

DOTT. GEOL. GIUSTI ARRIGO
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA CESARI, 18
TEL. (0522) 984819 - (348) 9109596
www.geogiusti.it arrigogiusti@alice.it

COMUNE DI CASALGRANDE
(Provincia di Reggio nell'Emilia)

LOCALITÀ : VIA COLONIE - SALVATERRA



COMMITTENTE : BERVINI PRIMO S.r.l.

RELAZIONE GEOLOGICA E SULLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

CONSULENZE NEL CAMPO GEOLOGICO GEOTECNICO ED ESTRATTIVO

Con riferimento agli accordi intercorsi con il Dott. Ing. Luca Monti dello Studio M2R di Reggio nell'Emilia, trasmetto la presente relazione geologica e sulla pericolosità sismica di base atta a definire le caratteristiche geomeccaniche e sismiche di un'area, sita in Salvaterra di Casalgrande (RE), oggetto di richiesta di variante al P.R.G. vigente.

MORFOLOGIA, PEDOLOGIA E CARATTERISTICHE CLIMATICHE

L'area in oggetto di studio, posta alla quota media di 71 m s.l.m., è sita a NO del centro abitato di Salvaterra, in riva sinistra del corso del F. Secchia.

Più precisamente, il terreno in esame è ubicato a valle della S.P. n° 66 Due Maestà-Salaterra, a est di Via Canalazzo, immediatamente ad occidente di Via San Salvatore, con accesso a nord da Via Colonie (cf. stralcio dalla C.T.R. in scala 1 : 5.000 – elemento n° 201143 – Salvaterra; estratti di P.R.G. in scala 1 : 2.000 e di planimetria catastale - Foglio n° 9 - mappali n° 166 – 451 – 517 nonché ortofoto proposta sul frontespizio).

Da un punto di vista idrogeologico il territorio di Salvaterra compete all'Unità Idrogeologica del fiume Secchia. Tale Unità Idrogeologica, verso Ovest, sfuma per eteropia di facies nell'Unità Idrogeologica dei corsi d'acqua minori.

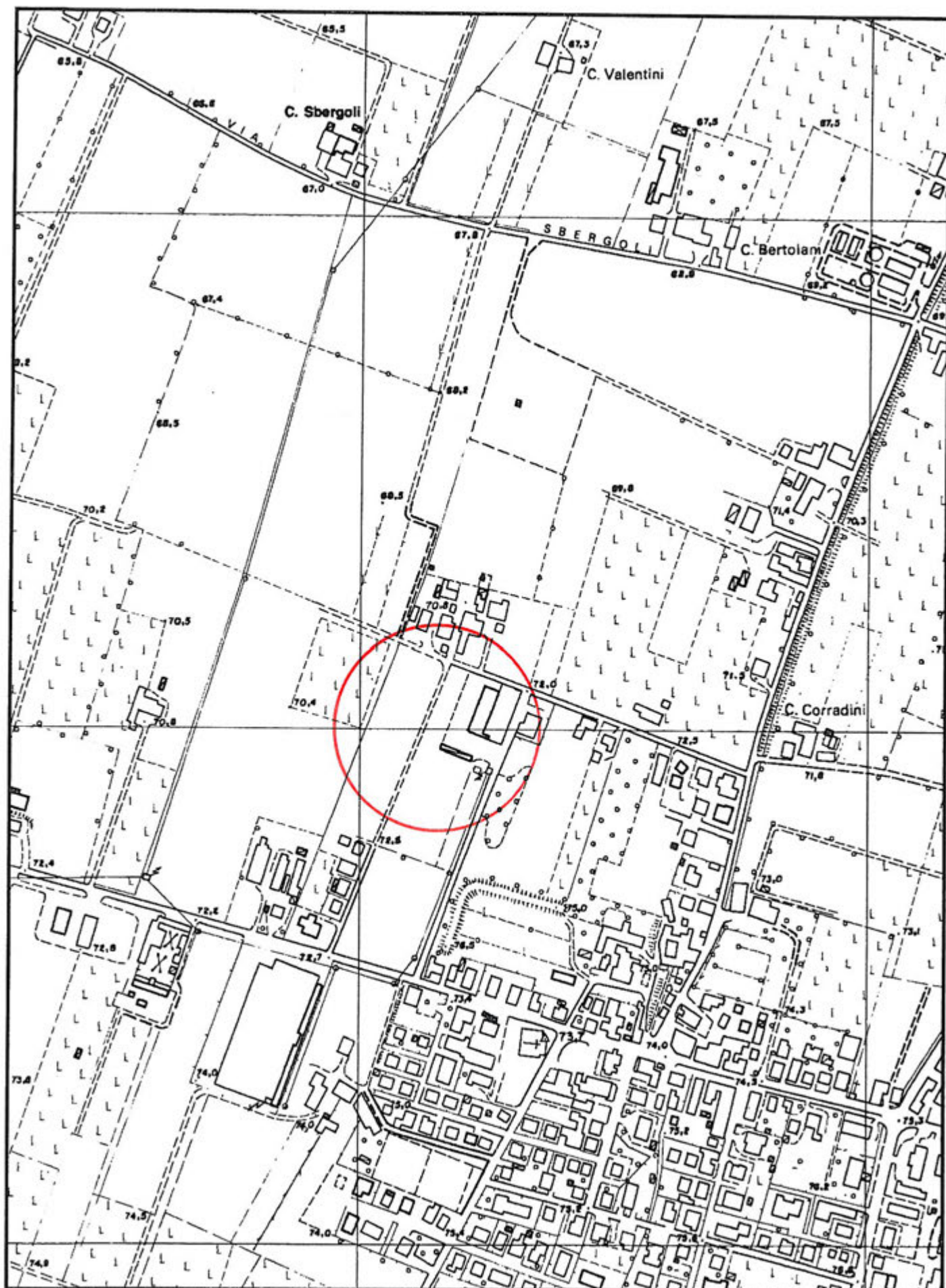
In virtù delle caratteristiche fisico chimiche del suolo l'indirizzo naturale di questi terreni è quello agricolo.

I suoli che si rinvennero in quest'area appartengono all'associazione dei "suoli alluvionali". Si tratta di entisuoli, generalmente calcarei e sub alcalini, a prevalente tessitura limo-argillosa. L'utilizzo prevalente è a seminativo. La potenzialità si può considerare media.

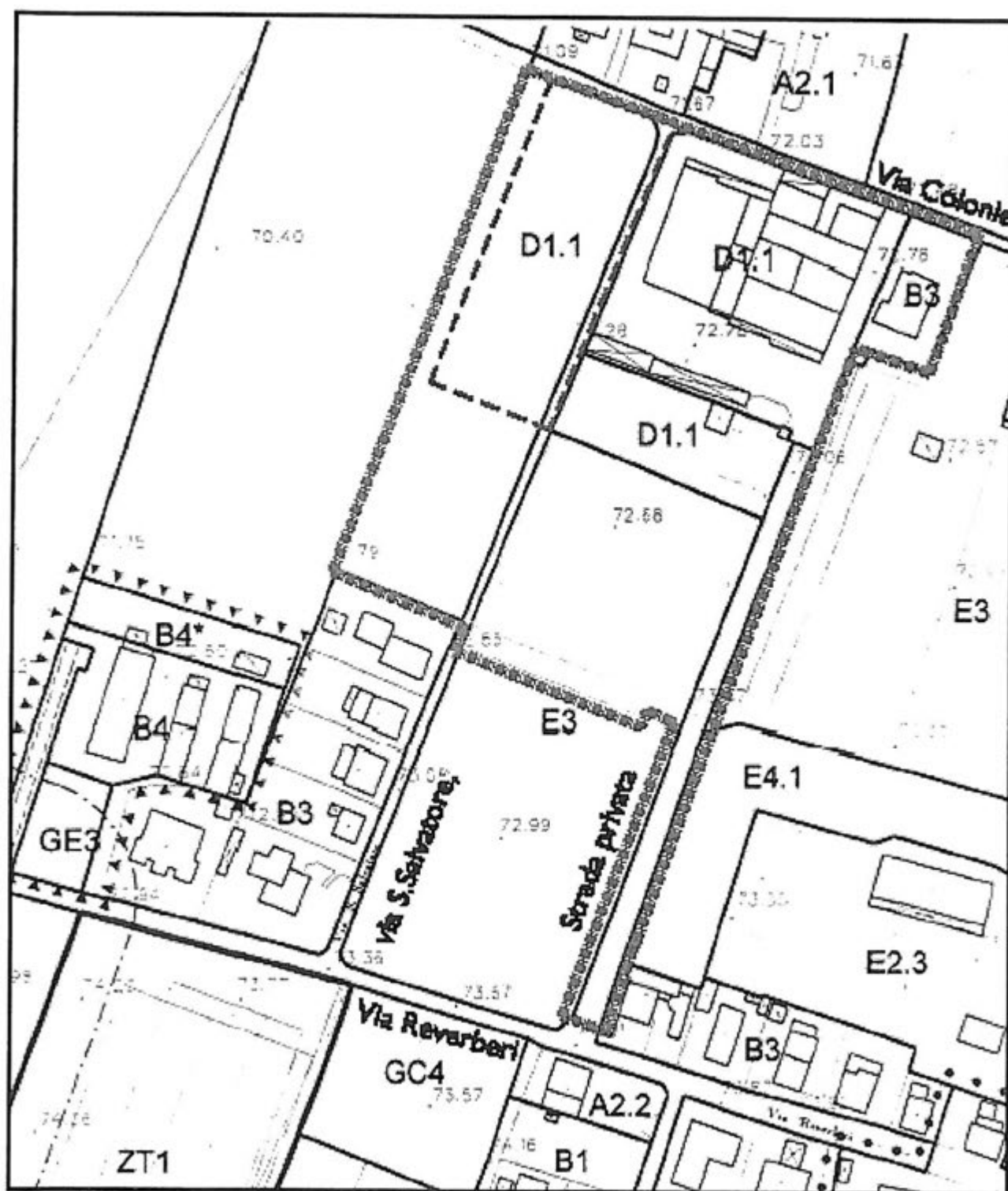
Il regime pluviometrico della zona è di tipo continentale. Il valore medio annuo delle precipitazioni è di 790 mm con punte massime di piovosità in primavera ed autunno.

STRALCIO DALLA C.T.R. IN SCALA 1 : 5.000

Elemento n° 201143 - Salvaterra

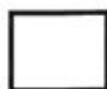


ESTRATTO DI P.R.G. IN SCALA 1:2000 - COMUNE DI CASALGRANDE (RE)



ESTRATTO PLANIMETRIA CATASTALE COMUNE DI CASALGRANDE (RE)

FOGLIO N° 9 - MAPPALI N° 166 - 451 - 517



AREA IN EAME

La temperatura media mensile annua è di 12.7 °C, con valori medi massimi di 29.8 °C, per il mese di luglio, e minimi di -2.3 °C, per il mese di gennaio. L'escursione annua è quindi di 32.1 °C.

I venti predominanti provengono da N/NW.

CARATTERISTICHE DELLA CONOIDE DEL F. SECCHIA E LITOLOGIA DEL PRIMO SOTTOSUOLO

Il terreno in oggetto di studio è situato lungo il margine occidentale della conoide del F. Secchia.

La conoide (v. tavola in allegato), con apice nei pressi di Sassuolo, è asimmetrica rispetto all'attuale corso del fiume, che si trova spostato sul margine occidentale; ha una lunghezza di circa 20 chilometri e una larghezza massima di 14. È una conoide molto piatta che presenta longitudinalmente una doppia pendenza: nella parte alta, fino a quota 50 metri s.l.m., è mediamente dello 0.7%, in quella terminale, dello 0.3%.

La conoide, poggiante sui sedimenti argillosi marini plio-quadernari, è costituita da quattro unità litologiche sovrapposte, tre riconoscibili in superficie e la quarta sepolta; la più antica unità affiorante (I), che si raccorda con i terrazzi alti della valle del Secchia a sud di Sassuolo, è visibile in due strette fasce ai lati del fiume stesso dove in parte è ricoperta da un paleosuolo rossastro.

L'unità (II) rappresenta il massimo sviluppo areale, longitudinale e trasversale della conoide, mentre l'unità (III) è costituita dai depositi attuali reincisi dal corso d'acqua in questi ultimi anni a causa dell'abbassamento del letto causato dalle ingenti asportazioni di materiale per inerti.

Al di sotto delle tre unità sopradescritte è presente, non riconoscibile in superficie, la parte più antica della conoide, che poggia sui sedimenti marini; si tratta dell'unità più ampia e potente e che pertanto costituisce il corpo principale della conoide stessa.

La parte apicale della conoide (v. sezione a-a' situata a Sud dell'area in oggetto di studio) è formata in prevalenza da banchi ghiaiosi separati da setti limo-argillosi, in genere poco potenti. Le

ghiaie sono normalmente miste a sabbia, talvolta impastate con limo e argilla, talaltra parzialmente cementate. Pozzi per acqua trivellati nella zona hanno incontrato ed attraversato, alla profondità di circa 100 metri, limi grigio-azzurri marini, attribuibili al Pleistocene, sulla base di analisi micropaleontologiche.

Come in precedenza accennato, la conoide risulta costituita da quattro unità, tre delle quali rilevabili in superficie ed una completamente sepolta. Le prime tre sono riconoscibili in campagna, in quanto corrispondono a tre ordini terrazzati e presentano caratteristiche litologiche diverse: ghiaie con paleosuolo rosso nella I unità, ghiaie ricoperte da sabbie nella II e solo ghiaia fresca nella III.

La distinzione dell'unità più antica, quella sepolta, è basata invece sui dati litologici ricavati dalle stratigrafie dei pozzi: in particolare della presenza, al tetto dell'unità sepolta, di un livello prevalentemente argilloso pedogenizzato di colore giallo-ocraceo e di straterelli parzialmente cementati solo nei livelli ghiaiosi sottostanti.

L'età della conoide alluvionale, in mancanza di riferimenti cronologici precisi, rimane assai incerta, compresa tra il Pleistocene inferiore del basamento marino e l'attuale.

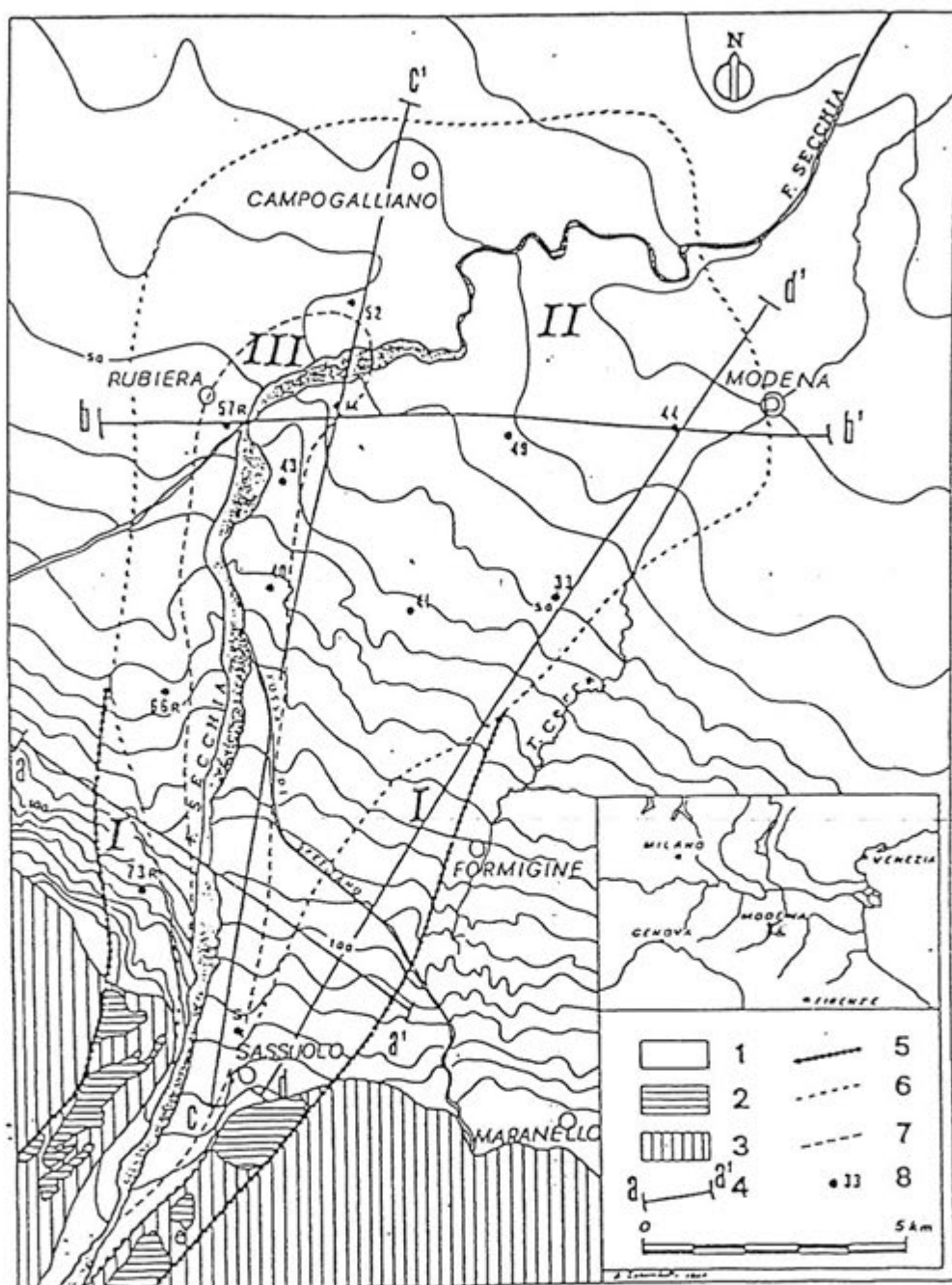
Per quanto riguarda le quattro unità in cui è stata divisa la conoide è impossibile assegnare loro una qualsivoglia età; si può solo supporre (ipotesi da verificare possibilmente con esami palinologici) che il livello pedogenizzato, posto alla profondità di circa 60/70 metri, separi i depositi würmiani da quelli più antichi.

