

COMUNE DI CASALGRANDE

Provincia di Reggio Emilia

PIANO PARTICOLAREGGIATO
DI INIZIATIVA PRIVATA BOGLIONI
“COMPARTI ZT4 – ZT5”

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA



COMMITTENTE:

IMMOBILIARE LEONARDO

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Marco Santi Bortolotti

GEODES s.r.l.

CCIAA n° 11027/2000 - Cod.Fisc. e Part. I.V.A. 02625920364
Via Michelangelo, 1 - 41051 Castelnovo Rangone (Mo)
Tel.: (059) 536699-535499 - Fax.: 5331612 - E-mail: geodes.srl@tiscalinet.it



INDICE

1.	PREMESSA	PAG.3
2	STATO DEL TERRITORIO	" 4
2.1	ELEMENTI GEOGRAFICI DELL'AREA	" 4
2.2	GEOLOGIA DELL'AREA	" 7
2.3	IDROGRAFIA DI SUPERFICIE	" 8
2.4	IDROGEOLOGIA GENERALE	" 8
3.	SISMICITA' DELL'AREA	" 10
4.	NORMATIVA SISMICA DI RIFERIMENTO	" 14
4.1	NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI – AZIONE SISMICA	" 18
4.2	CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE	" 20
4.2.1	Prospezione sismica a rifrazione tipo ReMi	" 21
5	SUSCETTIBILITÀ SISMICA ED EFFETTI DI SITO	" 23
6.	INDAGINI GEOGNOSTICHE DI CAMPAGNA - PROVE PENETROMETRICHE STATICHE	" 26
7.	CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E MECCANICO-RESISTIVE DEL TERRENO DI FONDAZIONE	" 28
7.1	IDROLOGIA SOTTERRANEA	" 29
8.	CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE GENERALI	" 30
8.1	SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI FONDAZIONE	" 31
8.2	STABILITÀ DELLE PARETI DI SBANCAMENTO	" 32
9.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	" 33

ALLEGATI

ALLEGATO 1	PROVE PENETROMETRICHE STATICHE
ALLEGATO 2	INDAGINE SISMICA
ALLEGATO 3	SONDAGGIO PROFONDO A CAROTAGGIO CONTINUO

PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA PRIVATA BOGLIONI “COMPARTI ZT4 – ZT5”

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

1. PREMESSA

In riferimento all'incarico affidatoci dalla Committenza, è stato eseguito uno studio geologico a corredo del Piano Particolareggiato di iniziativa privata Boglioni “Comparti ZT4 – ZT5” a Casalgrande (RE) (Fig. 1-2).

Lo studio si è articolato nelle seguenti fasi:

- ricerca bibliografica e cartografica finalizzata alla raccolta di dati inerenti le caratteristiche geologiche (Fig. 3), geomorfologiche, litostratigrafiche (All. 3), idrogeologiche e sismiche dell'area in studio (Cap. 3).
- indagine geognostica diretta, composta da n° 5 prove penetrometriche statiche (All. 1)
- indagini sismica di superficie (All. 2).

Vista l'esistenza, all'interno dell'area del Comparto, della Ceramica Supergress con antistanti piazzali di stoccaggio piastrelle, le prove penetrometriche sono state eseguite laddove le condizioni logistiche lo hanno permesso.

Lo studio e le investigazioni sopra elencate hanno permesso di:

- valutare gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici dell'area in esame;
- caratterizzare dal punto di vista sismico il suolo di fondazione (D.M. 14-01-2008);
- caratterizzare sotto l'aspetto litostratigrafico e meccanico-resistivo i terreni di fondazione e il regime delle acque nel primo sottosuolo, individuando le possibili problematiche geologico-tecniche in relazione all'edificazione dell'area.

Il presente studio è stato quindi rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica dell'area in esame che consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, geomorfologici, idrogeologici, e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio.

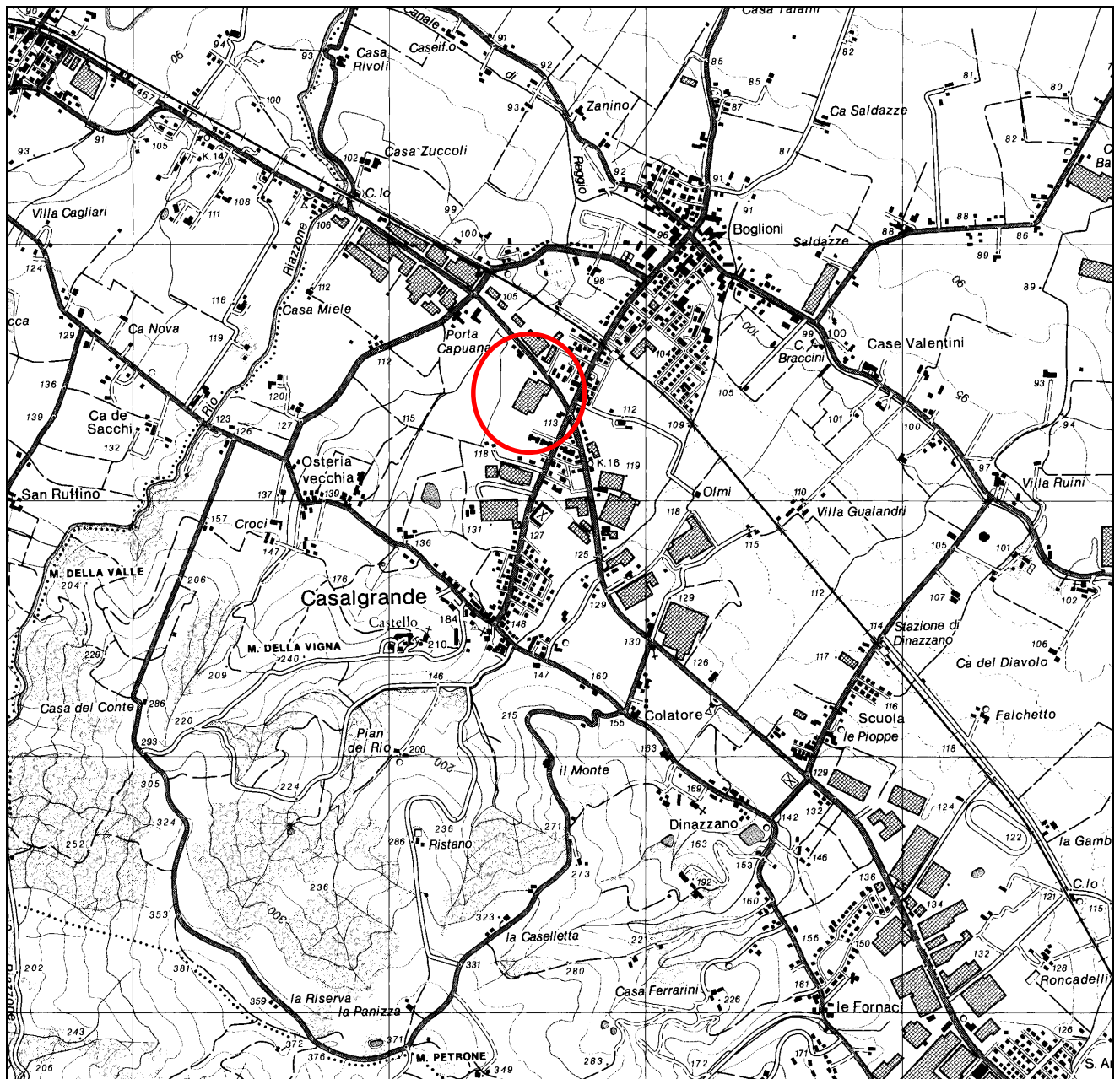
Lo studio è sviluppato in modo da costituire utile elemento di riferimento generale per le fasi successive della progettazione e per definire gli ulteriori programmi di indagini geognostiche di dettaglio nei futuri singoli lotti.

2. STATO DEL TERRITORIO

2.1 ELEMENTI GEOGRAFICI DELL'AREA

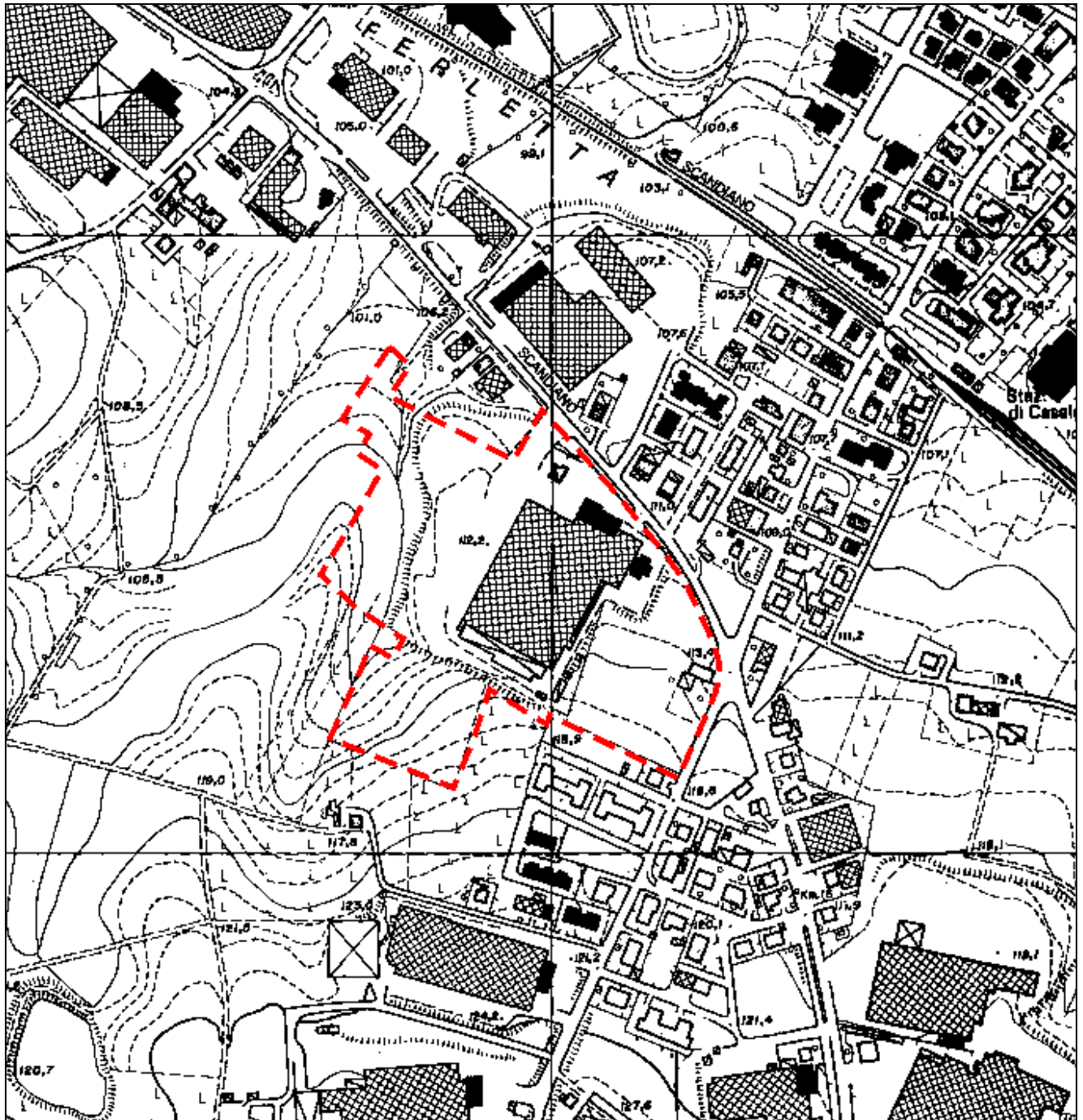
L'area in esame è situata nel settore centro-meridionale dell'abitato di Casalgrande, al bordo meridionale dell'alta pianura reggiana, nel settore antistante le prime colline (Fig. 1-2).

