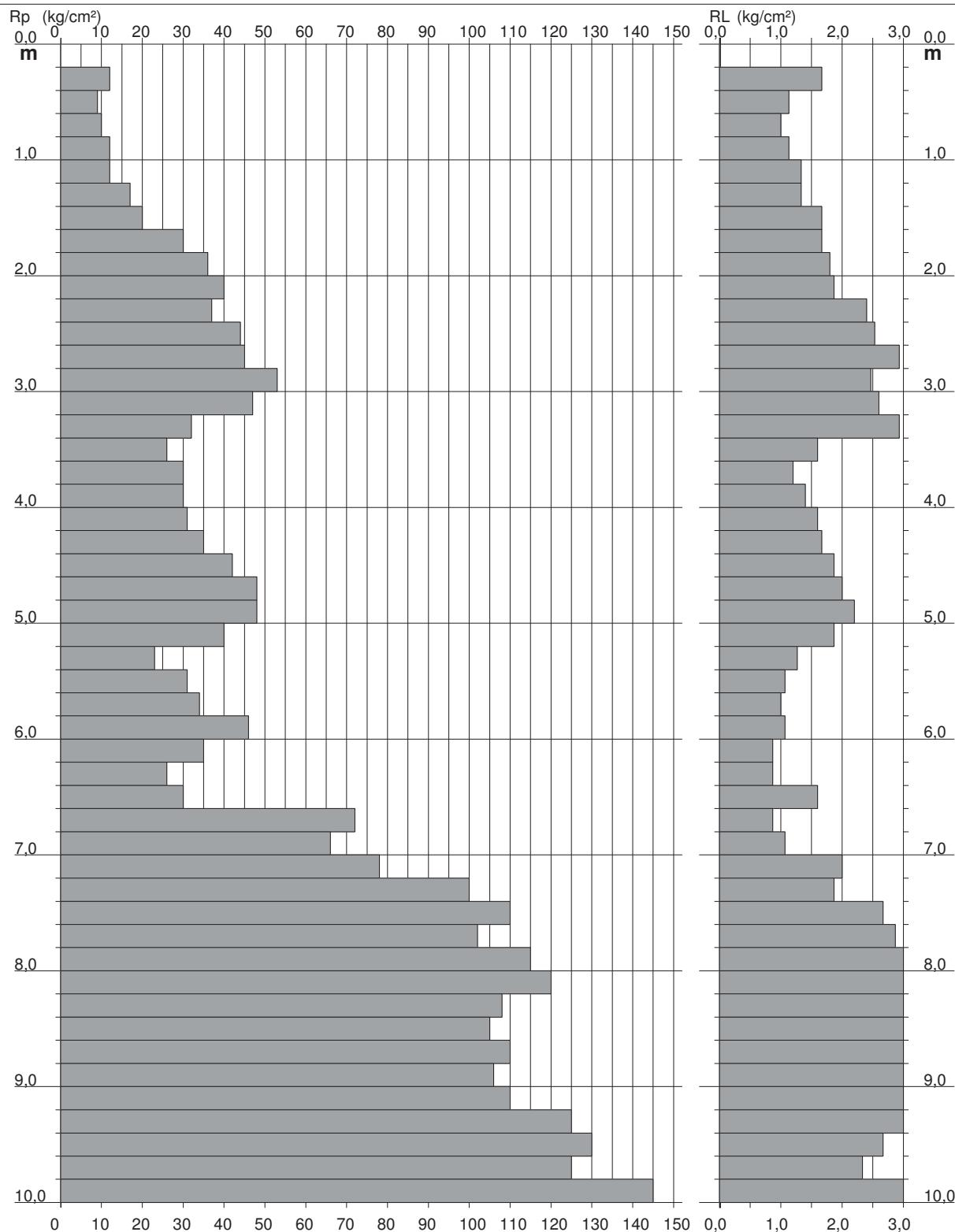
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

3.010496-143

- committente: Amministrazione Comunale di Busseto
 - lavoro: Tangenziale di Busseto
 - località: Busseto Capoluogo
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:
 - note: Falda non rilevata per occlusione foro

- data prova : 27/05/2009
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50
 - data emiss. : 29/05/2009



PROVA PENETROMETRICA STATICA

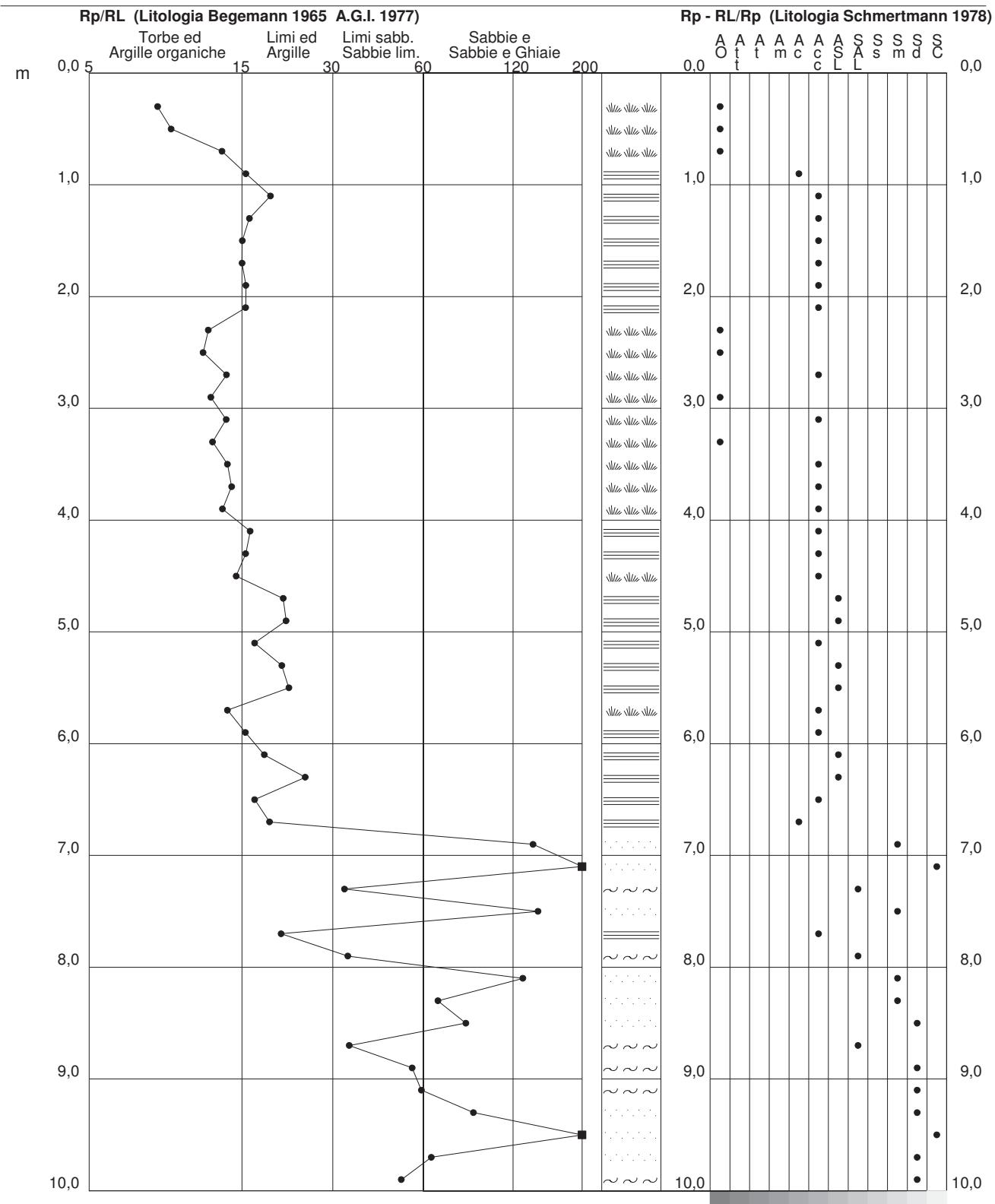
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

3.010496-143

- committente: Amministrazione Comunale di Busseto
- lavoro: Tangenziale di Busseto
- località: Busseto Capoluogo
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 27/05/2009
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,50 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 50
- data emiss. : 29/05/2009



PROVA PENETROMETRICA STATICA

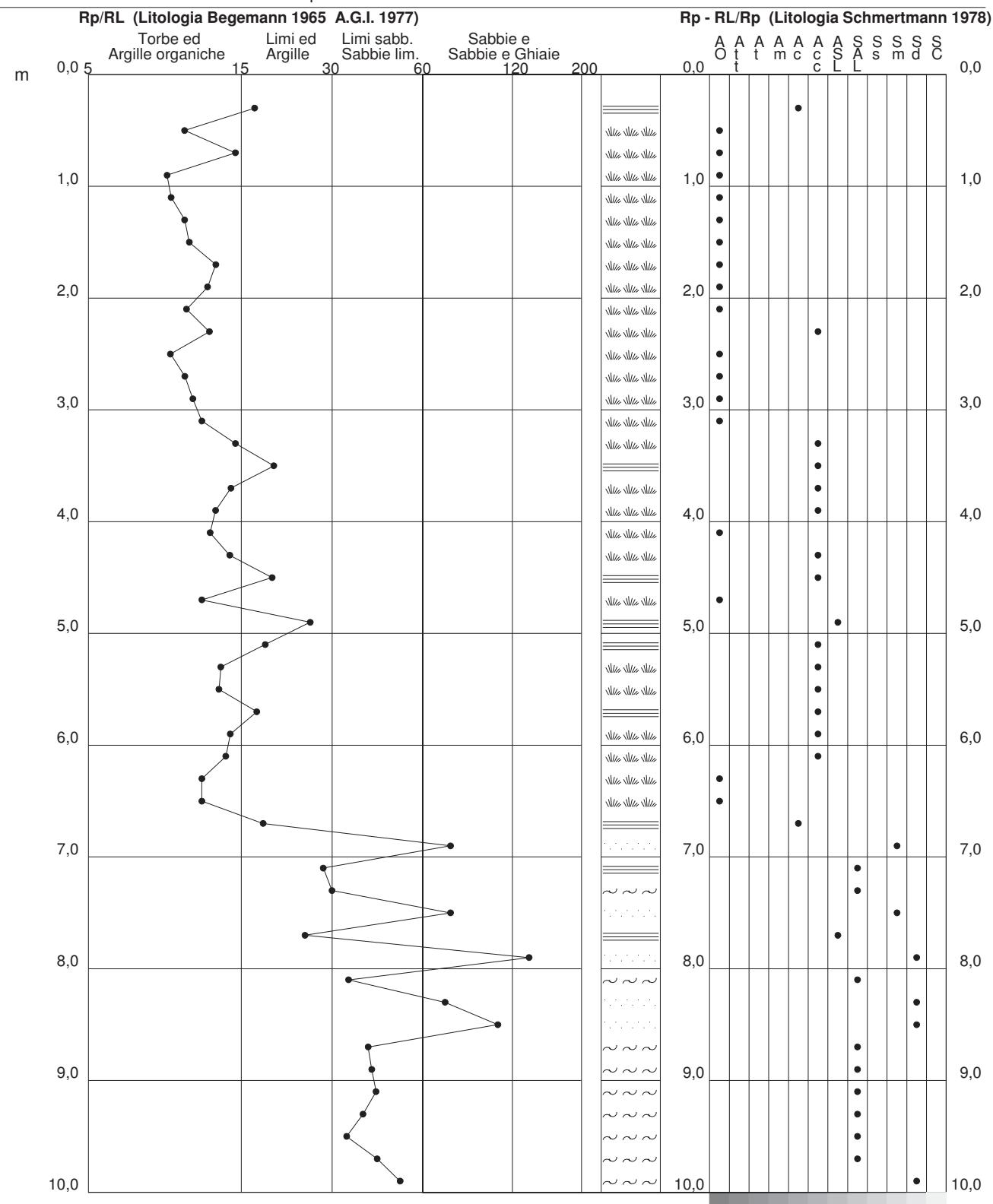
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

3.010496-143

- committente: Amministrazione Comunale di Busseto
- lavoro: Tangenziale di Busseto
- località: Busseto Capoluogo
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:
- note: Falda non rilevata per occlusione foro

- data prova : 27/05/2009
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50
- data emiss. : 29/05/2009



PROVA PENETROMETRICA STATICA

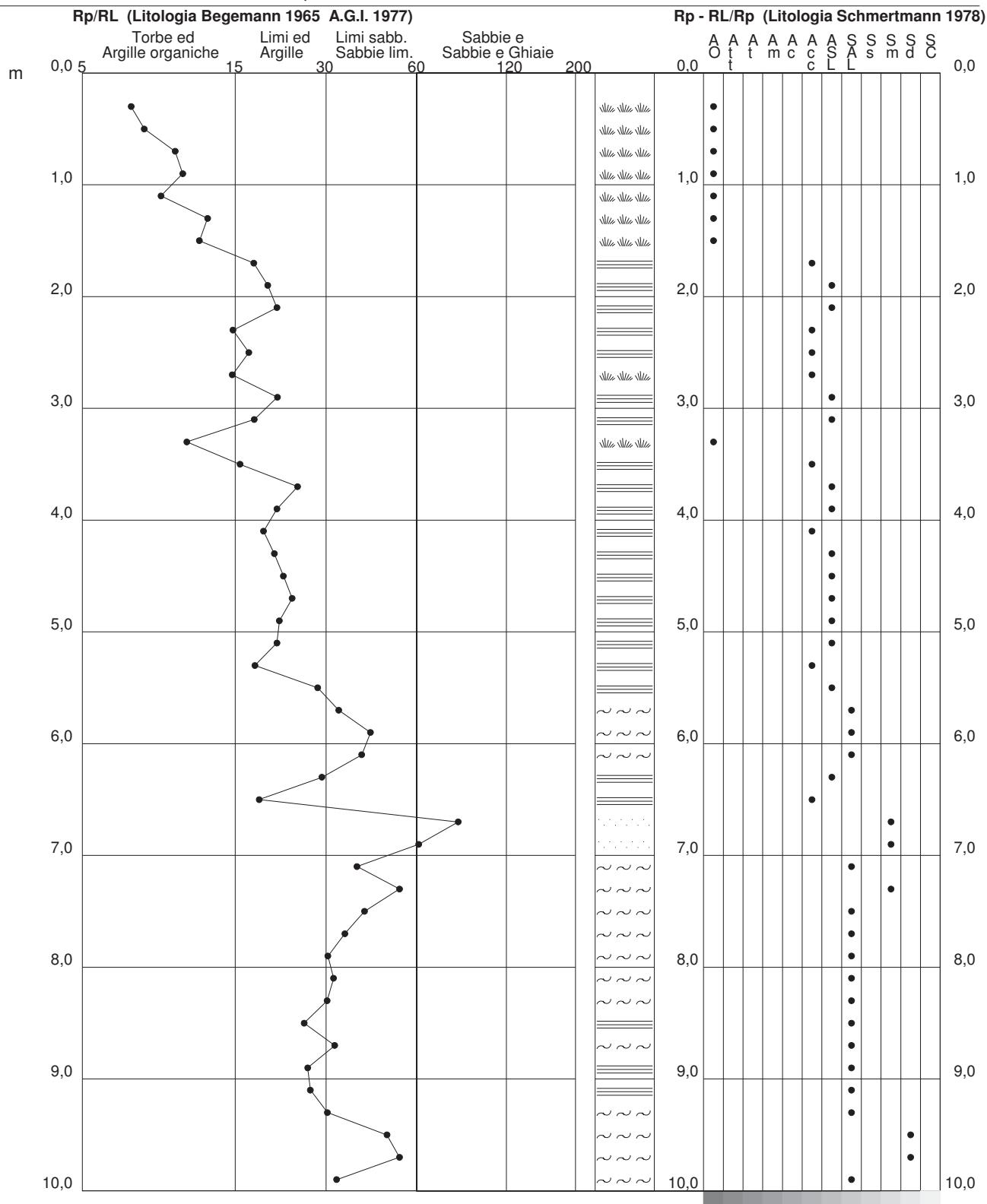
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

3.010496-143

- committente: Amministrazione Comunale di Busseto
- lavoro: Tangenziale di Busseto
- località: Busseto Capoluogo
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:
- note: Falda non rilevata per occlusione foro

- data prova : 27/05/2009
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50
- data emiss. : 29/05/2009



PROVA PENETROMETRICA STATICA

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

3.010496-143

- committente:	Amministrazione Comunale di Busseto	- data prova :	27/05/2009
- lavoro:	Tangenziale di Busseto	- quota inizio :	Piano Campagna
- località:	Busseto Capoluogo	- prof. falda :	3,50 m da quota inizio
- resp. cantiere:		- data emiss. :	
- assist. cantiere:			29/05/2009

Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²			Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	Eu'50 kg/cm²			Mo kg/cm²	
								Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Mo kg/cm²										E'25 kg/cm²	E'50 kg/cm²			
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	10	8	2///	1,85	0,07	0,50	68,4	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	8	9	2///	1,85	0,11	0,40	31,2	68	102	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	9	13	2///	1,85	0,15	0,45	25,2	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	14	16	2///	1,85	0,19	0,64	29,4	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	22	19	4://	1,85	0,22	0,85	33,4	144	216	66	57	36	38	40	43	37	28	0,121	37	55	66	--	--	--
1,40	21	17	4://	1,85	0,26	0,82	26,7	140	210	63	51	35	37	40	42	36	27	0,107	35	53	63	--	--	--
1,60	22	16	4://	1,85	0,30	0,85	23,3	144	216	66	50	35	37	40	42	35	28	0,103	37	55	66	--	--	--
1,80	23	16	4://	1,85	0,33	0,87	20,8	148	221	69	48	35	37	39	42	35	28	0,100	38	58	69	--	--	--
2,00	28	16	4://	1,85	0,37	0,97	20,8	164	246	84	52	35	38	40	42	35	28	0,110	47	70	84	--	--	--
2,20	29	16	4://	1,85	0,41	0,98	18,9	167	251	87	51	35	37	40	42	35	29	0,108	48	73	87	--	--	--
2,40	26	12	4://	1,85	0,44	0,93	15,8	158	237	78	46	34	37	39	42	34	28	0,093	43	65	78	--	--	--
2,60	25	12	4://	1,85	0,48	0,91	13,9	155	232	75	42	34	36	39	41	33	28	0,085	42	63	75	--	--	--
2,80	27	14	4://	1,85	0,52	0,95	13,4	161	242	81	43	34	36	39	41	33	28	0,087	45	68	81	--	--	--
3,00	24	12	4://	1,85	0,55	0,89	11,3	151	227	72	37	33	36	38	41	32	28	0,074	40	60	72	--	--	--
3,20	26	14	4://	1,85	0,59	0,93	11,0	158	237	78	38	33	36	38	41	32	28	0,076	43	65	78	--	--	--
3,40	26	13	4://	1,85	0,63	0,93	10,2	158	237	78	37	33	36	38	41	32	28	0,073	43	65	78	--	--	--
3,60	30	14	4://	0,96	0,65	1,00	10,8	170	255	90	41	34	36	39	41	33	29	0,083	50	75	90	--	--	--
3,80	30	15	4://	0,96	0,67	1,00	10,4	170	255	90	40	34	36	39	41	33	29	0,081	50	75	90	--	--	--
4,00	28	14	4://	0,96	0,69	0,97	9,6	166	248	84	37	33	36	38	41	32	28	0,074	47	70	84	--	--	--
4,20	30	17	4://	0,96	0,71	1,00	9,7	171	257	90	39	33	36	38	41	32	29	0,078	50	75	90	--	--	--
4,40	29	16	4://	0,96	0,73	0,98	9,2	172	259	87	37	33	36	38	41	32	29	0,074	48	73	87	--	--	--
4,60	30	15	4://	0,96	0,74	1,00	9,1	177	265	90	38	33	36	38	41	32	29	0,075	50	75	90	--	--	--
4,80	37	21	4://	0,99	0,76	1,23	11,4	210	315	111	44	34	37	39	42	33	30	0,090	62	93	111	--	--	--
5,00	32	22	4://	0,97	0,78	1,07	9,2	187	280	96	39	33	36	38	41	32	29	0,077	53	80	96	--	--	--
5,20	31	17	4://	0,97	0,80	1,03	8,6	190	285	93	37	33	36	38	41	32	29	0,073	52	78	93	--	--	--
5,40	38	21	4://	0,99	0,82	1,27	10,8	215	323	114	43	34	36	39	41	33	30	0,088	63	95	114	--	--	--
5,60	46	22	4://	1,01	0,84	1,53	13,3	261	391	138	49	35	37	39	42	34	31	0,103	77	115	138	--	--	--
5,80	45	14	4://	1,00	0,86	1,50	12,5	255	383	135	48	35	37	39	42	33	31	0,099	75	113	135	--	--	--
6,00	44	16	4://	1,00	0,88	1,47	11,8	249	374	132	47	35	37	39	42	33	31	0,096	73	110	132	--	--	--
6,20	42	19	4://	1,00	0,90	1,40	10,9	238	357	126	45	34	37	39	42	33	30	0,091	70	105	126	--	--	--
6,40	47	25	4://	1,01	0,92	1,57	12,2	266	400	141	48	35	37	39	42	33	31	0,099	78	118	141	--	--	--
6,60	23	17	4://	0,94	0,94	0,87	5,7	253	380	69	23	31	34	37	40	29	28	0,044	38	58	69	--	--	--
6,80	18	19	2///	0,98	0,96	0,75	4,6	268	402	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	83	138	3::	0,97	0,98	--	--	--	--	--	66	37	39	41	43	36	33	0,148	138	208	249	--	--	--
7,20	68	204	3::	0,95	1,00	--	--	--	--	--	59	36	38	40	43	35	32	0,127	113	170	204	--	--	--
7,40	45	34	3::	0,91	1,02	--	--	--	--	--	44	34	37	39	42	32	31	0,089	75	113	135	--	--	--
7,60	67	144	3::	0,95	1,04	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	35	32	0,123	112	168	201	--	--	--
7,80	21	21	4://	0,93	1,06	0,82	4,6	294	441	63	17	30	33	36	39	28	27	0,033	35	53	63	--	--	--
8,00	30	35	3::	0,88	1,07	--	--	--	--	--	29	32	35	37	40	30	29	0,055	50	75	90	--	--	--
8,20	77	128	3::	0,96	1,09	--	--	--	--	--	61	37	39	41	43	35	33	0,133	128	193	231	--	--	--
8,40	86	68	3::	0,98	1,11	--	--	--	--	--	64	37	39	41	43	36	33	0,142	143	215	258	--	--	--
8,60	106	84	3::	1,01	1,13	--	--	--	--	--	71	38	40	42	44	37	34	0,162	177	265	318	--	--	--
8,80	91	35	3::	0,99	1,15	--	--	--	--	--	65	37	39	41	43	36	33	0,145	152	228	273	--	--	--
9,00	112	56	3::	1,02	1,17	--	--	--	--	--	72	38	40	42	44	37	34	0,165	187	280	336	--	--	--
9,20	120	60	3::	1,03	1,19	--	--	--	--	--	74	38	40	42	44	37	35	0,171	200	300	360	--	--	--
9,40	124	89	3::	1,04	1,21	--	--	--	--	--	75	38	40	42	44	37	35	0,173	207	310	372	--	--	--
9,60	140	210	3::	1,06	1,23	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	38	36	0,185	233	350	420	--	--	--
9,80	138	65	3::	1,06	1,26	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	38	36	0,182	230	345	414	--	--	--
10,00	155	52	3::	1,08	1,28	--	--	--	--	--	81	39	41	43	44	38	36	0,193	258	388	465	--	--	--