Come in precedenza accennato, l'area in oggetto di studio è situata lungo il bordo occidentale della conoide e fa quindi parte dell'unità II.

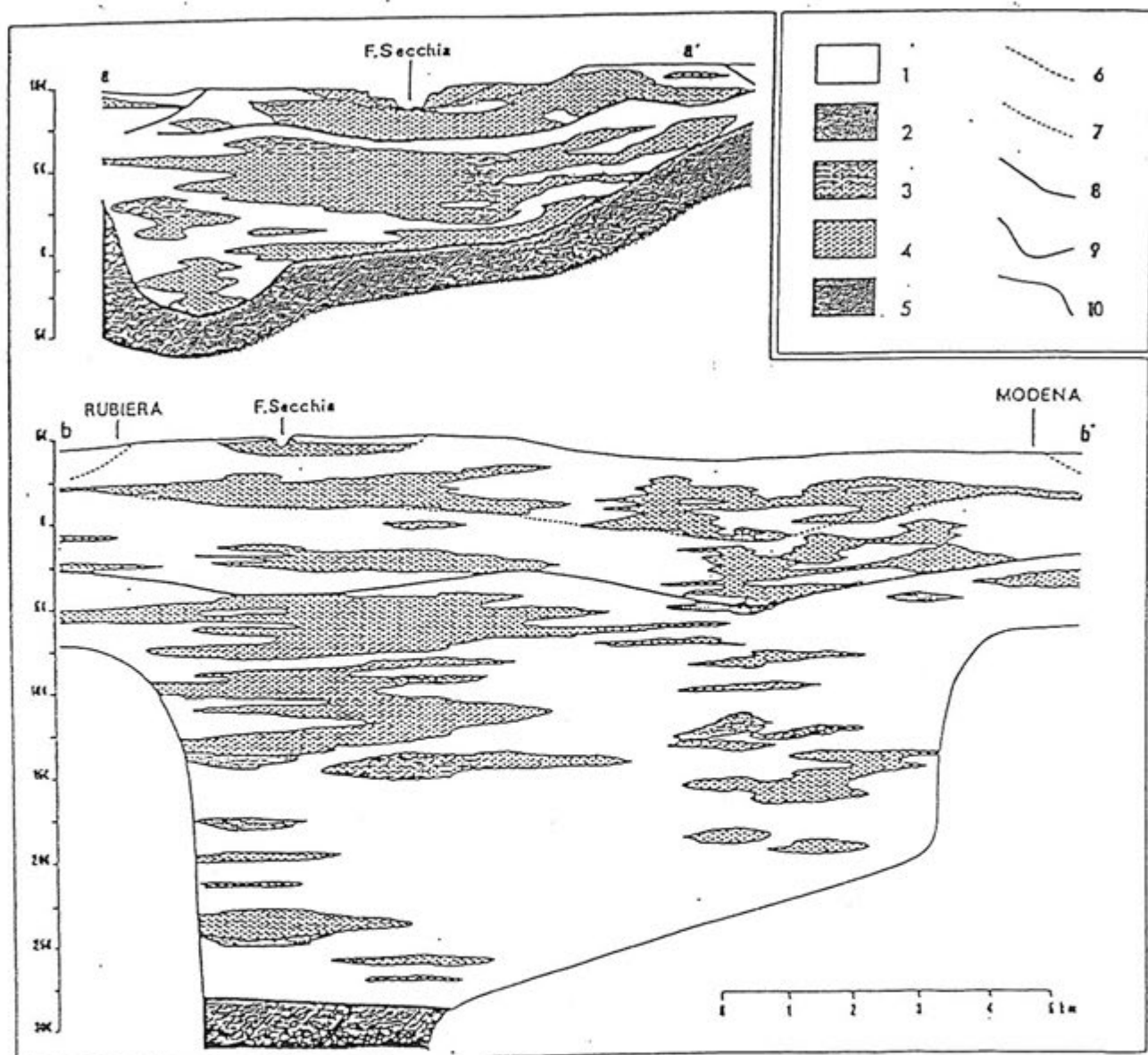
Le prove penetrometriche hanno avvallato la natura alluvionale del sottosuolo. Lenti di sabbie e ghiaie, che si rinvennero a 2÷2.5 m dall'attuale piano campagna, sono il frutto di antichi depositi del corso d'acqua (Neolitico-Medioevo come da studi recenti effettuati da ricercatori dell'Università di Modena). Lo spessore di queste lenti, come accertato in via indiretta dal sondaggio sismico, è tuttavia modesto in quanto le Vs risultano essere piuttosto basse (180 m/s).

Alla profondità di circa 11 m, vi è invece un potente banco di sabbie e ghiaie ad elevato grado di addensamento, avente uno spessore di 12 m. Oltre i 23 m dalla quota dell'attuale piano campagna il sondaggio sismico ha poi accertato, sulla base delle basse velocità di propagazione delle onde di taglio (141 m/s), materiali con modeste caratteristiche geomeccaniche, con ogni probabilità di natura prevalentemente coesiva (limi ed argille anche ad elevata componente organica e torbosa).

Nei primi 2÷2.5 m, i materiali presentano una prevalente natura coesiva; si tratta infatti soprattutto di argille, anche di natura organica, in particolare la coltre pedogenetica superficiale, con un buon grado di consolidazione. Non si esclude che questi materiali siano frutto di fenomeni di esondazione relativamente recenti del F. Secchia. Non a caso, l'abitato di Salvaterra, sviluppatasi attorno al castello sin dal lontano XII° secolo, ha necessitato di opere di difesa. In tal senso, occorre sottolineare che il terreno in esame ricade a NO della zona in cui sorgeva un antico rilevato di difesa (v. traccia dell'ultimo tratto sullo stralcio C.T.R., rimasto all'epoca dei rilievi aerofotogrammetrici del 1977 ma in epoca successiva demolito), volgarmente chiamato "la motta". Il rilevato, realizzato a salvaguardia del castello e del nucleo storico del paese dalle esondazioni del fiume, lo rendeva certamente ulteriormente inaccessibile al nemico (da notizie storiche il castello fu infatti teatro di numerosi conflitti nel XIV° e XV° secolo). All'interno dell'argine, vi era anche la chiesa, anch'essa molto antica; fu realizzata nella seconda metà del XV° secolo a seguito della distruzione della "Pieve di Cerreto", successivamente ricostruita verso il 1668 e restaurata nel 1874.



- Planimetria della conoide del F. Secchia. 1) Alta e media pianura costituita da ghiaia, sabbia, limi e argille; 2) terrazzi collinari di vario ordine con suolo ocreo; 3) formazioni limo-argillose plio-quaternarie del margine collinare; 4) tracce delle sezioni litostigrafiche; 5) limiti della conoide antica (I); 6) limiti della conoide recente (II); 7) limiti della conoide attuale (III); 8) ubicazione e numero d'ordine dei pozzi delle tabelle 1 e 2; M = pozzo di Marzaglia.



- Sezioni litostратigrafiche trasversali alla conoide del F. Secchia. Depositi fluviali 1) Limi e argille; 2) sabbie a varia granulometria; 3) ghiaie e ciottoli con abbondante matrice limosa per lo più di colore ocreo; 4) ghiaie a varia granulometria con ciottoli e straterelli di conglomerato; 5) Depositi marini plio-pleistocenici; argille e limi con livelli subordinati di sabbia con ghiaie e conglomerato; 6) limite della conoide attuale (I); 7) limite della conoide recente (II); 8) limite della conoide antica (III); 9) limite fra terreni continentali e marini; 10) limite delle conoscenze.

CARTA DELLA LITOLOGIA DI SUPERFICIE

(SCALA 1 : 25.000)

LEGENDA



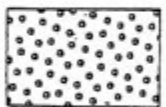
Depositi prevalentemente argillosi o argilloso-limosi.
□locene



Depositi prevalentemente limosi con lenti sabbiose
in subordine. □locene



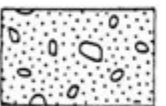
Depositi prevalentemente sabbiosi, con scarse lenti
di ghiaie fini e/o di limi. Pleistocene sup.-□locene



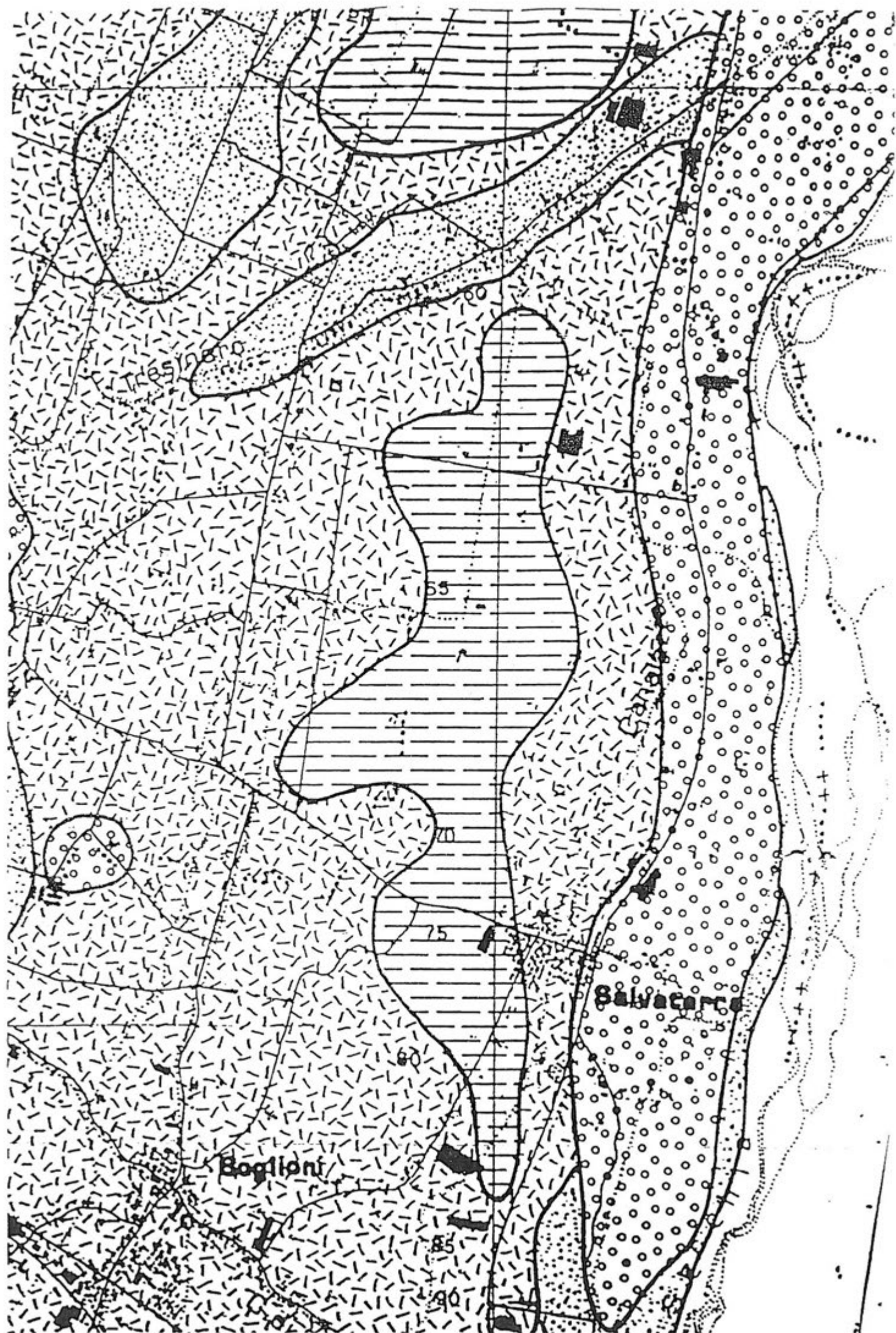
Depositi di ghiaie eterometriche alternati a
livelli con granulometria piu' fine.
Pleistocene sup. (Wurm)-□locene



Ghiaie grossolane debolmente cementate con lenti
di sabbie e limi sabbiosi. Limi eolici (Loess)
dell' altopiano del Ghiardo. Riss



Conglomerati sabbioso-arenacei con clasti alterati.
Mindel

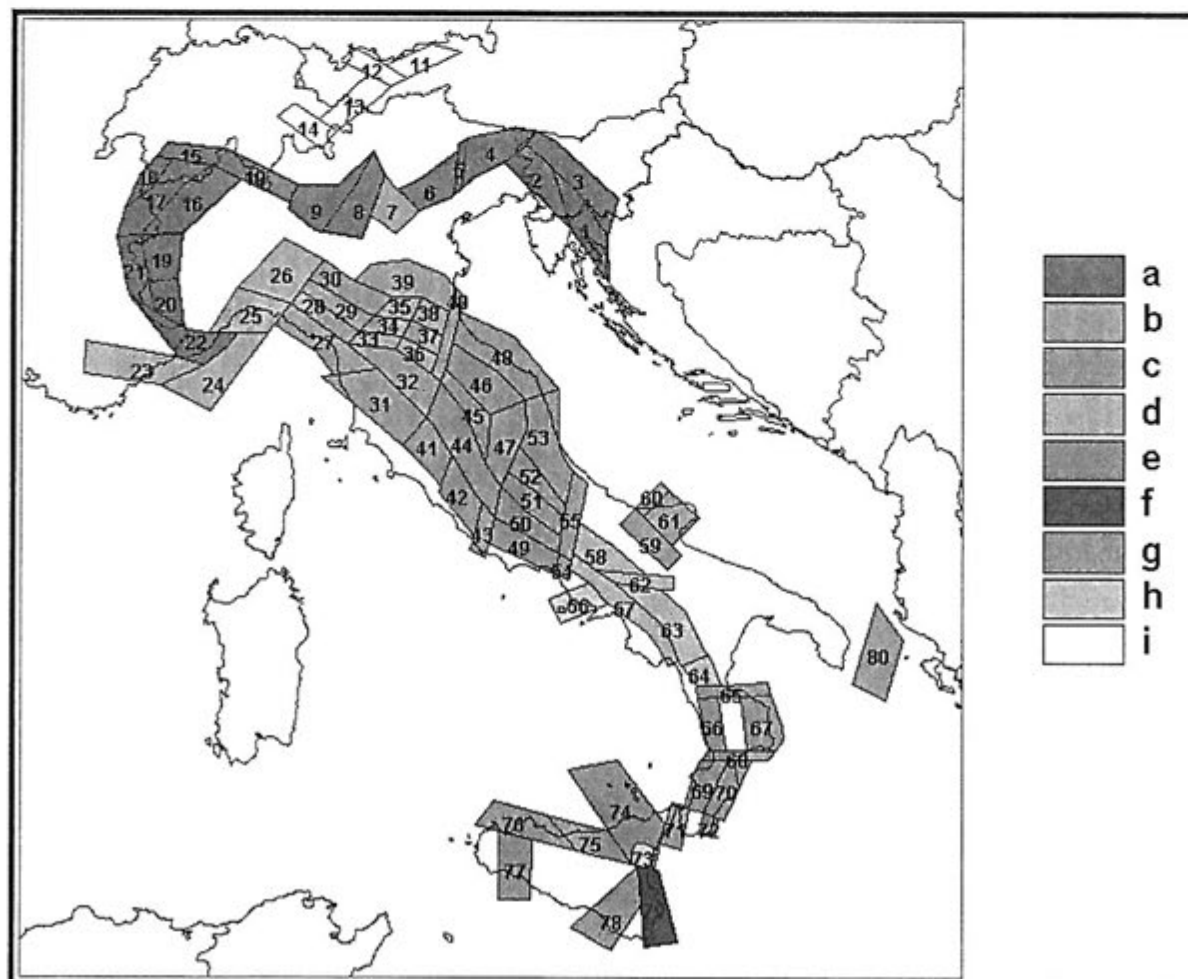


SISMICITÀ DELL'AREA

Per caratterizzare la sismicità dell'area si è fatto riferimento, oltre che alla normativa vigente, ai dati disponibili in letteratura ed in particolare ai lavori svolti dal GNDT del CNR (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti).

Si è presa in considerazione la zonazione sismogenetica del territorio italiano ZS4 (progetto di P. Scandone e M. Stucchi – marzo 1999 – cf. tav. seg.) che considera 80 sorgenti omogenee dal punto di vista strutturale e sismogenetico.

Secondo questa suddivisione, l'area oggetto di studio ricade nell'area 30, appartenente alla fascia padano-adriatica in compressione legata allo sprofondamento passivo della litosfera adriatica sotto il sistema di catena nell'Arco Appenninico Settentrionale secondo cui i meccanismi di rottura attesi sono di tipo thrust e strike-slip con assi di subduzione da SW a NE.



Attraverso elaborazioni probabilistiche il GNDT ha prodotto, per un tempo di ritorno di 475 anni (equivalente alla probabilità di superamento nell'arco temporale di 50 anni – vita media di un edificio), la zonazione del territorio italiano, come riportato in figura. Per la zona le accelerazioni orizzontali di picco attese sono state considerate, in accordo con quanto proposto dal GNDT, pari a $PGA = 0.25g$ (Peak Ground Acceleration).

Come risulta dai dati del catalogo del Servizio Sismico Nazionale, l'intensità massima risentita nel territorio di Casalgrande, non ha superato in epoca storica il valore del VI/VII grado MCS (cf. tabelle qui di seguito allegate).