FIGURA 1 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO 1:25.000 (Tavoletta Ctr 219no)



Questa zona appartiene alla fascia di transizione dei terrazzi pedecollinari pleistocenici.

FIGURA 2 - COROGRAFIA 1:10.000 (Sezione Ctr n° 219011)



Dal punto di vista morfologico, l'area in studio presenta una pendenza di circa 2-3% in direzione SW-NE e quote comprese tra circa 119 e 107 m s.l.m. (Fig. 2).

Dal punto di vista topografico gran parte dell'area di Comparto è composta da quote artificiali che falsano il profilo di campagna naturale originario; in particolare in corrispondenza del settore attualmente occupato dalla Ceramica Supergress che presenta altezze di riporto anche di 6-8 m.

Dal punto di vista geomorfologico l'area studiata è stata plasmata prevalentemente dall'azione modellatrice dell'acqua che ha inciso e modificato l'originaria morfologia. Infatti durante gli interglaciali Riss-Würm e tardo würmiani si sono formati lungo la fascia pedecollinare estese coperture detritiche "glacis" di accumulo, ad opera dei corsi d'acqua, che scendendo impetuosi dal margine collinare, e in funzione del carico solido che erano in grado di trasportare, erodevano con le loro acque i terreni terrazzati più antichi, per poi depositare i sedimenti trasportati lungo la fascia di passaggio tra collina e alta pianura.

Attualmente tale morfologia è riscontrabile nelle paleosuperfici pedogenizzate con suolo giallo-bruno, a loro volta intagliate da solchi e vallecole di incisione dei piccoli corsi d'acqua. La zona terrazzata individuabile fra Villalunga-Dinazzano-Boglioni-Casalgrande rappresenta, per esempio, le vestigia di tale morfologia fluvioglaciale.

Gli elementi geomorfologici di maggior rilievo presenti nel territorio in studio, oltre alle scarpate che incidono i depositi del Mindel e del Riss, sono rappresentati dai conigli alluvionali terrazzati.

Attualmente tra gli agenti geomorfologici che modificano maggiormente la forma del territorio è da annoverare quello antropico, come evidenzia l'intensa urbanizzazione dell'area tra Casalgrande e Boglioni.

2.1.1 Riferimenti Cartografici

Cartograficamente l'area in studio è individuata sulla C.T.R.:

- Tavoletta 219no a scala 1:25.000 (Fig. 1)
- Sezione n° 219010 alla scala 1:10.000
- Elemento n° 219011 a scala 1:5.000 (Fig. 2)

Per la geologia l'area è stata recentemente cartografata nella:

- Cartografia Geologica, Progetto CARG della Regione Emilia Romagna (Fig. 3).

2.2 GEOLOGIA DELL'AREA

Nella figura n° 3, l'area in esame viene cartografata come appartenente agli apporti alluvionali dei torrenti appenninici minori; questi formano apparati che, nella fascia pedemontana, si congiungono tra loro formando conoidi composte; la loro sedimentazione è generalmente più fine, sabbioso-limosa con piccoli corpi ghiaiosi che si dipartono dalle zone apicali dei singoli apparati, sotto forma di strette fasce potenti qualche metro.

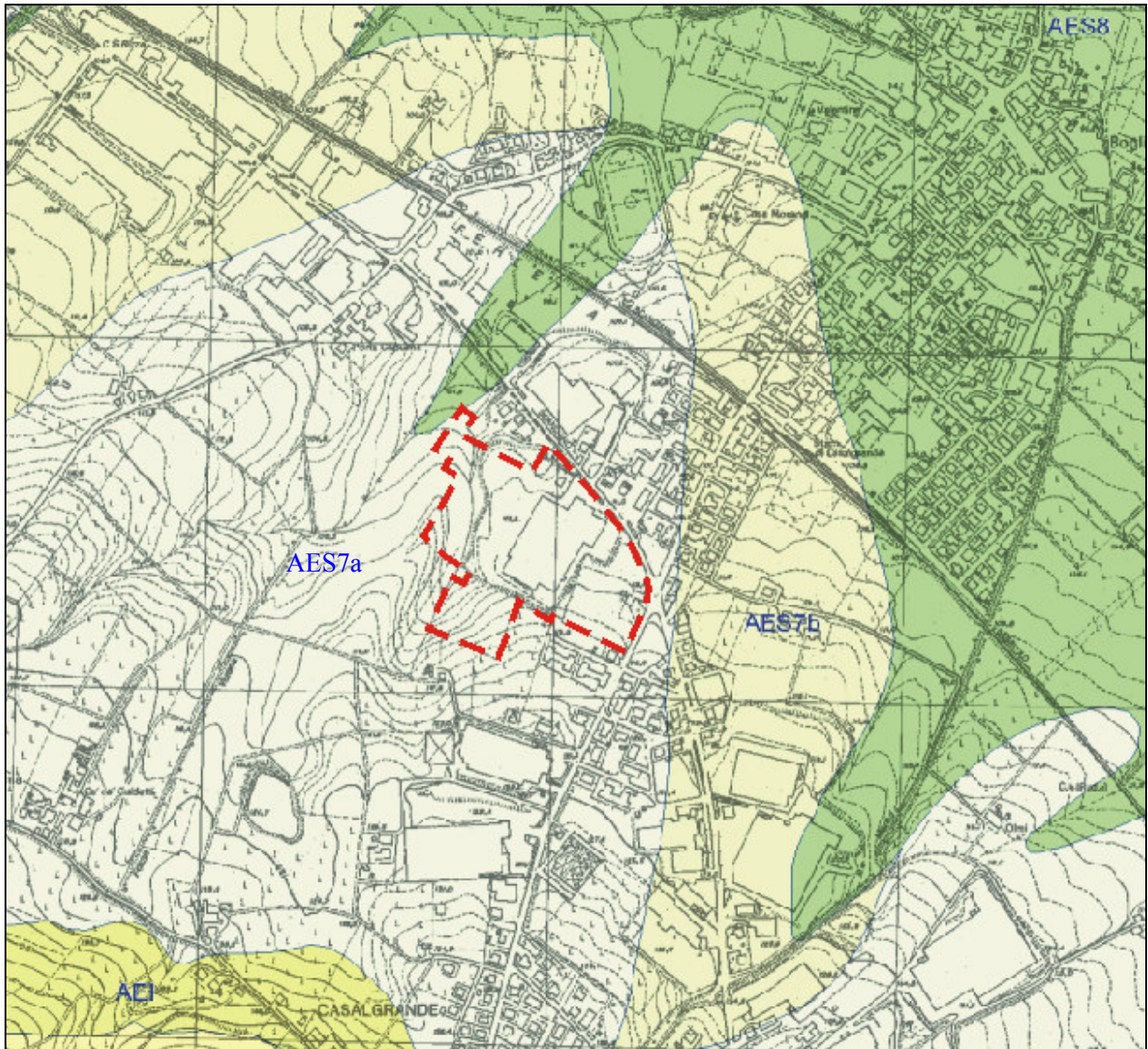
La copertura sedimentaria continentale di questa fascia di pianura ha un'età compresa tra il Pleistocene ed il Quaternario attuale.

I sedimenti alluvionali appoggiano su un substrato marino, costituito dalla Formazione delle Argille Grigio-Azzurre Plio-Pleistoceniche.

Per trovare i sedimenti di origine marina è sufficiente spostarsi poche centinaia di metri a sud, in concomitanza con le prime colline, dove affiorano i terreni pliocenici composti da argille siltose grigio-azzurre con intercalazioni di sabbie fini (Argille Azzurre).

Di seguito si riportano le litologie cartografate nella Carta Geologica di Figura n° 3:

FIGURA 3 – CARTA GEOLOGICA (scala 1:10.000)



Da progetto CARG – Regione Emilia Romagna.

AES8 - Subsintema di Ravenna

Limi sabbiosi e limi argillosi negli apparati dei torrenti minori o ghiaie in lenti entro limi, subordinate ghiaie e ghiaie sabbiose in quelli dei torrenti e fiumi principali. A tetto suoli a basso grado di alterazione con fronte di alterazione potente fino a 150 cm e parziale decarbonatazione; orizzonti superficiali di colore giallo-bruno. Nell'alta pianura su AES7b (affiorante solo in cave). Potenza fino a oltre 20 m. *Olocene (età radiometrica della base: 11.000 - 8.000 anni).*

AES7b - Unità di Vignola

Ghiaie con matrice limo-sabbiosa in prossimità dei torrenti e fiumi principali, passanti distalmente e lateralmente a limi e limi sabbiosi.

Depositi fluviali intravallivo e di conoide passante lateralmente a interconoide e distalmente a piana inondabile. Al tetto suoli decarbonatati con tracce di illuviazione di argilla e fronte di alterazione tra 1,5 e 2 m, orizzonti superficiali di colore da rosso bruno a bruno scuro. Potenza fino a oltre 20 m. *Pleistocene sup.* - *Olocene basale*

AES7a - Unità di Niviano

Depositi continentali ghiaioso sabbiosi dei terrazzi intravallivi e di conoide dei fiumi principali, e limo-sabbiosi dei torrenti minori (come nell'area in studio). Al tetto suoli decarbonatati, a luoghi rubefatti, con fronte di alterazione < 5 metri, orizzonti superficiali con colore variabile a seconda della litologia da rosso bruno a giallo bruno. Contatto inferiore in discontinuità su unità più antiche. Contatto superiore coincidente con la superficie topografica nelle aree intravallive e pedecollinari, sepolto da AES7b e AES8 nell'alta pianura. Potenza affiorante < 10 m o non valutabile. *Pleistocene sup.*

AEI - Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore

Alternanze di ghiaie limoso-sabbiose e limi; contatto inferiore in discontinuità su FAA attraverso una superficie di discontinuità di importanza regionale. In aree non erose al tetto suoli decarbonatati con fronte di alterazione superiore a 5 m. Potenza affiorante variabile da pochi metri a circa 100. *Pleistocene medio?*

2.3 IDROGRAFIA DI SUPERFICIE

La rete drenante nell'area di studio, orientata da SO a NE, è caratterizzata dalla presenza di una serie di piccoli corsi d'acqua ad andamento subparallelo (Rio Medici a est), che drenano i terrazzi pleistocenici, convogliando le loro acque nel Canale di Reggio (fig. 1). Solo il Rio Riazzone, poco più di un km a ovest, prosegue oltre il canale immettendosi nel T. Tresinaro, poco a sud di Arceto.