PROVA PENETROMETRICA STATICA

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

3.010496-143

- committente:	Amministrazione Comunale di Busseto	- data prova :	27/05/2009
- lavoro:	Tangenziale di Busseto	- quota inizio :	Piano Campagna
- località:	Busseto Capoluogo	- prof. falda :	Falda non rilevata
- resp. cantiere:			
- assist. cantiere:		- data emiss. :	29/05/2009
- note:	Falda non rilevata per occlusione foro		

Prof. m	NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE										
	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natur. Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,40	15	17	2///	1,85	0,07	0,67	98,0	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,60	13	10	2///	1,85	0,11	0,60	52,2	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,80	14	15	2///	1,85	0,15	0,64	38,9	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,00	12	9	2///	1,85	0,19	0,57	25,7	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,20	13	9	2///	1,85	0,22	0,60	22,0	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,40	13	10	2///	1,85	0,26	0,60	18,1	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,60	17	11	2///	1,85	0,30	0,72	19,2	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,80	19	13	2///	1,85	0,33	0,78	18,1	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,00	26	12	4://	1,85	0,37	0,93	19,8	158	237	78	50	35	37	40	42	35	28	0,104	43	65	78
2,20	25	10	4://	1,85	0,41	0,91	17,1	155	232	75	46	34	37	39	42	34	28	0,095	42	63	75
2,40	28	12	4://	1,85	0,44	0,97	16,6	164	246	84	48	35	37	39	42	34	28	0,099	47	70	84
2,60	24	9	4://	1,85	0,48	0,89	13,5	151	227	72	41	34	36	39	41	33	28	0,082	40	60	72
2,80	24	10	4://	1,85	0,52	0,89	12,3	151	227	72	39	33	36	38	41	33	28	0,077	40	60	72
3,00	24	11	4://	1,85	0,55	0,89	11,3	151	227	72	37	33	36	38	41	32	28	0,074	40	60	72
3,20	21	12	4://	1,85	0,59	0,82	9,5	142	213	63	31	33	35	38	40	31	27	0,060	35	53	63
3,40	21	15	4://	1,85	0,63	0,82	8,8	149	223	63	30	33	35	37	40	31	27	0,057	35	53	63
3,60	28	20	4://	1,85	0,67	0,97	10,0	164	246	84	38	33	36	38	41	32	28	0,076	47	70	84
3,80	29	14	4://	1,85	0,70	0,98	9,5	169	254	87	38	33	36	38	41	32	29	0,075	48	73	87
4,00	25	13	4://	1,85	0,74	0,91	8,1	177	266	75	32	32	35	38	41	31	28	0,061	42	63	72
4,20	24	12	4://	1,85	0,78	0,89	7,4	191	286	72	29	32	35	37	40	30	28	0,056	40	60	72
4,40	23	14	4://	1,85	0,81	0,87	6,8	206	310	69	27	32	34	37	40	30	28	0,051	38	58	69
4,60	25	20	4://	1,85	0,85	0,91	6,8	216	323	75	28	32	35	37	40	30	28	0,054	42	63	75
4,80	21	12	4://	1,85	0,89	0,82	5,7	238	358	63	21	31	34	37	40	29	27	0,040	35	53	63
5,00	28	26	4://	1,85	0,93	0,97	6,6	237	355	84	30	32	35	38	40	30	28	0,058	47	70	84
5,20	30	19	4://	1,85	0,96	1,00	6,6	247	370	90	32	32	35	38	41	30	29	0,061	50	75	90
5,40	26	13	4://	1,85	1,00	0,93	5,7	268	402	78	26	32	34	37	40	29	28	0,049	43	65	78
5,60	23	13	4://	1,85	1,04	0,87	5,0	286	428	69	21	31	34	37	40	29	28	0,039	38	58	69
5,80	27	18	4://	1,85	1,07	0,95	5,4	292	438	81	25	32	34	37	40	29	28	0,048	45	68	81
6,00	26	14	4://	1,85	1,11	0,93	5,0	306	459	78	23	31	34	37	40	29	28	0,044	43	65	78
6,20	27	14	4://	1,85	1,15	0,95	4,9	317	476	81	24	31	34	37	40	29	28	0,045	45	68	81
6,40	21	12	4://	1,85	1,18	0,82	4,0	330	496	63	14	30	33	36	39	27	27	0,028	35	53	63
6,60	14	12	2///	1,85	1,22	0,64	2,8	325	487	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,80	16	18	2///	1,85	1,26	0,70	3,0	344	515	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,00	60	75	3::	1,85	1,30	--	--	--	--	--	48	35	37	39	42	33	32	0,099	100	150	180
7,20	56	29	4://	1,85	1,33	1,87	9,6	321	481	168	45	34	37	39	42	32	31	0,092	93	140	168
7,40	70	31	3::	1,85	1,37	--	--	--	--	--	52	35	37	40	42	33	32	0,109	117	175	210
7,60	100	75	3::	1,85	1,41	--	--	--	--	--	64	37	39	41	43	35	34	0,141	167	250	300
7,80	64	25	4://	1,85	1,44	2,13	10,2	363	544	192	48	35	37	39	42	32	32	0,098	107	160	192
8,00	135	135	3::	1,85	1,48	--	--	--	--	--	73	38	40	42	44	36	35	0,167	225	338	405
8,20	105	35	3::	1,85	1,52	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	35	34	0,140	175	263	315
8,40	120	72	3::	1,85	1,55	--	--	--	--	--	67	37	39	41	43	36	35	0,152	200	300	360
8,60	114	107	3::	1,85	1,59	--	--	--	--	--	65	37	39	41	43	35	34	0,145	190	285	342
8,80	135	41	3::	1,85	1,63	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	36	35	0,160	225	338	405
9,00	158	42	3::	1,85	1,66	--	--	--	--	--	75	39	40	42	44	37	36	0,175	263	395	474
9,20	149	43	3::	1,85	1,70	--	--	--	--	--	73	38	40	42	44	36	36	0,167	248	373	447
9,40	130	39	3::	1,85	1,74	--	--	--	--	--	68	37	39	41	43	35	35	0,152	217	325	390
9,60	108	34	3::	1,85	1,78	--	--	--	--	--	61	36	39	41	43	34	34	0,132	180	270	324
9,80	104	43	3::	1,85	1,81	--	--	--	--	--	59	36	38	40	43	34	34	0,127	173	260	312
10,00	120	51	3::	1,85	1,85	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	35	35	0,139	200	300	360

PROVA PENETROMETRICA STATICA

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

3.010496-143

- committente:	Amministrazione Comunale di Busseto	- data prova :	27/05/2009
- lavoro:	Tangenziale di Busseto	- quota inizio :	Piano Campagna
- località:	Busseto Capoluogo	- prof. falda :	Falda non rilevata
- resp. cantiere:			
- assist. cantiere:		- data emiss. :	29/05/2009
- note:	Falda non rilevata per occlusione foro		

Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litolo.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	NATURA COESIVA				NATURA GRANULARE					
												ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,40	12	7	2///	1,85	0,07	0,57	80,8	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,60	9	8	2///	1,85	0,11	0,45	36,1	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,80	10	10	1,85	0,15	0,50	28,8	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,00	12	11	2///	1,85	0,19	0,57	25,7	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,20	12	9	2///	1,85	0,22	0,57	20,5	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,40	17	13	2///	1,85	0,26	0,72	22,7	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,60	20	12	4://	1,85	0,30	0,80	21,8	136	204	60	46	34	37	39	42	35	27	0,095	33	50	60
1,80	30	18	4://	1,85	0,33	1,00	24,8	170	255	90	57	36	38	40	43	36	29	0,123	50	75	90
2,00	36	20	4://	1,85	0,37	1,20	27,3	204	306	108	61	37	39	41	43	37	30	0,134	60	90	108
2,20	40	21	4://	1,85	0,41	1,33	27,7	227	340	120	62	37	39	41	43	37	30	0,137	67	100	120
2,40	37	15	4://	1,85	0,44	1,23	22,5	210	315	111	58	36	38	40	43	36	30	0,124	62	93	111
2,60	44	17	4://	1,85	0,48	1,47	25,3	249	374	132	62	37	39	41	43	36	31	0,135	73	110	132
2,80	45	15	4://	1,85	0,52	1,50	23,7	255	383	135	61	36	39	41	43	36	31	0,132	75	113	135
3,00	53	21	4://	1,85	0,55	1,77	26,7	200	451	159	65	37	39	41	43	37	31	0,143	88	133	159
3,20	47	18	4://	1,85	0,59	1,57	21,2	266	400	141	59	36	38	40	43	36	31	0,127	78	118	141
3,40	32	11	4://	1,85	0,63	1,07	12,1	181	272	96	44	34	37	39	42	33	29	0,090	53	80	96
3,60	26	16	4://	1,85	0,67	0,93	9,5	160	240	78	36	33	36	38	41	32	28	0,070	43	65	78
3,80	30	25	4://	1,85	0,70	1,00	9,8	171	256	90	39	33	36	38	41	32	29	0,078	50	75	90
4,00	30	21	4://	1,85	0,74	1,00	9,1	176	264	90	38	33	36	38	41	32	29	0,075	50	75	90
4,20	31	19	4://	1,85	0,78	1,03	9,0	184	276	93	38	33	36	38	41	32	29	0,075	52	78	93
4,40	35	21	4://	1,85	0,81	1,17	9,8	199	298	105	41	34	36	39	41	32	29	0,082	58	88	105
4,60	42	22	4://	1,85	0,85	1,40	11,7	238	357	126	46	34	37	39	42	33	30	0,094	70	105	126
4,80	48	24	4://	1,85	0,89	1,60	13,1	272	408	144	50	35	37	40	42	34	31	0,103	80	120	144
5,00	48	22	4://	1,85	0,93	1,60	12,5	272	408	144	49	35	37	39	42	33	31	0,101	80	120	144
5,20	40	21	4://	1,85	0,96	1,33	9,4	230	346	120	41	34	36	39	41	32	30	0,083	67	100	120
5,40	23	18	4://	1,85	1,00	0,87	5,3	273	410	69	22	31	34	37	40	29	28	0,041	38	58	69
5,60	31	29	4://	1,85	1,04	1,03	6,3	271	406	93	31	32	35	38	40	30	29	0,060	52	78	93
5,80	34	34	3://	1,85	1,07	--	--	--	--	--	33	33	35	38	41	31	29	0,065	57	85	102
6,00	46	43	3://	1,85	1,11	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	32	31	0,086	77	115	138
6,20	35	40	3://	1,85	1,15	--	--	--	--	--	33	33	35	38	41	30	29	0,063	58	88	105
6,40	26	30	4://	1,85	1,18	0,93	4,6	330	494	78	22	31	34	37	40	29	28	0,041	43	65	78
6,60	30	19	4://	1,85	1,22	1,00	4,9	338	507	90	26	32	34	37	40	29	29	0,049	50	75	90
6,80	72	83	3://	1,85	1,26	--	--	--	--	--	55	36	38	40	42	34	32	0,117	120	180	216
7,00	66	62	3://	1,85	1,30	--	--	--	--	--	51	35	37	40	42	33	32	0,108	110	165	198
7,20	78	39	3://	1,85	1,33	--	--	--	--	--	56	36	38	40	43	34	33	0,121	130	195	234
7,40	100	54	3://	1,85	1,37	--	--	--	--	--	64	37	39	41	43	35	34	0,143	167	250	300
7,60	110	41	3://	1,85	1,41	--	--	--	--	--	67	37	39	41	43	36	34	0,150	183	275	330
7,80	102	36	3://	1,85	1,44	--	--	--	--	--	64	37	39	41	43	35	34	0,141	170	255	306
8,00	115	31	3://	1,85	1,48	--	--	--	--	--	67	37	39	41	43	36	35	0,151	192	288	345
8,20	120	33	3://	1,85	1,52	--	--	--	--	--	68	38	39	41	43	36	35	0,153	200	300	360
8,40	108	31	3://	1,85	1,55	--	--	--	--	--	64	37	39	41	43	35	34	0,141	180	270	324
8,60	105	26	4://	1,85	1,59	3,50	16,8	595	893	315	62	37	39	41	43	35	34	0,137	175	263	315
8,80	110	33	3://	1,85	1,63	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	35	34	0,140	183	275	330
9,00	106	27	4://	1,85	1,66	3,53	16,1	601	901	318	62	37	39	41	43	34	34	0,135	177	265	318
9,20	110	28	4://	1,85	1,70	3,67	16,4	623	935	330	62	37	39	41	43	35	34	0,137	183	275	330
9,40	125	31	3://	1,85	1,74	--	--	--	--	--	66	37	39	41	43	35	35	0,148	208	313	375
9,60	130	49	3://	1,85	1,78	--	--	--	--	--	67	37	39	41	43	35	35	0,150	217	325	390
9,80	125	54	3://	1,85	1,81	--	--	--	--	--	65	37	39	41	43	35	35	0,145	208	313	375
10,00	145	33	3://	1,85	1,85	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	36	36	0,158	242	363	435

Ovest

A'

Sezione A - A'

A' Est

p.c. attuale

300

600

900

1200

TAV. 4

scala verticale 1:50
scala orizzontale 1:700

CPT 1

CPT 2

CPT 3

TAV. 4

Orizzonte geomecanico **A**

(coesivo)

$$\gamma = 18,0 - 18,5 \text{ kPa}$$

$$\gamma' = 08,0 - 08,5 \text{ kPa}$$

$$C_u = 75,0 - 100,0 \text{ kPa}$$

$$E_u = 6,000 - 9,000 \text{ kPa}$$



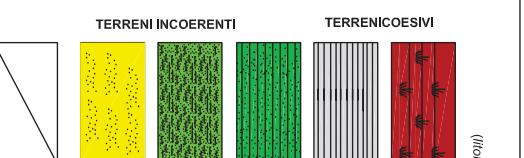
LEGGENDA
(lithologie interpretative presunte)

Terreni argilosici con possibile
frizione organica

Terreni argilosici

Terreni argilosici siloso e/o
sabbioso siloso

Terreni sabbiosi



Misure Rp e Rf non elevate

A A'

A

Sezione litostatimetrica
Interpretativa

Correlazione Interpretativa
tra orizzonti ad omogenee
caratteristiche litogeomeccaniche

Prova penetrometrica statica (C.P.T.)
e relativa verticale di Indagine

CPT 1

F.F.

Limite di Indagine (fondo foro)

F.F. 10,00 metri da p.c.

F.F. 10,00 metri da p.c.

F.F. 10,00 metri da p.c.

10

11

12

Livello idrico relativo rilevato
nel foro di sondaggio, ove possibile.



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS

via sagittario 3/3 - pontecchio marconi (bo) - TEL- 051/846406

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.
LOCALITÀ: Busseto (PR)
CANTIERE: Nuova Tangenziale
 Data ricevimento campione: 03/06/2009

SONDAGGIO: ---
CAMPIONE: C1
PROFONDITÀ' (m): 0.30/0.60
 Data apertura campione: 05/06/2009

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY ALTRO CONTENITORE ALTRA FUSTELLA CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA	<input checked="" type="checkbox"/>	PROVA DI COSTIP. MODIF.	<input type="checkbox"/>	E.L.L.	<input type="checkbox"/>
MASSA VOLUMICA	<input checked="" type="checkbox"/>	PROVA DI COSTIP. STANDARD	<input type="checkbox"/>	CONTENUTO IN CARBONATI	<input type="checkbox"/>
MASSA VOLUM. DEI GRANULI	<input type="checkbox"/>	C.B.R. - I.P.I.	<input type="checkbox"/>	SOSTANZE ORGANICHE	<input checked="" type="checkbox"/>
LIMITE DI ATTERBERG	<input checked="" type="checkbox"/>	TRIASSIALE C.D.	<input type="checkbox"/>	PERMEABILITÀ	<input type="checkbox"/>
GRANULOMETRIA	<input checked="" type="checkbox"/>	TAGLIO DIRETTO	<input type="checkbox"/>	EQUIVALENTE IN SABBIA	<input type="checkbox"/>
SEDIMENTAZIONE	<input type="checkbox"/>	DENSITA' MAX E MIN	<input type="checkbox"/>	LOS ANGELES	<input type="checkbox"/>

P.P. kPa	T.V. kPa	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Limo con argilla di colore verde oliva, tracce di calcinelli. Campione umido, media plasticità.	- 0 - 10 - 20 - 30 - 40 - 50 - 60 - 70 - 80 - 90	

NOTA:

Commessa:
081-09Verbale di accettazione:
698-09Lo Sperimentatore:
Dott. A. RIMONDINIIl Direttore del Laboratorio:
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

Certificato 2022/09 pag. 1 di 1

Data emissione 08/06/2009

SONDAGGIO: ---

CAMPIONE: C1

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 05-08/06/2009

CONTENUTO D'ACQUA (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Determinazione n.		1
Massa tara	g=	32.92
Campione umido+tara	g=	83.64
Campione secco + tara	g=	71.73
W	%=	30.69

CONTENUTO IN ACQUA %= 30.69

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:

Comessa:
081-09

Verbale di accettazione:
698-09

Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO





C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

Certificato 2030/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

SONDAGGIO: ---

CAMPIONE: C1

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 05-08/06/2009

MASSA VOLUMICA (ASTM D2435-04)

Determinazione n.	1
Massa tara	g= 32.92
Campione + tara	g= 83.64
Volume tara	cm ³ = 28.35
Massa volumica	Mg/m ³ = 1.79

MASSA VOLUMICA Mg/m³ = 1.79

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:

Commessa:
081-09

Verbale di accettazione:
698-09

Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

SONDAGGIO: --

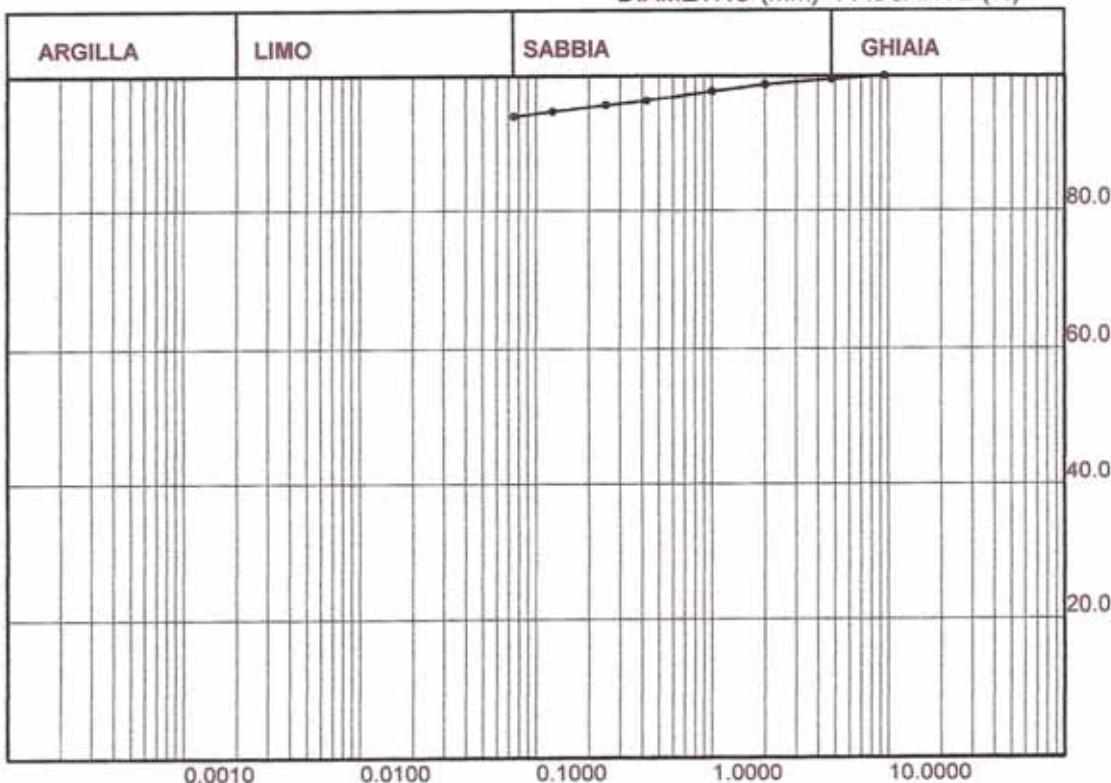
CAMPIONE: C1

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 11-12/06/2009

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^A

DIAMETRO (mm)- PASSANTE (%)

**ANALISI PER SETACCI**

Massa campione, g= 214.06

Aperture setaccio Massa trattenuto Passante

mm	g	%
9.500	0.00	100.00
4.750	1.17	99.45
2.000	1.63	98.69
1.000	2.07	97.72
0.425	2.99	96.33
0.250	1.43	95.66
0.125	2.11	94.67
0.075	1.47	93.99

GHIAIA, % = 0.55

SABBIA, % = 5.47

LIMO + ARGILLA, % = 93.99

Tipo di campione: rimaneggiato

^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA:Commessa:
081-09Verbale di accettazione:
698-09Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINIIl Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

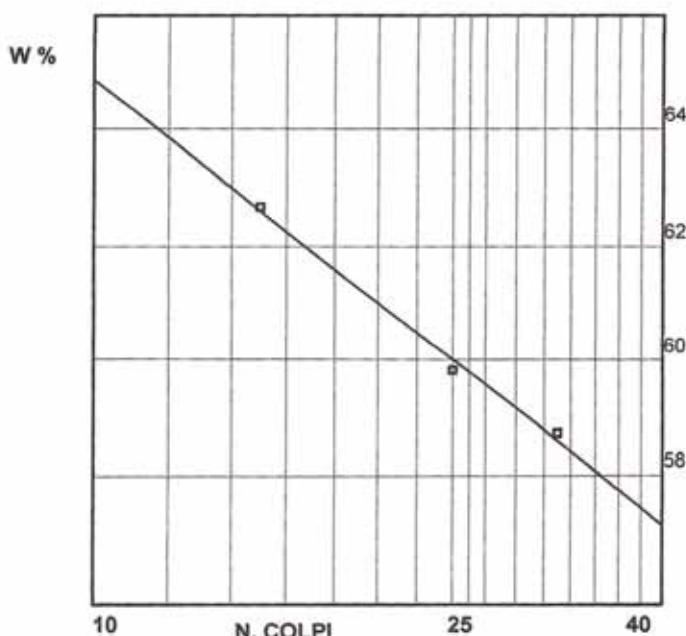
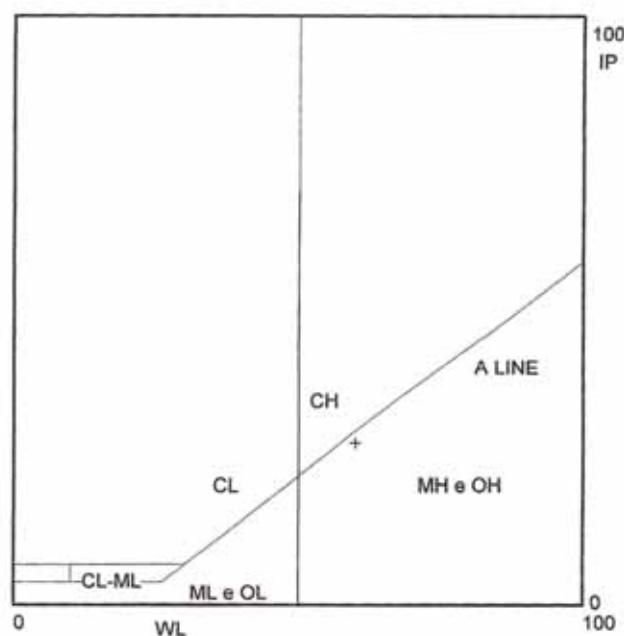
via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.
LOCALITA': Busseto (PR)
CANTIERE: Nuova Tangenziale
 Data ricevimento campione: 03/06/2009

Certificato 2032/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

SONDAGGIO: ---
CAMPIONE: C1
PROFONDITA', m: 0.30/0.60
 Data esecuzione prove: 12-15/06/2009

LIMITI DI CONSISTENZA (UNI CEN ISO/TS 17892-12)**LIMITE LIQUIDO****CARTA DI PLASTICITA'****LIMITE LIQUIDO**

Massa tara	Massa umida + T	Massa secca + T	Colpi	W	Massa tara	Massa umida + T	Massa secca + T	W
g	g	g	n	%	g	g	g	%
36.72	64.59	54.28	31	58.71	33.24	34.72	34.35	33.33
33.73	57.35	48.51	24	59.81	37.34	38.55	38.25	32.97

LIMITE LIQUIDO % = 60

LIMITE PLASTICO % = 33

INDICE PLASTICO = 27

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:Commessa:
081-09Verbale di accettazione:
698-09Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINIIl Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

CCC

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

Rapp. 532D/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

SONDAGGIO: —

CAMPIONE: C1

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 12-15/06/2009

CLASSIFICAZIONE

Passante a 2 mm	98.69	%
Passante a 0.42 mm	96.33	%
Passante a 0.075 mm	93.99	%
Limite Liquido	60	%
Indice Plastico	27	

CLASSIFICAZIONE UNI 10006: A-7-5

CLASSIFICAZIONE USCS: MH

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:

Commessa:
081-09

Verbale di accettazione:
698-09

Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

Certificato 2033/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

SONDAGGIO: ---

CAMPIONE: C1

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 08/06/2009

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE (ASTM D2974-00)

Determinazione n.		1	2
Massa tara	g	27.64	26.25
Massa campione secco + tara	g	57.75	56.45
Massa campione calcinato + tara	g	56.63	55.31
Contenuto in sostanze organiche	%	3.72	3.77

Valore medio del contenuto in sostanze organiche % = 3.75

Tipo di campione: rimaneggiato



NOTA:

Commessa:
081-09

Verbale di accettazione:
698-09

Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS

via sagittario 3/3 - pontecchio marconi (bo) - TEL- 051/846406

Certificato 2034/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.
LOCALITÀ: Busseto (PR)
CANTIERE: Nuova Tangenziale
 Data ricevimento campione: 03/06/2009

SONDAGGIO: ---
CAMPIONE: C2
PROFONDITÀ' (m): 0.30/0.60
 Data apertura campione: 05/06/2009

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY ALTRO CONTENITORE XALTRA FUSTELLA CAMPIONE RIMANEGGIATO X

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA XPROVA DI COSTIP. MODIF. E.L.L. MASSA VOLUMICA XPROVA DI COSTIP. STANDARD CONTENUTO IN CARBONATI MASSA VOLUM. DEI GRANULI C.B.R. - I.P.I. SOSTANZE ORGANICHE XLIMITE DI ATTERBERG XTRIASSIALE C.D. PERMEABILITÀ GRANULOMETRIA XTAGLIO DIRETTO EQUIVALENTE IN SABBIA SEDIMENTAZIONE DENSITA' MAX E MIN LOS ANGELES

P.P. kPa	T.V. kPa	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Limo argilloso di colore verde oliva, tracce di calcinelli. Campione umido, media plasticità.	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Commessa:
081-09Verbale di accettazione:
699-09Lo Sperimentatore:
Dott. A. RIMONDINIIl Direttore del Laboratorio:
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

Certificato 2035/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

SONDAGGIO: —

CAMPIONE: C2

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 05-08/06/2009

CONTENUTO D'ACQUA (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Determinazione n.		1
Massa tara	g=	41.79
Campione umido+tara	g=	95.94
Campione secco + tara	g=	82.83
W	%=	31.94

CONTENUTO IN ACQUA %= 31.94

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato



NOTA:

Commessa:
081-09

Verbale di accettazione:
699-09

Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

Certificato 2036/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

SONDAGGIO: ---

CAMPIONE: C2

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 05-08/06/2009

MASSA VOLUMICA (ASTM D2435-04)

Determinazione n.	1
Massa tara	g= 41.79
Campione + tara	g= 95.94
Volume tara	cm ³ = 28.35
Massa volumica	Mg/m ³ = 1.91

MASSA VOLUMICA Mg/m³ = 1.91

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:

Commessa:
081-09

Verbale di accettazione:
699-09

Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

SONDAGGIO: ---

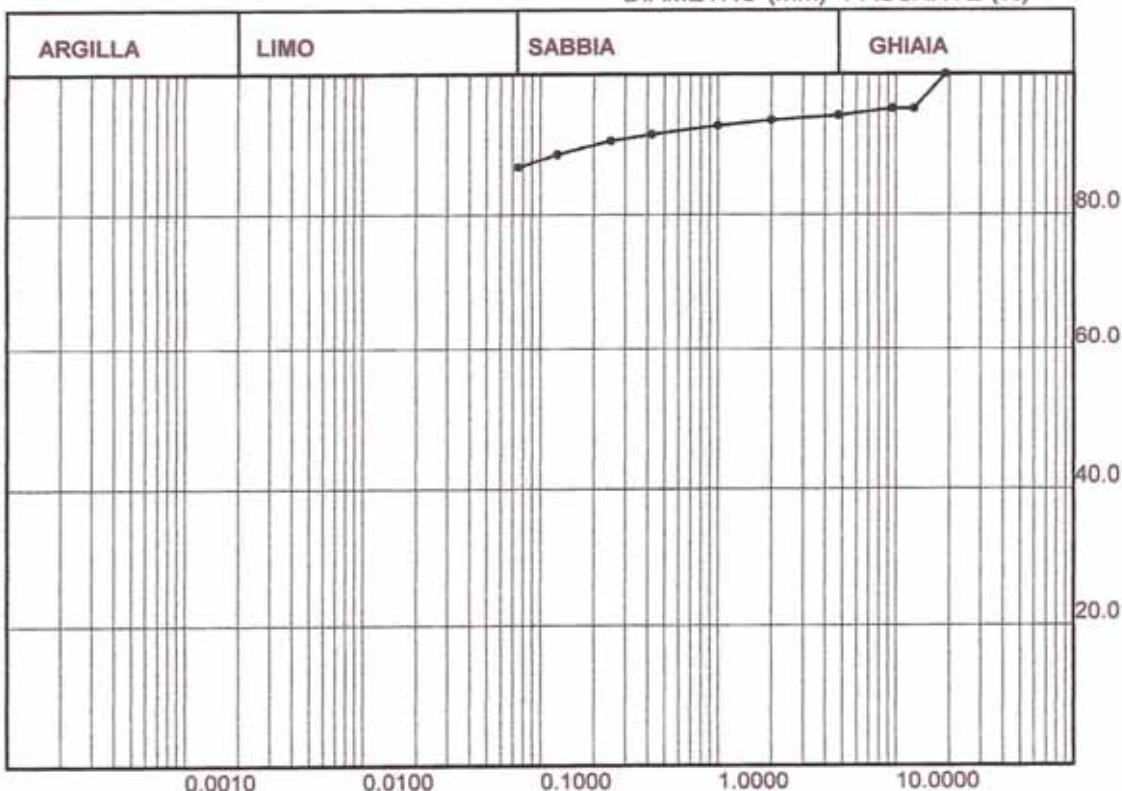
CAMPIONE: C2

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 11-12/06/2009

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^A

DIAMETRO (mm)- PASSANTE (%)

**ANALISI PER SETACCI**

Massa campione, g= 219.98

Aperture setaccio Massa trattenuto Passante

mm	g	%
19.050	0.00	100.00
12.700	10.99	95.00
9.500	0.00	95.00
4.750	2.04	94.08
2.000	1.38	93.45
1.000	1.70	92.68
0.425	2.78	91.41
0.250	1.89	90.55
0.125	4.19	88.65
0.075	4.11	86.78



GHIAIA, % = 5.92

SABBIA, % = 7.30

LIMO + ARGILLA, % = 86.78

Tipo di campione: rimaneggiato

^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA:

Commissa:
081-09Verbale di accettazione:
699-09Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINIIl Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

Data emissione 15/06/2009

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

SONDAGGIO: ---

LOCALITA': Busseto (PR)

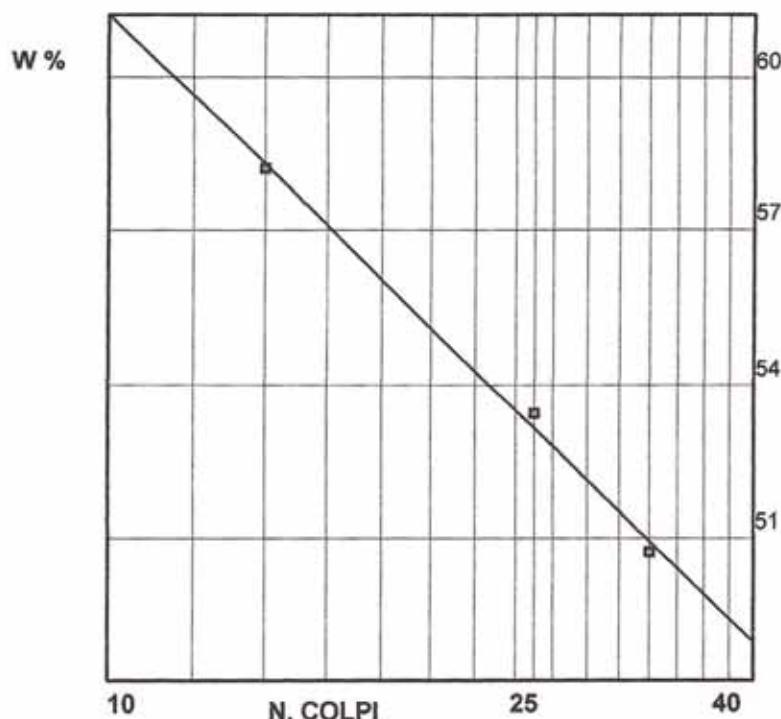
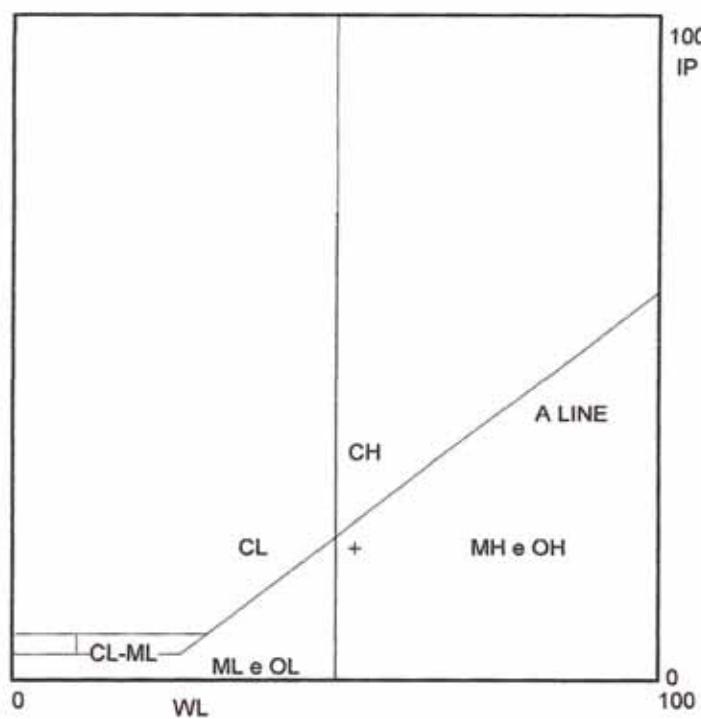
CAMPIONE: C2

CANTIERE: Nuova Tangenziale

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data ricevimento campione: 03/06/2009

Data esecuzione prove: 11-15/06/2009

LIMITI DI CONSISTENZA (UNI CEN ISO/TS 17892-12)**LIMITE LIQUIDO****CARTA DI PLASTICITÀ'****LIMITE LIQUIDO****LIMITE PLASTICO**

Massa tara g	Massa umida + T g	Massa secca + T g	Colpi n	W %	Massa tara g	Massa umida + T g	Massa secca + T g	W %
32.64	55.25	47.64	32	50.73	34.29	35.47	35.18	32.58
41.49	65.90	57.40	25	53.43	33.61	34.37	34.18	33.33
34.32	53.95	46.73	14	58.18	-	-	-	-

LIMITE LIQUIDO % = 53

LIMITE PLASTICO % = 33

INDICE PLASTICO = 20

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:

Commessa:
081-09Verbale di accettazione:
699-09Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINIIl Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

Data emissione 15/06/2009

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

SONDAGGIO: ---

LOCALITA': Busseto (PR)

CAMPIONE: C2

CANTIERE: Nuova Tangenziale

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data ricevimento campione: 03/06/2009

Data esecuzione prove: 11-15/06/2009

CLASSIFICAZIONE

Passante a 2 mm	93.45	%
Passante a 0.42 mm	91.41	%
Passante a 0.075 mm	86.78	%
Limite Liquido	53	%
Indice Plastico	20	

CLASSIFICAZIONE UNI 10006: A-7-5

CLASSIFICAZIONE USCS: MH

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:

Commessa:
081-09Verbale di accettazione:
699-09Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINIIl Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bologna)-TEL. 051/846406

Certificato 2039/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

SONDAGGIO: ---

CAMPIONE: C2

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 08/06/2009

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE (ASTM D2974-00)

Determinazione n.	1	2
Massa tara g	32.73	30.23
Massa campione secco + tara g	71.80	71.21
Massa campione calcinato + tara g	70.35	69.73
Contenuto in sostanze organiche %	3.71	3.61

Valore medio del contenuto in sostanze organiche % = 3.66

Tipo di campione: rimaneggiato



NOTA:

Commessa:
081-09

Verbale di accettazione:
699-09

Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS

via sagittario 3/3 - pontecchio marconi (bo) - TEL- 051/846406

Certificato 2040/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.
LOCALITÀ: Busseto (PR)
CANTIERE: Nuova Tangenziale
Data ricevimento campione: 03/06/2009

SONDAGGIO: --
CAMPIONE: C3
PROFONDITÀ' (m): 0.30/0.60
Data apertura campione: 05/06/2009

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY ALTRO CONTENITORE
 ALTRA FUSTELLA CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA <input checked="" type="checkbox"/>	PROVA DI COSTIP. MODIF. <input type="checkbox"/>	E.L.L. <input type="checkbox"/>
MASSA VOLUMICA <input checked="" type="checkbox"/>	PROVA DI COSTIP. STANDARD <input type="checkbox"/>	CONTENUTO IN CARBONATI <input type="checkbox"/>
MASSA VOLUM. DEI GRANULI <input type="checkbox"/>	C.B.R. - I.P.I. <input type="checkbox"/>	SOSTANZE ORGANICHE <input checked="" type="checkbox"/>
LIMITE DI ATTERBERG <input checked="" type="checkbox"/>	TRIASSIALE C.D. <input type="checkbox"/>	PERMEABILITÀ <input type="checkbox"/>
GRANULOMETRIA <input checked="" type="checkbox"/>	TAGLIO DIRETTO <input type="checkbox"/>	EQUIVALENTE IN SABBIA <input type="checkbox"/>
SEDIMENTAZIONE <input type="checkbox"/>	DENSITA' MAX E MIN <input type="checkbox"/>	LOS ANGELES <input type="checkbox"/>