Storia sismica di Casalgrande (RE)

[44.576, 10.730]

Osservazioni disponibili: 7

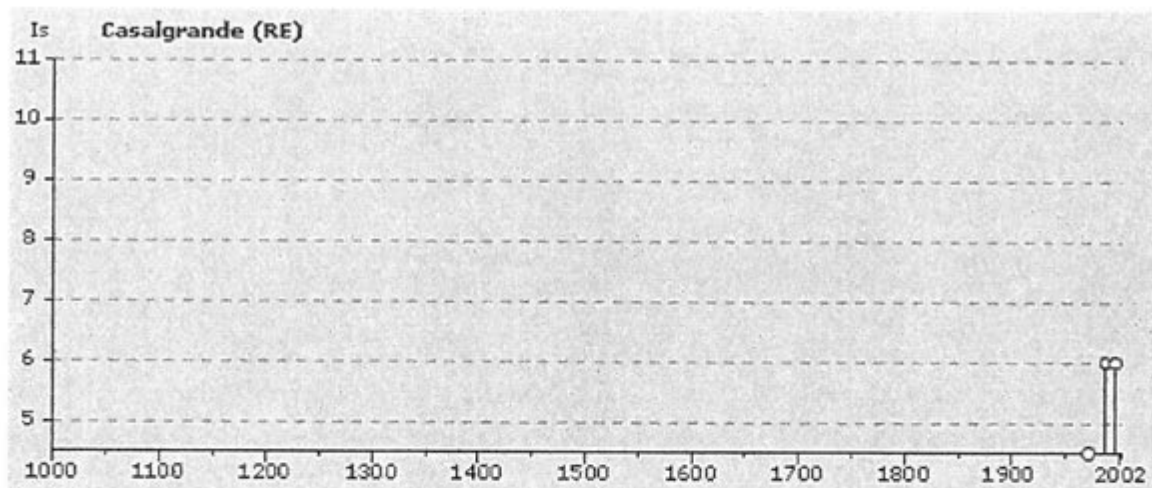
Effetti	In occasione del terremoto:						
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE Io Mw
6	1987	05	02	20	43	53	REGGIANO 6 5.05
6	1996	10	15	09	55	60	CORREGGIO 7 5.44
4-5	1971	07	15	01	33	23	Parmense 7-8 5.61
4	1983	11	09	16	29	52	Parmense 6-7 5.10
NF	1904	11	17	05	02		PISTOIESE 7 5.18
NF	1986	12	06	17	07	19	BONDENO 6 4.56
NF	1995	10	10	06	54	22	LUNIGIANA 7 5.04

Intendendo:

Is = Intensità al sito (MCS)

Io = Intensità epicentrale (MCS)

Mw = Magnitudo



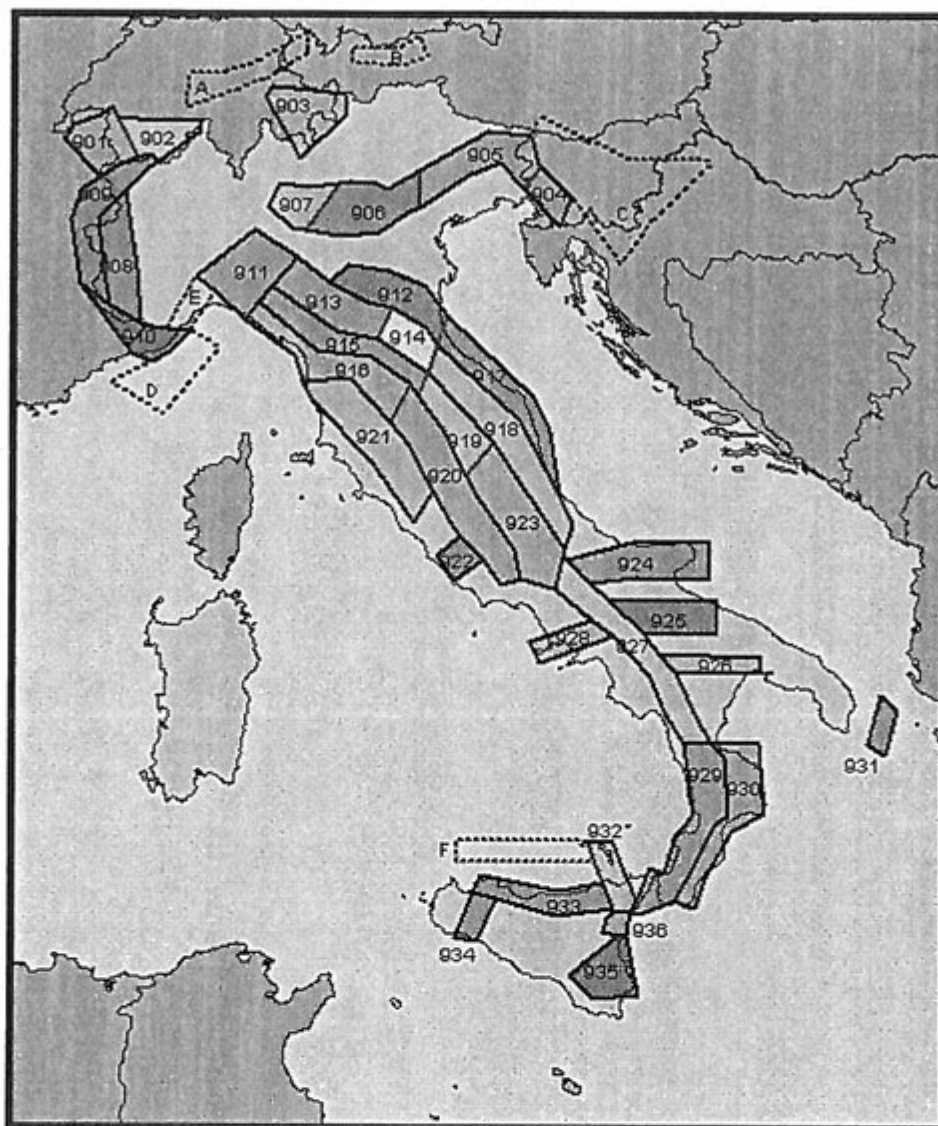
La sovrastante rappresentazione evidenzia, molto semplicemente, gli eventi della precedente tabella nel rapporto tra anni (in ascisse) ed intensità sismica (in ordinate).

L'Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003 ha aggiornato la normativa sismica, con l'attribuzione, alle diverse località del territorio nazionale, di un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento di accelerazione al suolo.

Il territorio del comune di Casalgrande, secondo la nuova zonazione sismogenetica ZS9 (progetto a cura di C. Meletti e G. Valensise del marzo 2004) è incluso nella zona 913, al passaggio, verso settentrione, con la zona 912 (cf. tavola in allegato). In base a questa nuova zonazione, il territorio in esame (secondo la precedente classificazione non classificato), è stato inserito in zona Z2 a media sismicità.

Come espressamente specificato al punto 2.4 della circolare n° 1677/2005 (prot. GEO/05/87449) emanata in data 24/10/2005 dalla Giunta della Regione Emilia Romagna, ai fini della determinazione delle azioni sismiche, può essere assegnato, a zone come questa di bassa sismicità, un valore (a_g/g), di ancoraggio dello spettro di risposta elastico, pari a 0.25.

Più precisamente, al comune di Casalgrande, l'allegato 4 dell'Assemblea Legislativa n° 2131 – prot. n° 8511 del 2 maggio 2007, assegna il valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo, cioè $T = 0$, espressa in frazione dell'accelerazione di gravità g (a_{refg}), di 0.162.



Zonazione sismogenetica ZS9

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, le modifiche ed integrazioni dell'Ordinanza propongono una caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo. In base alla velocità delle onde di taglio, mediate sui primi 30 metri di terreno (VS30), vengono individuate cinque categorie (A – B – C – D – E), più altre due speciali (S1 e S2).

In ottemperanza con quanto prescritto dalla normativa è stato effettuato un sondaggio sismico. La prospezione geofisica è stata eseguita utilizzando un sismografo a 24 canali prodotto dalla Ditta PASI di Torino attrezzato con 24 geofoni orizzontali di ricezione, dotati di preamplificatori di segnale, disposti ad interasse di 2 m l'uno dall'altro.

L'indagine, effettuata mediante sismica a rifrazione applicando il metodo MASW – Multichannel Analysis of Surface Waves, ha consentito di analizzare, nei primi 30 m, la velocità delle onde di taglio (S). Le onde S, analogamente a quelle di compressione (P), non sono dispersive e si propagano anche in mezzi perfettamente omogenei inducendo deformazioni puramente distorsionali. Gli elementi di volume investiti dall'onda vibrano in direzione perpendicolare rispetto alla direzione di propagazione.

Nella fattispecie, il sondaggio ha accertato la presenza di quattro strati e ad ognuno di essi, mediante l'ausilio dell'apposito programma di calcolo winMASW 4.1.1 Pro, è stata attribuita la velocità delle onde di taglio S (V_s) ed il rispettivo spessore (d). (cf. tabelle e diagrammi proposti in allegato).

Per i primi quattro strati, prendendo come riferimento di partenza il piano d'appoggio delle fondazioni e quindi la profondità minima di 1.5 m rispetto alla quota dell'attuale piano campagna, sono stati rispettivamente ottenuti i seguenti valori:

1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO	4° STRATO
$V_s = 175 \text{ m/sec}$	$V_s = 180 \text{ m/sec}$	$V_s = 647 \text{ m/sec}$	$V_s = 141 \text{ m/sec}$
$d = 1.1 \text{ m}$	$d = 8.5 \text{ m}$	$d = 12.0 \text{ m}$	$d = 8.4 \text{ m}$

La valutazione del valore V_{s30} viene quindi ottenuta mediante l'utilizzo della seguente relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{v_i}}$$

dove:

h_i = spessore dello strato i esimo, m

v_i = velocità onde di taglio strato i esimo, m/sec

ottenendo:

$$V_{S30} = 228 \text{ m/sec}$$

In ottemperanza con quanto prescritto dalla normativa, viste le caratteristiche del primo sottosuolo, il suolo di fondazione può essere pertanto assimilato alla categoria C di azione sismica “*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*” con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u\ 30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

RISPOSTA SISMICA LOCALE

Il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 recante le “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, che recepisce quanto già riportato nell’Ordinanza 3274 del 20/03/2003 e successive modifiche, definisce i criteri antisismici generali, precisando le azioni che devono essere impiegate in fase progettuale per la sicurezza strutturale delle opere.

L’azione sismica sulle costruzioni è valutata partendo da una “pericolosità sismica di base”, derivata da studi eseguiti a livello nazionale e definita sulla base di condizioni ideali in superficie di suolo rigido e topografia orizzontale.

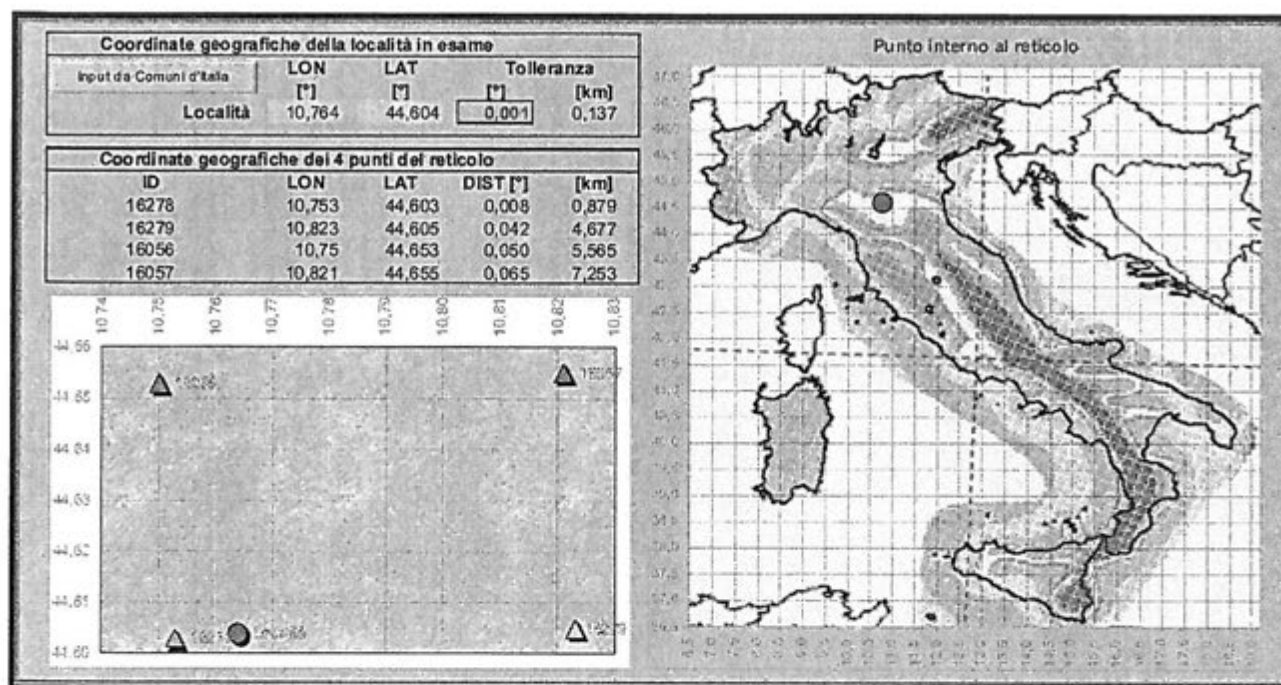
Le Azioni di progetto, per un suolo rigido orizzontale, vengono ricavate in funzione di tre parametri:

- a_g = accelerazione orizzontale massima
- F_o = fattore di amplificazione massimo dello spettro in accelerazione orizzontale
- T_c^* = periodo inizio tratto costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali parametri vengono inoltre definiti secondo termini probabilistici differenti, con periodi di ritorno T_R di 30, 50, 475, 975 anni; per tale motivo, ai fini progettuali, occorre fissare la vita di riferimento V_R della costruzione e la probabilità di superamento associata a ciascuno degli stati limite considerati.

I valori dei parametri a_g , F_o e T_c^* per la definizione dell’Azione Sismica possono essere calcolati mediante l’utilizzo del programma di calcolo “Calcolo Spettro Sismico”, ideato dagli Ingegneri Red Shift & Afazio, in cui vengono generati accelerogrammi correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

I primi dati ad essere stati introdotti nel programma sono le coordinate geografiche (latitudine e longitudine del sito di riferimento (vedi figura in allegato).



Come si può visualizzare nella tabella sottostante, per ottenere gli spettri di risposta sismica locale, sono stati inoltre introdotti i valori della vita della struttura e le caratteristiche sismiche del terreno.

VITA DELLA STRUTTURA

Vita nominale V_N [anni]

Classe d'uso C_U

Vita di riferimento V_R [anni]

CARATTERISTICHE SISMICHE TERRENO

Topografia

Coeff. topografico S_T

Categoria suolo

	SL	P_{VR}	T_R	a_g	F_o	T_C^*	S	T_b	T_C	T_D	F_v
slc	Operatività	81%	30	0,505	2,48	0,25	1,50	0,14	0,41	1,80	0,75
slc	Danno	63%	50	0,627	2,49	0,27	1,50	0,15	0,44	1,85	0,84
slu	Salv. Vita	10%	475	1,629	2,36	0,29	1,47	0,15	0,46	2,25	1,29
slu	Collasso	5%	975	2,067	2,37	0,31	1,41	0,16	0,48	2,43	1,45

I valori dei principali parametri sismici (a_g , F_o , T_c^*) riferiti all'area in oggetto al $TR = 475$ anni dello Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita esplicitati sono:

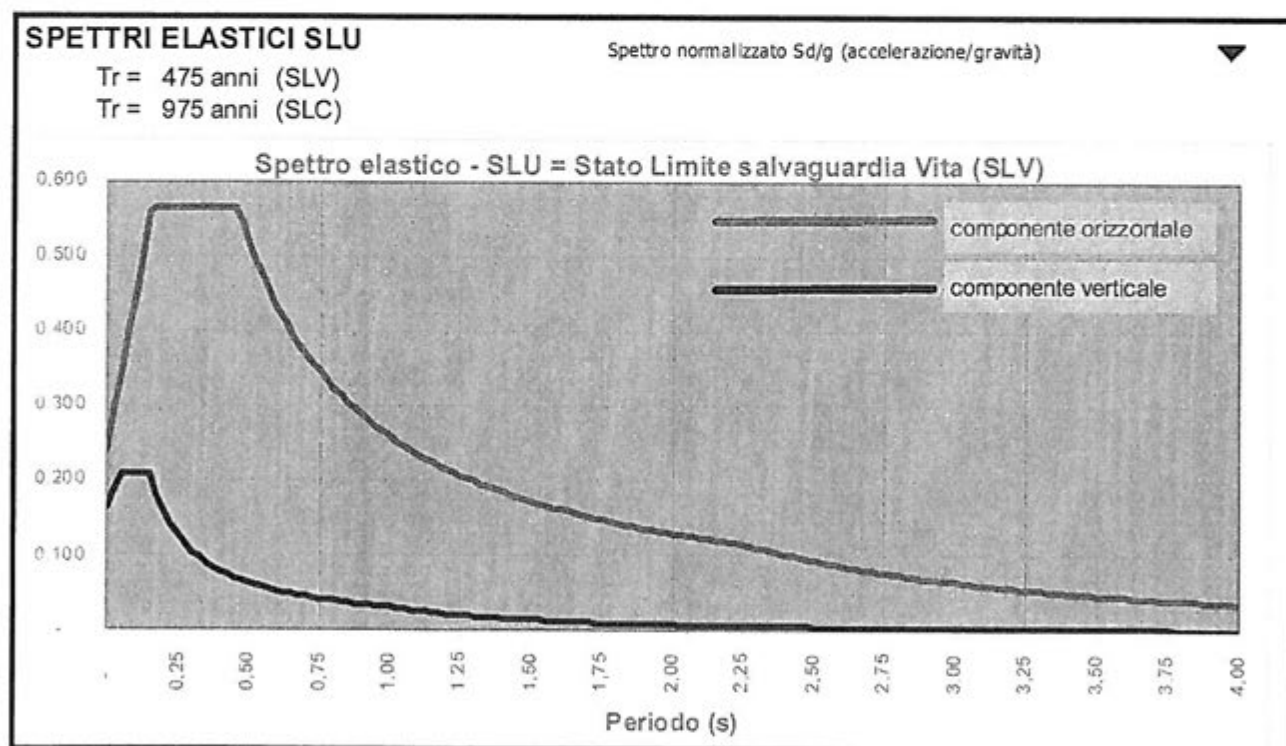
$$a_g = a_g/g = 1.629 / 9.81 = 0.166$$

$$F_o = 2.36$$

$$T_c^* = 0.29$$

Elaborando i dati forniti, il programma di calcolo ha prodotto gli spettri di risposta elastica necessari per definire gli stati limite ultimo.