Le pendenze presenti e la tipologia di terreni non permettono il ristagno d'acqua.

2.4 IDROGEOLOGIA GENERALE

Dal punto di vista idrogeologico ci troviamo in una zona di transizione fra il dominio del F. Secchia con la parte più occidentale della sua conoide pedemontana e quello dei corsi d'acqua minori costituito dalle piccole conoidi del Rio Riazzone e di altri corsi e dalla conoide del T. Tresinaro, a ovest dell'area esaminata.

Si tratta di un acquifero costituito da una successione di sedimenti fluviolacustri sia marini sia continentali di età pleistocenica-quadernaria che poggiano su un substrato impermeabile pliocenico. Le formazioni più recenti (Olocene) costituenti l'acquifero sono formate da alternanze di strati ghiaioso-sabbiosi intercalati a complessi argillosi e limosi con livelli torbosi, di sedimentazione continentale fluviale, e di spessori compreso fra 100 e 300

- metri. L'area indagata si trova impostata, come detto, nella zona di passaggio tra il settore occidentale della conoide apicale del F. Secchia al suo sbocco in pianura, e i terreni di pertinenza delle conoidi dei corsi d'acqua minori. La conoide del F. Secchia è caratterizzata da depositi alluvionali medio recenti con litotipi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi deposti dal corso d'acqua, che costituiscono un unico corpo acquifero, di tipo monostrato, formato da spessi letti ghiaioso-sabbiosi pressoché continui, separati da sottili intercalazioni limo-argillose e limo-sabbiose, che aumentano progressivamente verso nord, mentre i depositi grossolani diminuiscono di spessore assumendo andamento lenticolare.
- Lateralmente tali depositi ghiaiosi tendono a rastremarsi lasciando il posto ai sedimenti più fini delle conoidi minori, che caratterizzano tutto il settore dell'area studiata, contraddistinta da una marcata variabilità laterale e talora anche longitudinale con strutture deposizionali lentiformi.
- Le conoidi dei corsi d'acqua minori hanno uno sviluppo assai più contenuto, mentre le ghiaie, per lo più con abbondanti matrici limose, hanno spessori e sviluppi areali assai più ridotti, condizionando vistosamente la trasmissività dell'acquifero interposto tra le due conoidi principali. Il rilievo appenninico, per lo più costituito dalle argille del ciclo plio-pleistocenico, a contatto con le alluvioni tardo-pleistoceniche e oloceniche, è caratterizzato da flussi sotterranei per lo più nulli e può contribuire all'alimentazione dell'acquifero solo con il ruscellamento superficiale. Gli apici delle conoidi, presso il raccordo con i solchi vallivi, con il flusso subalveo dei relativi corsi d'acqua costituiscono una sezione di flusso imposto di rilevante importanza per il bilancio della falda.
- I limiti areali, di tipo geologico, delle singole conoidi sono invece caratterizzati per lo più da flussi non univoci, ma variabili nello spazio e nel tempo, con scambi con le unità idrogeologiche di confine, delle conoidi limitrofe e degli acquiferi della piana alluvionale.
- Il limite inferiore dell'acquifero (substrato) è abbastanza bene individuato da un punto di vista idrogeologico, ma non dal punto di vista idrodinamico e idrochimico.
- Al di sotto di un primo strato, che potremo definire principale, esistono livelli acquiferi separati da strati semimpermeabili, arealmente piuttosto continui, che possono determinare fenomeni di drenanza prevalenti su quelli di infiltrazione diretta negli acquiferi profondi.
- Anche nella parte più alta del substrato geologico, costituito da successioni prevalentemente argillose a facies marina del Pleistocene inferiore e medio, sono presenti sottili livelli ghiaiosi che costituiscono acquiferi con falde in pressione, con comportamento idrodinamico e idrochimico tipico di acquiferi chiusi, caratterizzati da scambi per drenanza.
- Il moto generale della falda è diretto verso nord-nord/est, pertanto il Comparto si pone a valle, dal punto di vista idraulico, rispetto all'area cimiteriale.
- Nell'area del Comparto in esame, le indagini geognostiche non hanno rilevato alcun livello di falda superficiale.
- Nell'area del Comparto sono presenti alcuni piezometri di monitoraggio ambientale con profondità compresa tra 10-80 m; tra i superficiali (10-21 m), alcuni sono "secchi" altri presentano un livello acquifero compreso tra 10-13 m da p.c.. Il piezometro profondo 80 m intercetta un livello acquifero che si attesta a circa 63 m da p.c..

3. SISMICITÀ DELL'AREA

Zonazione sismogenetica

È stata utilizzata la zonazione sismogenetica dell'INGV, chiamata ufficialmente ZS9. Rispetto alle zonazioni precedenti, in questo caso le zone sorgente sono state disegnate più vincolate rispetto alle sorgenti sismogenetiche e alla sismicità storica e strumentale e le aree circostanti sono state cautelate attraverso i normali effetti di propagazione della pericolosità sismica al di fuori delle zone sorgente.

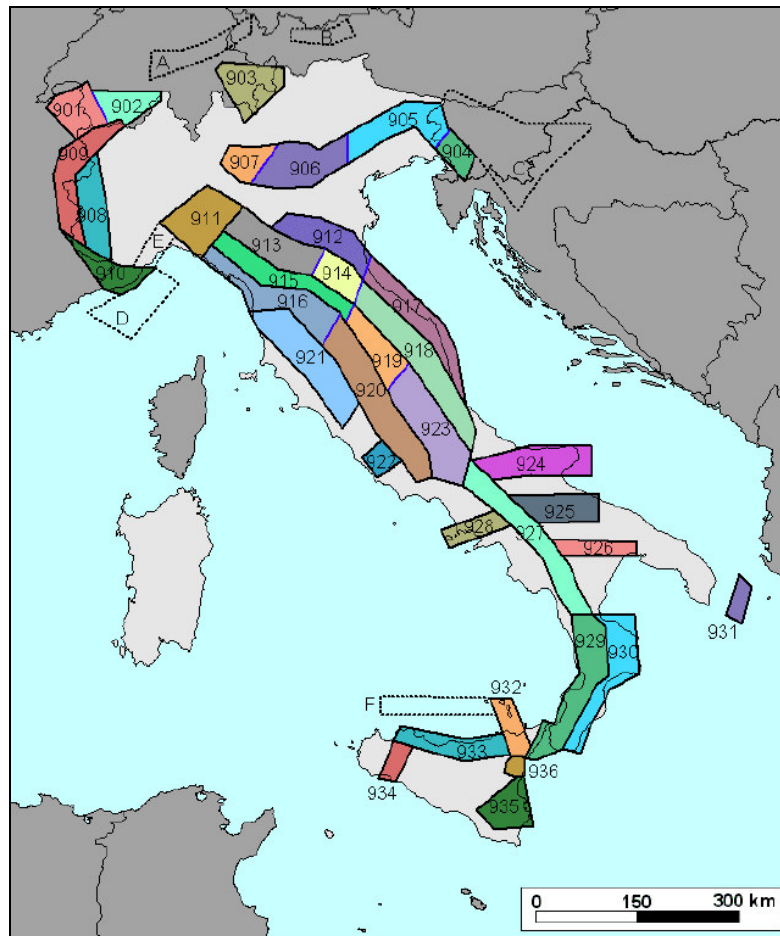


Figura 4 – Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV).

La zonizzazione ZS9 risulta basata prevalentemente sulle informazioni di ZS4; recepisce le informazioni sulle sorgenti sismogenetiche italiane messe a disposizione da DISS 2.0 (Database of Potential Sources for Earthquake Larger than M5.5 in Italy, 2001) e da altre compilazioni regionali di faglie attive; considera inoltre le indicazioni che derivano dall'analisi dei dati relativi ai terremoti più importanti verificatisi successivamente alla predisposizione di ZS4, alcuni dei quali localizzati al di fuori delle zone sorgente in essa definite; supera il problema delle ridotte dimensioni delle zone sorgente e della conseguente limitatezza del campione di terremoti che ricade in ciascuna di esse.

La ZS9 può essere utilizzata in congiunzione con il nuovo catalogo CPTI2, e fornisce inoltre una stima della “profondità efficace”, cioè dell’intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoti in ogni zona sorgente, utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione determinate su base regionale, e fornisce per ogni zona un meccanismo di fagliazione prevalente, utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione modulate sulla base dei coefficienti proposti da Bommer et al. (2003).

La zonazione è costituita da 42 zone-sorgente, i limiti tra le zone sono neri e blu, i limiti neri definiscono limiti il cui tracciamento dipende esclusivamente da informazioni tettoniche e geologico-strutturali, il colore blu invece definisce suddivisioni di zone con uno stesso stile deformativo ma con differenti caratteristiche della sismicità. Come ad es. distribuzione spaziale degli eventi o la massima magnitudo rilasciata, ecc.

Le 42 zone-sorgente ZS9 vengono identificate da un numero che va da 901 a 936 o con una lettera da A a F.

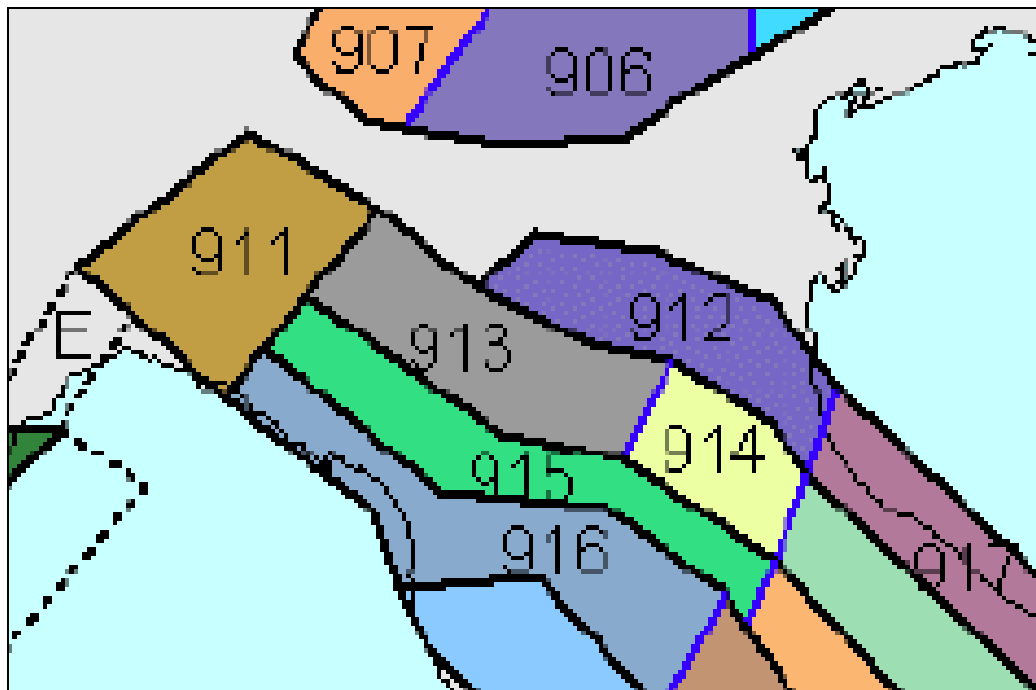


Figura 5 – Zoom sulla zonazione sismogenetica ZS9 dell’Emilia Romagna ZS9.