P.P. kPa	T.V. kPa	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Limo con argilla di colore verde oliva, tracce di calcinelli e di sostanze organiche allo stato carbonioso. Campione umido, media plasticità.	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Commessa:
081-09Verbale di accettazione:
700-09Lo Sperimentatore:
Dott. A. RIMONDINIIl Direttore del Laboratorio:
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

Certificato 2041/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

SONDAGGIO: ---

CAMPIONE: C3

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 05-08/06/2009

CONTENUTO D'ACQUA (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Determinazione n.	1
Massa tara	g= 32.96
Campione umido+tara	g= 84.42
Campione secco + tara	g= 71.88
W	%= 32.22

CONTENUTO IN ACQUA %= 32.22

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:

Comessa:
081-09

Verbale di accettazione:
700-09

Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO





C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

Certificato 2042/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

SONDAGGIO: ---

CAMPIONE: C3

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 05-08/06/2009

MASSA VOLUMICA (ASTM D2435-04)

Determinazione n. 1

Massa tara	g=	32.96
Campione + tara	g=	84.42
Volume tara	cm ³ =	28.35
Massa volumica	Mg/m ³ =	1.82

MASSA VOLUMICA Mg/m³ = 1.82

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:

Commissa:
081-09

Verbale di accettazione:
700-09

Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

SONDAGGIO: ---

LOCALITA': Busseto (PR)

CAMPIONE: C3

CANTIERE: Nuova Tangenziale

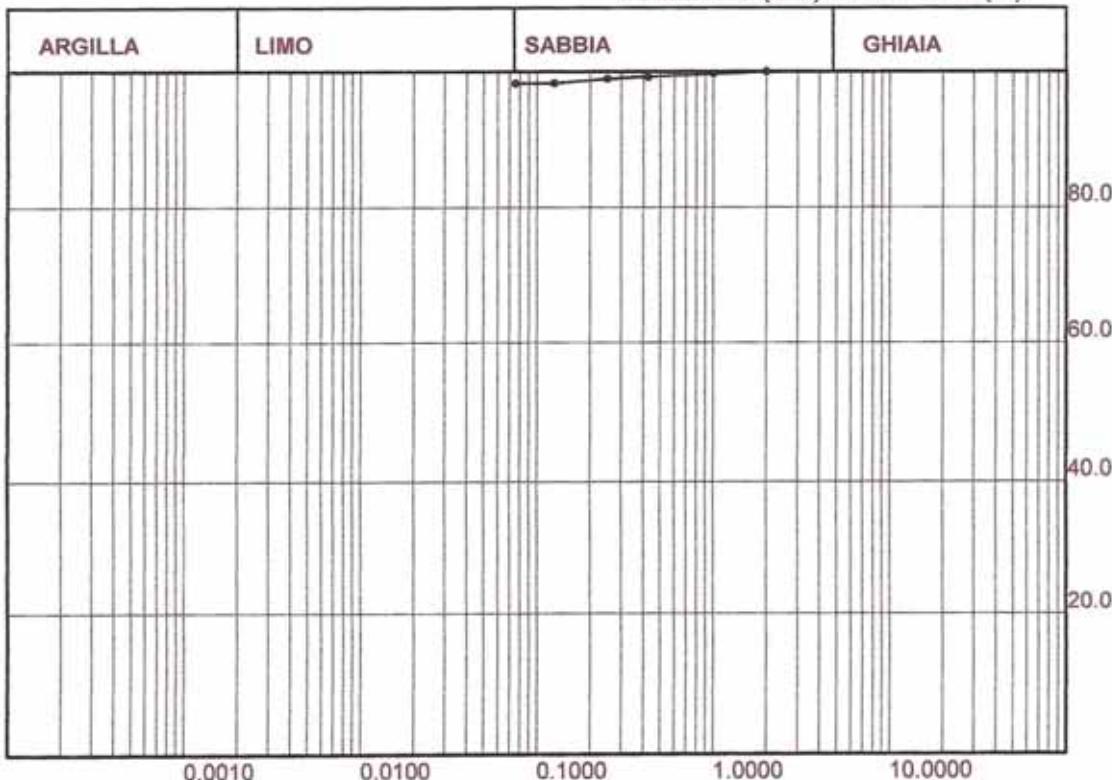
PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data ricevimento campione: 03/06/2009

Data esecuzione prove: 11-12/06/2009

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^a

DIAMETRO (mm)- PASSANTE (%)

**ANALISI PER SETACCI**

Massa campione, g= 218.83

Aperture setaccio Massa trattenuto Passante

mm	g	%
2.000	0.00	100.00
1.000	0.80	99.63
0.425	1.01	99.17
0.250	0.70	98.85
0.125	1.46	98.19
0.075	0.02	98.18

SABBIA, % = 1.82
LIMO + ARGILLA, % = 98.18

Tipo di campione: rimaneggiato

^aIl campione è stato preparato mediante essiccazione in forno**NOTA:**Commissa:
081-09Verbale di accettazione:
700-09Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINIIl Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

Certificato 2044/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

SONDAGGIO: --

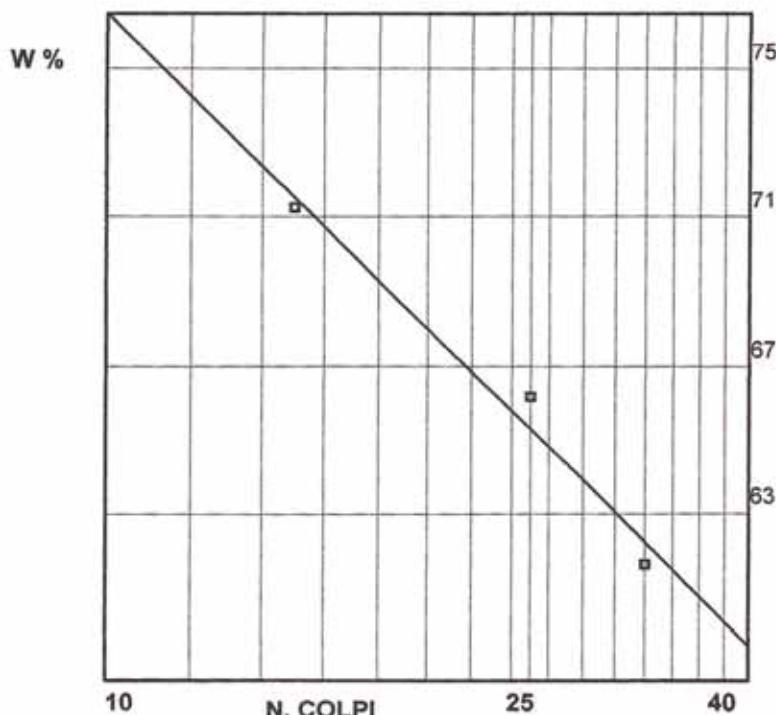
CAMPIONE: C3

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

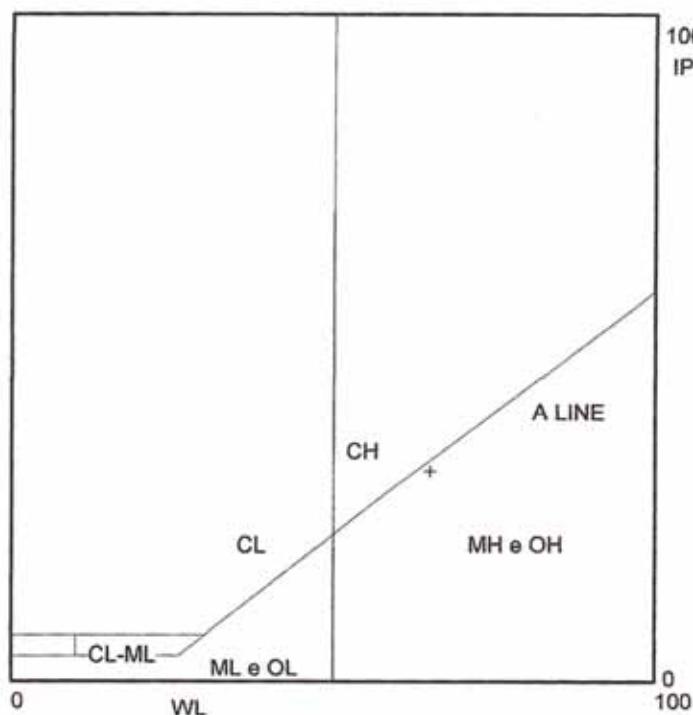
Data esecuzione prove: 11-15/06/2009

LIMITI DI CONSISTENZA (UNI CEN ISO/TS 17892-12)

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITÀ'



LIMITE LIQUIDO

LIMITE PLASTICO

Massa tara g	Massa umida + T g	Massa secca + T g	Colpi n	W %	Massa tara g	Massa umida + T g	Massa secca + T g	W %
38.92	62.54	53.53	32	61.67	40.44	41.79	41.45	33.66
41.09	66.58	56.43	25	66.17	31.61	33.08	32.71	33.64
38.36	55.45	48.34	15	71.24				

LIMITE LIQUIDO % = 65

LIMITE PLASTICO % = 34

INDICE PLASTICO = 31

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:

Comessa:
081-09Verbale di accettazione:
700-09Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINIIl Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

Rapp. 534D/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

SONDAGGIO: ---

CAMPIONE: C3

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 11-15/06/2009

CLASSIFICAZIONE

Passante a 2 mm	100.00	%
Passante a 0.42 mm	99.17	%
Passante a 0.075 mm	98.18	%
Limite Liquido	65	%
Indice Plastico	31	

CLASSIFICAZIONE UNI 10006: A-7-5

CLASSIFICAZIONE USCS: MH

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:

Commessa:
081-09

Verbale di accettazione:
700-09

Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

CGG via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

Certificato 2045/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

SONDAGGIO: ---

CAMPIONE: C3

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 08/06/2009

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE (ASTM D2974-00)

Determinazione n.	1	2
Massa tara g	31.54	30.48
Massa campione secco + tara g	61.32	56.75
Massa campione calcinato + tara g	60.26	55.86
Contenuto in sostanze organiche %	3.56	3.39

Valore medio del contenuto in sostanze organiche % = 3.47

Tipo di campione: rimaneggiato



NOTA:

Commessa:
081-09

Verbale di accettazione:
700-09

Lo sperimentatore
Dott. A. BIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO tipo:

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (\varnothing 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett. \Rightarrow Spinta) $C_t = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$

$$\text{fase 1 - resistenza alla punta } R_p (\text{ Kg / cm}^2) = (\text{L. punta}) C_t / 10$$

$$\text{fase 2 - resistenza laterale locale } R_L (\text{ Kg / cm}^2) = [(\text{L. laterale}) - (\text{L. punta})] C_t / 150$$

$$\text{fase 3 - resistenza totale } R_t (\text{ Kg}) = (\text{L. totale}) C_t$$

R_p / R_L = 'rapporto Begemann'

- L. punta = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta (fase 1)

- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e mancotto (fase 2)

- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

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

N.B. : nonostante la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il mancotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale R_L viene computata alla stessa quota della punta .

CONVERSIONI

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

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

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

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

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

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: $F = (Rp / RL)$

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

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

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

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di Rp e di FR = (RL / Rp) % :

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

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

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

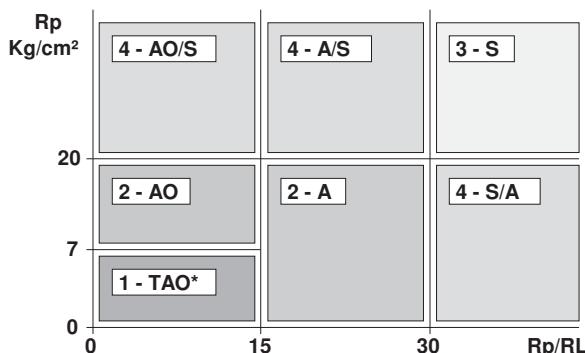
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

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

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

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



NATURA LITOLOGICA

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

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

- γ = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ - Rp - natura]
 (Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982)
 σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ)
 Cu = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : Cu - Rp]
 OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - Cu - σ'_{vo}]
 (Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
 Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : Eu - Cu - OCR - Ip Ip= ind.plast.]
 Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico
 pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
 E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - Rp]
 E'50 - E'25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico
 pari al 50-25% (coeff. di sicurezza F = 2 - 4 rispettivamente)
 (Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
 Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - Rp - natura]
 (Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
 Dr = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : Dr - Rp - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
 ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - Dr - Rp - σ'_{vo}]
 (Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
 ϕ_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme ϕ_{2s} - sabbia media unif./ fine ben gradata
 ϕ_{3s} - sabbia grossa unif./ media ben gradata ϕ_{4s} - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
 ϕ_{dm} - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. ϕ_{my} - (Meyerhof) sabbie limose
 A_{max} = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
 (g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g) - Dr]

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA
CPT 1

3.010496-143

- committente:	Amministrazione Comunale di Busseto	- data prova :	27/05/2009
- lavoro:	Tangenziale di Busseto	- quota inizio :	Piano Campagna
- località:	Busseto Capoluogo	- prof. falda :	3,50 m da quota inizio
- resp. cantiere:			
- assist. cantiere:		- data emiss. :	29/05/2009

prf m	LP -	LL -	Rp Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/RI -	prf m	LP -	LL -	Rp Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/RI -
0,20	----	----	--	-----	----	5,20	31,0	58,0	31,0	1,80	17,0
0,40	10,0	28,0	10,0	1,20	8,0	5,40	38,0	65,0	38,0	1,80	21,0
0,60	8,0	21,0	8,0	0,87	9,0	5,60	46,0	77,0	46,0	2,07	22,0
0,80	9,0	19,0	9,0	0,67	13,0	5,80	45,0	93,0	45,0	3,20	14,0
1,00	14,0	27,0	14,0	0,87	16,0	6,00	44,0	85,0	44,0	2,73	16,0
1,20	22,0	39,0	22,0	1,13	19,0	6,20	42,0	76,0	42,0	2,27	19,0
1,40	21,0	40,0	21,0	1,27	17,0	6,40	47,0	75,0	47,0	1,87	25,0
1,60	22,0	43,0	22,0	1,40	16,0	6,60	23,0	43,0	23,0	1,33	17,0
1,80	23,0	45,0	23,0	1,47	16,0	6,80	18,0	32,0	18,0	0,93	19,0
2,00	28,0	54,0	28,0	1,73	16,0	7,00	83,0	92,0	83,0	0,60	138,0
2,20	29,0	56,0	29,0	1,80	16,0	7,20	68,0	73,0	68,0	0,33	204,0
2,40	26,0	58,0	26,0	2,13	12,0	7,40	45,0	65,0	45,0	1,33	34,0
2,60	25,0	57,0	25,0	2,13	12,0	7,60	67,0	74,0	67,0	0,47	144,0
2,80	27,0	56,0	27,0	1,93	14,0	7,80	21,0	36,0	21,0	1,00	21,0
3,00	24,0	53,0	24,0	1,93	12,0	8,00	30,0	43,0	30,0	0,87	35,0
3,20	26,0	54,0	26,0	1,87	14,0	8,20	77,0	86,0	77,0	0,60	128,0
3,40	26,0	57,0	26,0	2,07	13,0	8,40	86,0	105,0	86,0	1,27	68,0
3,60	30,0	62,0	30,0	2,13	14,0	8,60	106,0	125,0	106,0	1,27	84,0
3,80	30,0	61,0	30,0	2,07	15,0	8,80	91,0	130,0	91,0	2,60	35,0
4,00	28,0	59,0	28,0	2,07	14,0	9,00	112,0	142,0	112,0	2,00	56,0
4,20	30,0	57,0	30,0	1,80	17,0	9,20	120,0	150,0	120,0	2,00	60,0
4,40	29,0	56,0	29,0	1,80	16,0	9,40	124,0	145,0	124,0	1,40	89,0
4,60	30,0	60,0	30,0	2,00	15,0	9,60	140,0	150,0	140,0	0,67	210,0
4,80	37,0	63,0	37,0	1,73	21,0	9,80	138,0	170,0	138,0	2,13	65,0
5,00	32,0	54,0	32,0	1,47	22,0	10,00	155,0	200,0	155,0	3,00	52,0

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

3.010496-143

- committente:	Amministrazione Comunale di Busseto	- data prova :	27/05/2009
- lavoro:	Tangenziale di Busseto	- quota inizio :	Piano Campagna
- località:	Busseto Capoluogo	- prof. falda :	Falda non rilevata
- resp. cantiere:			
- assist. cantiere:		- data emiss. :	29/05/2009
- note:	Falda non rilevata per occlusione foro		

prf m	LP -	LL -	Rp Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/Rl -	prf m	LP -	LL -	Rp Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/Rl -
0,20	----	----	--	-----	----	5,20	30,0	54,0	30,0	1,60	19,0
0,40	15,0	28,0	15,0	0,87	17,0	5,40	26,0	55,0	26,0	1,93	13,0
0,60	13,0	32,0	13,0	1,27	10,0	5,60	23,0	49,0	23,0	1,73	13,0
0,80	14,0	28,0	14,0	0,93	15,0	5,80	27,0	50,0	27,0	1,53	18,0
1,00	12,0	32,0	12,0	1,33	9,0	6,00	26,0	53,0	26,0	1,80	14,0
1,20	13,0	34,0	13,0	1,40	9,0	6,20	27,0	56,0	27,0	1,93	14,0
1,40	13,0	32,0	13,0	1,27	10,0	6,40	21,0	48,0	21,0	1,80	12,0
1,60	17,0	41,0	17,0	1,60	11,0	6,60	14,0	32,0	14,0	1,20	12,0
1,80	19,0	41,0	19,0	1,47	13,0	6,80	16,0	29,0	16,0	0,87	18,0
2,00	26,0	58,0	26,0	2,13	12,0	7,00	60,0	72,0	60,0	0,80	75,0
2,20	25,0	61,0	25,0	2,40	10,0	7,20	56,0	85,0	56,0	1,93	29,0
2,40	28,0	62,0	28,0	2,27	12,0	7,40	70,0	104,0	70,0	2,27	31,0
2,60	24,0	63,0	24,0	2,60	9,0	7,60	100,0	120,0	100,0	1,33	75,0
2,80	24,0	59,0	24,0	2,33	10,0	7,80	64,0	102,0	64,0	2,53	25,0
3,00	24,0	57,0	24,0	2,20	11,0	8,00	135,0	150,0	135,0	1,00	135,0
3,20	21,0	48,0	21,0	1,80	12,0	8,20	105,0	150,0	105,0	3,00	35,0
3,40	21,0	42,0	21,0	1,40	15,0	8,40	120,0	145,0	120,0	1,67	72,0
3,60	28,0	49,0	28,0	1,40	20,0	8,60	114,0	130,0	114,0	1,07	107,0
3,80	29,0	59,0	29,0	2,00	14,0	8,80	135,0	185,0	135,0	3,33	41,0
4,00	25,0	54,0	25,0	1,93	13,0	9,00	158,0	215,0	158,0	3,80	42,0
4,20	24,0	53,0	24,0	1,93	12,0	9,20	149,0	201,0	149,0	3,47	43,0
4,40	23,0	47,0	23,0	1,60	14,0	9,40	130,0	180,0	130,0	3,33	39,0
4,60	25,0	44,0	25,0	1,27	20,0	9,60	108,0	155,0	108,0	3,13	34,0
4,80	21,0	48,0	21,0	1,80	12,0	9,80	104,0	140,0	104,0	2,40	43,0
5,00	28,0	44,0	28,0	1,07	26,0	10,00	120,0	155,0	120,0	2,33	51,0