Nella fattispecie è stato ottenuto il grafico degli spettri elastici SLU:



In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale è possibile valutare l'accelerazione massima attesa al sito mediante la relazione:

$$a_{max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g$$

in cui:

S_s = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione stratigrafica;

S_t = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione topografica;

a_g = accelerazione orizzontale massima sul suolo di categoria A.

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s

Categoria sottosuolo	S_s
A	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$

Nel caso in esame potrà essere assunto:

VN 50 anni - Classe d'Uso II

Stato limite SLV e TR = 475 anni (*Paragrafo 7.1 D.M. 14.01.2008*):

$S_s = 1.47$ - Categoria sottosuolo C

$S_t = 1.0$ - Categoria topografica T1

$a_g = 0.166 \cdot g$

Sulla base dei dati sopra riportati risulta pertanto che:

$$a_{\max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g = 1.47 \cdot 1.0 \cdot 0.166 = 0.244 \cdot g$$

PERIODO DI RITORNO E PERICOLOSITÀ DELL'AZIONE SISMICA

I valori dei coefficienti sismici saranno poi necessari alla correzione della formula per il calcolo della capacità portante delle fondazioni in condizioni dinamiche.

La Delibera Regionale 112/2007, emessa dalla Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna in data 2 Maggio 2007, fornisce i criteri per l'individuazione delle aree che potrebbero essere soggette ad effetti sismici locali (microzonazione sismica) in modo da orientare le scelte di pianificazione verso le aree a minor rischio. La metodologia indicata per tali tipi di studio prevede due fasi di analisi, con diversi livelli di approfondimento.

La prima fase ha carattere qualitativo ed è diretta ad identificare le parti di territorio suscettibili di effetti locali (amplificazione del segnale sismico, cedimenti, instabilità dei versanti, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ecc.).

Essa viene realizzata sulla base di rilievi, osservazioni e valutazioni di tipo geologico e geomorfologico, svolte a scala territoriale, associati a raccolte di informazioni sugli effetti indotti dai terremoti passati.

La seconda fase ha invece come obiettivo la microzonazione sismica del territorio. Sulla base degli scenari individuati dalle analisi svolte nel corso della prima fase, nella seconda fase si attuano due diversi livelli di approfondimento:

a) analisi semplificata (secondo livello di approfondimento); basata, oltre che sull'acquisizione di dati geologici e geomorfologico più dettagliati di quelli rilevati nel primo livello, su prove geofisiche in sito e su prove geotecniche di tipo standard; essa viene svolta nelle aree pianeggianti e sub-pianeggianti, incluse le zone di fondovalle appenniniche, con stratificazione orizzontale e sub-orizzontale, e sui versanti stabili con acclività minore o uguale a 15° in cui il deposito ha spessore costante

b) analisi approfondita (terzo livello di approfondimento), richiesta nei seguenti casi:

- Aree soggette a liquefazione e densificazione;

- Aree instabili e potenzialmente instabili;
- Aree in cui le coperture hanno spessore fortemente variabile, come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso dei versanti;
- Aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico.

Secondo quanto riportato dalla Tav. P9b “Rischio Sismico – Carta dei livelli di approfondimento” prodotta a corredo del P.T.C.P. 2010 della Provincia di Reggio nell’Emilia, l’area in esame ricade tra quelle che necessitano di analisi semplificata (analisi di II livello).

L’analisi semplificata di secondo livello prevede la valutazione dei fattori di amplificazione F_a sulla base delle velocità medie delle onde di taglio all’interno della copertura (V_{sH}) o nei primi 30 metri dalla superficie (V_{s30}), calcolate secondo le seguenti formule:

$$V_{sH} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}} \quad V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

La Delibera Regionale 112/2007, per un’analisi semplificata di secondo livello, propone l’utilizzo di una serie di tabelle di carattere empirico che mettono in relazione i valori di V_{sH} o di V_{s30} con i fattori di amplificazione. Le varie Tabelle rispecchiano situazioni geologiche tipiche del territorio regionale, tra le quali occorre scegliere quella che meglio corrisponde alle caratteristiche dell’area di studio. I fattori stimati esprimono l’amplificazione del moto sismico al passaggio dal bedrock alla superficie. Essi possono essere espressi sia come rapporto di PGA che come rapporto tra le intensità spettrali calcolate sugli spettri di pseudo-velocità all’interno di due intervalli distinti:

0.1-0.5 sec

0.5-1.0 sec

La tabella di riferimento per la valutazione dei fattori di amplificazione F_a è riportata nella sottostante tabella:

F.A. P.G.A.

V_{s30}	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.1	1.0	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.1s < T_0 < 0.5s$

V_{s30}	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	1.8	1.8	1.7	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.0	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.5s < T_0 < 1.0s$

V_{s30}	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	2.5	2.3	2.3	2.0	1.8	1.7	1.7	1.5	1.2	1.0

La tabella è relativa ad una stratigrafia costituita da alternanze di sabbie e peliti, con spessori anche deca metrici, talora con intercalazioni di orizzonti di ghiaie (di spessore anche decine di metri), con substrato profondo (≥ 100 metri da p.c.) che corrisponde, con le naturali approssimazioni insite in ogni tipo di suddivisione o classificazione, alle conoscenze geologiche disponibili nell'area di studio basate su indagini geognostiche e geofisiche nonché all'estrapolazione dei dati dell'indagine MASW.

In base al valore di V_{s30} ottenuto dalla sismica a rifrazione tipo MASW di 228 m/sec, si ottengono i seguenti fattori di amplificazione:

$$\text{PGA } F_a = 1.5$$

$$\text{SI (0.1 - 0.5 sec) } F_a = 1.8$$

$$\text{SI (0.5 - 1.0 sec) } F_a = 2.5$$

METODOLOGIA D'INDAGINE

Le caratteristiche geomeccaniche del terreno sono state determinate sulla base dei dati acquisiti con quattro prove penetrometriche.

Le penetrometrie sono state eseguite utilizzando un penetrometro statico tipo GOUDA da 10 t.

La prova penetrometrica statica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($v = 2 \text{ cm/sec} \pm 0.5 \text{ cm/sec}$).

La penetrazione avviene attraverso un dispositivo di spinta (martinetto idraulico) opportunamente ancorato al suolo (ovvero zavorrato), che agisce su una batteria doppia di aste (aste esterne cave e aste interne piene coassiali), alla cui estremità inferiore è collegata la punta.

Lo sforzo necessario per l'infissione viene determinato a mezzo di un opportuno sistema di misura, collegato al martinetto idraulico.

La punta conica (di tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante per la misura dell'attrito laterale (punta/manicotto tipo "Begemann").

Le dimensioni della punta/manicotto sono standardizzate, e precisamente:

- diametro di base del cono $\phi = 35.7 \text{ mm}$
- area della punta conica $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- angolo apertura del cono $\alpha = 60^\circ$
- superficie laterale del manicotto $m = 150 \text{ cm}^2$

Sulla batteria di aste esterne può essere installato un anello allargatore per diminuire l'attrito sulle aste, facilitandone l'approfondimento.

Nei diagrammi e tabelle allegate sono riportati i seguenti valori di resistenza (rilevati dalle letture di campagna, durante l'infissione dello strumento):

- $R_p (\text{Kg/cm}^2)$ = resistenza alla punta (conica)

- $RL \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = \text{resistenza laterale (manicotto)}$

(la resistenza alla punta R_p e la resistenza laterale RL sono rilevate a intervalli regolari di 20 cm).

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

Sempre con riferimento alle prove penetrometriche statiche CPT, nelle tavole allegate sono riportate indicazioni concernenti i principali parametri geotecnici (coesione non drenata C_u , angolo di attrito interno efficace ϕ' , densità relativa D_r , modulo edometrico M_o , moduli di deformazione non drenato E_u e drenato E' , peso di volume Y , ecc.).

CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E PARAMETRI GEOTECNICI

Le indagini consentono di ricostruire, per i vari strati, le caratteristiche stratigrafiche ed i parametri geotecnici:

Livello A

Strato che dal piano cortilivo, annettendo la coltre di terreno vegetale della potenza di ~1 m, si approfondisce sino a 2÷2.8 m, in prevalenza costituito da argille, ad elevata componente organica e torbosa nel primo metro, nonché argille sabbioso limose, con valori di:

$$\gamma = 1.85 \text{ t/m}^3 = 18.14 \text{ kN/m}^3$$

$$C_u = 0.75 \text{ kg/cm}^2 = 73.54 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 18 [^\circ]$$

Livello B

Oltre i.2÷2.8 m, il deposito si caratterizza per la presenza di lenti di sabbie e ghiaie in matrice limo argillosa, con valori di:

$$\gamma = 2.00 \text{ t/m}^3 = 19.61 \text{ kN/m}^3$$

$$C_u = 0 \text{ kg/cm}^2 = 0 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 25 [^\circ]$$

dove:

γ = peso di volume

C_u = coesione non drenata

ϕ' = angolo di attrito

RIEPILOGO E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le prove penetrometriche statiche, appositamente effettuate per accertare la reale natura del primo sottosuolo, hanno evidenziato che il deposito, ascrivibile ad antichi apporti del Fiume Secchia (Neolitico-Medioevo come da studi recenti effettuati da ricercatori dell'Università di Modena), è costituito da sabbie e ghiaie in matrice limo argillosa qui ricoperte da una coltre di argille, ad elevata componente organica e torbosa nel primo metro, nonché argille sabbioso limose, della potenza di 2÷2.8 m.

Secondo quanto riportato dalla Tav. P9b "Rischio Sismico – Carta dei livelli di approfondimento" prodotta a corredo del P.T.C.P. 2010 della Provincia di Reggio nell'Emilia, l'area in esame ricade tra quelle che necessitano di analisi semplificata (analisi di II livello), per cui si è proceduto alla stesura della relazione geologica e sulla pericolosità sismica di base in conformità con quanto prescritto dalla Delibera Regionale 112/2007, emessa dalla Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna in data 2 Maggio 2007.

Occorre premettere che in base alle risultanze di un'apposita indagine di sismica a rifrazione tipo MASW per la determinazione del V_{s30} , la velocità di propagazione delle onde sismiche nei primi trenta metri (V_{s30}) è di 228 m/sec.

In ottemperanza con quanto prescritto dalla normativa, viste le caratteristiche del primo sottosuolo, il suolo di fondazione può essere assimilato alla categoria C di azione sismica "*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*" con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Mediante l'utilizzo di un apposito programma per il "Calcolo dello Spettro Sismico", ideato dagli Ingegneri Red Shift & Afazio, in cui vengono generati accelerogrammi correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito, si è proceduto poi al calcolo del valore dei parametri

a_g , F_o e T_c^* per la definizione dell'Azione Sismica locale. Riferiti all'area in oggetto, al $T_R = 475$ anni dello Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita, sono stati ottenuti i seguenti valori: $a_g = a_g/g = 1.629 / 9.81 = 0.166$; $F_o = 2.36$; $T_c^* = 0.29$.

Elaborando i dati, il programma ha prodotto gli spettri elastici SLU; è stata inoltre calcolata l'accelerazione massima attesa al sito di $a_{max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g = 1.47 \cdot 1.0 \cdot 0.166 = 0.244 \cdot g$

Per il sito in oggetto, in base al valore di V_{s30} di 228 m/sec, ottenuto dall'analisi di sismica a rifrazione tipo MASW, sono stati poi ottenuti i seguenti fattori di amplificazione:

$$PGA \text{ Fa} = 1.5$$

$$SI (0.1 - 0.5 \text{ sec}) \text{ Fa} = 1.8$$

$$SI (0.5 - 1.0 \text{ sec}) \text{ Fa} = 2.5$$

Sulla base dei parametri geomeccanici del terreno acquisiti con le indagini si è infine proceduto alla valutazione del peso di volume (γ), dell'angolo di attrito interno (ϕ) e della coesione non drenata (C_u) per gli strati che caratterizzano il primo sottosuolo. Suddetti valori potranno essere utilizzati a supporto dell'analisi geotecnica. In tal senso, viste le risultanze delle indagini, si ritiene opportuno che la base d'appoggio di nuove strutture venga impostata alla profondità minima di $1 \div 1.5$ m dalla quota dell'attuale piano campagna.

In sintonia con quanto segnalato dalle carte tematiche, che nella zona non segnalano una falda superficiale, al termine delle indagini penetrometriche, nei fori di sonda, non è stata accertata presenza d'acqua. Si tenga presente che l'attuale assenza d'acqua nei primi metri è altresì giustificata dall'elevato grado di consolidazione delle argille che in prevalenza caratterizzano il primo sottosuolo. Pur ritenendo quindi improbabile la presenza d'acqua, innegabilmente anche solo in concomitanza di prolungati periodi pioggia, nel primo banco di sabbie e ghiaie in corrispondenza del quale sono state interrotte le penetrometrie, essa può tuttavia essere prevista, in via cautelativa, ad una profondità però non inferiore ai 3 m, qualora si proceda a un calcolo dei cedimenti in condizioni sismiche.

Nell'ipotesi di fondazioni impostate a 1÷1.5 m dalla quota dell'attuale piano campagna, pur potendo quindi escludere un'interazione delle fondazioni con acqua di falda, vista la presenza di argille alla loro base, il prolungato ristagno che comporta un rigonfiamento delle stesse e di contro il ritiro in concomitanza di stagioni secche, può essere causa determinante nell'insorgere di cedimenti di origine secondaria tali da compromettere la staticità delle strutture in elevazione.

È norma pertanto che si ponga particolare attenzione nella raccolta e nell'allontanamento di tutte le acque meteoriche e di scarico che dovrà essere effettuato, in direzione della rete drenante principale, utilizzando tubazioni e raccordi a perfetta tenuta.

Nel rispetto di quanto in precedenza esposto e delle disposizioni delle leggi vigenti, siano esse nazionali che regionali (D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni") che prescrivono un'attenta verifica dell'idoneità delle strutture in funzione delle caratteristiche del primo sottosuolo, si concede parere geologico favorevole di fattibilità edilizia.

Scandiano, marzo 2011



DIAGRAMMI E TABELLE INDAGINI



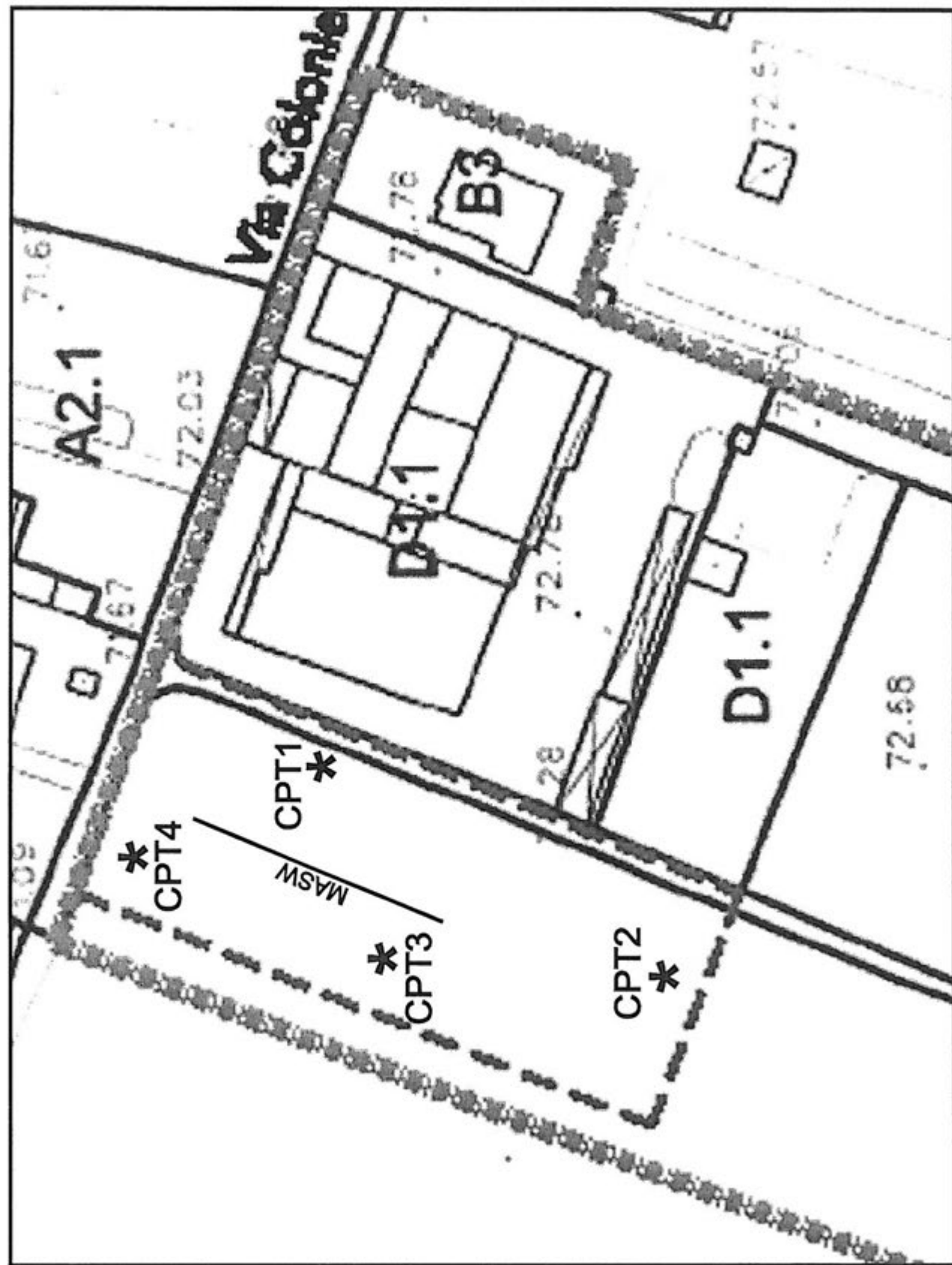
- A) PROVE PENETROMETRICHE STATICHE**
(effettuate con penetrometro statico tipo GOUDA da 10 t)