Sismicità delle zone sorgenti

Nel territorio del Comune di Casalgrande non sono riconosciute strutture sismogenetiche; tuttavia in passato sono stati risentiti gli effetti di numerosi terremoti dovuti ad una sismicità naturale localizzata nelle zone 913 e 912.

Le zone 913 e 912 sono quelle con un potenziale sismico tale da generare effetti non trascurabili nel territorio del Comune di Casalgrande, mentre le altre vengono considerate poco influenti per generando terremoti con magnitudo a volte anche elevata (ad esempio la zona 915).

La prima determina una sismicità riconducibile a sorgenti attivate da meccanismi focali distensivi (faglie dirette e trascorrenti distensive) con massimi storici che hanno raggiunto intensità del X° MCS (Magnitudo $M_a=6-6.3$).

La seconda è causata da una sensibile attività come documentato dagli eventi del bolognese, del reggiano e del parmense (ultimo dei quali nel 2000). Questi eventi sono riconducibili a sorgenti superficiali attivate da meccanismi focali per compressione (faglie inverse e trascorrenti compressive) se si escludono eventi la cui origine è ancora incerta. Fra questi figura il terremoto di Castelvetro del 1501 che avrebbe prodotto, in base alla ricostruzione macrosismica, effetti del IX° MCS. Se confermato, la fascia pedappenninica sarebbe quella potenzialmente più pericolosa per il territorio reggiano.

La fascia del fronte appenninico sepolto determina una sismicità rappresentata da terremoti a intensità medio-bassa, ma con una discreta frequenza di accadimento.

Per quanto riguarda la sismicità storica si può osservare che meccanismi focali di terremoti a dinamica compressiva, con direzione di raccorciamento principale orientata all'incirca N-S o NNE-SSO e di magnitudo (secondo la scala di Richter) fino a 5-5,5, sono stati registrati con epicentro posto fino a pochi chilometri da Casalgrande. In questa zona, come sopra citato, è stato poi anche localizzato l'epicentro di un terremoto storico (5 giugno 1501) la cui magnitudo macrosismica è stata stimata attorno a 9 (AA.VV., 2003). I cataloghi delle registrazioni sismiche riportano inoltre numerose registrazioni di terremoti, di magnitudo inferiore a 4 e con epicentri localizzati nell'area all'intorno di Casalgrande.

I dati geologici e sismologici mettono quindi in evidenza come la zona pedecollinare sia forse da ritenere sismicamente attiva o comunque interessa da elementi geologico-strutturali neotettonici. L'inclusione del Comune di Casalgrande, assieme ai vicini Comuni di Sassuolo, Fiorano, Maranello, Formigine e Castelvetro, nell'elenco dei comuni sismici in zona 2, da parte della citata Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274, ribadisce tale condizione di sismicità relativamente più accentuata rispetto alla maggioranza dei Comuni reggiani i quali sono quasi tutti inclusi tra i comuni classificati in zona 3 a minore sismicità rispetto la zona 2.

Frequenza di accadimento

La frequenza con cui si sono verificati in passato i terremoti capaci di produrre danni significativi agli edifici consente di valutare con quale frequenza si manifesteranno in futuro, dal momento che questa presumibilmente non cambia.

Nella tabella sono riportati, per varie soglie di magnitudo, il numero di eventi per intervalli di tempo crescenti di 100 anni, partendo dall'ultimo secolo, registrati in Emilia Romagna.

CLASSI DI MAGNITUDO	INTERVALLO DI 100 ANNI		INTERVALLO DI 200 ANNI		INTERVALLO DI 300 ANNI		INTERVALLO DI 400 ANNI	
	Numero di terremoti	Tempo in anni di ripetizione	Numero di terremoti	Tempo in anni di ripetizione	Numero di terremoti	Tempo in anni di ripetizione	Numero di terremoti	Tempo in anni di ripetizione
4.5 < Ma < 5.0	28	3,6	56	3,6	67	4,5	75	5,3
5.0 < Ma < 5.5	10	10,0	16	12,5	22	13,6	27	14,8
5.5 < Ma < 6.0	3	33,3	4	50,0	6	50,0	8	50,0
Ma > 6.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Tutte*	76	1,3	129	1,5	147	2,0	173	2,3

* tutti gli eventi che hanno prodotto danni (intensità epicentrale massima osservata maggiore di V-VI grado MCS)

Come si può osservare le frequenze che si ottengono nei primi due intervalli, più attendibili perché andando indietro nel tempo il catalogo dei terremoti diventa più incompleto, è di un evento ogni 1.3-1.5 anni.

Valori di magnitudo maggiori di 5.0, che corrispondono ad intensità epicentrali di VII-VIII grado MCS indicano un evento ogni 10-12 anni, mentre terremoti con $Ma > 5.5$ (VIII-IX grado MCS) si ripetono con una frequenza di un evento ogni 50 anni, che si mantiene costante indicando una buona completezza del catalogo.

4. NORMATIVA SISMICA DI RIFERIMENTO

Ordinanza P.C.M. 3274/2003

A seguito della nuova classificazione sismica (Ordinanza P.C.M. 3274 del 20/3/2003 e s.m), il territorio nazionale è diviso in quattro zone sismiche caratterizzate da differenti valori dell'accelerazione orizzontale massima (a_g/g) su suolo di categoria A.

ZONA	VALORE DI a_g
1	0,35
2	0,25
3	0,15
4	0,05

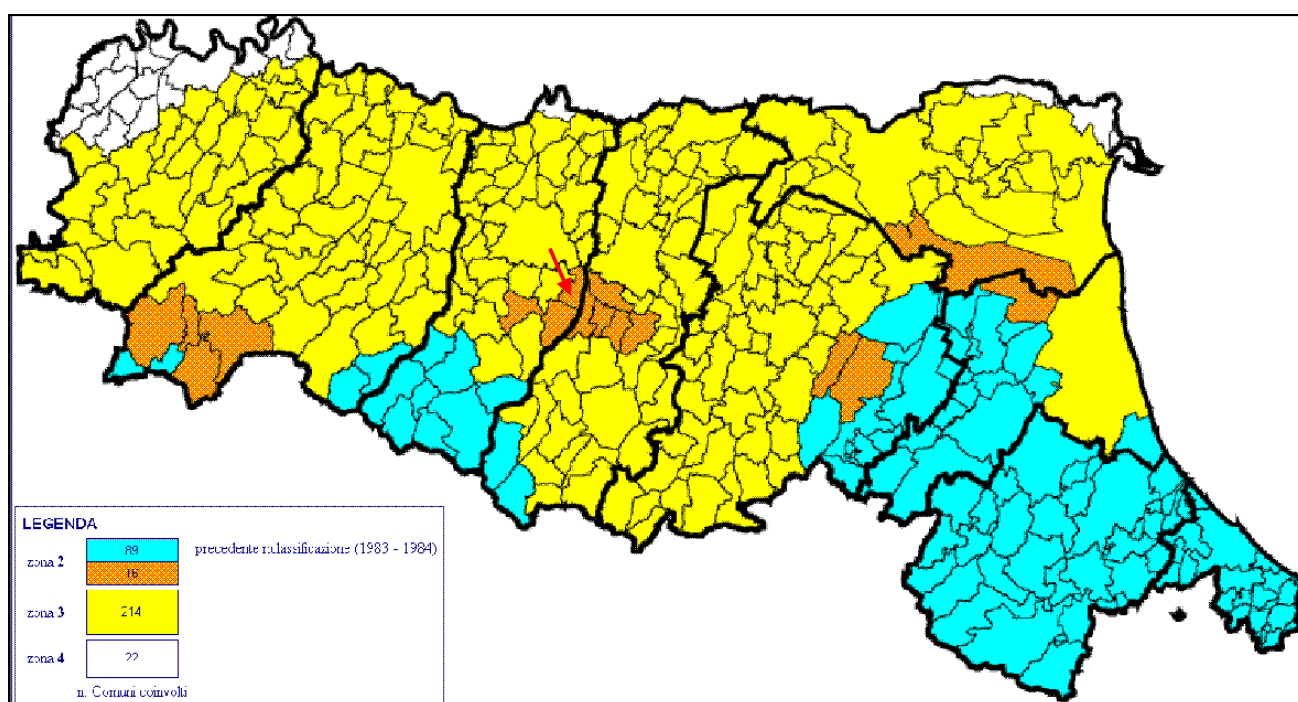


Figura 6 - Classificazione sismica attuale di riferimento - Ordinanza PCM del 20 marzo 2003 n. 2374 All. 1.

Il Comune di Casalgrande ricade in “zona sismica 2” a cui corrisponde un'accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A, riferita ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni, ed espressa come frazione dell'accelerazione di gravità g , pari a $a_g = 0,25g$.

Ordinanza P.C.M. 3519/2006

Successivamente, l'Ordinanza PCM 3519/2006 ha indicato i *Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*.

A tale ordinanza è allegata la *Mappa di Pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale* nella quale è possibile verificare che il territorio del Comune di Sassuolo è compreso nell'area caratterizzata da **valori dell'accelerazione massima al suolo (a_{max})**, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, All. 2, 3.1), **compresi tra 0,150 e 0,175** l'accelerazione di gravità g .