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA
CPT 3

3.010496-143

- committente:	Amministrazione Comunale di Busseto	- data prova :	27/05/2009
- lavoro:	Tangenziale di Busseto	- quota inizio :	Piano Campagna
- località:	Busseto Capoluogo	- prof. falda :	Falda non rilevata
- resp. cantiere:			
- assist. cantiere:		- data emiss. :	29/05/2009
- note:	Falda non rilevata per occlusione foro		

prf m	LP -	LL -	Rp Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/RI -	prf m	LP -	LL -	Rp Kg/cm ²	RL Kg/cm ²	Rp/RI -
0,20	----	----	--	-----	----	5,20	40,0	68,0	40,0	1,87	21,0
0,40	12,0	37,0	12,0	1,67	7,0	5,40	23,0	42,0	23,0	1,27	18,0
0,60	9,0	26,0	9,0	1,13	8,0	5,60	31,0	47,0	31,0	1,07	29,0
0,80	10,0	25,0	10,0	1,00	10,0	5,80	34,0	49,0	34,0	1,00	34,0
1,00	12,0	29,0	12,0	1,13	11,0	6,00	46,0	62,0	46,0	1,07	43,0
1,20	12,0	32,0	12,0	1,33	9,0	6,20	35,0	48,0	35,0	0,87	40,0
1,40	17,0	37,0	17,0	1,33	13,0	6,40	26,0	39,0	26,0	0,87	30,0
1,60	20,0	45,0	20,0	1,67	12,0	6,60	30,0	54,0	30,0	1,60	19,0
1,80	30,0	55,0	30,0	1,67	18,0	6,80	72,0	85,0	72,0	0,87	83,0
2,00	36,0	63,0	36,0	1,80	20,0	7,00	66,0	82,0	66,0	1,07	62,0
2,20	40,0	68,0	40,0	1,87	21,0	7,20	78,0	108,0	78,0	2,00	39,0
2,40	37,0	73,0	37,0	2,40	15,0	7,40	100,0	128,0	100,0	1,87	54,0
2,60	44,0	82,0	44,0	2,53	17,0	7,60	110,0	150,0	110,0	2,67	41,0
2,80	45,0	89,0	45,0	2,93	15,0	7,80	102,0	145,0	102,0	2,87	36,0
3,00	53,0	90,0	53,0	2,47	21,0	8,00	115,0	170,0	115,0	3,67	31,0
3,20	47,0	86,0	47,0	2,60	18,0	8,20	120,0	175,0	120,0	3,67	33,0
3,40	32,0	76,0	32,0	2,93	11,0	8,40	108,0	160,0	108,0	3,47	31,0
3,60	26,0	50,0	26,0	1,60	16,0	8,60	105,0	165,0	105,0	4,00	26,0
3,80	30,0	48,0	30,0	1,20	25,0	8,80	110,0	160,0	110,0	3,33	33,0
4,00	30,0	51,0	30,0	1,40	21,0	9,00	106,0	165,0	106,0	3,93	27,0
4,20	31,0	55,0	31,0	1,60	19,0	9,20	110,0	170,0	110,0	4,00	28,0
4,40	35,0	60,0	35,0	1,67	21,0	9,40	125,0	185,0	125,0	4,00	31,0
4,60	42,0	70,0	42,0	1,87	22,0	9,60	130,0	170,0	130,0	2,67	49,0
4,80	48,0	78,0	48,0	2,00	24,0	9,80	125,0	160,0	125,0	2,33	54,0
5,00	48,0	81,0	48,0	2,20	22,0	10,00	145,0	210,0	145,0	4,33	33,0

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA

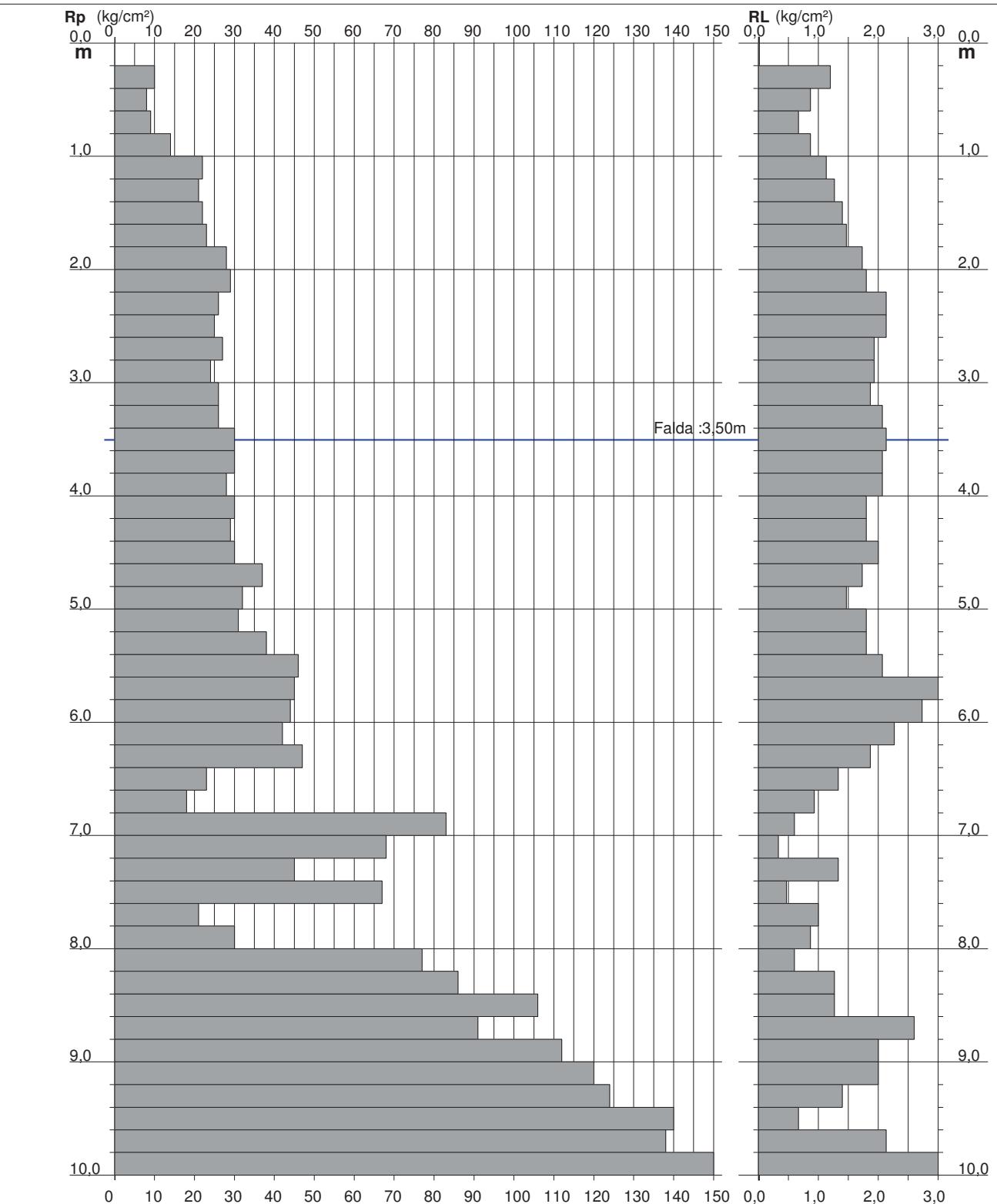
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

3.010496-143

- committente: Amministrazione Comunale di Busseto
 - lavoro: Tangenziale di Busseto
 - località: Busseto Capoluogo
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:

- data prova : 27/05/2009
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 3,50 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 50
 - data emiss. : 29/05/2009

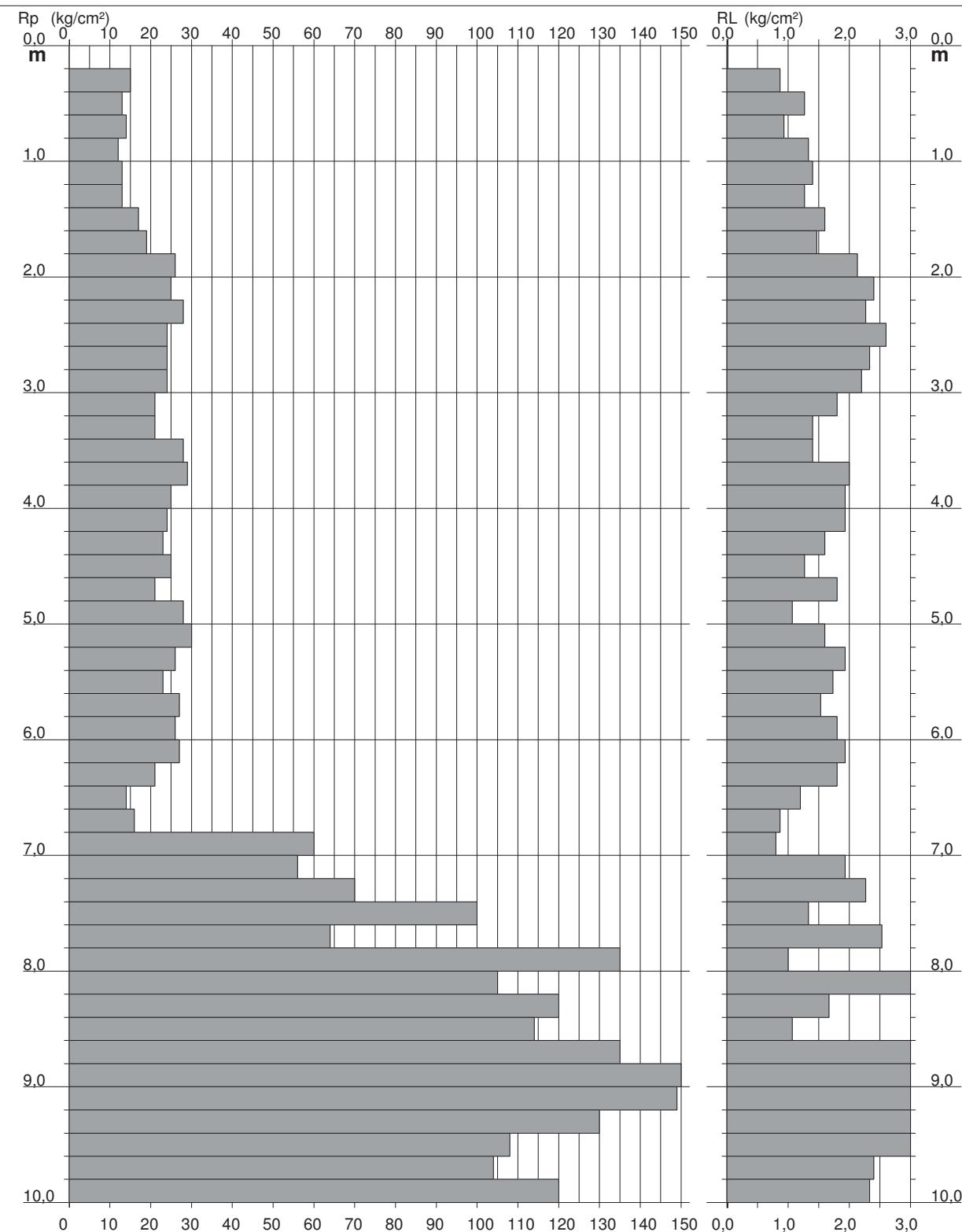


PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA
CPT 2

3.010496-143

- committente: Amministrazione Comunale di Busseto
 - lavoro: Tangenziale di Busseto
 - località: Busseto Capoluogo
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:
 - note: Falda non rilevata per occlusione foro

- data prova : 27/05/2009
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50
 - data emiss. : 29/05/2009



PROVA PENETROMETRICA STATICA

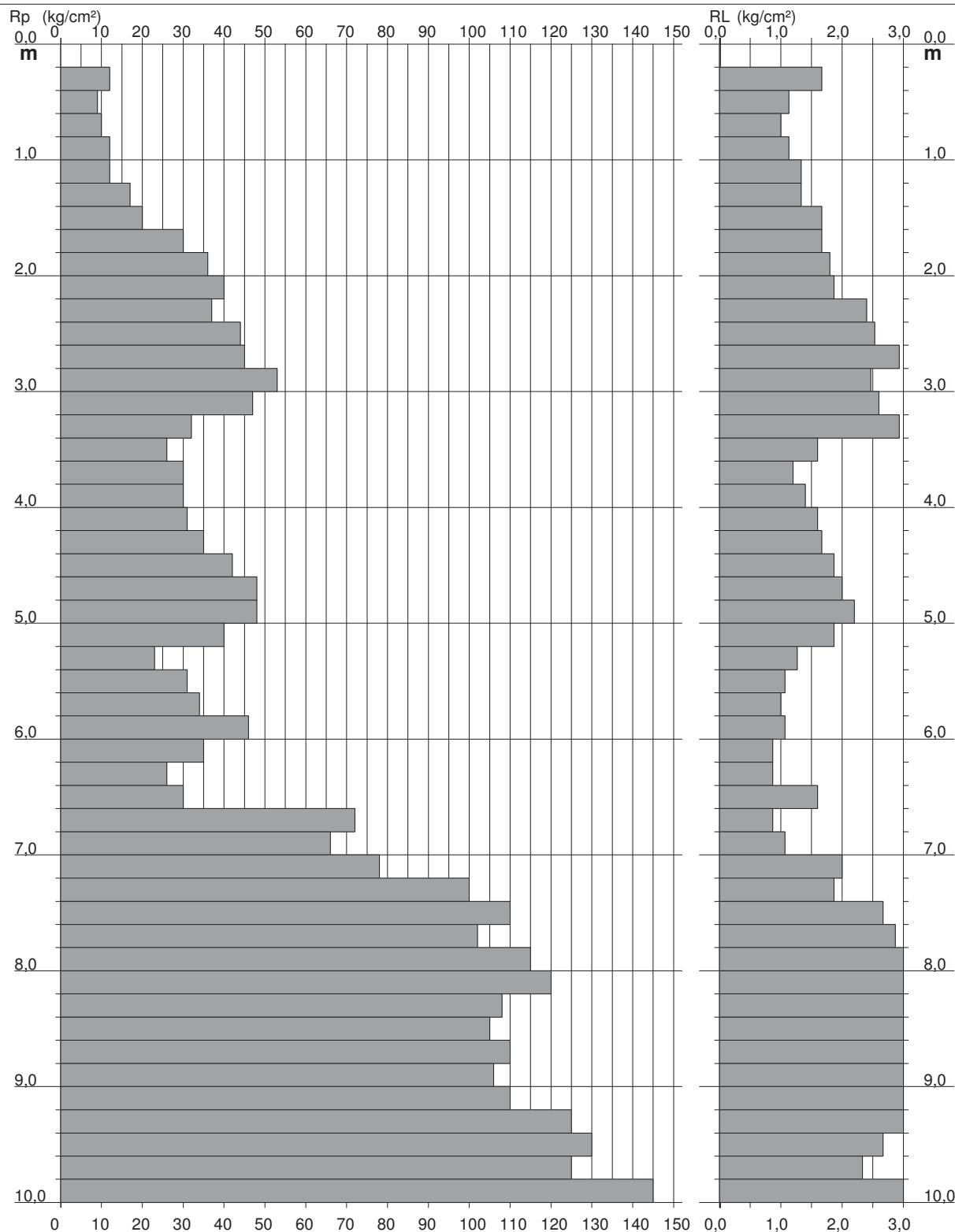
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

3.010496-143

- committente: Amministrazione Comunale di Busseto
 - lavoro: Tangenziale di Busseto
 - località: Busseto Capoluogo
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:
 - note: Falda non rilevata per occlusione foro

- data prova : 27/05/2009
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50
 - data emiss. : 29/05/2009



PROVA PENETROMETRICA STATICA

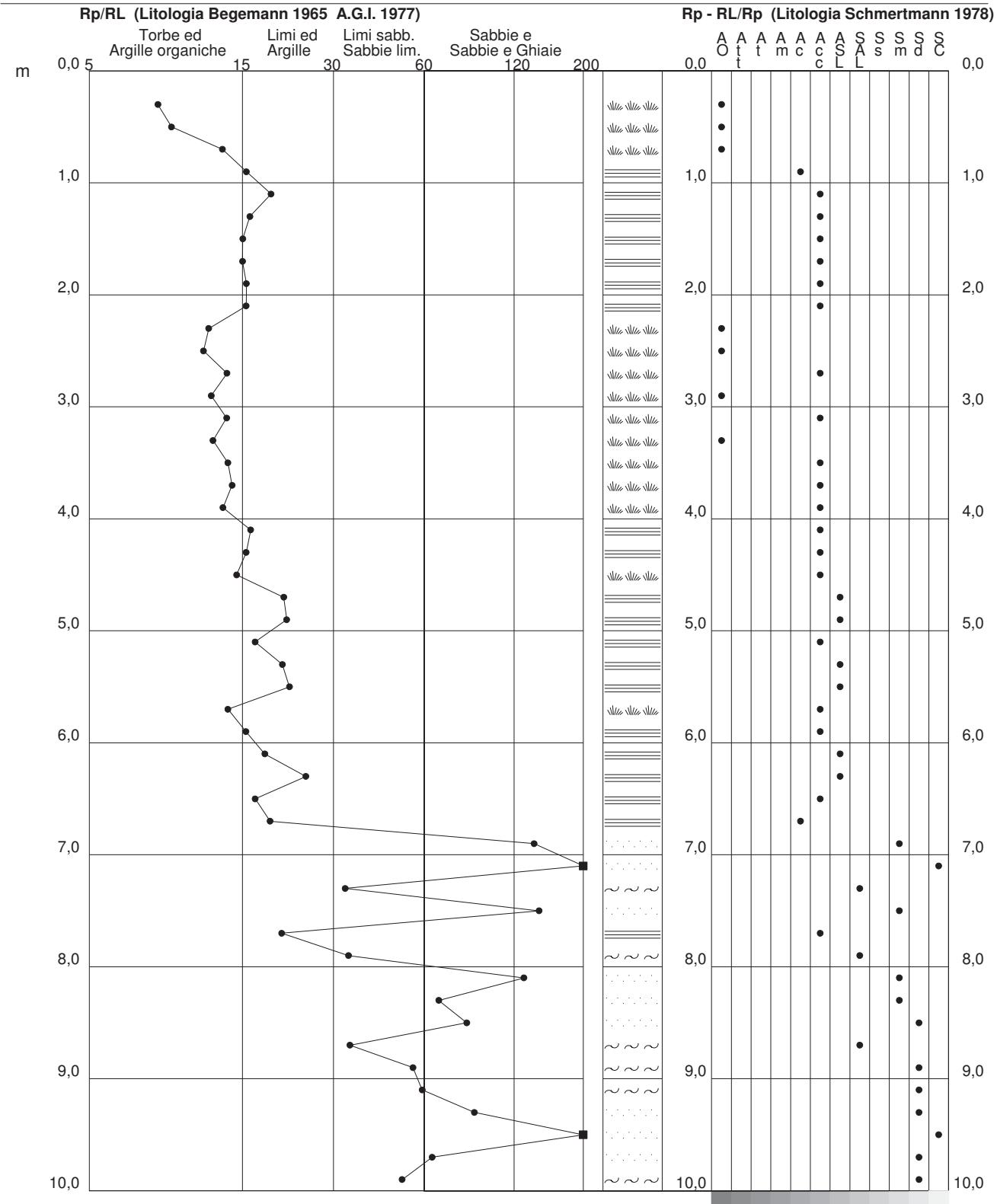
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

3.010496-143

- committente: Amministrazione Comunale di Busseto
 - lavoro: Tangenziale di Busseto
 - località: Busseto Capoluogo
 - resp. cantiere:
 - assist. cantiere:

- data prova : 27/05/2009
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 3,50 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 50
 - data emiss. : 29/05/2009



PROVA PENETROMETRICA STATICA

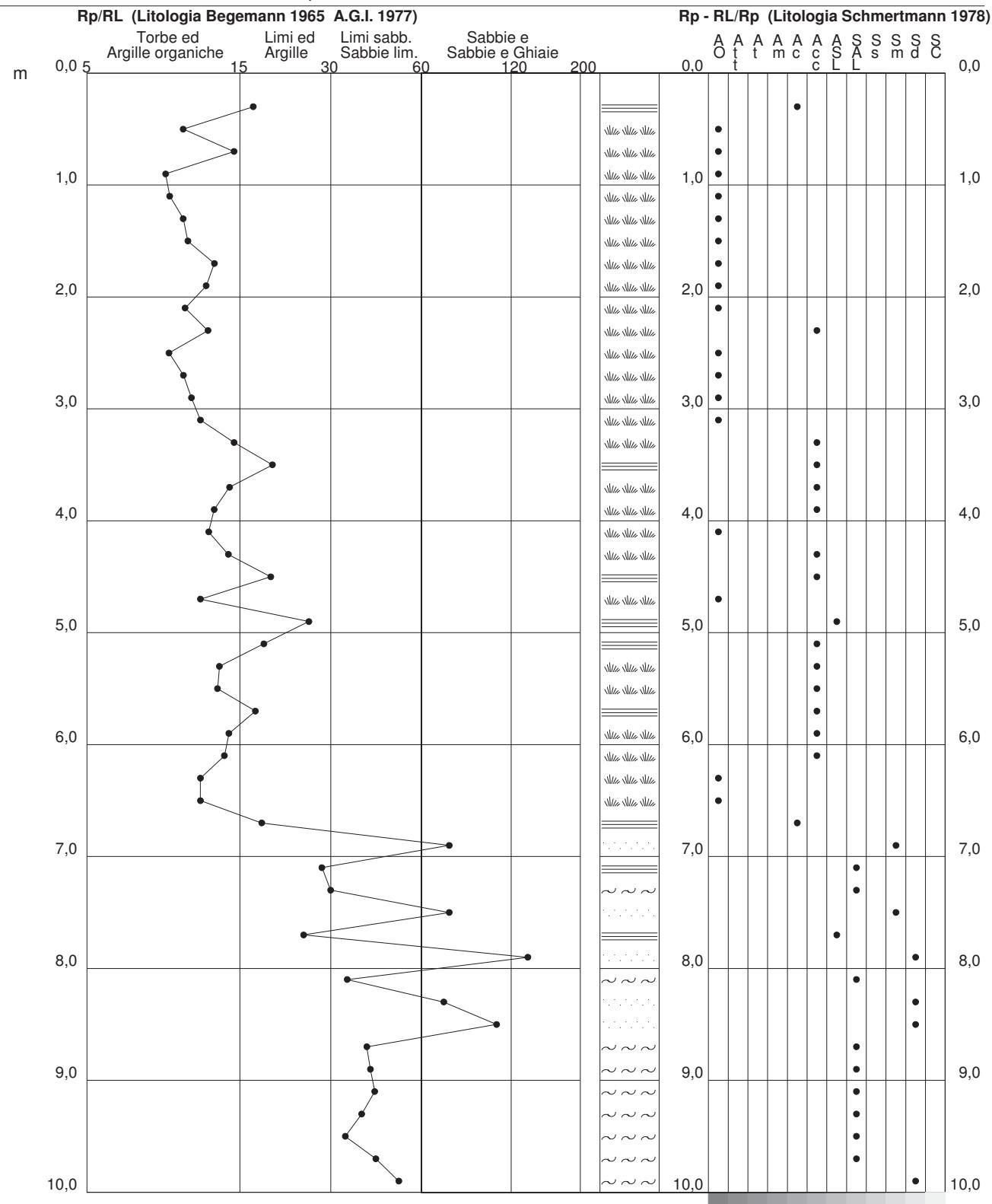
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