- B) SISMICA A RIFRAZIONE PER LA DETERMINAZIONE DEL V_{s30}**
(eseguita applicando il metodo MASW con sismografo PASI 16SG24)

UBICAZIONE INDAGINI

SCALA 1:1000

* Penetrometrie statiche — Sismica a rifrazione per la determinazione del Vs30 (MASW)



- PROVE PENETROMETRICHE STATICHE -



DIAGRAMMI DI RESISTENZA

-

TABELLE E VALORI DI RESISTENZA

-

VALUTAZIONI LITOLOGICHE

-

PARAMETRI GEOTECNICI

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) $C_t = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$

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

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

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

$R_p / R_L = \text{'rapporto Begemann'}$

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

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

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

CONVERSIONI

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

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa \approx 0,1 t/m² = 0,01 kg/cm²

1 MPa (MegaPascal) = 1 MN/m² = 1000 kN/m² = 1000 kPa \approx 100 t / m² = 10 kg/cm²

kg/cm² = 10 t/m² \approx 100 kN/m² = 100 kPa = 0,1 MN/m² = 0,1 Mpa

1 t = 1000 kg \approx 10 kN

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: $F = (R_p / R_L)$

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

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = R_p / R_L$	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 R_p e di $FR = (R_L / R_p) \% :$

- 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

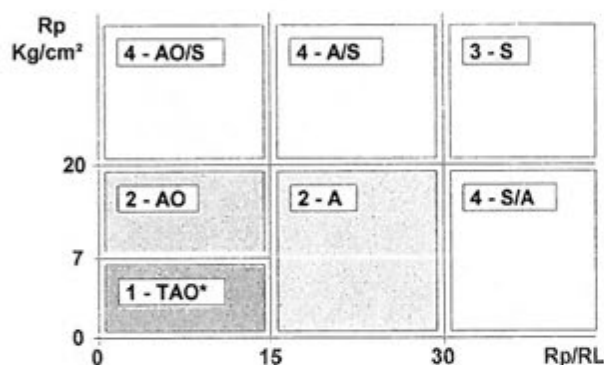
SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto R_p / R_L

(Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

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

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



NATURA LITOLOGICA

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

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

- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - R_p - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - R_p]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- E_u = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : E_u - C_u - OCR - I_p I_p = ind.plast.]
 E_{u50} - E_{u25} 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' - R_p]
 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)
- M_o = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : M_o - R_p - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- D_r = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : D_r - R_p - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - D_r - R_p - 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 : (A_{max}/g) - D_r]

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-059

- committente : Bervini Primo S.r.l.
 - lavoro : Richiesta di variante al P.R.G.
 - località : Salvaterra di Casalgrande (RE)
 - note :

- data : 22/03/2011
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	2,0	---	4,0	0,27	15,0	2,20	14,5	28,0	29,0	2,00	14,0
0,40	2,0	4,0	4,0	0,33	12,0	2,40	17,0	32,0	34,0	3,13	11,0
0,60	4,5	7,0	9,0	0,53	17,0	2,60	24,5	48,0	49,0	3,40	14,0
0,80	5,0	9,0	10,0	0,67	15,0	2,80	26,5	52,0	53,0	2,67	20,0
1,00	7,0	12,0	14,0	0,80	17,0	3,00	40,0	60,0	80,0	1,33	60,0
1,20	12,0	18,0	24,0	1,20	20,0	3,20	120,0	130,0	240,0	1,33	180,0
1,40	11,0	20,0	22,0	1,33	16,0	3,40	170,0	180,0	340,0	1,33	255,0
1,60	11,0	21,0	22,0	1,13	19,0	3,60	200,0	210,0	400,0	----	----
1,80	13,5	22,0	27,0	1,47	18,0	3,80	250,0	0,0	500,0	----	----
2,00	13,0	24,0	26,0	1,80	14,0						

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

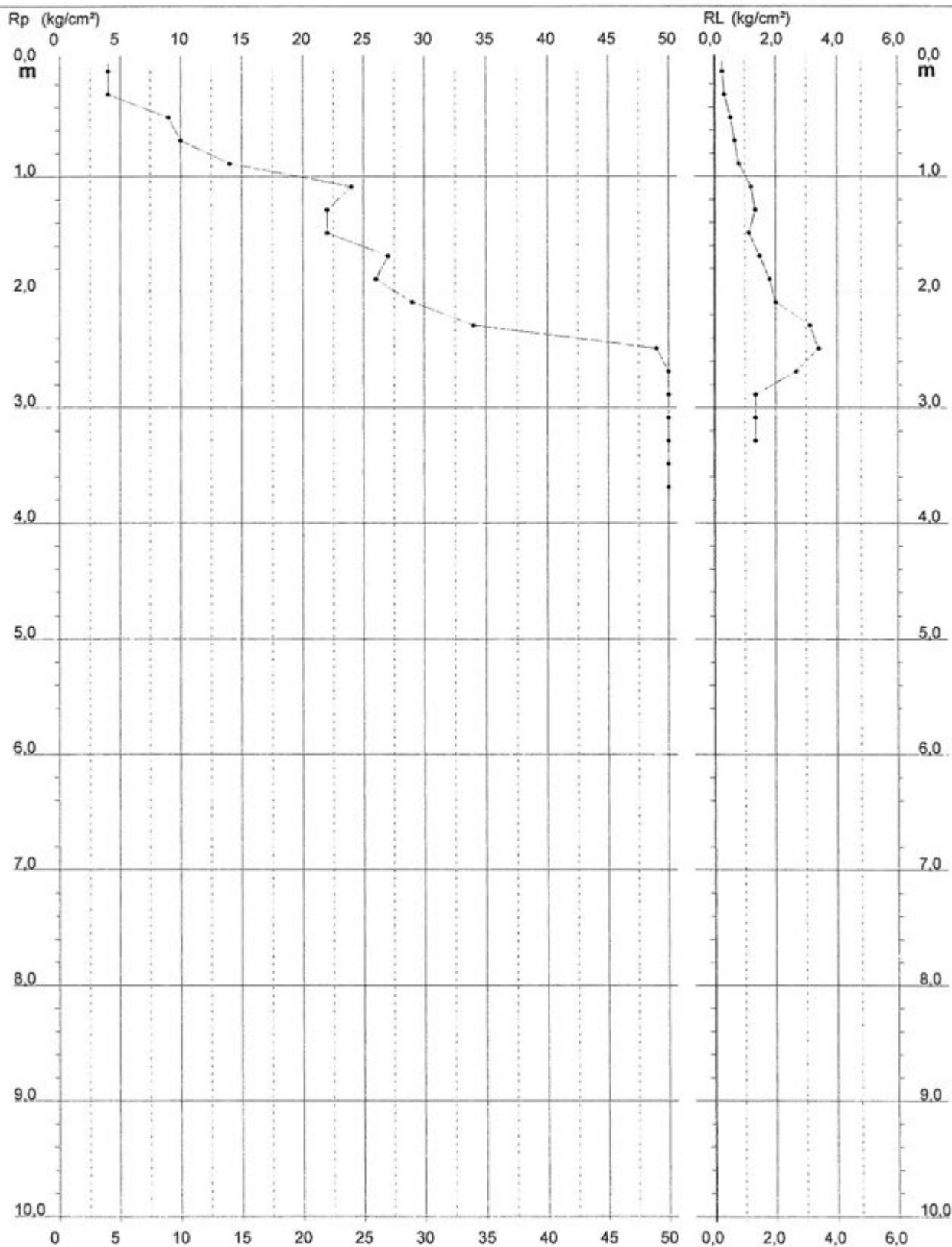
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-059

- committente : Bervini Primo S.r.l.
- lavoro : Richiesta di variante al P.R.G.
- località : Salvaterra di Casalgrande (RE)

- data : 22/03/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



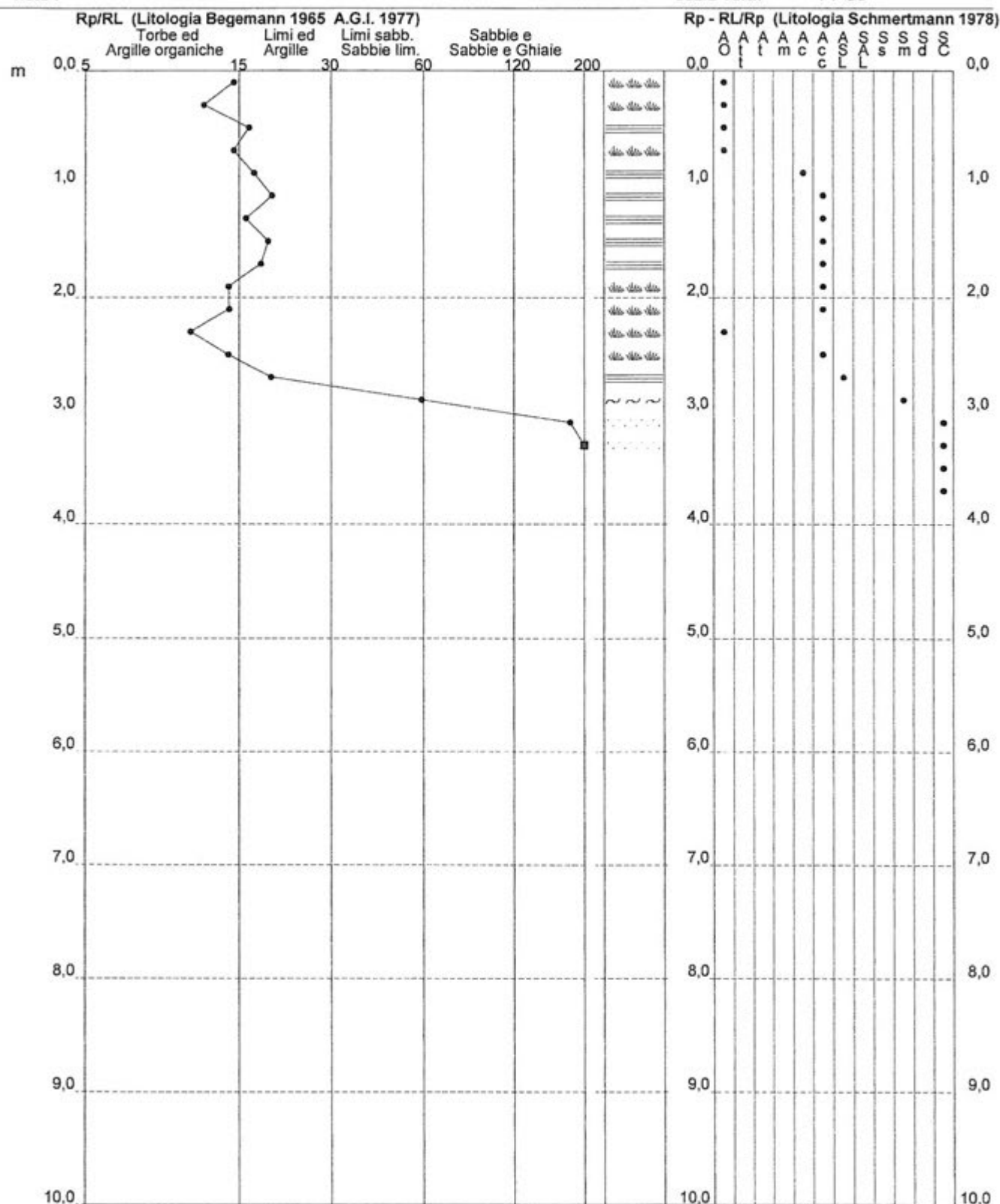
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.010496-059

- committente : Bervini Primo S.r.l.
 - lavoro : Richiesta di variante al P.R.G.
 - località : Salvaterra di Casalgrande (RE)
 - note :

- data : 22/03/2011
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.010496-059

- committente : Bervini Primo S.r.l.
- lavoro : Richiesta di variante al P.R.G.
- località : Salvaterra di Casalgrande (RE)
- note :

- data : 22/03/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Ri (-)	Natura Litol.	Y' t/m²	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	σ1s (°)	σ2s (°)	σ3s (°)	σ4s (°)	σdm (°)	σmy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	4	15	1***	1,85	0,04	0,20	51,7	8	12	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	4	12	1***	1,85	0,07	0,20	21,8	8	12	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	9	17	2***	1,85	0,11	0,45	36,1	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	10	15	2***	1,85	0,15	0,50	28,8	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	14	17	2***	1,85	0,19	0,64	29,4	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	24	20	4/1	1,85	0,22	0,89	35,6	151	227	72	60	36	38	41	43	37	28	0,130	40	60	72
1,40	22	16	4/1	1,85	0,26	0,85	27,6	144	216	66	63	35	38	40	42	36	28	0,111	37	55	66
1,60	22	19	4/1	1,85	0,30	0,85	23,3	144	216	66	60	35	37	40	42	35	28	0,103	37	55	66
1,80	27	18	4/1	1,85	0,33	0,95	23,2	161	242	81	64	36	38	40	42	36	28	0,114	45	68	81
2,00	26	14	4/1	1,85	0,37	0,93	19,8	158	237	78	60	35	37	40	42	35	28	0,104	43	65	78
2,20	29	14	4/1	1,85	0,41	0,98	18,9	167	251	87	61	35	37	40	42	35	29	0,108	48	73	87
2,40	34	11	4/1	1,85	0,44	1,13	20,3	193	289	102	65	36	38	40	42	35	29	0,116	57	85	102
2,60	49	14	4/1	1,85	0,48	1,63	28,9	278	417	147	65	37	39	41	43	37	31	0,145	82	123	147
2,80	53	20	4/1	1,85	0,52	1,77	29,1	300	451	159	68	37	39	41	43	37	31	0,148	88	133	159
3,00	60	60	3***	1,85	0,55	--	--	--	--	--	79	39	41	42	44	39	33	0,186	133	200	240
3,20	240	180	3***	1,85	0,59	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	39	0,258	400	600	720
3,40	340	255	3***	1,85	0,63	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	40	0,258	567	850	1020
3,60	400	--	3***	1,85	0,67	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	667	1000	1200
3,80	500	--	3***	1,85	0,70	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	833	1250	1500

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.010496-059

- committente : Bervini Primo S.r.l.
- lavoro : Richiesta di variante al P.R.G.
- località : Salvaterra di Casalgrande (RE)
- note :

- data : 22/03/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	2,0	----	4,0	0,13	30,0	2,20	21,5	45,0	43,0	2,93	15,0
0,40	2,5	3,5	5,0	0,27	19,0	2,40	28,0	50,0	56,0	2,93	19,0
0,60	3,5	5,5	7,0	0,47	15,0	2,60	28,0	50,0	56,0	2,80	20,0
0,80	5,5	9,0	11,0	0,53	21,0	2,80	42,0	63,0	84,0	0,67	126,0
1,00	9,0	13,0	18,0	1,00	18,0	3,00	95,0	100,0	190,0	1,33	142,0
1,20	11,5	19,0	23,0	1,07	22,0	3,20	150,0	160,0	300,0	1,33	225,0
1,40	12,0	20,0	24,0	1,00	24,0	3,40	190,0	200,0	380,0	0,67	570,0
1,60	12,0	19,5	24,0	1,40	17,0	3,60	205,0	210,0	410,0	----	----
1,80	12,0	22,5	24,0	1,47	16,0	3,80	250,0	0,0	500,0	----	----
2,00	13,0	24,0	26,0	3,13	8,0						

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

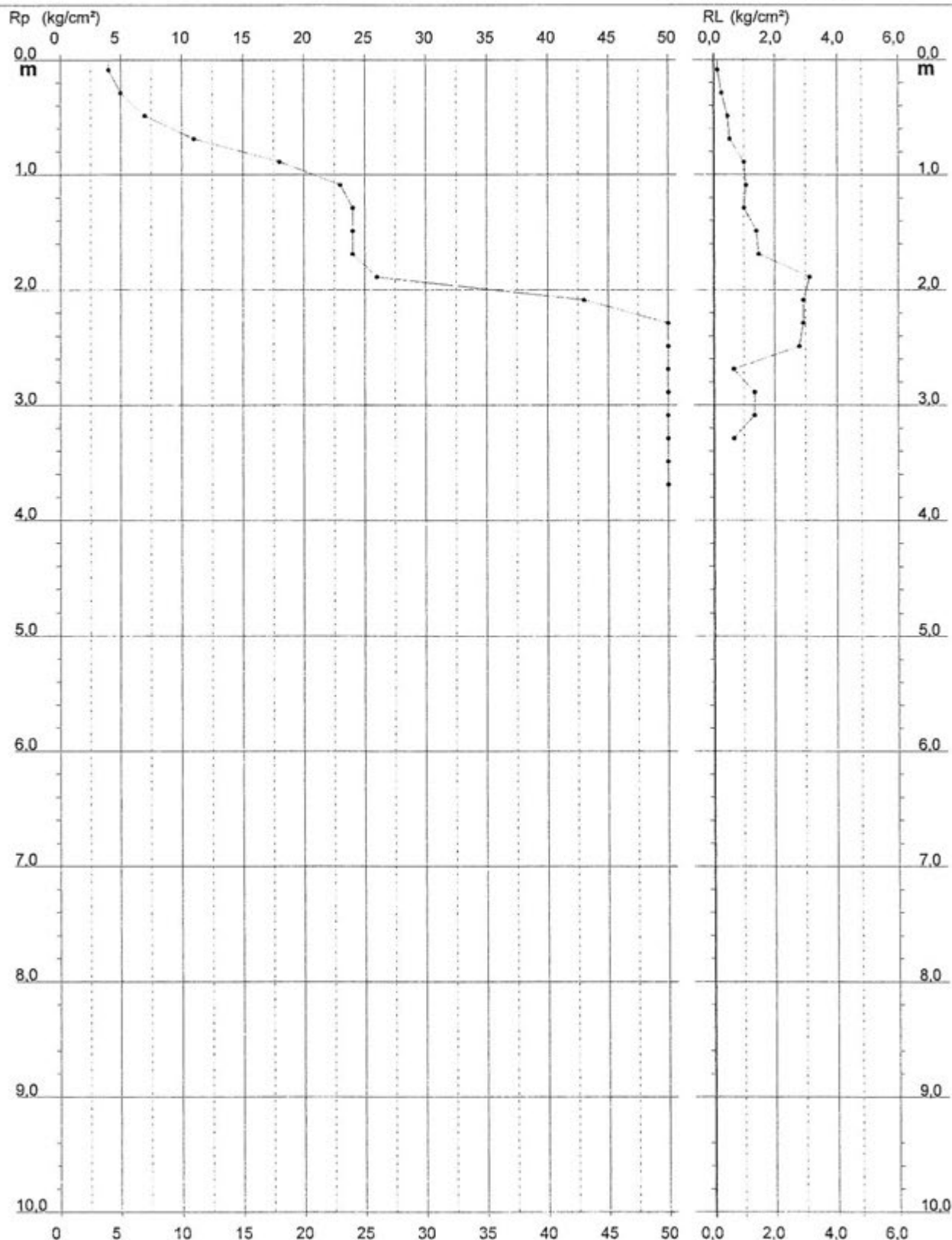
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.010496-059