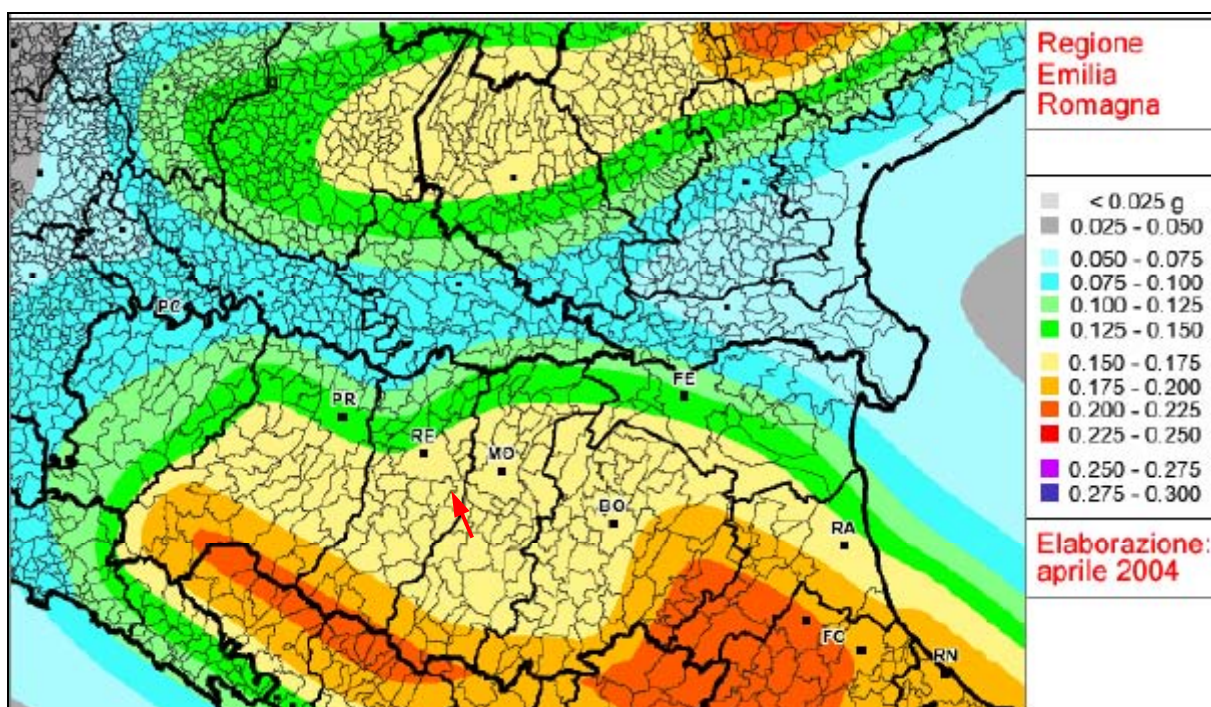


Figura 7 - Mappa di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima al suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A) allegata all'Ordinanza PCM n. 3519 del 28 aprile 2006. (Fonte: Sito web della Regione Emilia-Romagna).

Del. Rer. 112/2007

Recentemente poi, la RER ha approvato la Del. n. 112 del 02-05-2007 “Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica.”; in All. A4 sono riportati i valori di accelerazione max, espressa sempre in frazione dell'accelerazione di gravità g (a_{refg}), per ogni comune della Regione.

RE	Canossa	0.158
RE	Carpineti	0.159
RE	Casalgrande	0.162
RE	Casina	0.158
RE	Castellarano	0.161
RE	Castelnovo di Sotto	0.117

Per il Comune di Casalgrande risulta $a_{refg}=0,162$.

D.M. 14-01-2008

Il D.M. 14/01/2008 stabilisce che i parametri spettrali necessari per definire l'azione sismica di progetto vengano determinati considerando le proprietà del sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (NTC , TAB.1 allegato "B" del D.M.), inserendo le coordinate del punto in questione. (Fig. 8).

Nello stesso allegato sono riportati anche altri due parametri sismici:

- Fo: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- Tc : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Relativamente ai suddetti parametri va detto che i valori tabellati sono sempre riferiti al substrato rigido.

Per la loro definizione occorre tener conto:

- a) tempo di ritorno : 475 anni
- b) vita nominale della costruzione : 50 anni
- c) azione sismica : stato limite di salvaguardia della vita

Il valore del sito viene ottenuto tramite la media pesata dei valori che si riferiscono ai quattro punti del reticolo che comprendono l'area in oggetto mediante la seguente formula:

$$p = \frac{\sum_1^4 \frac{P_i}{d_i}}{\sum_1^4 \frac{1}{d_i}}$$

Dove :

p = valore del parametro di interesse nel punto in esame

pi = valore del parametro di interesse nell'i-simo punto della maglia elementare contenete il punto in

esame

di = distanza del punto in esame dall'i-simo punto della maglia suddetta

A quanto sopra è possibile giungere direttamente via software (ACCA SOFTWARE) operando sulle immagini satellitari di GOOGLE ricavando con il puntatore le coordinate del sito in questione (Fig. 8).

I risultati:

ag = 0.162

Fo = 2.384

Tc = 0.29

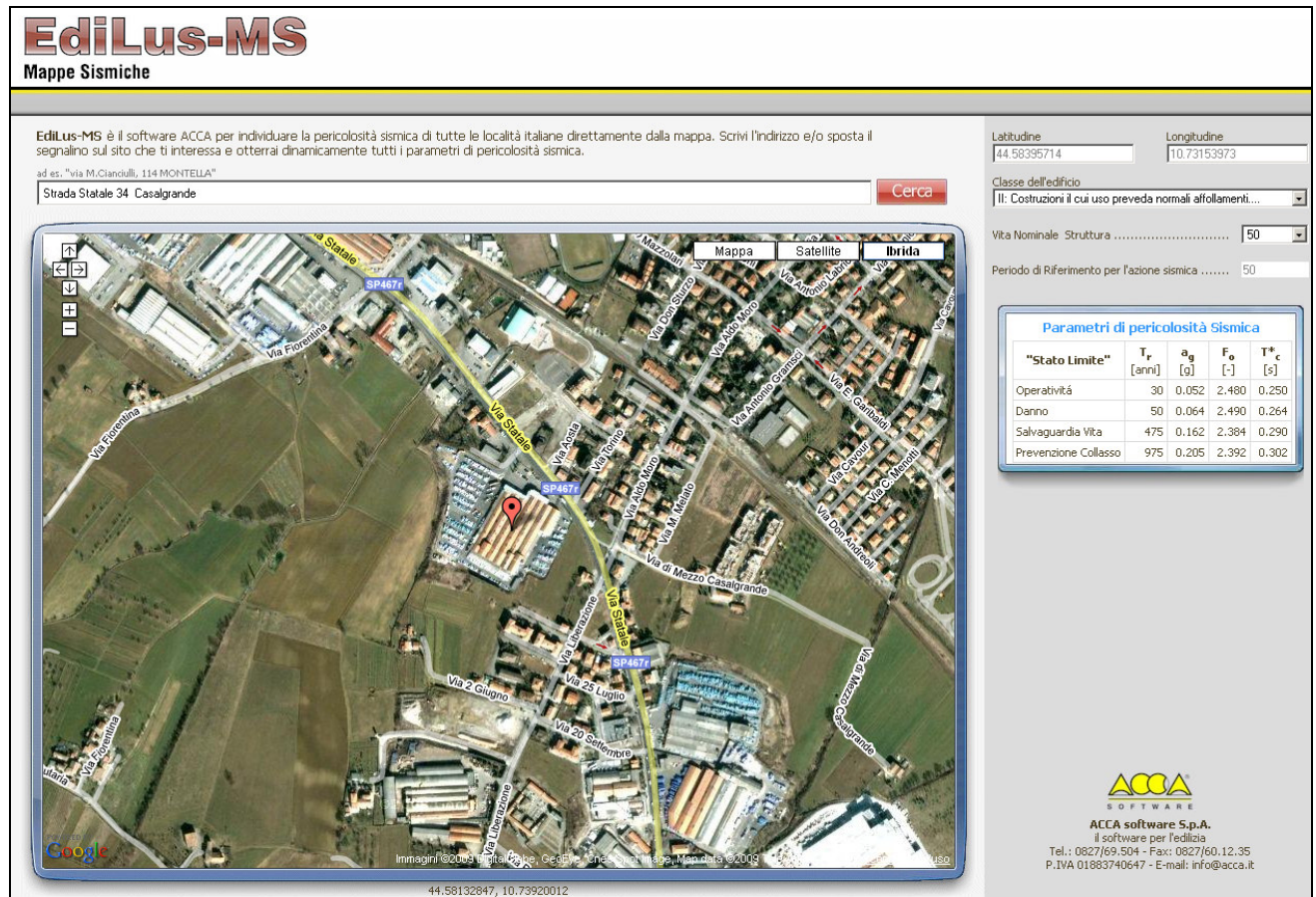


Figura 8 – Determinazione dei parametri sismici.

Il valore di 0.162 è lo stesso di quello ricavabile dalle tabelle della Del. Reg. RER n. 112/2007 All. 4.

4.1 NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI – AZIONE SISMICA

Per completare la definizione dell'azione sismica, oltre all'accelerazione a_g , è necessario tener conto, della topografia e della stratigrafia.

Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tabelle seguenti).

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

La misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio è fortemente raccomandata. Nei casi in cui tale determinazione non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica (*Standard Penetration Test*) N_{spt30} nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente C_{u30} nei terreni prevalentemente a grana fina.

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie S1 ed S2 di seguito indicate, è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

Tabella 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle definizioni precedenti V_{s30} è la velocità media di propagazione delle onde di taglio e viene valutato dalla seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s_i}}} \text{ m/s}$$

h_i = spessore dello strato i-esimo

V_{s_i} = velocità onde S nello stato i-esimo

N = numero strati considerati

Condizioni topografiche – amplificazione topografica S_T

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.IV):

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Trattandosi di un'area subpianeggiante, non c'è nessun incremento, pertanto $S_T=1$

4.2 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Per la classificazione sismica del suolo di fondazione, occorre determinare il parametro “ V_{S30} ”. A tale scopo si sono consultati n° 4 stendimenti sismici ReMi eseguiti dal Dott. Gemelli Franco e riportati nella relazione sismica del 27-10-2008 (All. 2).



Figura 9 – Ubicazione stendimenti sismici (scala grafica)

4.2.1 PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE TIPO REMI (MICROTREMORI)

Lo scopo dell'indagine è di valutare le velocità sismiche dei terreni attraversati e la valutazione della V_{s30} in base *all'ordinanza del P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003 e succ. modifiche*.

La tecnica non è invasiva e non richiede forme di energizzazione in quanto sfrutta l'energia dispersa nel sottosuolo.

Le onde *Rayleigh*, che sono il risultato dell'interferenza fra le onde di pressione "P" e quelle di taglio "S", si trasmettono sulla superficie libera e, in un terreno stratificato, subiscono una sorta di dispersione con velocità di propagazione che dipende dalla frequenza.

Le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità per cui hanno una maggior velocità di fase.

Il calcolo del profilo delle velocità $\frac{V_{fase}}{frequenza}$ può essere convertito nel profilo $\frac{V_s}{profondità}$.

Le onde di superficie così registrate in archi temporali di 32 secondi, in modalità 24 bit e con 10 campionamenti per stendimento, con geofoni intervallati di 4.00 m, che coprono un range di frequenza che varia da 2 a 25 Hz, consentono di ricostruire in modo dettagliato l'andamento delle "Vs" nell'ambito dei primi 100 metri di sottosuolo.

L'elaborazione del segnale consiste nell'operare una trasformata bidimensionale "*slowness – frequency*" che analizza l'energia di propagazione del rumore. Il risultato finale è dato da:

$$\frac{30}{\sum_1^n \frac{h_i}{V_i}}$$

Dove:

h_i = spessore relativo

V_i = velocità onde "S" riferita allo spessore

Da specificare che i 30 m vanno presi dalla quota di appoggio delle fondazioni.

In Allegato 2 si riportano le immagini e i tabulati relativi ai 4 stendimenti (tratti da Indagine Sismica del Dott. Geol. Gemelli Franco).

Di seguito si riportano le conclusioni dell'Indagine Sismica citata.

ReMi n°	Prof. posa fondazioni (m)	V_{s30} (m/s)	Classe
1	1.5	384	B
2	1.0	297	C
2	10	420	B
3	1.0	353	C
3	10	542	B
4	1.5	394	B

Dall'analisi dei dati risulta che i valori di Vs30 sono condizionati dalla presenza (stendimento 2 e in parte 3) di materiale di riporto che raggiunge anche gli 8-10 m di spessore.