3.010496-143

- committente: Amministrazione Comunale di Busseto
- lavoro: Tangenziale di Busseto
- località: Busseto Capoluogo
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:
- note: Falda non rilevata per occlusione foro

- data prova : 27/05/2009
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50
- data emiss. : 29/05/2009



PROVA PENETROMETRICA STATICA

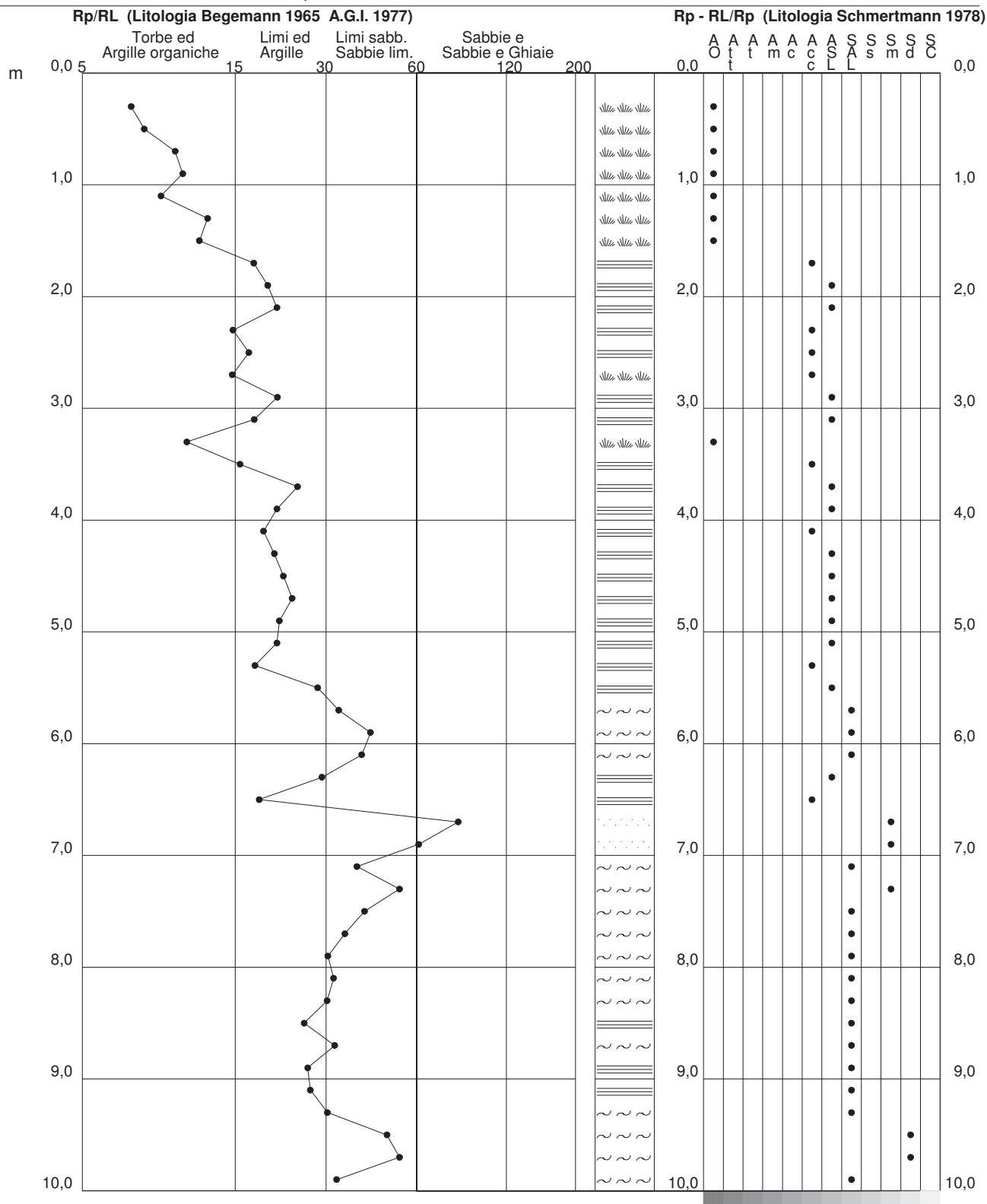
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

3.010496-143

- committente: Amministrazione Comunale di Busseto
- lavoro: Tangenziale di Busseto
- località: Busseto Capoluogo
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:
- note: Falda non rilevata per occlusione foro

- data prova : 27/05/2009
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50
- data emiss. : 29/05/2009



PROVA PENETROMETRICA STATICA

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

3.010496-143

- committente:	Amministrazione Comunale di Busseto	- data prova :	27/05/2009
- lavoro:	Tangenziale di Busseto	- quota inizio :	Piano Campagna
- località:	Busseto Capoluogo	- prof. falda :	3,50 m da quota inizio
- resp. cantiere:		- data emiss. :	
- assist. cantiere:			29/05/2009

Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	NATURA COESIVA				NATURA GRANULARE					
												ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,40	10	8	2///	1,85	0,07	0,50	68,4	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,60	8	9	2///	1,85	0,11	0,40	31,2	68	102	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,80	9	13	2///	1,85	0,15	0,45	25,2	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,00	14	16	2///	1,85	0,19	0,64	29,4	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,20	22	19	4://	1,85	0,22	0,85	33,4	144	216	66	57	36	38	40	43	37	28	0,121	37	55	66
1,40	21	17	4://	1,85	0,26	0,82	26,7	140	210	63	51	35	37	40	42	36	27	0,107	35	53	63
1,60	22	16	4://	1,85	0,30	0,85	23,3	144	216	66	50	35	37	40	42	35	28	0,103	37	55	66
1,80	23	16	4://	1,85	0,33	0,87	20,8	148	221	69	48	35	37	39	42	35	28	0,100	38	58	69
2,00	28	16	4://	1,85	0,37	0,97	20,8	164	246	84	52	35	38	40	42	35	28	0,110	47	70	84
2,20	29	16	4://	1,85	0,41	0,98	18,9	167	251	87	51	35	37	40	42	35	29	0,108	48	73	87
2,40	26	12	4://	1,85	0,44	0,93	15,8	158	237	78	46	34	37	39	42	34	28	0,093	43	65	78
2,60	25	12	4://	1,85	0,48	0,91	13,9	155	232	75	42	34	36	39	41	33	28	0,085	42	63	75
2,80	27	14	4://	1,85	0,52	0,95	13,4	161	242	81	43	34	36	39	41	33	28	0,087	45	68	81
3,00	24	12	4://	1,85	0,55	0,89	11,3	151	227	72	37	33	36	38	41	32	28	0,074	40	60	72
3,20	26	14	4://	1,85	0,59	0,93	11,0	158	237	78	38	33	36	38	41	32	28	0,076	43	65	78
3,40	26	13	4://	1,85	0,63	0,93	10,2	158	237	78	37	33	36	38	41	32	28	0,073	43	65	78
3,60	30	14	4://	0,96	0,65	1,00	10,8	170	255	90	41	34	36	39	41	33	29	0,083	50	75	90
3,80	30	15	4://	0,96	0,67	1,00	10,4	170	255	90	40	34	36	39	41	33	29	0,081	50	75	90
4,00	28	14	4://	0,96	0,69	0,97	9,6	166	248	84	37	33	36	38	41	32	28	0,074	47	70	84
4,20	30	17	4://	0,96	0,71	1,00	9,7	171	257	90	39	33	36	38	41	32	29	0,078	50	75	90
4,40	29	16	4://	0,96	0,73	0,98	9,2	172	259	87	37	33	36	38	41	32	29	0,074	48	73	87
4,60	30	15	4://	0,96	0,74	1,00	9,1	177	265	90	38	33	36	38	41	32	29	0,075	50	75	90
4,80	37	21	4://	0,99	0,76	1,23	11,4	210	315	111	44	34	37	39	42	33	30	0,090	62	93	111
5,00	32	22	4://	0,97	0,78	1,07	9,2	187	280	96	39	33	36	38	41	32	29	0,077	53	80	96
5,20	31	17	4://	0,97	0,80	1,03	8,6	190	285	93	37	33	36	38	41	32	29	0,073	52	78	93
5,40	38	21	4://	0,99	0,82	1,27	10,8	215	323	114	43	34	36	39	41	33	30	0,088	63	95	114
5,60	46	22	4://	1,01	0,84	1,53	13,3	261	391	138	49	35	37	39	42	34	31	0,103	77	115	138
5,80	45	14	4://	1,00	0,86	1,50	12,5	255	383	135	48	35	37	39	42	33	31	0,099	75	113	135
6,00	44	16	4://	1,00	0,88	1,47	11,8	249	374	132	47	35	37	39	42	33	31	0,096	73	110	132
6,20	42	19	4://	1,00	0,90	1,40	10,9	238	357	126	45	34	37	39	42	33	30	0,091	70	105	126
6,40	47	25	4://	1,01	0,92	1,57	12,2	266	400	141	48	35	37	39	42	33	31	0,099	78	118	141
6,60	23	17	4://	0,94	0,94	0,87	5,7	253	380	69	23	31	34	37	40	29	28	0,044	38	58	69
6,80	18	19	2///	0,98	0,96	0,75	4,6	268	402	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,00	83	138	3::	0,97	0,98	--	--	--	--	--	66	37	39	41	43	36	33	0,148	138	208	249
7,20	68	204	3::	0,95	1,00	--	--	--	--	--	59	36	38	40	43	35	32	0,127	113	170	204
7,40	45	34	3::	0,91	1,02	--	--	--	--	--	44	34	37	39	42	32	31	0,089	75	113	135
7,60	67	144	3::	0,95	1,04	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	35	32	0,123	112	168	201
7,80	21	21	4://	0,93	1,06	0,82	4,6	294	441	63	17	30	33	36	39	28	27	0,033	35	53	63
8,00	30	35	3::	0,88	1,07	--	--	--	--	--	29	32	35	37	40	30	29	0,055	50	75	90
8,20	77	128	3::	0,96	1,09	--	--	--	--	--	61	37	39	41	43	35	33	0,133	128	193	231
8,40	86	68	3::	0,98	1,11	--	--	--	--	--	64	37	39	41	43	36	33	0,142	143	215	258
8,60	106	84	3::	1,01	1,13	--	--	--	--	--	71	38	40	42	44	37	34	0,162	177	265	318
8,80	91	35	3::	0,99	1,15	--	--	--	--	--	65	37	39	41	43	36	33	0,145	152	228	273
9,00	112	56	3::	1,02	1,17	--	--	--	--	--	72	38	40	42	44	37	34	0,165	187	280	336
9,20	120	60	3::	1,03	1,19	--	--	--	--	--	74	38	40	42	44	37	35	0,171	200	300	360
9,40	124	89	3::	1,04	1,21	--	--	--	--	--	75	38	40	42	44	37	35	0,173	207	310	372
9,60	140	210	3::	1,06	1,23	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	38	36	0,185	233	350	420
9,80	138	65	3::	1,06	1,26	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	38	36	0,182	230	345	414
10,00	155	52	3::	1,08	1,28	--	--	--	--	--	81	39	41	43	44	38	36	0,193	258	388	465

PROVA PENETROMETRICA STATICA

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

3.010496-143

- committente:	Amministrazione Comunale di Busseto	- data prova :	27/05/2009
- lavoro:	Tangenziale di Busseto	- quota inizio :	Piano Campagna
- località:	Busseto Capoluogo	- prof. falda :	Falda non rilevata
- resp. cantiere:			
- assist. cantiere:		- data emiss. :	29/05/2009
- note:	Falda non rilevata per occlusione foro		

Prof. m	NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE										
	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natur. Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,40	15	17	2///	1,85	0,07	0,67	98,0	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,60	13	10	2///	1,85	0,11	0,60	52,2	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,80	14	15	2///	1,85	0,15	0,64	38,9	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,00	12	9	2///	1,85	0,19	0,57	25,7	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,20	13	9	2///	1,85	0,22	0,60	22,0	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,40	13	10	2///	1,85	0,26	0,60	18,1	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,60	17	11	2///	1,85	0,30	0,72	19,2	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,80	19	13	2///	1,85	0,33	0,78	18,1	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,00	26	12	4://	1,85	0,37	0,93	19,8	158	237	78	50	35	37	40	42	35	28	0,104	43	65	78
2,20	25	10	4://	1,85	0,41	0,91	17,1	155	232	75	46	34	37	39	42	34	28	0,095	42	63	75
2,40	28	12	4://	1,85	0,44	0,97	16,6	164	246	84	48	35	37	39	42	34	28	0,099	47	70	84
2,60	24	9	4://	1,85	0,48	0,89	13,5	151	227	72	41	34	36	39	41	33	28	0,082	40	60	72
2,80	24	10	4://	1,85	0,52	0,89	12,3	151	227	72	39	33	36	38	41	33	28	0,077	40	60	72
3,00	24	11	4://	1,85	0,55	0,89	11,3	151	227	72	37	33	36	38	41	32	28	0,074	40	60	72
3,20	21	12	4://	1,85	0,59	0,82	9,5	142	213	63	31	33	35	38	40	31	27	0,060	35	53	63
3,40	21	15	4://	1,85	0,63	0,82	8,8	149	223	63	30	33	35	37	40	31	27	0,057	35	53	63
3,60	28	20	4://	1,85	0,67	0,97	10,0	164	246	84	38	33	36	38	41	32	28	0,076	47	70	84
3,80	29	14	4://	1,85	0,70	0,98	9,5	169	254	87	38	33	36	38	41	32	29	0,075	48	73	87
4,00	25	13	4://	1,85	0,74	0,91	8,1	177	266	75	32	32	35	38	41	31	28	0,061	42	63	72
4,20	24	12	4://	1,85	0,78	0,89	7,4	191	286	72	29	32	35	37	40	30	28	0,056	40	60	72
4,40	23	14	4://	1,85	0,81	0,87	6,8	206	310	69	27	32	34	37	40	30	28	0,051	38	58	69
4,60	25	20	4://	1,85	0,85	0,91	6,8	216	323	75	28	32	35	37	40	30	28	0,054	42	63	75
4,80	21	12	4://	1,85	0,89	0,82	5,7	238	358	63	21	31	34	37	40	29	27	0,040	35	53	63
5,00	28	26	4://	1,85	0,93	0,97	6,6	237	355	84	30	32	35	38	40	30	28	0,058	47	70	84
5,20	30	19	4://	1,85	0,96	1,00	6,6	247	370	90	32	32	35	38	41	30	29	0,061	50	75	90
5,40	26	13	4://	1,85	1,00	0,93	5,7	268	402	78	26	32	34	37	40	29	28	0,049	43	65	78
5,60	23	13	4://	1,85	1,04	0,87	5,0	286	428	69	21	31	34	37	40	29	28	0,039	38	58	69
5,80	27	18	4://	1,85	1,07	0,95	5,4	292	438	81	25	32	34	37	40	29	28	0,048	45	68	81
6,00	26	14	4://	1,85	1,11	0,93	5,0	306	459	78	23	31	34	37	40	29	28	0,044	43	65	78
6,20	27	14	4://	1,85	1,15	0,95	4,9	317	476	81	24	31	34	37	40	29	28	0,045	45	68	81
6,40	21	12	4://	1,85	1,18	0,82	4,0	330	496	63	14	30	33	36	39	27	27	0,028	35	53	63
6,60	14	12	2///	1,85	1,22	0,64	2,8	325	487	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,80	16	18	2///	1,85	1,26	0,70	3,0	344	515	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,00	60	75	3:::	1,85	1,30	--	--	--	--	--	48	35	37	39	42	33	32	0,099	100	150	180
7,20	56	29	4://	1,85	1,33	1,87	9,6	321	481	168	45	34	37	39	42	32	31	0,092	93	140	168
7,40	70	31	3:::	1,85	1,37	--	--	--	--	--	52	35	37	40	42	33	32	0,109	117	175	210
7,60	100	75	3:::	1,85	1,41	--	--	--	--	--	64	37	39	41	43	35	34	0,141	167	250	300
7,80	64	25	4://	1,85	1,44	2,13	10,2	363	544	192	48	35	37	39	42	32	32	0,098	107	160	192
8,00	135	135	3:::	1,85	1,48	--	--	--	--	--	73	38	40	42	44	36	35	0,167	225	338	405
8,20	105	35	3:::	1,85	1,52	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	35	34	0,140	175	263	315
8,40	120	72	3:::	1,85	1,55	--	--	--	--	--	67	37	39	41	43	36	35	0,152	200	300	360
8,60	114	107	3:::	1,85	1,59	--	--	--	--	--	65	37	39	41	43	35	34	0,145	190	285	342
8,80	135	41	3:::	1,85	1,63	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	36	35	0,160	225	338	405
9,00	158	42	3:::	1,85	1,66	--	--	--	--	--	75	39	40	42	44	37	36	0,175	263	395	474
9,20	149	43	3:::	1,85	1,70	--	--	--	--	--	73	38	40	42	44	36	36	0,167	248	373	447
9,40	130	39	3:::	1,85	1,74	--	--	--	--	--	68	37	39	41	43	35	35	0,152	217	325	390
9,60	108	34	3:::	1,85	1,78	--	--	--	--	--	61	36	39	41	43	34	34	0,132	180	270	324
9,80	104	43	3:::	1,85	1,81	--	--	--	--	--	59	36	38	40	43	34	34	0,127	173	260	312
10,00	120	51	3:::	1,85	1,85	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	35	35	0,139	200	300	360

PROVA PENETROMETRICA STATICA

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

3.010496-143

- committente:	Amministrazione Comunale di Busseto	- data prova :	27/05/2009
- lavoro:	Tangenziale di Busseto	- quota inizio :	Piano Campagna
- località:	Busseto Capoluogo	- prof. falda :	Falda non rilevata
- resp. cantiere:			
- assist. cantiere:			
- note:	Falda non rilevata per occlusione foro	- data emiss. :	29/05/2009

Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litolo.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	NATURA COESIVA				NATURA GRANULARE					
												ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,40	12	7	2///	1,85	0,07	0,57	80,8	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,60	9	8	2///	1,85	0,11	0,45	36,1	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,80	10	10	1,85	0,15	0,50	28,8	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,00	12	11	2///	1,85	0,19	0,57	25,7	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,20	12	9	2///	1,85	0,22	0,57	20,5	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,40	17	13	2///	1,85	0,26	0,72	22,7	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,60	20	12	4://	1,85	0,30	0,80	21,8	136	204	60	46	34	37	39	42	35	27	0,095	33	50	60
1,80	30	18	4://	1,85	0,33	1,00	24,8	170	255	90	57	36	38	40	43	36	29	0,123	50	75	90
2,00	36	20	4://	1,85	0,37	1,20	27,3	204	306	108	61	37	39	41	43	37	30	0,134	60	90	108
2,20	40	21	4://	1,85	0,41	1,33	27,7	227	340	120	62	37	39	41	43	37	30	0,137	67	100	120
2,40	37	15	4://	1,85	0,44	1,23	22,5	210	315	111	58	36	38	40	43	36	30	0,124	62	93	111
2,60	44	17	4://	1,85	0,48	1,47	25,3	249	374	132	62	37	39	41	43	36	31	0,135	73	110	132
2,80	45	15	4://	1,85	0,52	1,50	23,7	255	383	135	61	36	39	41	43	36	31	0,132	75	113	135
3,00	53	21	4://	1,85	0,55	1,77	26,7	200	451	159	65	37	39	41	43	37	31	0,143	88	133	159
3,20	47	18	4://	1,85	0,59	1,57	21,2	266	400	141	59	36	38	40	43	36	31	0,127	78	118	141
3,40	32	11	4://	1,85	0,63	1,07	12,1	181	272	96	44	34	37	39	42	33	29	0,090	53	80	96
3,60	26	16	4://	1,85	0,67	0,93	9,5	160	240	78	36	33	36	38	41	32	28	0,070	43	65	78
3,80	30	25	4://	1,85	0,70	1,00	9,8	171	256	90	39	33	36	38	41	32	29	0,078	50	75	90
4,00	30	21	4://	1,85	0,74	1,00	9,1	176	264	90	38	33	36	38	41	32	29	0,075	50	75	90
4,20	31	19	4://	1,85	0,78	1,03	9,0	184	276	93	38	33	36	38	41	32	29	0,075	52	78	93
4,40	35	21	4://	1,85	0,81	1,17	9,8	199	298	105	41	34	36	39	41	32	29	0,082	58	88	105
4,60	42	22	4://	1,85	0,85	1,40	11,7	238	357	126	46	34	37	39	42	33	30	0,094	70	105	126
4,80	48	24	4://	1,85	0,89	1,60	13,1	272	408	144	50	35	37	40	42	34	31	0,103	80	120	144
5,00	48	22	4://	1,85	0,93	1,60	12,5	272	408	144	49	35	37	39	42	33	31	0,101	80	120	144
5,20	40	21	4://	1,85	0,96	1,33	9,4	230	346	120	41	34	36	39	41	32	30	0,083	67	100	120
5,40	23	18	4://	1,85	1,00	0,87	5,3	273	410	69	22	31	34	37	40	29	28	0,041	38	58	69
5,60	31	29	4://	1,85	1,04	1,03	6,3	271	406	93	31	32	35	38	40	30	29	0,060	52	78	93
5,80	34	34	3://	1,85	1,07	--	--	--	--	--	33	33	35	38	41	31	29	0,065	57	85	102
6,00	46	43	3://	1,85	1,11	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	32	31	0,086	77	115	138
6,20	35	40	3://	1,85	1,15	--	--	--	--	--	33	33	35	38	41	30	29	0,063	58	88	105
6,40	26	30	4://	1,85	1,18	0,93	4,6	330	494	78	22	31	34	37	40	29	28	0,041	43	65	78
6,60	30	19	4://	1,85	1,22	1,00	4,9	338	507	90	26	32	34	37	40	29	29	0,049	50	75	90
6,80	72	83	3://	1,85	1,26	--	--	--	--	--	55	36	38	40	42	34	32	0,117	120	180	216
7,00	66	62	3://	1,85	1,30	--	--	--	--	--	51	35	37	40	42	33	32	0,108	110	165	198
7,20	78	39	3://	1,85	1,33	--	--	--	--	--	56	36	38	40	43	34	33	0,121	130	195	234
7,40	100	54	3://	1,85	1,37	--	--	--	--	--	64	37	39	41	43	35	34	0,143	167	250	300
7,60	110	41	3://	1,85	1,41	--	--	--	--	--	67	37	39	41	43	36	34	0,150	183	275	330
7,80	102	36	3://	1,85	1,44	--	--	--	--	--	64	37	39	41	43	35	34	0,141	170	255	306
8,00	115	31	3://	1,85	1,48	--	--	--	--	--	67	37	39	41	43	36	35	0,151	192	288	345
8,20	120	33	3://	1,85	1,52	--	--	--	--	--	68	38	39	41	43	36	35	0,153	200	300	360
8,40	108	31	3://	1,85	1,55	--	--	--	--	--	64	37	39	41	43	35	34	0,141	180	270	324
8,60	105	26	4://	1,85	1,59	3,50	16,8	595	893	315	62	37	39	41	43	35	34	0,137	175	263	315
8,80	110	33	3://	1,85	1,63	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	35	34	0,140	183	275	330
9,00	106	27	4://	1,85	1,66	3,53	16,1	601	901	318	62	37	39	41	43	34	34	0,135	177	265	318
9,20	110	28	4://	1,85	1,70	3,67	16,4	623	935	330	62	37	39	41	43	35	34	0,137	183	275	330
9,40	125	31	3://	1,85	1,74	--	--	--	--	--	66	37	39	41	43	35	35	0,148	208	313	375
9,60	130	49	3://	1,85	1,78	--	--	--	--	--	67	37	39	41	43	35	35	0,150	217	325	390
9,80	125	54	3://	1,85	1,81	--	--	--	--	--	65	37	39	41	43	35	35	0,145	208	313	375
10,00	145	33	3://	1,85	1,85	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	36	36	0,158	242	363	435

Ovest

A'

Sezione A - A'

A' Est

p.c. attuale

300
600
900
1200

CPT 1
CPT 2
CPT 3
CPT 4

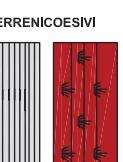
scala verticale 1:50
scala orizzontale 1:700

TAV. 4

Orizzonte geomecanico **A**

(coesivo)

$\gamma = 18,0 - 18,5 \text{ kPa}$
 $\gamma' = 08,0 - 08,5 \text{ kPa}$
 $C_u = 75,0 - 100,0 \text{ kPa}$
 $E_u = 6,000 - 9,000 \text{ kPa}$



(fisiologe interpretative presunte)

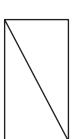
Terreni argilosici con possibile
frazione organica

Terreni argilosici

Terreni argilloso sabbiosi e/o
sabbioso limoso

Terreni sabbiosi

Misure Rp e Rl non elevate



A A'

Sezione litostatimetrica
Interpretativa

A

Correlazione Interpretativa
tra orizzonti ad omogenee
caratteristiche litogeomeccaniche

Prova penetrometrica statica (C.P.T.)
e relativa verticale di Indagine

CPT 1

L'Indagine (fondo foro)

F.F.

Livello idrico relativo rilevato
nel foro di sondaggio, ove possibile.

12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

F.F. 10,00 metri da p.c.

F.F. 10,00 metri da p.c.

F.F. 10,00 metri da p.c.

12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

CORRELAZIONI LITO-GEOMECCANICHE INTERPRETATIVE

scala verticale 1:50
scala orizzontale 1:700

TAV. 4

CPT 1

Prova penetrometrica statica (C.P.T.)
e relativa verticale di Indagine

F.F.

L'Indagine (fondo foro)



Livello idrico relativo rilevato
nel foro di sondaggio, ove possibile.

12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS

via sagittario 3/3 - pontecchio marconi (bo) - TEL- 051/846406

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.
LOCALITÀ: Busseto (PR)
CANTIERE: Nuova Tangenziale
 Data ricevimento campione: 03/06/2009

SONDAGGIO: ---
CAMPIONE: C1
PROFONDITÀ' (m): 0.30/0.60
 Data apertura campione: 05/06/2009

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY ALTRO CONTENITORE ALTRA FUSTELLA CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA PROVA DI COSTIP. MODIF. E.L.L. MASSA VOLUMICA PROVA DI COSTIP. STANDARD CONTENUTO IN CARBONATI MASSA VOLUM. DEI GRANULI C.B.R. - I.P.I. SOSTANZE ORGANICHE LIMITE DI ATTERBERG TRIASSIALE C.D. PERMEABILITÀ GRANULOMETRIA TAGLIO DIRETTO EQUIVALENTE IN SABBIA SEDIMENTAZIONE DENSITA' MAX E MIN LOS ANGELES

P.P. kPa	T.V. kPa	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Limo con argilla di colore verde oliva, tracce di calcinelli. Campione umido, media plasticità.	- 0 - 10 - 20 - 30 - 40 - 50 - 60 - 70 - 80 - 90	

NOTA:

Commessa:
081-09Verbale di accettazione:
698-09Lo Sperimentatore:
Dott. A. RIMONDINIIl Direttore del Laboratorio:
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

Certificato 2022/09 pag. 1 di 1

Data emissione 08/06/2009

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

SONDAGGIO: ---

CAMPIONE: C1

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 05-08/06/2009

CONTENUTO D'ACQUA (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Determinazione n.		1
Massa tara	g=	32.92
Campione umido+tara	g=	83.64
Campione secco + tara	g=	71.73
W	%=	30.69

CONTENUTO IN ACQUA %= 30.69

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:

Comessa:
081-09

Verbale di accettazione:
698-09

Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO





C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

Certificato 2030/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

SONDAGGIO: ---

CAMPIONE: C1

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 05-08/06/2009

MASSA VOLUMICA (ASTM D2435-04)

Determinazione n.	1
Massa tara	g= 32.92
Campione + tara	g= 83.64
Volume tara	cm ³ = 28.35
Massa volumica	Mg/m ³ = 1.79

MASSA VOLUMICA Mg/m³ = 1.79

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:

Commessa:
081-09

Verbale di accettazione:
698-09

Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

SONDAGGIO: --

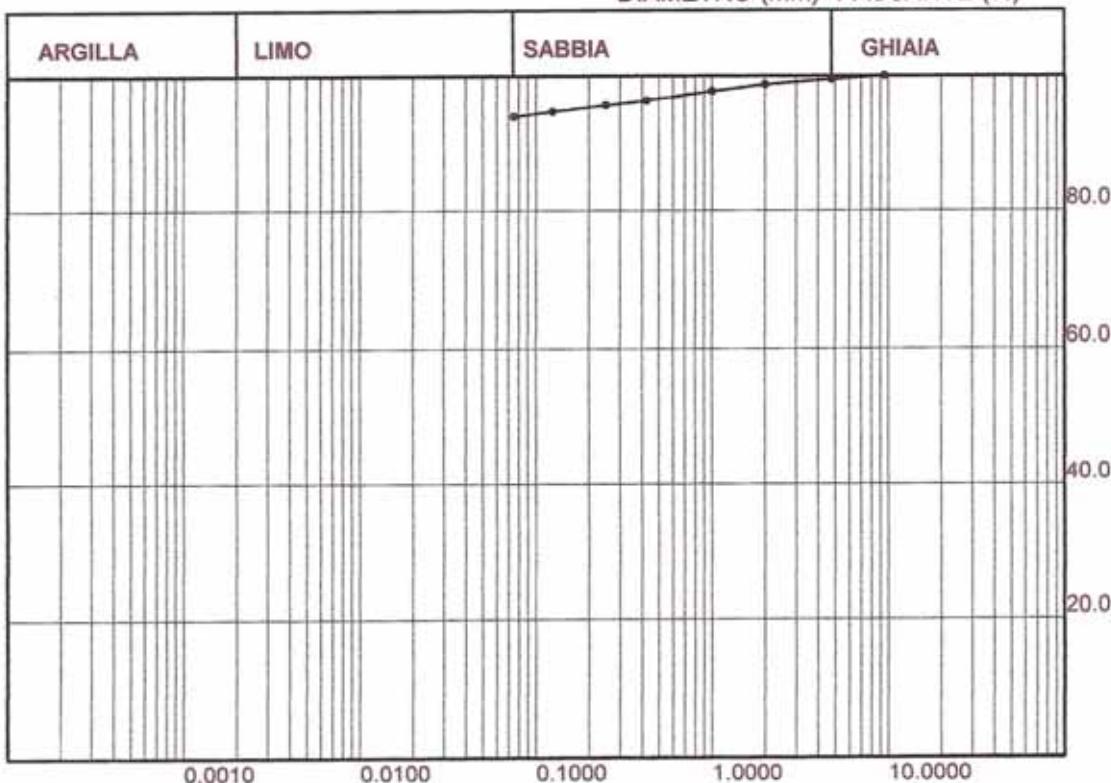
CAMPIONE: C1

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 11-12/06/2009

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^A

DIAMETRO (mm)- PASSANTE (%)



ANALISI PER SETACCI

Massa campione, g= 214.06

Aperture setaccio Massa trattenuto Passante

mm	g	%
9.500	0.00	100.00
4.750	1.17	99.45
2.000	1.63	98.69
1.000	2.07	97.72
0.425	2.99	96.33
0.250	1.43	95.66
0.125	2.11	94.67
0.075	1.47	93.99

GHIAIA, % = 0.55

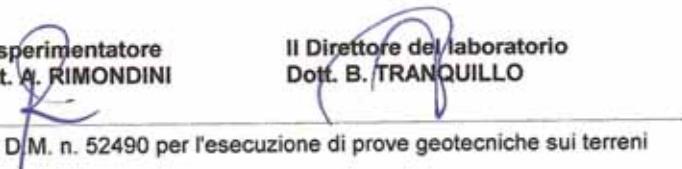
SABBIA, % = 5.47

LIMO + ARGILLA, % = 93.99

Tipo di campione: rimaneggiato

^AIl campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA:

Commessa:
081-09Verbale di accettazione:
698-09Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINIIl Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

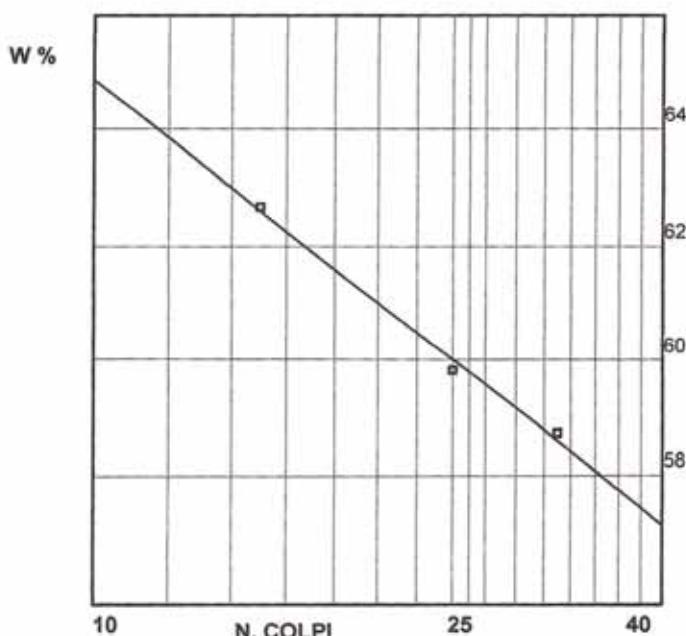
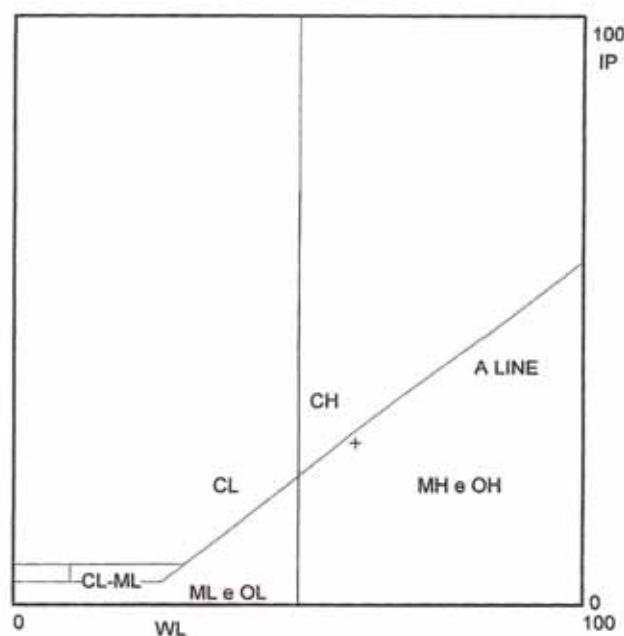
via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.
LOCALITA': Busseto (PR)
CANTIERE: Nuova Tangenziale
 Data ricevimento campione: 03/06/2009

Certificato 2032/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

SONDAGGIO: ---
CAMPIONE: C1
PROFONDITA', m: 0.30/0.60
 Data esecuzione prove: 12-15/06/2009

LIMITI DI CONSISTENZA (UNI CEN ISO/TS 17892-12)**LIMITE LIQUIDO****CARTA DI PLASTICITA'****LIMITE LIQUIDO**

Massa tara	Massa umida + T	Massa secca + T	Colpi	W	Massa tara	Massa umida + T	Massa secca + T	W
g	g	g	n	%	g	g	g	%
36.72	64.59	54.28	31	58.71	33.24	34.72	34.35	33.33
33.73	57.35	48.51	24	59.81	37.34	38.55	38.25	32.97

LIMITE LIQUIDO % = 60

LIMITE PLASTICO % = 33

INDICE PLASTICO = 27

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:Commessa:
081-09Verbale di accettazione:
698-09Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINIIl Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

CCC

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

Rapp. 532D/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

SONDAGGIO: —

CAMPIONE: C1

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 12-15/06/2009

CLASSIFICAZIONE

Passante a 2 mm	98.69	%
Passante a 0.42 mm	96.33	%
Passante a 0.075 mm	93.99	%
Limite Liquido	60	%
Indice Plastico	27	

CLASSIFICAZIONE UNI 10006: A-7-5

CLASSIFICAZIONE USCS: MH

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:

Commessa:
081-09

Verbale di accettazione:
698-09

Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

ccc via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

Certificato 2033/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

SONDAGGIO: ---

CAMPIONE: C1

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 08/06/2009

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE (ASTM D2974-00)

Determinazione n.		1	2
Massa tara	g	27.64	26.25
Massa campione secco + tara	g	57.75	56.45
Massa campione calcinato + tara	g	56.63	55.31
Contenuto in sostanze organiche	%	3.72	3.77

Valore medio del contenuto in sostanze organiche % = 3.75

Tipo di campione: rimaneggiato



NOTA:

Commessa:
081-09

Verbale di accettazione:
698-09

Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS

via sagittario 3/3 - pontecchio marconi (bo) - TEL- 051/846406

Certificato 2034/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.
LOCALITÀ: Busseto (PR)
CANTIERE: Nuova Tangenziale
 Data ricevimento campione: 03/06/2009

SONDAGGIO: ---
CAMPIONE: C2
PROFONDITÀ' (m): 0.30/0.60
 Data apertura campione: 05/06/2009

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY ALTRO CONTENITORE XALTRA FUSTELLA CAMPIONE RIMANEGGIATO X

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA XPROVA DI COSTIP. MODIF. E.L.L. MASSA VOLUMICA XPROVA DI COSTIP. STANDARD CONTENUTO IN CARBONATI MASSA VOLUM. DEI GRANULI C.B.R. - I.P.I. SOSTANZE ORGANICHE XLIMITE DI ATTERBERG XTRIASSIALE C.D. PERMEABILITÀ GRANULOMETRIA XTAGLIO DIRETTO EQUIVALENTE IN SABBIA SEDIMENTAZIONE DENSITA' MAX E MIN LOS ANGELES

P.P. kPa	T.V. kPa	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Limo argilloso di colore verde oliva, tracce di calcinelli. Campione umido, media plasticità.	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Commessa:
081-09Verbale di accettazione:
699-09Lo Sperimentatore:
Dott. A. RIMONDINIIl Direttore del Laboratorio:
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

Certificato 2035/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

SONDAGGIO: —

CAMPIONE: C2

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 05-08/06/2009

CONTENUTO D'ACQUA (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Determinazione n.		1
Massa tara	g=	41.79
Campione umido+tara	g=	95.94
Campione secco + tara	g=	82.83
W	%=	31.94

CONTENUTO IN ACQUA %= 31.94

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato



NOTA:

Commessa:
081-09

Verbale di accettazione:
699-09

Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

Certificato 2036/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

SONDAGGIO: ---

CAMPIONE: C2

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 05-08/06/2009

MASSA VOLUMICA (ASTM D2435-04)

Determinazione n.	1
Massa tara	g= 41.79
Campione + tara	g= 95.94
Volume tara	cm ³ = 28.35
Massa volumica	Mg/m ³ = 1.91

MASSA VOLUMICA Mg/m³ = 1.91

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:

Commessa:
081-09

Verbale di accettazione:
699-09

Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

SONDAGGIO: ---

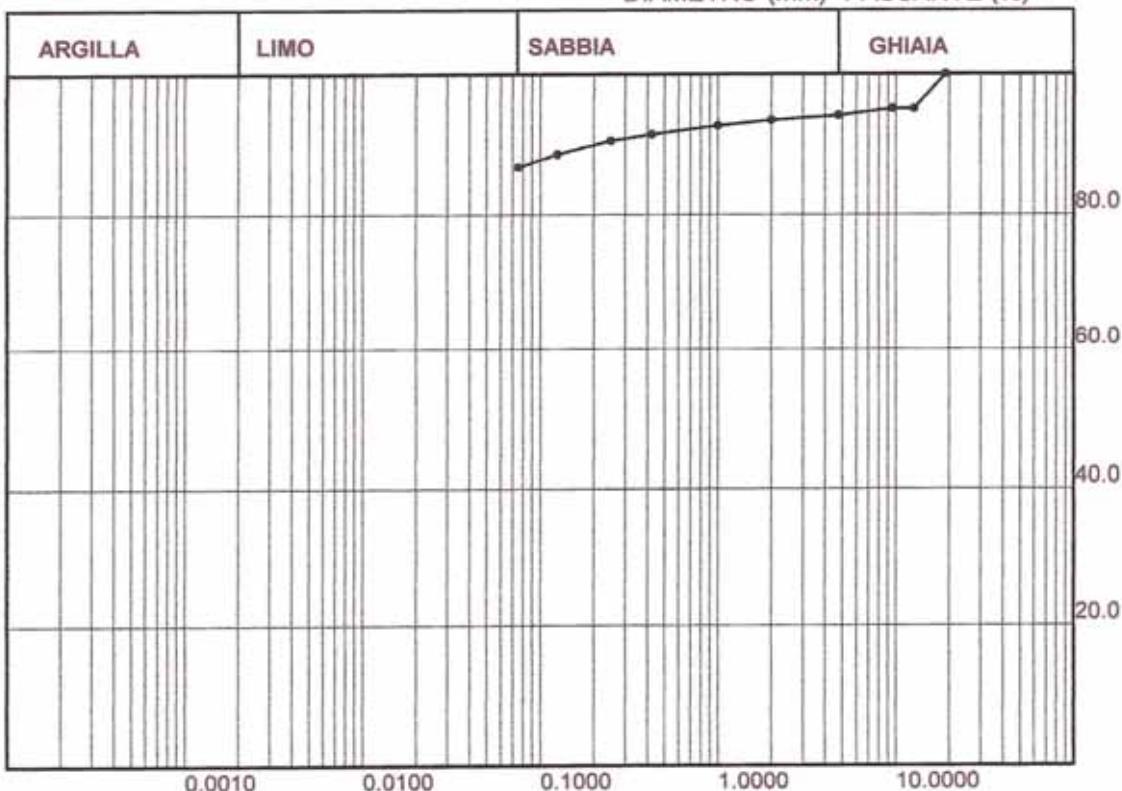
CAMPIONE: C2

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 11-12/06/2009

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^A

DIAMETRO (mm)- PASSANTE (%)