- committente : Bervini Primo S.r.l.
- lavoro : Richiesta di variante al P.R.G.
- località : Salvaterra di Casalgrande (RE)

- data : 22/03/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



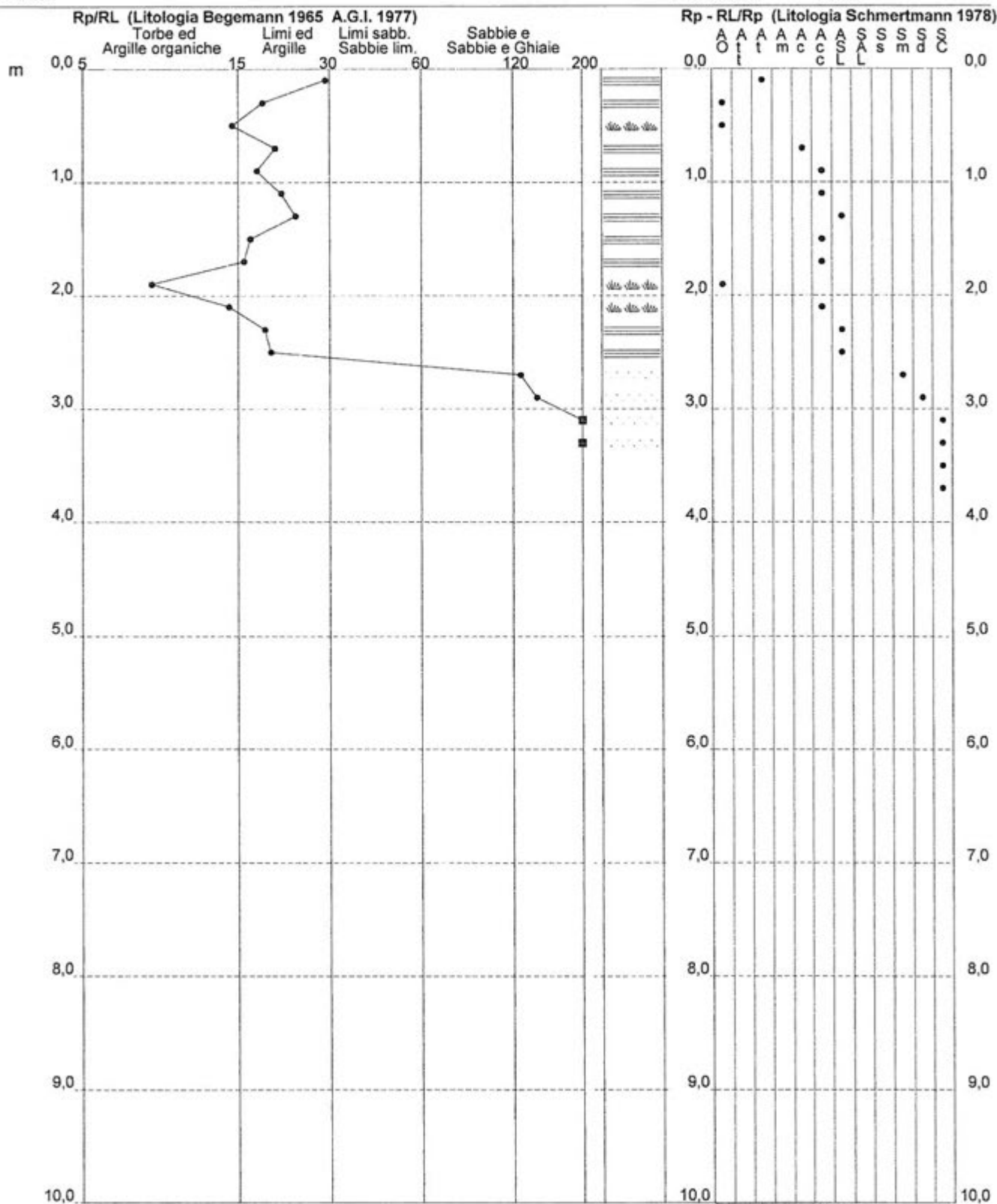
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

2.010496-059

- committente : Bervini Primo S.r.l.
 - lavoro : Richiesta di variante al P.R.G.
 - località : Salvaterra di Casalgrande (RE)
 - note :

- data : 22/03/2011
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.010496-059

- committente : Bervini Primo S.r.l.
- lavoro : Richiesta di variante al P.R.G.
- località : Salvaterra di Casalgrande (RE)
- note :

- data : 22/03/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rd (-)	Natura Litol.	Y t/m²	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	e1s (%)	e2s (%)	e3s (%)	e4s (%)	edm (%)	emy (%)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	4	30	4/1	1,85	0,04	0,20	51,7	34	51	20	42	34	36	39	41	37	25	0,084	7	10	12
0,40	5	19	2/III	1,85	0,07	0,25	28,8	43	64	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	7	15	1***	1,85	0,11	0,35	28,4	14	21	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	11	21	2/III	1,85	0,15	0,54	31,4	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	18	18	2/III	1,85	0,19	0,75	36,1	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	23	22	4/1	1,85	0,22	0,87	34,5	148	221	69	58	38	38	40	43	37	28	0,126	38	58	69
1,40	24	24	4/1	1,85	0,26	0,89	29,3	151	227	72	56	36	38	40	42	37	28	0,119	40	60	72
1,60	24	17	4/1	1,85	0,30	0,89	24,8	151	227	72	53	35	38	40	42	36	28	0,111	40	60	72
1,80	24	16	4/1	1,85	0,33	0,89	21,4	151	227	72	50	35	37	40	42	35	28	0,103	40	60	72
2,00	26	8	4/1	1,85	0,37	0,93	19,8	168	237	78	50	35	37	40	42	35	28	0,104	43	65	78
2,20	43	15	4/1	1,85	0,41	1,43	30,3	244	366	129	65	37	39	41	43	37	30	0,144	72	108	129
2,40	56	19	4/1	1,85	0,44	1,87	37,8	317	476	168	72	38	40	42	44	38	31	0,159	93	140	168
2,60	58	20	4/1	1,85	0,48	1,87	34,2	317	476	168	70	38	40	42	44	38	31	0,159	93	140	168
2,80	84	126	3---	1,85	0,52	--	--	--	--	--	82	39	41	43	45	39	33	0,197	140	210	252
3,00	190	142	3---	1,85	0,55	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	37	0,258	317	475	570
3,20	300	225	3---	1,85	0,59	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	500	750	900
3,40	380	570	3---	1,85	0,63	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	633	950	1140
3,60	410	--	3---	1,85	0,67	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	663	1025	1230
3,80	500	--	3---	1,85	0,70	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	833	1250	1500

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

2.010496-059

- committente : Bervini Primo S.r.l.
- lavoro : Richiesta di variante al P.R.G.
- località : Salvaterra di Casalgrande (RE)
- note :

- data : 22/03/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	2,0	---	4,0	0,27	15,0	2,00	15,0	29,0	30,0	3,73	8,0
0,40	2,0	4,0	4,0	0,40	10,0	2,20	22,0	50,0	44,0	4,00	11,0
0,60	3,5	6,5	7,0	0,53	13,0	2,40	40,0	70,0	80,0	4,40	18,0
0,80	5,5	9,5	11,0	0,60	18,0	2,60	19,0	52,0	38,0	1,33	28,0
1,00	9,0	13,5	18,0	1,13	16,0	2,80	110,0	120,0	220,0	1,33	165,0
1,20	11,5	20,0	23,0	1,40	16,0	3,00	170,0	180,0	340,0	0,67	510,0
1,40	12,5	23,0	25,0	1,73	14,0	3,20	205,0	210,0	410,0	----	----
1,60	14,0	27,0	28,0	1,87	15,0	3,40	250,0	0,0	500,0	----	----
1,80	14,5	28,5	29,0	1,87	16,0						

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

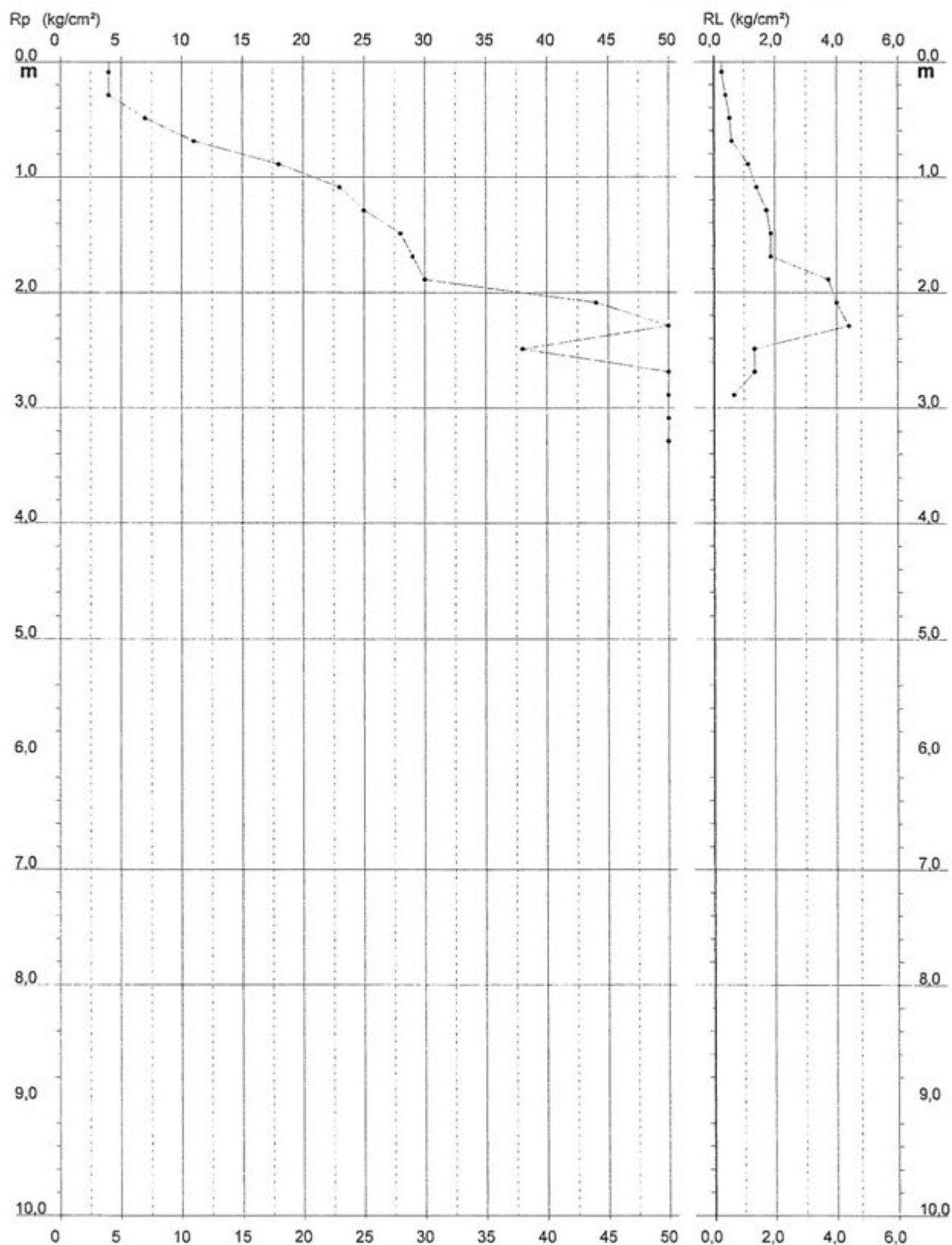
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.010496-059

- committente : Bervini Primo S.r.l.
- lavoro : Richiesta di variante al P.R.G.
- località : Salvaterra di Casalgrande (RE)

- data : 22/03/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



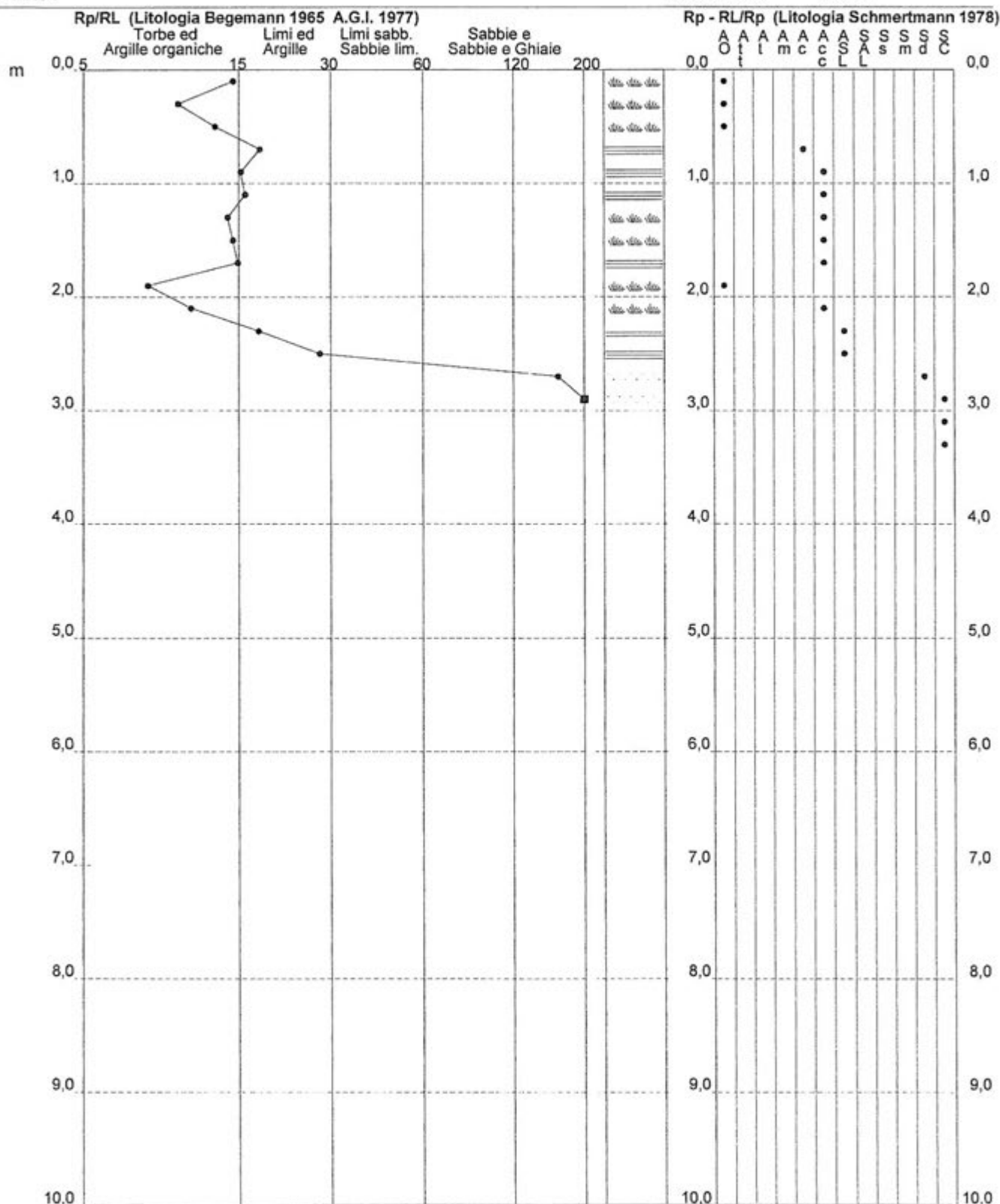
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

2.010496-059

- committente : Bervini Primo S.r.l.
 - lavoro : Richiesta di variante al P.R.G.
 - località : Salvaterra di Casalgrande (RE)
 - note :

- data : 22/03/2011
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 50



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

2.010496-059

- committente : Bervini Primo S.r.l.
 - lavoro : Richiesta di variante al P.R.G.
 - località : Salvaterra di Casalgrande (RE)
 - note :