In questi settori, con fondazioni superficiali si cade in "C" mentre se l'appoggio è al di sotto del riporto (es. pali, oppure totale rimozione del riporto) si cade in "B" come avviene negli altri due casi (stendimenti 1 e 4).

Poiché le fondazioni andranno poggiate su una litologia naturale al di sotto del riporto, il suolo di fondazione del Comparto rientra in classe B.

Conoscendo la "Vs30" (valore medio 435 m/s con fondazioni poste al di sotto dei riporti), valutando la posizione del substrato ad una profondità prossima ma minore ai 100 m, si ricava il valore dell'amplificazione facendo riferimento alla Delibera Consiglio RER n°112 del 2/05/2007 - Allegato 2 di cui di seguito si riporta l'estratto.

F.A. P.G.A.

Vs30	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	1.0

Interpolando si ottiene $\eta = 1.53$.

Da quanto sopra, allora, il valore di "ag" a livello di superficie sarà: $0.162 \cdot 1.53 = 0.247$.

In base al DM 14/01/2008, il suolo di fondazione del comparto rientra mediamente nella CLASSE "B".

In sintesi:

Casalgrande	Zona 2
a_g (Del.Reg. 112/2007)	0.162
Ampl. topografica S_T	1
Ampl. stratigrafica S_S	1.53
Suolo di fondazione	classe B
V_{s30}	384-542 m/s
a_g prog	0.247

5. SUSCETTIBILITÀ SISMICA ED EFFETTI DI SITO

Cenni di microzonazione sismica

La diversa entità dei danni prodotti da un terremoto nello stesso ambito territoriale dimostra che le azioni sismiche possono assumere, anche a distanze di poche decine di metri, caratteristiche differenti in funzione delle diverse condizioni geologiche che caratterizzano un dato ambito territoriale (morfologia superficiale, morfologia del substrato roccioso sepolto, presenza e profondità della falda freatica, costituzione e proprietà del sottosuolo, presenza di faglie, ecc).

La microzonazione sismica si propone di studiare e valutare quantitativamente l'influenza che le condizioni geologiche locali hanno sui movimenti del suolo durante un evento sismico.

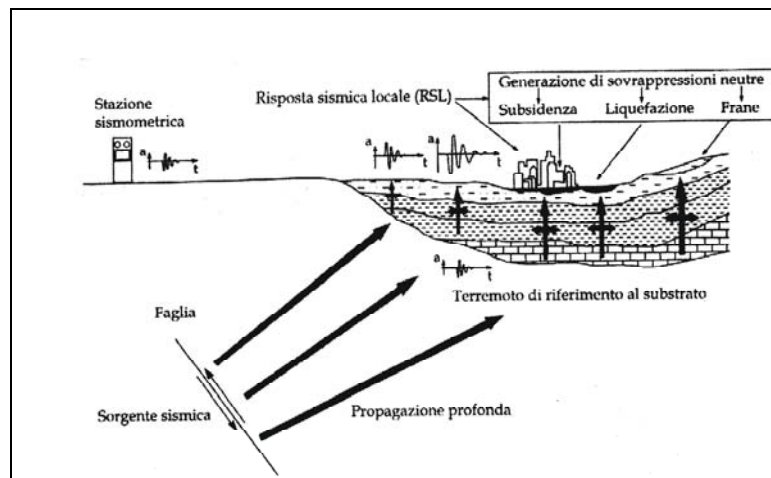


Figura 10 – Schema che illustra il significato della risposta sismica locale.

Il risultato di uno studio di questo tipo si traduce in una carta di dettaglio (carta della microzonazione sismica) che pone limitazioni di natura urbanistica e fornisce prescrizioni di progetto per le costruzioni che, in alcuni casi, possono anche risultare più gravose di quelle contemplate dalle normative vigenti.

L'elemento base della microzonazione sismica è la valutazione della "risposta sismica locale" (RSL). Con tale termine s'intende l'insieme delle modifiche in intensità, ampiezza e frequenza, che un moto sismico relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), posta ad una certa profondità nel sottosuolo, subisce attraverso gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie.

Pericolosità sismica ed effetti di sito

L'esperienza e le ricerche sul terreno, hanno messo in evidenza l'esistenza di aree che tendono a risentire maggiormente degli effetti distruttivi delle scosse telluriche, rispetto ad altre aree poste nelle loro immediate vicinanze. Tale comportamento è legato alla possibilità del verificarsi di diversi tipi di fenomeni:

- effetto di amplificazione sismica
- effetto d'instabilità da terremoto
- liquefazione

Amplificazione sismica – Considerazioni generali

Terreni con caratteristiche geotecniche particolarmente scadenti possono, in condizioni di sollecitazione sismica, perdere temporaneamente o permanentemente la capacità portante a loro ascrivibile in condizioni statiche, causando cedimenti e lesioni negli edifici, anche se questi sono stati costruiti secondo criteri tali da far loro sopportare le sollecitazioni indotte dai terremoti attesi. Altro caso riguarda l'effetto di liquefazione in condizioni sismiche dei terreni sabbiosi saturi che, sotto sollecitazioni cicliche, tendono a perdere la loro resistenza al taglio.

In alcuni casi, le particolari caratteristiche del sito, sia di tipo morfologico sia derivanti dalla natura del substrato, possono determinare effetti di amplificazione delle sollecitazioni, rispetto ad una situazione tipo. Si precisa che la situazione tipo è in generale definita da un'area pianeggiante con roccia granitica come appoggio per le strutture di fondazione degli edifici oppure, negli studi di microzonazione sismica, come il substrato roccioso (bedrock) che risente del terremoto di riferimento per il sito in questione, rispetto al quale si verifica l'eventuale effetto di amplificazione.

Tale effetto di amplificazione è legato alla presenza di terreni con rigidità inferiori a quella di riferimento; tale condizione di minore rigidità può ad esempio essere espressa dal valore dell'impedenza acustica della roccia (prodotto della densità per la velocità delle onde sismiche): più l'impedenza sismica della roccia è minore rispetto a quella della roccia di riferimento più l'effetto di amplificazione si rende evidente.

L'effetto di amplificazione sismica si risente poi anche quando il substrato è costituito da "terreni" (in senso geotecnico: terreni quaternari, depositi superficiali, ecc.), che per la loro stessa natura sono caratterizzati da valori di impedenza sismica sempre inferiori a quelli della roccia di riferimento. In questi casi, tuttavia, accade spesso che il fenomeno di amplificazione non risulta la causa delle lesioni e dei crolli degli edifici costruiti su questi terreni. In effetti, sono le caratteristiche geotecniche dei medesimi, che in condizioni di sollecitazione sismica tendono a peggiorare decisamente, a determinare i crolli: a causa della perdita di capacità portante alle strutture di fondazione, che avviene prima che l'effetto di amplificazione venga risentito dalla struttura degli immobili.

Ovviamente, non potendo disporre di misure dell'impedenza sismica per le diverse unità, per il presente studio, come descritto in precedenza, sono due i coefficienti di amplificazione considerati:

$S=1.53$ (in base al profilo stratigrafico e tipo di suolo)

$S_T=1$ (coefficiente di amplificazione topografica).

Instabilità da terremoto

Il fatto di trovarsi in un luogo a morfologia sub-pianeggiante pedecollinare esclude ogni rischio di attivazione e/o riattivazione di masse detritiche.

In un adeguato intorno non sono presenti aree instabili o potenzialmente instabili; pertanto un possibile evento sismico non può determinare alcun fenomeno di instabilità locale.

Dato per scontato che il riporto verrà rimosso oppure superato con fondazioni profonde, viene avviato al problema del suo addensamento e/o della sua stabilità (scarpata).

Liquefazione

In generale la possibilità che si verifichino fenomeni di liquefazione è legata alla presenza di terreni sabbiosi saturi. Questa tipologia di terreno rappresenta il fattore predisponente principale (susceptibilità del terreno) che in concomitanza del fattore scatenante (caratteristiche del terremoto atteso) può determinare il rischio di liquefazione.

La verifica alla liquefazione è in genere necessaria quando la falda freatica è superficiale ed il terreno comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda.

La verifica può essere omessa se:

- il terreno sabbioso saturo è a profondità > 15 m
- $S_{ag} < 0.15$ g e il terreno soddisfa almeno una delle condizioni seguenti:
- contenuto in argilla $> 20\%$ con indice di plasticità > 10
- contenuto di limo $> 35\%$ con $N1(60)^* > 20$
- frazione fine trascurabile e $N1(60)^* > 25$

*N1(60): NSPT normalizzato

In profondità, le stratigrafie dei pozzi per acqua dislocati al contorno nonché quella proveniente da una perforazione fatta per un piezometro proprio nell'area in oggetto spinto sino agli 80 m di profondità (All.3), mettono in evidenza che non ci sono sabbie sciolte in falda che possono dar luogo a fenomeni di liquefazione e tantomeno argille soffici che possono dar luogo a cedimenti post-sismici.

In conclusione quindi l'area del Comparto non è suscettibile di effetti di sito quali: instabilità, liquefazione.

6. INDAGINI GEOGNOSTICHE DI CAMPAGNA – PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

Per la caratterizzazione litostratigrafica e meccanico-resistiva dei terreni dell'area d'intervento sono state eseguite n° 5 prove penetrometriche statiche, Vista l'esistenza, all'interno dell'area di Comparto, della Ceramica Supergress con antistanti piazzali di stoccaggio piastrelle, le prove penetrometriche sono state eseguite laddove le condizioni logistiche lo hanno permesso (All. 1 – Fig. 11).

FIGURA 11 – UBICAZIONE PROVE PENETROMETRICHE – Scala 1:2.500



●² : prova penetrometrica statica



Prova penetrometrica statica n° 1.



Prova penetrometrica statica n° 2.



Prova penetrometrica statica n° 3.



Prova penetrometrica statica n° 4.



Prova penetrometrica statica n° 5.

Il penetrometro statico utilizzato è automontato su camion ed è da 10 tonnellate; per la perforazione si è impiegata una punta "Friction Jacket Cone" avente un'area di 10 cm² ed un angolo alla punta di 60°.

Nei tabulati di calcolo (Allegato 1) sono stati riportati, oltre ai valori misurati in sito ogni 20 cm di avanzamento della punta, i valori della *resistenza penetrometrica alla punta* (R_p), espressi in kg/cm^2 , i valori della *resistenza laterale locale* (R_l), sempre espressi in kg/cm^2 , nonché i valori del rapporto fra la *resistenza alla punta* e la *resistenza laterale locale* (R_p/R_l).

Nei diagrammi penetrometrici (Allegato 1) sono riportati in relazione alla profondità in metri:

- a sinistra, la curva della *resistenza penetrometrica alla punta* (R_p : pressione di rottura del terreno), espressa in kg/cm^2 ;
- a destra, la curva del *rapporto fra resistenza alla punta e la resistenza laterale locale* (R_p/R_l : *rapporto di Begemann*).