**ANALISI PER SETACCI**

Massa campione, g= 219.98

Aperture setaccio Massa trattenuto Passante

mm	g	%
19.050	0.00	100.00
12.700	10.99	95.00
9.500	0.00	95.00
4.750	2.04	94.08
2.000	1.38	93.45
1.000	1.70	92.68
0.425	2.78	91.41
0.250	1.89	90.55
0.125	4.19	88.65
0.075	4.11	86.78



GHIAIA, % = 5.92

SABBIA, % = 7.30

LIMO + ARGILLA, % = 86.78

Tipo di campione: rimaneggiato

^Il campione è stato preparato mediante essiccazione in forno

NOTA:

Commissa:
081-09Verbale di accettazione:
699-09Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINIIl Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

Data emissione 15/06/2009

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

SONDAGGIO: ---

LOCALITA': Busseto (PR)

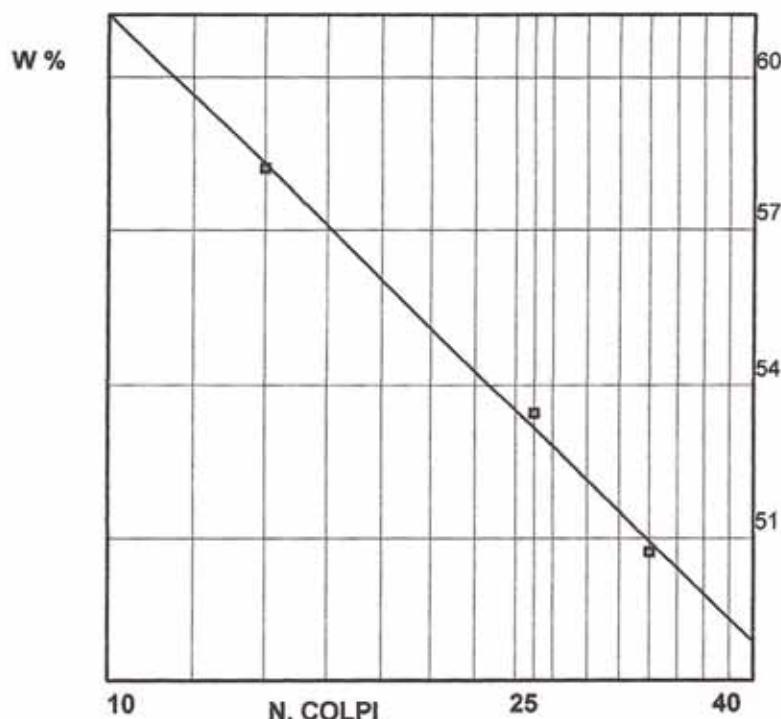
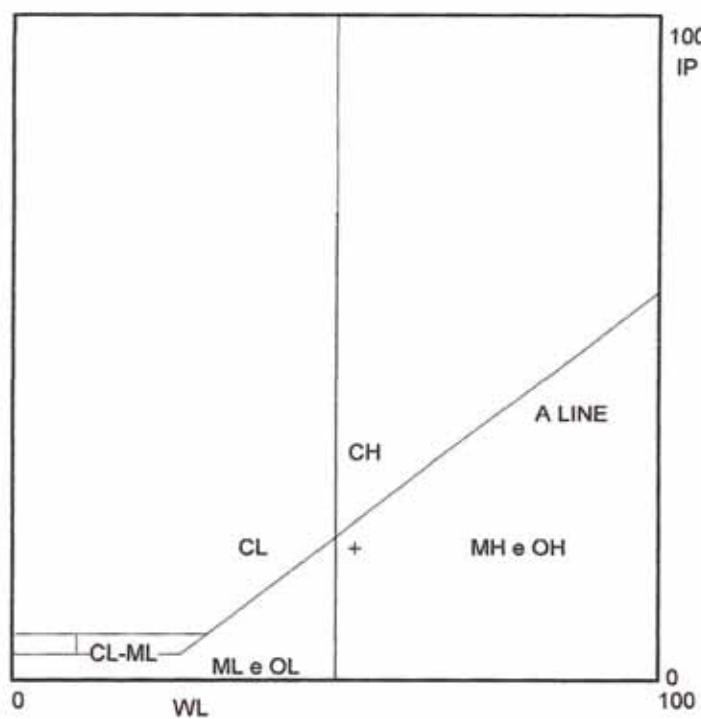
CAMPIONE: C2

CANTIERE: Nuova Tangenziale

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data ricevimento campione: 03/06/2009

Data esecuzione prove: 11-15/06/2009

LIMITI DI CONSISTENZA (UNI CEN ISO/TS 17892-12)**LIMITE LIQUIDO****CARTA DI PLASTICITÀ'****LIMITE LIQUIDO****LIMITE PLASTICO**

Massa tara g	Massa umida + T g	Massa secca + T g	Colpi n	W %	Massa tara g	Massa umida + T g	Massa secca + T g	W %
32.64	55.25	47.64	32	50.73	34.29	35.47	35.18	32.58
41.49	65.90	57.40	25	53.43	33.61	34.37	34.18	33.33
34.32	53.95	46.73	14	58.18	-	-	-	-

LIMITE LIQUIDO % = 53

LIMITE PLASTICO % = 33

INDICE PLASTICO = 20

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:

Commessa:
081-09Verbale di accettazione:
699-09Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINIIl Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

Data emissione 15/06/2009

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

SONDAGGIO: ---

LOCALITA': Busseto (PR)

CAMPIONE: C2

CANTIERE: Nuova Tangenziale

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data ricevimento campione: 03/06/2009

Data esecuzione prove: 11-15/06/2009

CLASSIFICAZIONE

Passante a 2 mm	93.45	%
Passante a 0.42 mm	91.41	%
Passante a 0.075 mm	86.78	%
Limite Liquido	53	%
Indice Plastico	20	

CLASSIFICAZIONE UNI 10006: A-7-5

CLASSIFICAZIONE USCS: MH

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:

Commessa:
081-09Verbale di accettazione:
699-09Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINIIl Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bologna)-TEL. 051/846406

Certificato 2039/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

SONDAGGIO: ---

CAMPIONE: C2

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 08/06/2009

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE (ASTM D2974-00)

Determinazione n.		1	2
Massa tara	g	32.73	30.23
Massa campione secco + tara	g	71.80	71.21
Massa campione calcinato + tara	g	70.35	69.73
Contenuto in sostanze organiche	%	3.71	3.61

Valore medio del contenuto in sostanze organiche % = 3.66

Tipo di campione: rimaneggiato



NOTA:

Commessa:
081-09

Verbale di accettazione:
699-09

Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS

via sagittario 3/3 - pontecchio marconi (bo) - TEL- 051/846406

Certificato 2040/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.
LOCALITÀ: Busseto (PR)
CANTIERE: Nuova Tangenziale
Data ricevimento campione: 03/06/2009

SONDAGGIO: --
CAMPIONE: C3
PROFONDITÀ' (m): 0.30/0.60
Data apertura campione: 05/06/2009

APERTURA CAMPIONE

FUSTELLA METALLICA TIPO SHELBY ALTRO CONTENITORE
 ALTRA FUSTELLA CAMPIONE RIMANEGGIATO

PROVE ESEGUITE

CONTENUTO NAT. D'ACQUA <input checked="" type="checkbox"/>	PROVA DI COSTIP. MODIF. <input type="checkbox"/>	E.L.L. <input type="checkbox"/>
MASSA VOLUMICA <input checked="" type="checkbox"/>	PROVA DI COSTIP. STANDARD <input type="checkbox"/>	CONTENUTO IN CARBONATI <input type="checkbox"/>
MASSA VOLUM. DEI GRANULI <input type="checkbox"/>	C.B.R. - I.P.I. <input type="checkbox"/>	SOSTANZE ORGANICHE <input checked="" type="checkbox"/>
LIMITE DI ATTERBERG <input checked="" type="checkbox"/>	TRIASSIALE C.D. <input type="checkbox"/>	PERMEABILITÀ <input type="checkbox"/>
GRANULOMETRIA <input checked="" type="checkbox"/>	TAGLIO DIRETTO <input type="checkbox"/>	EQUIVALENTE IN SABBIA <input type="checkbox"/>
SEDIMENTAZIONE <input type="checkbox"/>	DENSITA' MAX E MIN <input type="checkbox"/>	LOS ANGELES <input type="checkbox"/>

P.P. kPa	T.V. kPa	PRO- VINI	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	Lung. cm	NOTE
			Limo con argilla di colore verde oliva, tracce di calcinelli e di sostanze organiche allo stato carbonioso. Campione umido, media plasticità.	- 0	
				- 10	
				- 20	
				- 30	
				- 40	
				- 50	
				- 60	
				- 70	
				- 80	
				- 90	

NOTA:

Commessa:
081-09Verbale di accettazione:
700-09Lo Sperimentatore:
Dott. A. RIMONDINIIl Direttore del Laboratorio:
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

Certificato 2041/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

SONDAGGIO: ---

CAMPIONE: C3

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 05-08/06/2009

CONTENUTO D'ACQUA (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Determinazione n. 1

Massa tara	g=	32.96
Campione umido+tara	g=	84.42
Campione secco + tara	g=	71.88
W	%=	32.22

CONTENUTO IN ACQUA %= 32.22

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:

Comessa:
081-09

Verbale di accettazione:
700-09

Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO





C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

Certificato 2042/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

SONDAGGIO: ---

CAMPIONE: C3

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 05-08/06/2009

MASSA VOLUMICA (ASTM D2435-04)

Determinazione n. 1

Massa tara	g=	32.96
Campione + tara	g=	84.42
Volume tara	cm ³ =	28.35
Massa volumica	Mg/m ³ =	1.82

MASSA VOLUMICA Mg/m³ = 1.82

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:

Commissa:
081-09

Verbale di accettazione:
700-09

Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

SONDAGGIO: ---

LOCALITA': Busseto (PR)

CAMPIONE: C3

CANTIERE: Nuova Tangenziale

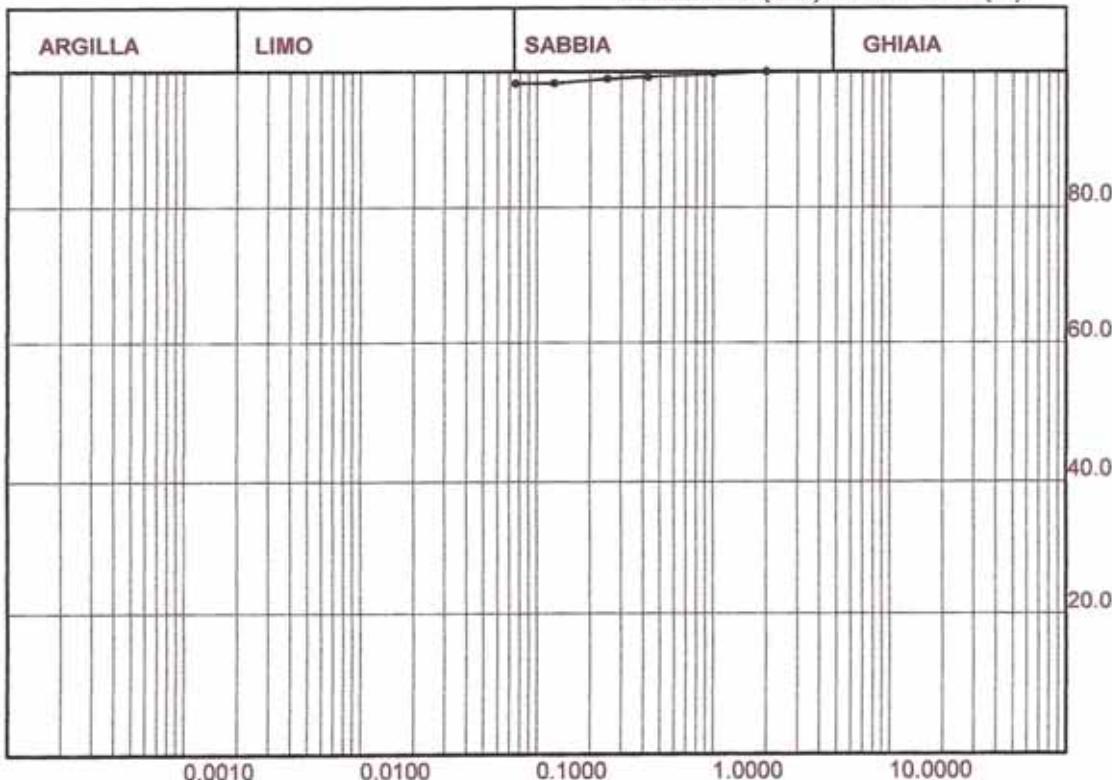
PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data ricevimento campione: 03/06/2009

Data esecuzione prove: 11-12/06/2009

ANALISI GRANULOMETRICA [ASTM D 422-63(R02)]^a

DIAMETRO (mm)- PASSANTE (%)

**ANALISI PER SETACCI**

Massa campione, g= 218.83

Aperture setaccio Massa trattenuto Passante

mm	g	%
2.000	0.00	100.00
1.000	0.80	99.63
0.425	1.01	99.17
0.250	0.70	98.85
0.125	1.46	98.19
0.075	0.02	98.18

SABBIA, % = 1.82
LIMO + ARGILLA, % = 98.18

Tipo di campione: rimaneggiato

^aIl campione è stato preparato mediante essiccazione in forno**NOTA:**Commissa:
081-09Verbale di accettazione:
700-09Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINIIl Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

Certificato 2044/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

SONDAGGIO: --

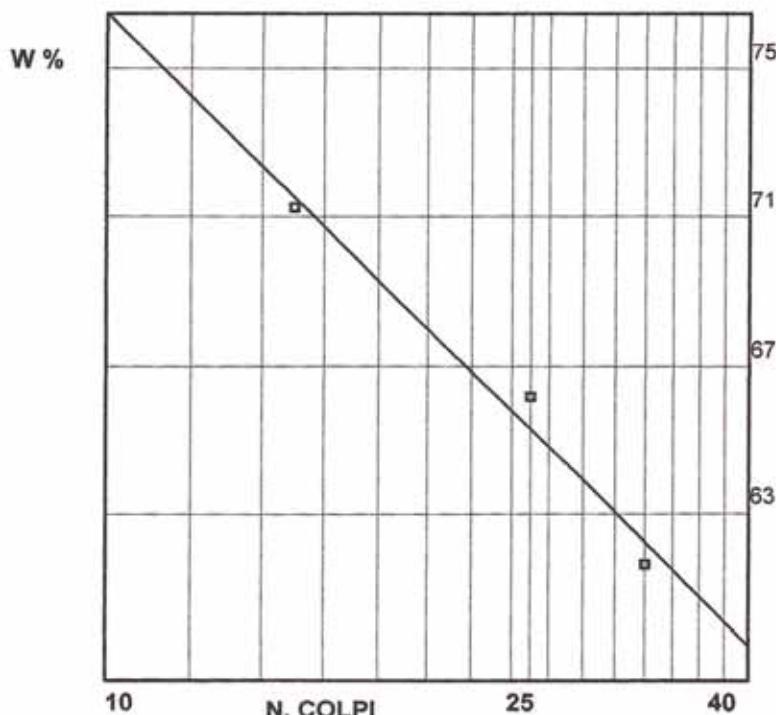
CAMPIONE: C3

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

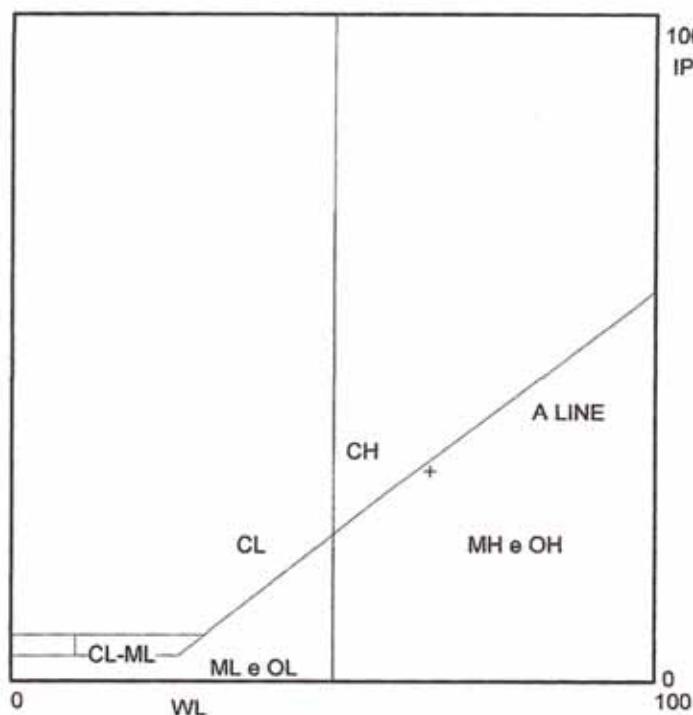
Data esecuzione prove: 11-15/06/2009

LIMITI DI CONSISTENZA (UNI CEN ISO/TS 17892-12)

LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITÀ'



LIMITE LIQUIDO

LIMITE PLASTICO

Massa tara g	Massa umida + T g	Massa secca + T g	Colpi n	W %	Massa tara g	Massa umida + T g	Massa secca + T g	W %
38.92	62.54	53.53	32	61.67	40.44	41.79	41.45	33.66
41.09	66.58	56.43	25	66.17	31.61	33.08	32.71	33.64
38.36	55.45	48.34	15	71.24				

LIMITE LIQUIDO % = 65

LIMITE PLASTICO % = 34

INDICE PLASTICO = 31

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:

Comessa:
081-09Verbale di accettazione:
700-09Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINIIl Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

Rapp. 534D/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

SONDAGGIO: ---

CAMPIONE: C3

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 11-15/06/2009

CLASSIFICAZIONE

Passante a 2 mm	100.00	%
Passante a 0.42 mm	99.17	%
Passante a 0.075 mm	98.18	%
Limite Liquido	65	%
Indice Plastico	31	

CLASSIFICAZIONE UNI 10006: A-7-5

CLASSIFICAZIONE USCS: MH

TIPO DI CAMPIONE: rimaneggiato

NOTA:

Commessa:
081-09

Verbale di accettazione:
700-09

Lo sperimentatore
Dott. A. RIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO



C.G.G. GEOTECHNICAL ANALYSIS srl

CGG via sagittario, 3/3-pontecchio marconi(bo)-TEL. 051/846406

COMMITTENTE: GEOSTUDI s.r.l.

LOCALITA': Busseto (PR)

CANTIERE: Nuova Tangenziale

Data ricevimento campione: 03/06/2009

Certificato 2045/09 pag. 1 di 1

Data emissione 15/06/2009

SONDAGGIO: ---

CAMPIONE: C3

PROFONDITA', m: 0.30/0.60

Data esecuzione prove: 08/06/2009

CONTENUTO IN SOSTANZE ORGANICHE (ASTM D2974-00)

Determinazione n.	1	2
Massa tara g	31.54	30.48
Massa campione secco + tara g	61.32	56.75
Massa campione calcinato + tara g	60.26	55.86
Contenuto in sostanze organiche %	3.56	3.39

Valore medio del contenuto in sostanze organiche % = 3.47

Tipo di campione: rimaneggiato

NOTA:

Commessa:
081-09

Verbale di accettazione:
700-09

Lo sperimentatore
Dott. A. BIMONDINI

Il Direttore del laboratorio
Dott. B. TRANQUILLO