- data : 22/03/2011
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Ri (-)	Natura Litol.	Y t/m²	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	σ1s (°)	σ2s (°)	σ3s (°)	σ4s (°)	σdm (°)	σmy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	4	15	1***	1,85	0,04	0,20	51,7	8	12	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	4	10	1***	1,85	0,07	0,20	21,8	8	12	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	7	13	1***	1,85	0,11	0,35	26,4	14	21	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	11	18	2***	1,85	0,15	0,54	31,4	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	18	16	2***	1,85	0,19	0,75	36,1	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	23	16	4***	1,85	0,22	0,87	34,5	148	221	69	58	36	38	40	43	37	28	0,126	38	58	69
1,40	25	14	4***	1,85	0,26	0,91	30,2	155	232	75	57	36	38	40	43	37	28	0,123	42	63	75
1,60	28	15	4***	1,85	0,30	0,97	27,5	164	246	84	58	36	38	40	43	37	28	0,125	47	70	84
1,80	29	16	4***	1,85	0,33	0,96	24,3	167	251	87	56	36	38	40	43	36	29	0,120	48	73	87
2,00	30	8	4***	1,85	0,37	1,00	21,8	170	255	90	55	36	38	40	42	36	29	0,117	50	75	90
2,20	44	11	4***	1,85	0,41	1,47	31,2	249	374	132	66	37	39	41	43	37	31	0,147	73	110	132
2,40	80	18	4***	1,85	0,44	2,67	59,0	453	680	240	84	40	41	43	45	40	33	0,203	133	200	240
2,60	38	28	4***	1,85	0,48	1,27	21,1	215	323	114	57	36	38	40	43	36	30	0,121	63	95	114
2,80	220	165	3***	1,85	0,52	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	38	0,258	367	550	660
3,00	340	510	3***	1,85	0,55	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	567	850	1020
3,20	410	--	3***	1,85	0,59	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	683	1025	1230
3,40	500	--	3***	1,85	0,63	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	833	1250	1500

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 4

2.010496-059

- committente : Bervini Primo S.r.l.
- lavoro : Richiesta di variante al P.R.G.
- località : Salvaterra di Casalgrande (RE)
- note :

- data : 22/03/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	2,0	---	4,0	0,07	60,0	1,80	7,5	11,0	15,0	0,53	28,0
0,40	1,0	1,5	2,0	0,27	7,0	2,00	8,0	12,0	16,0	1,33	12,0
0,60	1,0	3,0	2,0	0,33	6,0	2,20	40,0	50,0	80,0	0,67	120,0
0,80	6,0	8,5	12,0	0,73	16,0	2,40	40,0	45,0	80,0	1,33	60,0
1,00	6,5	12,0	13,0	0,93	14,0	2,60	150,0	160,0	300,0	0,67	450,0
1,20	7,0	14,0	14,0	1,00	14,0	2,80	190,0	195,0	380,0	----	----
1,40	7,0	14,5	14,0	0,87	16,0	3,00	250,0	0,0	500,0	----	----
1,60	8,0	14,5	16,0	0,47	34,0						
2,00	8,0	12,0	16,0	1,33	12,0						

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

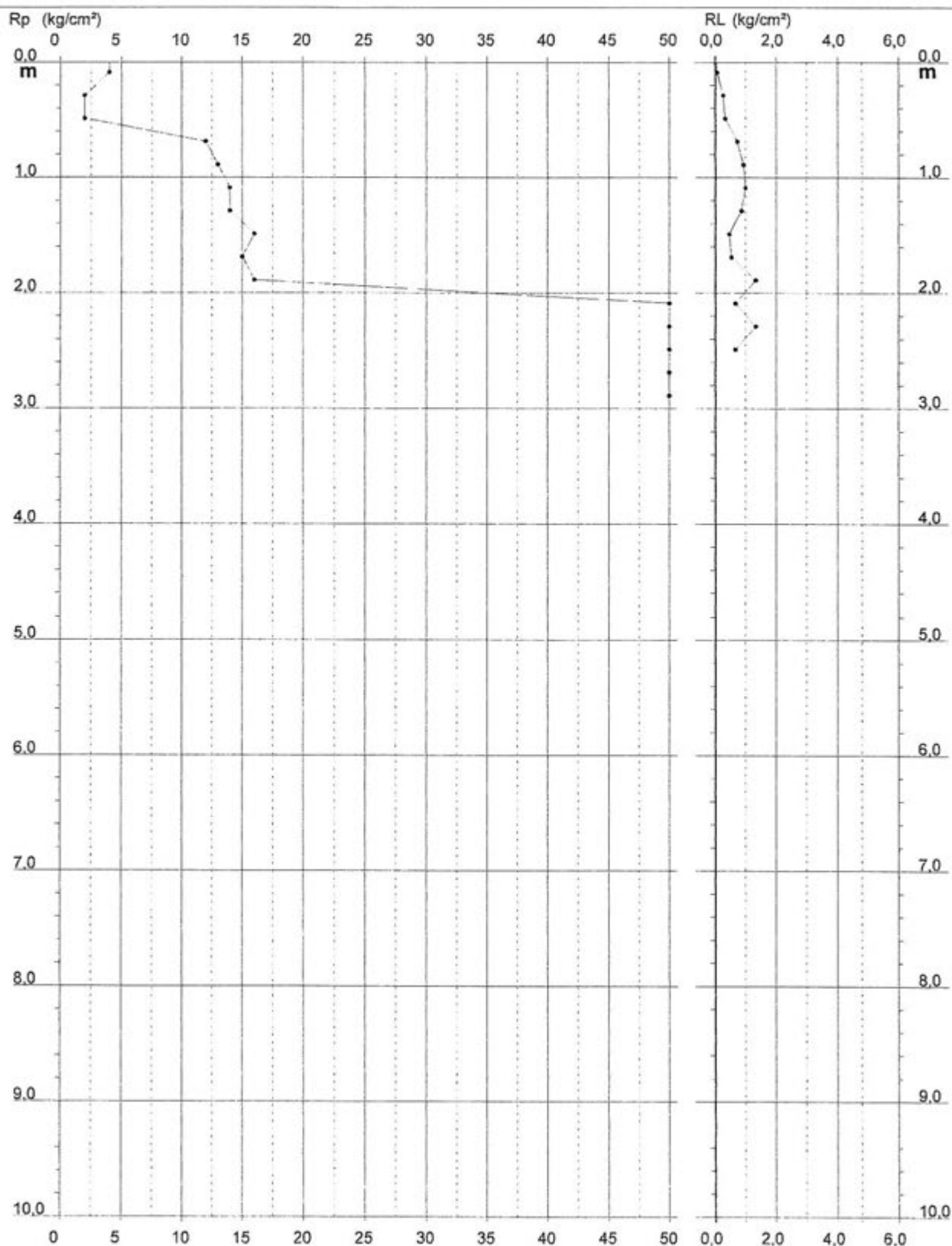
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.010496-059

- committente : Bervini Primo S.r.l.
- lavoro : Richiesta di variante al P.R.G.
- località : Salvaterra di Casalgrande (RE)

- data : 22/03/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



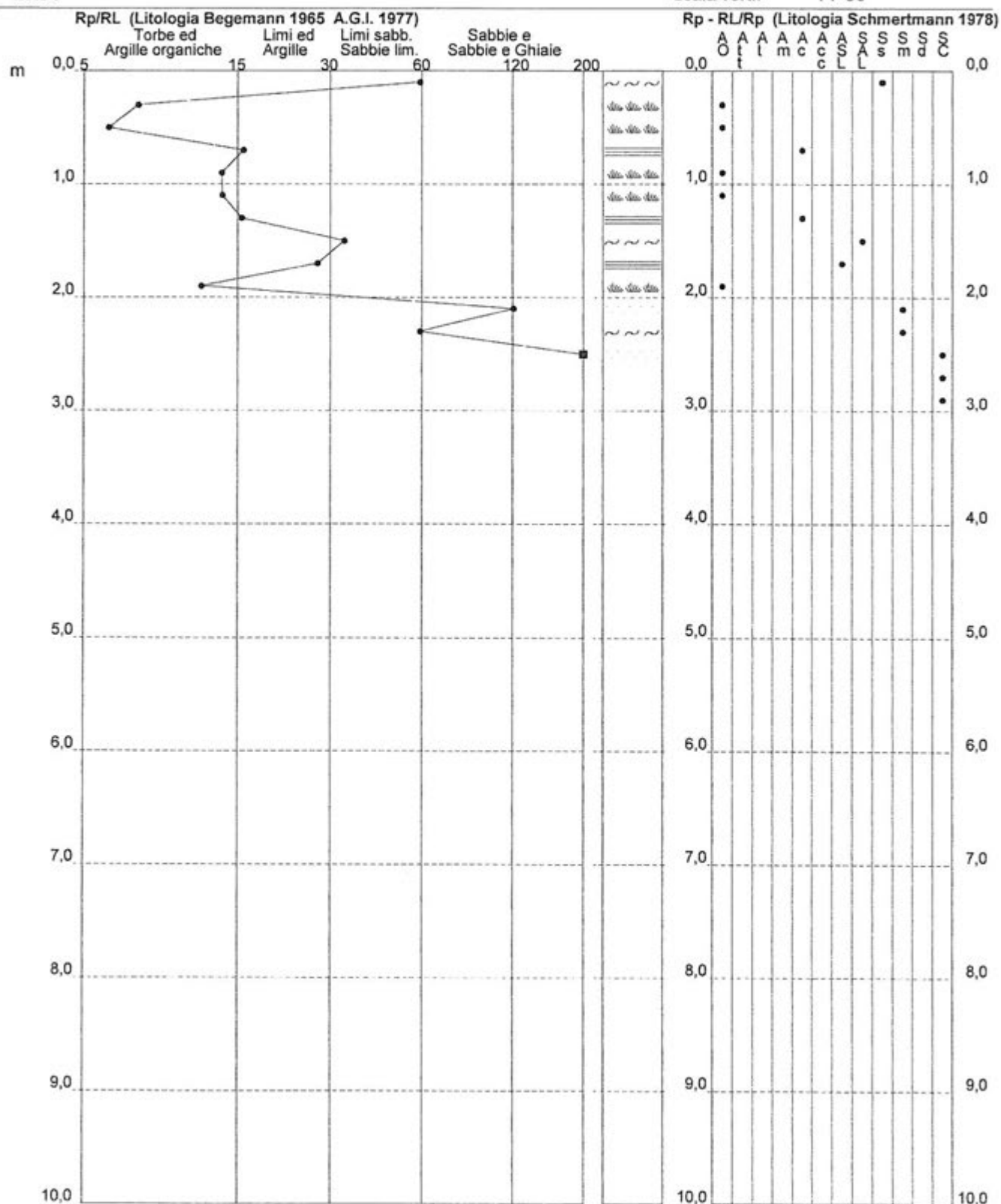
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 4

2.010496-059

- committente : Bervini Primo S.r.l.
- lavoro : Richiesta di variante al P.R.G.
- località : Salvaterra di Casalgrande (RE)
- note :

- data : 22/03/2011
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 4

2.010496-059

- committente : Bervini Primo S.r.l.
 - lavoro : Richiesta di variante al P.R.G.
 - località : Salvaterra di Casalgrande (RE)
 - note :

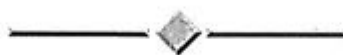
- data : 22/03/2011
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Ri (-)	Natura Litol.	Y t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	a1s (°)	a2s (°)	a3s (°)	a4s (°)	adm (°)	amy (°)	Amazdg (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	4	60	4/I	1,85	0,04	0,20	51,7	34	51	20	42	34	36	39	41	37	25	0,064	7	10	12
0,40	2	7	1***	1,85	0,07	0,10	9,1	4	6	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	2	6	1***	1,85	0,11	0,10	5,5	6	9	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	12	16	2/III	1,85	0,15	0,57	34,0	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	13	14	2/III	1,85	0,19	0,80	27,6	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	14	14	2/III	1,85	0,22	0,64	23,4	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	14	16	2/III	1,85	0,28	0,64	19,3	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	16	34	4/I	1,85	0,30	0,70	18,3	118	177	52	39	33	36	38	41	34	27	0,077	27	40	48
1,80	15	28	2/III	1,85	0,33	0,67	15,0	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	16	12	2/III	1,85	0,37	0,70	13,8	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	80	120	3***	1,85	0,41	--	--	--	--	--	85	40	42	43	45	40	33	0,210	133	200	240
2,40	80	60	3***	1,85	0,44	--	--	--	--	--	84	40	41	43	45	40	33	0,203	133	200	240
2,60	300	450	3***	1,85	0,48	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	500	750	900
2,80	380	--	3***	1,85	0,52	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	633	950	1140
3,00	500	--	3***	1,85	0,55	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	40	0,258	833	1250	1500

SISMICA A RIFRAZIONE

MASW

Determinazione del V_{s30}



SISMOGRAFO: PASI 16SG24

winMASW_report.txt

==o== SECTION#1

dataset: Salvaterra.DAT

minimum offset (m): 10

geophone spacing (m): 2

sampling (ms): 1

Dispersion curve: Salvaterra - Via Colonie.cdp

Number of individuals: 30

Number of generations: 31

Adopted search space (minimum Vs & thickness): 100 2.5 110 3 120 3 130
 Adopted search space (maximum Vs & thickness): 650 3 700 12 750 15 787
 Adopted Poisson values: 0.35 0.35 0.35 0.3

Output folder: C:\winMASW411pro\output\2011\Giusti\03 Marzo\Salvaterra Via Colonie - Bervini

==o== SECTION#2

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits:	-64.2393	-37.058
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits:	-80.8286	-35.9389
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits:	-63.6639	-35.9389
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits:	-81.036	-32.6842
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits:	-66.2357	-32.6842
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits:	-63.0011	-28.9283
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits:	-60.7505	-28.9283
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits:	-67.557	-28.9283
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits:	-61.5446	-28.9283
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits:	-83.1529	-28.9283
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits:	-66.5691	-28.9283
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits:	-61.0045	-28.1323
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits:	-74.2843	-28.1323
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits:	-70.0223	-28.1323
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits:	-72.1326	-28.1323
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits:	-73.2328	-28.1323
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits:	-63.7451	-28.1323
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits:	-64.8546	-28.1323
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits:	-48.3191	-28.1323
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits:	-61.8381	-26.5343
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits:	-69.9452	-26.5343
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits:	-77.7474	-26.5343
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits:	-91.3498	-26.5343
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits:	-67.4863	-26.4006
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits:	-83.9066	-26.4006
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits:	-75.8422	-19.0477
Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits:	-98.9351	-19.0477
Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits:	-86.8857	-19.0477
Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits:	-76.7429	-19.0477
Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits:	-64.7068	-19.0477
Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits:	-64.4032	-19.0477

Checking the new search space (for the finer search)

Now a finer search around the most promising search space area

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits:	-78.6733	-19.0477
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits:	-79.1701	-19.0477
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits:	-73.8419	-19.0477
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits:	-71.0606	-19.0477
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits:	-59.5911	-18.485
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits:	-68.4228	-18.485
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits:	-58.893	-18.485
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits:	-71.8482	-18.485
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits:	-55.0946	-18.485

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 176 180 647 141
 Poisson: 0.35 0.35 0.35 0.3
 Thickness (m): 2.5 8.5 12

Number of models considered to calculate the average model: 5

 RESULTS winMASW Pro
 #####

Dataset: Salvaterra.DAT
 Analyzed curve: Salvaterra - Via Colonie.cdp

==o== SECTION#3

=====

VS (m/s): 175 180 647 141
 Standard deviations (m/s): 1 0 0 0

Thickness (m): 2.6 8.5 11.8
 Standard deviations (m): 0.1 0.0 0.2

Approximate values for Vp, density & elastic moduli

Vp (m/s):	364	375	1347	264
Density (gr/cm3):	1.81	1.82	2.13	1.73
Vp/Vs ratio:	2.08	2.08	2.08	1.87
Poisson:	0.35	0.35	0.35	0.30
Young modulus (MPa):	150	159	2403	90
Sjear modulus (MPa):	55	59	890	34
Lamé (MPa):	129	138	2078	52
Bulk modulus (MPa):	166	177	2671	75

Fundamental mode

Mean model

f(Hz)	VR(m/s)
5.58568	443.1907

6.95777	353.1575
8.76316	200.0289
11.5073	175.4795
16.0569	168.367
21.4009	166.5227
33.6775	165.012
44.0043	164.3443

First higher mode

Mean model

9.12424	504.5521
10.9296	421.8453
21.112	231.0327
25.0838	207.4343
31.7999	192.8274
41.4767	185.96

==o== SECTION#4

=====

BEST MODEL

Vs (m/s): 175.9192 180.317 646.6887 140.6709
 thickness (m): 2.51896 8.52209 11.8022

Approximate values for Vp, density & elastic moduli

Vp (m/s):	366	375	1346	263
Density (gr/cm3):	1.81	1.82	2.13	1.73
Vp/Vs ratio:	2.08	2.08	2.08	1.87
Poisson:	0.35	0.35	0.35	0.30
Young modulus (MPa):	151	159	2403	89
Shear modulus (MPa):	56	59	890	34
Lamé (MPa):	130	138	2072	51
Bulk modulus (MPa):	168	177	2665	74

dispersion curve (frequency - Rayleigh phase velocity)

Fundamental mode)

best model

F(Hz)	VR(m/s)
5.58568	447.5541
6.95777	357.0235
8.76316	201.7612
11.5073	176.2228
16.0569	168.9481
21.4009	167.1397
33.6775	165.7756
44.0043	165.1719

First higher mode)

best model

9.12424	518.9323
10.9296	423.8544
21.112	233.0631

25.0838	208.6341
31.7999	193.5504
41.4767	186.4739

VS5 (mean model): 177 m/s
VS5 (best model): 178 m/s

VS20 (mean model): 264 m/s
VS20 (best model): 265 m/s

VS30 (mean model): 230 m/s
VS30 (best model): 230 m/s

==o== SECTION#6

Possible Soil Type: C
(based on the mean model)

For the Italian Users:

Dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n°29 del 04/02/2008):

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

C - Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT30 < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con VS > 800 m/s).

S1 - Depositati di terreni caratterizzati da valori di VS30 inferiori 100 m/s (ovvero $10 < cu_{S30} < 20$ kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includano almeno 3 m di torba o argille altamente organiche.