Per ciascuna prova, è stata poi graficata secondo la classificazione di Schmertmann la stratigrafia interpretativa e la descrizione litologica del terreno indagato. Per ogni “strato” distinto, si riporta, come caratteristica meccanica, il valore della resistenza media alla punta estrapolata dai dati penetrometrici.

7. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E MECCANICO-RESISTIVE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Dall’interpretazione dei dati ricavati dalle prove penetrometriche (All. 1) vengono ricostruite 2 sequenze litostratigrafiche medie del sottosuolo (una relativa al settore a est della ceramica Supergres e una al settore nord-ovest) e valutate le caratteristiche meccaniche degli strati attraversati (Allegato 1 - Fig. 11).

SETTORE EST – PROVE 1-2-3

- 0.0 ÷ 0.8-1.0 metri	Livello superficiale argilloso limoso e/o limo sabbioso. Il range (R_p) e i valori medi (R_{pm}) della resistenza statica alla punta risultano: Prova 1: $R_p=36-40 \text{ kg/cm}^2$ - $R_{pm}=38 \text{ kg/cm}^2$ Prova 2: $R_p=18-32 \text{ kg/cm}^2$ - $R_{pm}=24.7 \text{ kg/cm}^2$ Prova 3: $R_p=16-22 \text{ kg/cm}^2$ - $R_{pm}=16.7 \text{ kg/cm}^2$
- 0.8-1.0 ÷ 2.0/2.0 metri	Argille e argille limose compatte. Prova 1: $R_p=14-20 \text{ kg/cm}^2$ - $R_{pm}=16.6 \text{ kg/cm}^2$ Prova 2: $R_p=12-20 \text{ kg/cm}^2$ - $R_{pm}=15.3 \text{ kg/cm}^2$ Prova 3: $R_p=12-18 \text{ kg/cm}^2$ - $R_{pm}=13.7 \text{ kg/cm}^2$
- 2.0/2.2 ÷ 8.8/9.6 metri	Sequenza di argille e argille limose da compatte a molto compatte ($R_p=24-100 \text{ kg/cm}^2$) con rari livelletti di limi sabbiosi addensati ($R_p=30-80 \text{ kg/cm}^2$) e sabbie limose con ghiaietto ($R_p=80-180 \text{ kg/cm}^2$).
- 8.8/9.6 ÷ 12/15 metri	Argille limose da compatte a molto compatte, talora consistenti. Prova 1: $R_p=40-120 \text{ kg/cm}^2$ - $R_{pm}=72.6 \text{ kg/cm}^2$ Prova 2: $R_p=32-44 \text{ kg/cm}^2$ - $R_{pm}=39.4 \text{ kg/cm}^2$ Prova 3: $R_p=32-80 \text{ kg/cm}^2$ - $R_{pm}=51.7 \text{ kg/cm}^2$

SETTORE NORD/OVEST – PROVE 4-5

- 0.0 ÷ 6.4/8.2 metri	<u>Terreno di riporto</u> di varia natura e granulometria. Il range (Rp) e i valori medi (Rpm) della resistenza statica alla punta risultano: Prova 4: Rp=12-180 kg/cm ² - Rpm=57.1 kg/cm ² Prova 5: Rp=8-200 kg/cm ² - Rpm=42.7 kg/cm ²
- 6.4/8.2 ÷ 12.0 metri	Argille e argille limose da compatte a molto compatte. Prova 4: Rp=20-40 kg/cm ² - Rpm=27.7 kg/cm ² Prova 5: Rp=16-48 kg/cm ² - Rpm=27.5 kg/cm ²

In Allegato 1 si riportano per ogni prova penetrometrica una “litostratigrafia litotecnica interpretativa”: ogni “strato” viene caratterizzato dal punto di vista dei caratteri meccanici sulla base della resistenza statica alla punta (Rp).

Le litostratigrafie interpretative ricavate dall’interpretazione delle prove penetrometriche permettono di visualizzare immediatamente la situazione strutturale e meccanica del sottosuolo dell’area.

7.1 IDROLOGIA SOTTERRANEA

Per quanto riguarda la conformazione e il regime idrologico del sottosuolo, all'interno dei fori di sondaggio non è stato rilevato alcun livello piezometrico continuo (11/06/2009).

Non si può però escludere la presenza di frange umide locali e, nel corso dei periodi piovosi, l’instaurarsi di orizzonti di saturazione discontinui a carattere stagionale o zone d’infiltrazione preferenziali nelle fratture e/o al contatto tra litotipi a diversa permeabilità.

Nell’area del Comparto sono presenti alcuni piezometri di monitoraggio ambientale con profondità compresa tra 10-80 m; tra i superficiali (10-21 m), alcuni sono “secchi” altri presentano un livello acquifero compreso tra 10-13 m da p.c.. Il piezometro profondo 80 m intercetta un livello acquifero che si attesta a circa 63 m da p.c..

Dato che il progetto edificatorio del Comparto prevede la realizzazione di piani interrati, lotto per lotto andrà individuata la presenza o meno di falde superficiali locali.

8. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE GENERALI

L'area del Piano Particolareggiato Boglioni "Comparti ZT4 – ZT5" è composta da una serie di lotti su cui è prevista la realizzazione di fabbricati residenziali, molti dei quali prevedono il piano interrato.

FIGURA 12 – PIANI INTERRATI – Scala 1:2.000



Analizzando i diagrammi resistivi delle prove penetrometriche si osserva:

- il settore est del Comparto presenta fino a 12-15 m di profondità una sequenza di terreni naturali caratterizzati da buone caratteristiche resistive, in prevalenza argille limose da compatte a molto compatte con subordinati livelletti più grossolani, presumibilmente sabbie limose con a luoghi anche ghiaietto.
- Il settore ovest è caratterizzato dalla presenza di materiali di riporto che nelle prove 4-5 raggiungono spessori stimati compresi tra 6-8 m; al di sotto si intercettano argille limose da compatte a molto compatte.

Per una dettagliata modellazione litostratigrafica e meccanico-resistiva dei terreni di fondazione dei singoli lotti, sarà necessario integrare le investigazioni svolte in questa fase preliminare, con un adeguato numero di indagini tese a definire, lotto per lotto, un particolareggiato quadro litostratigrafico e litotecnico.

8.1 SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI FONDAZIONE

In questa fase è possibile distinguere tre situazioni:

- 1) nel settore naturale a est della Ceramica Supergress si potranno adottare fondazioni dirette superficiali del tipo a trave rovescia con quote di posa variabili a seconda o meno della presenza del piano interrato. Le fondazioni verranno a contatto con terreni medio-fini da compatti a molto compatti e determineranno carichi d'esercizio compatibili con le caratteristiche fisico-meccaniche e resistive della litologie presenti.
- 2) nei settori, su cui attualmente insiste la Ceramica, dove lo spessore del materiale di riporto risulterà contenuto, lo sbancamento dei piani interrati potrà oltrepassarlo e attestare le fondazioni dirette superficiali sui terreni in posto naturali.
- 3) laddove gli spessori di riporto (come nel settore ovest, ad esempio in corrispondenza delle prove 4-5) sono tali (6-8 m) da non essere oltrepassati con il piano interrato si dovrà prevedere la messa in opera di fondazioni idonee a raggiungere ed innestarsi opportunamente nei terreni in posto naturali (pali).

Nella scelta della profondità fondale andrà tenuto conto che il D.M.14/01/2008 prescrive che il piano di fondazione deve essere situato sotto la coltre di terreno vegetale nonché sotto lo strato interessato dal gelo e da significative variazioni stagionali del contenuto d'acqua (strato attivo).

In fase esecutiva, l'esecuzione di indagini geognostiche puntuali all'interno dei singoli lotti permetterà di qualificare la natura dei terreni e quantificarne precisamente i caratteri litotecnici e di conseguenza dettagliare puntualmente la profondità, la tipologia, il carico di progetto e il dimensionamento delle fondazioni.

8.2 STABILITÀ DELLE PARETI DI SBANCAMENTO

Tenendo conto delle considerazioni precedentemente esposte, le opere di sbancamento dovranno tener conto delle seguenti problematiche:

- a) possibile intercettazione di zone d'infiltrazione preferenziale;
- b) stabilità delle scarpate dello scavo;

a) *INTERCETTAZIONE DI ZONE D'INFILTRAZIONE PREFERENZIALE*

Dai rilievi fino ad ora effettuati sembra plausibile affermare che i futuri sbancamenti per la realizzazione degli interrati non intercetteranno alcun livello di falda continua superficiale. In caso contrario, qualora si intercettasse un livello di falda o zone di filtrazione preferenziale, in fase di cantiere, si potrà provvedere alla realizzazione di canalette drenanti perimetrali di fondo scavo convogliate in uno o più pozzetti di raccolta dai quali l'acqua verrà emunta da pompe e smaltite in fognatura. Il drenaggio lungo il perimetro interno allo scavo potrà essere costituito da tubi in pvc flessibili opportunamente finestrati e rivestiti per impedire il passaggio delle particelle solide trascinate dalle acque di filtrazione; sopra si porrà un misto granulare drenante formato per almeno la metà da sabbia fine pulita e da ghiaia.

Questo sistema permetterà di mantenere il livello della superficie piezometrica al di sotto del piano fondale.

Da tenere in considerazione che l'abbattimento forzato e prolungato della falda potrebbe però interagire negativamente con il primo sottosuolo, provocandone nel tempo assestamenti per essiccazione.

Il piano interrato dei fabbricati dovrà comunque essere impermeabilizzato e a tergo delle pareti esterne interrate dovranno essere attuate opere di drenaggio al fine di drenare eventuali infiltrazioni liquide ed evitare sovrappressioni interstiziali.

Dovrà quindi essere realizzato un efficace sistema drenante composto da:

- tubo perimetrale in pvc microfessurato e avvolto da geotessile antintasamento;
- materiale lapideo di pezzatura adeguata alla granulometria del terreno naturale;
- reinterro con materiale naturale senza compattazioni molto energetiche, comunque rispettando i valori delle spinte in progetto, e facendo particolare cura ad evitare di danneggiare le opere di drenaggio.
- le acque superficiali devono essere canalizzate sul terrapieno ed avere scarichi separatamente dal dreno.

b) *STABILITÀ DELLE SCARPATE DI SCAVO*

La realizzazione dei piani interrati prevede sbancamenti che mutano le condizioni al contorno dello scavo così rapidamente rispetto ai tempi di riequilibrio del terreno (tempi di consolidazione) che questo si comporterà in maniera "non drenata". Questo si verifica in particolare nei terreni di copertura in cui cioè la velocità di filtrazione dell'acqua (permeabilità) è piccola rispetto alla variazione dello stato tensionale.

L'analisi di stabilità in fase progettuale di ogni singolo lotto, dovrà essere basata sulla resistenza non drenata del terreno coinvolto (analisi in sforzi totali).