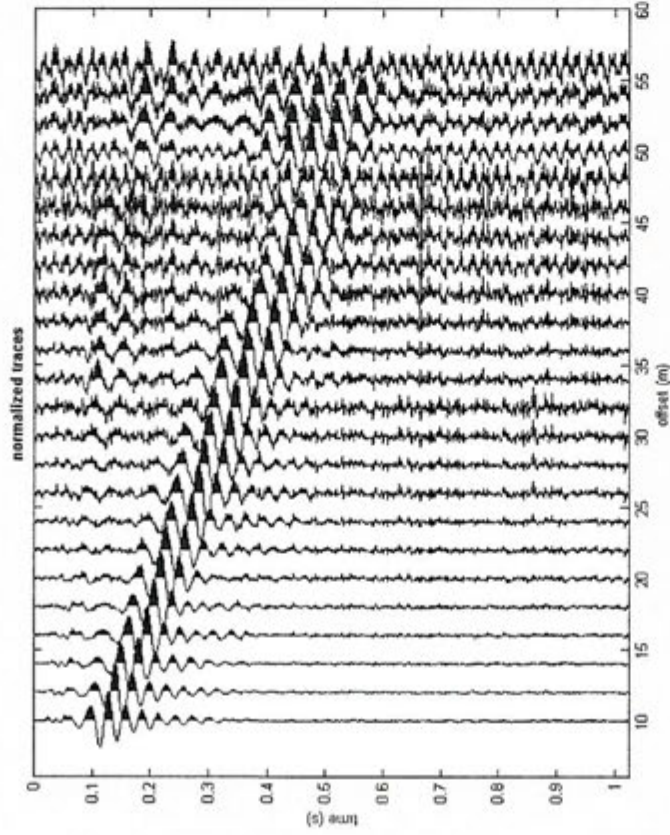
S2 - Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Results saved in the folder "C:\winMASW411pro\output\2011\Giusti\03 Marzo\Salvaterra Via Colonie - Bervini".

=====

int: uploading & processing (MASW analyses)

dataset: Sahaterra.DAT
 minimum offset: 10 m
 geophone spacing: 2 m
 sampling: 1 ms



utils

flip traces spectrum mouse ?

data selection

available select cancel save

20

refraction

quit refraction upload save clear refraction

ver. 4.1 Pro

Attenuation analysis



int: velocity spectrum, modelling & picking (MASW & Riski analyses)

MASW

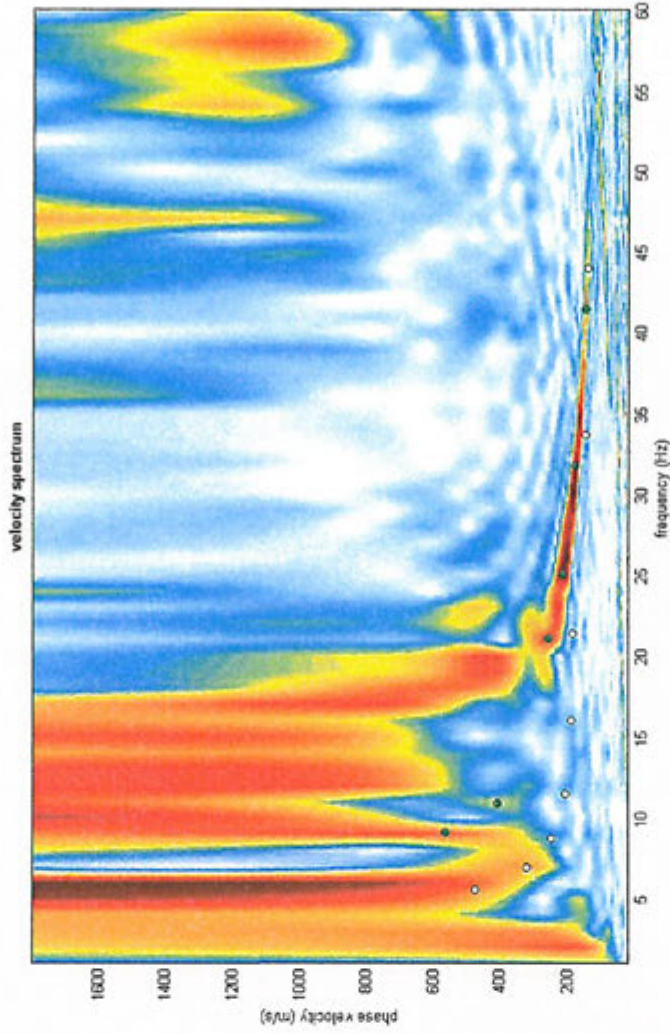
calculate spectrum ☐ Tau - v

Risk

upload Risk spectrum

visualize curves

input curve ?



export spectrum

modelling

parameters save model

upload model refresh ?

☒ eigen period

Sahaterra - Via Colonna.cdp

picking

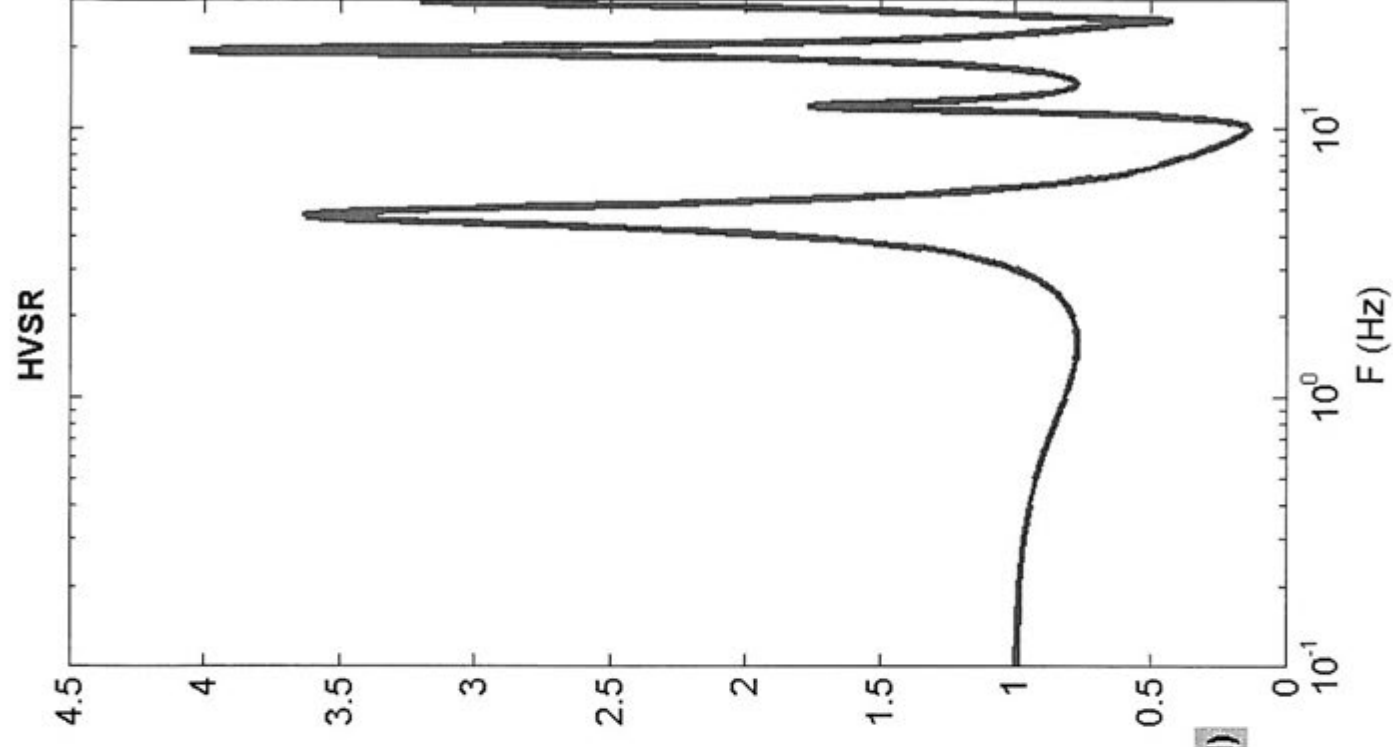
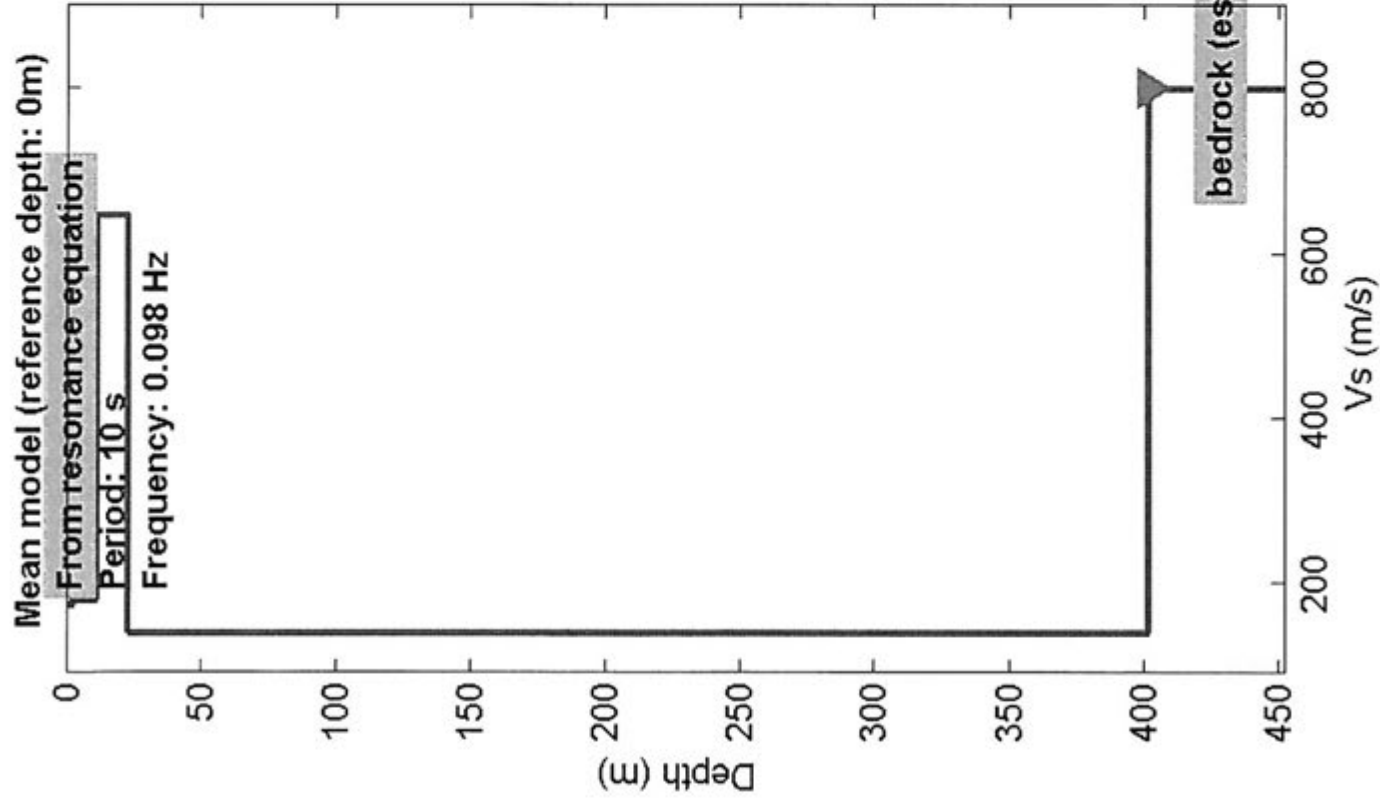
first higher ?

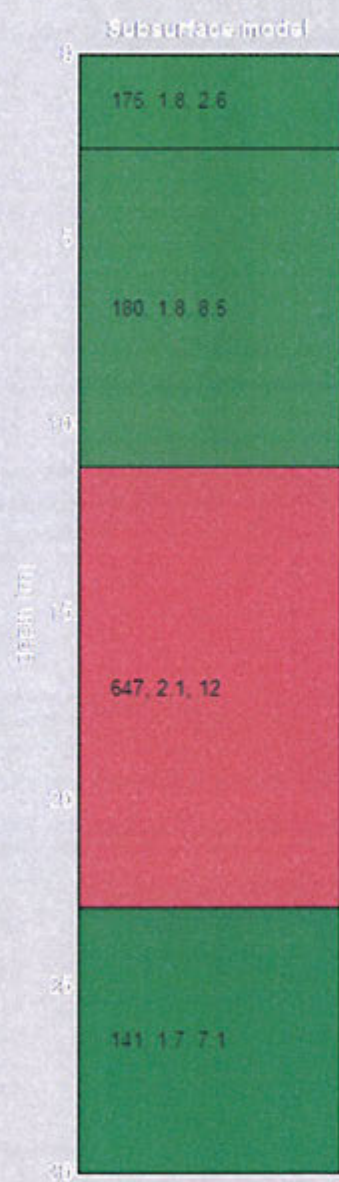
use the right button to select the last point of the considered mode

save picking ? cancel picking

inversion

exit





vs. density thickness
(m) (g/cm³) (m)

winMASW 4.1.1 Pro - Inversion of Surface-Wave Dispersion Curves

Main results

See "winMASW_report.txt" for further details.

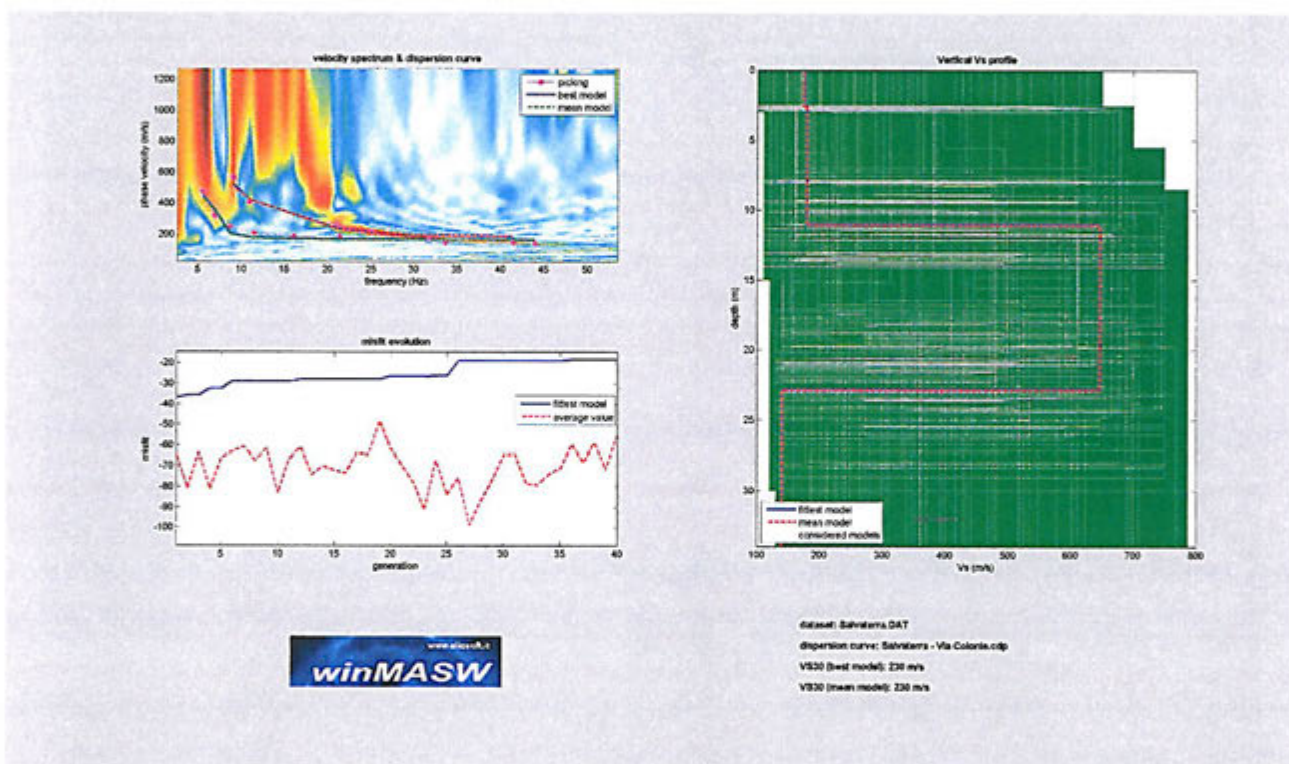
www.eliosoft.it

Date: 30/3/2011

Time: 13:10

Dataset: Salvaterra.DAT

Considered dispersion curve: Salvaterra - Via Colonie.cdp



Mean model

Vs (m/s): 175, 180, 647, 141

Standard deviations (m/s): 1, 0, 0, 0

Thickness (m): 2.6, 8.5, 11.8

Standard deviations (m/s): 0.1, 0.0, 0.2

Density (gr/cm³): 1.81, 1.82, 2.13, 1.73

Shear modulus (MPa): 55, 59, 890, 34

Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and elastic moduli

Vp (m/s): 364, 375, 1347, 264

Poisson: 0.35, 0.35, 0.35, 0.30

Bulk modulus (MPa): 166, 177, 2671, 75

Young's modulus (MPa): 150, 159, 2403, 90

Lamé (MPa): 129, 138, 2078, 52

VS30 (m/s): 230

Possible Soil Type: C

Pay attention

Soil classification must be performed by the user.

For the Italian Users:

Dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008):

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

C - Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < \text{NSPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con VS > 800 m/s).

S1 - Depositati di terreni caratterizzati da valori di VS30 inferiori 100 m/s (ovvero $10 < c_{u30} < 20$ kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includano almeno 3 m di torba o argille altamente organiche.

S2 - Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

winMASW 4.1.1 Pro

Surface wave analysis modelling and inversion of Rayleigh and Love waves MASW, ReMi and attenuation analyses

www.eliosoft.it