Non è da escludere la possibilità di locali zone instabili delle pareti di scavo, legata all'esistenza di livelletti limoso-sabbiosi dotati di valori della coesione inferiori rispetto ad un terreno francamente argilloso, che in presenza di eventuali filtrazioni di falda o della risalita capillare al di sopra della quota di fondo scavo, possono destabilizzare le pareti per riduzione dei valori di resistenza del terreno. Quest'ultima condizione produce scavamenti e franamenti di settori di scavo.

Nelle verifiche di stabilità dei fronti di scavo va opportunamente considerata l'accelerazione sismica di progetto pari a $a_g=0.247$.

Se le condizioni logistiche del cantiere non permetteranno di profilare adeguatamente le scarpate di scavo, queste dovranno essere sostenute con opere meccaniche.

Si consiglia comunque di eseguire gli scavi durante la stagione asciutta, e comunque è bene proteggere le scarpate con opportuni teli impermeabili.

Il materiale di risulta dovrà essere trattato ai sensi del D.Lgs 4/2008.

9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

All'interno del Piano Particolareggiato Boglioni "Comparti ZT4 – ZT 5" a Casalgrande (Fig. 1-2), è stato condotto uno studio geologico-tecnico che ha permesso di definire una modellazione geologica dell'area in esame attraverso la ricostruzione dei caratteri geomorfologici, idrogeologici, litologici, stratigrafici, e, più in generale, di pericolosità geologica del sito.

Lo studio è sviluppato in modo da costituire utile elemento di riferimento generale per le fasi successive della progettazione e per definire gli ulteriori programmi di indagini geognostiche di dettaglio nei futuri singoli lotti.

Le indagini svolte hanno messo in evidenza i seguenti aspetti e considerazioni:

- il settore est del Comparto (prove 1-2-3) presenta fino a 12-15 m di profondità una sequenza di terreni caratterizzati da buone caratteristiche meccanico-resistive, in prevalenza argille limose da compatte a molto compatte con subordinati livelletti più grossolani, presumibilmente sabbie limose con a luoghi ghiaietto.
- Il settore ovest (prove 4-5) è caratterizzato dalla presenza di materiali di riporto che raggiungono spessori stimati compresi tra 6-8 m; al di sotto si intercettano argille limose da compatte a molto compatte.
- Con la nuova classificazione sismica del territorio nazionale, il comune di Casalgrande rientra nella "Zona sismica 2" (Ordinanza P.C.M. 3274 del 20/3/2003).
- La caratterizzazione sismica dell'area, sulla base anche dell'esecuzione di n° 4 stendimenti sismici tipo ReMi, ha permesso di classificare il **suolo di fondazione** come appartenente alla **categoria B** (OPCM 3274/2003 e DM 14-01-08).
- **L'azione sismica** di progetto, può essere assunta pari a: $a_g=0.247$ g

- L'area in studio, dal punto di vista della pericolosità sismica, non è suscettibile di particolari effetti di sito, quali liquefazione e instabilità; al più una amplificazione dovuta alle caratteristiche lito-stratigrafiche del terreno di fondazione.

In conclusione, sulla base delle considerazioni fatte, si forniscono le seguenti indicazioni generali e prescrizioni di massima, da attuare nella fase di progettazione:

- Le caratteristiche fisico-meccaniche e resistive delle litologie investigate (ad eccezione dei materiali di riporto) risultano compatibili con carichi d'esercizio di tipologie residenziali comuni. In fase progettuale andrà valutata l'idonea soluzione fondale, garante della corretta interazione tra sollecitazioni prodotte dalla struttura e le caratteristiche del terreno di fondazione.
- In generale si potranno adottare fondazioni dirette superficiali del tipo a trave rovescia con quote di posa variabili a seconda o meno della presenza del piano interrato. Le fondazioni verranno a contatto con terreni medio-fini compatti che determineranno carichi d'esercizio compatibili con le caratteristiche fisico-meccaniche e resistive della litologie presenti.
- Laddove però la presenza e lo spessore del materiale di riporto non permetterà di raggiungere direttamente i terreni naturali in posto, andranno previste fondazioni idonee ad oltrepassarli (es: fondazioni profonde tipo pali trivellati).
- In fase esecutiva dovranno essere approfondite e verificate le condizioni litostratigrafiche e geomeccaniche dei terreni di fondazione con indagini geognostiche puntuali all'interno di ogni singolo lotto al fine di qualificare la natura dei terreni e quantificarne precisamente i caratteri litotecnici e di conseguenza affinare le scelte progettuali.
- Nel contesto della progettazione esecutiva, dove sono presenti piani interrati, andranno svolte verifiche di stabilità dei fronti di scavo anche in condizioni dinamiche. I movimenti terra per la realizzazione degli sbancamenti dovranno essere organizzati in modo tale da evitare condizioni "pericolose" per la stabilità dell'area d'intervento.

Dalle considerazioni sopra esposte, e nel rispetto delle prescrizioni indicate e delle verifiche da condursi nei singoli lotti, si ritiene l'intervento edificatorio del Piano Particolareggiato in progetto compatibile con le caratteristiche geologiche dell'area.

Dott. Geol. Marco Santi Bortolotti



ALLEGATO 1

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

- Tabulati di Calcolo -

- Diagrammi Penetrometrici -

- Litostratigrafie Interpretative -

TABULATO DI CALCOLO PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

Prova n°: **1** Quota (m): 115 s.l.m. Data: 11/06/2009

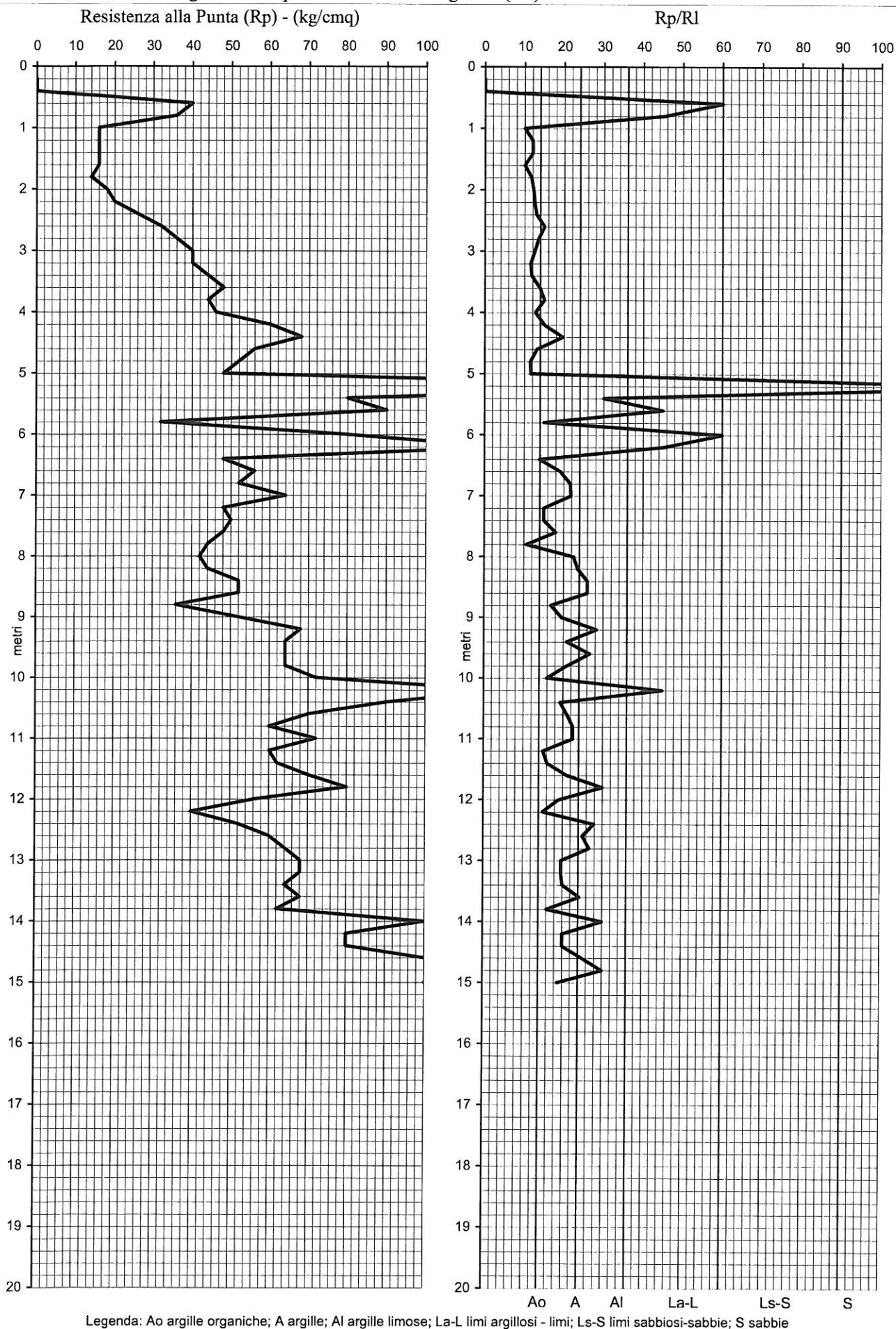
Committenza: -

Località: P.P. Boglioni - Comparti ZT4-ZT5 - Casalgrande (RE)

Prof. (m)	P (kg/cmq)	P+L (kg/cmq)	Rp (kg/cmq)	RI (kg/cmq)	Rp/RI	FR% (RI/Rp*100)	Rpm (kg/cmq)	Falda (m)	Descrizione litologica	Stratigrafia
0.2	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	Livello superficiale limo sabbioso	
0.4	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-		
0.6	40.00	50.00	40.00	0.67	60	1.7	38.0	-		
0.8	36.00	48.00	36.00	0.80	45	2.2	-	-		
1.0	16.00	40.00	16.00	1.60	10	10.0	-	-	Argille e argille limose compatte	
1.2	16.00	36.00	16.00	1.33	12	8.3	-	-		
1.4	16.00	36.00	16.00	1.33	12	8.3	-	-		
1.6	16.00	40.00	16.00	1.60	10	10.0	16.6	-		
1.8	14.00	32.00	14.00	1.20	12	8.6	-	-		
2.0	18.00	40.00	18.00	1.47	12	8.1	-	-		
2.2	20.00	44.00	20.00	1.60	13	8.0	-	-	Argille e argille limose da compatte a molto compatte	
2.4	26.00	56.00	26.00	2.00	13	7.7	-	-		
2.6	32.00	64.00	32.00	2.13	15	6.7	-	-		
2.8	36.00	76.00	36.00	2.67	14	7.4	-	-		
3.0	40.00	88.00	40.00	3.20	13	8.0	-	-		
3.2	40.00	92.00	40.00	3.47	12	8.7	-	-		
3.4	44.00	100.00	44.00	3.73	12	8.5	-	-		
3.6	48.00	100.00	48.00	3.47	14	7.2	45.7	-		
3.8	44.00	88.00	44.00	2.93	15	6.7	-	-		
4.0	46.00	100.00	46.00	3.60	13	7.8	-	-		
4.2	60.00	120.00	60.00	4.00	15	6.7	-	-		
4.4	68.00	120.00	68.00	3.47	20	5.1	-	-		
4.6	56.00	120.00	56.00	4.27	13	7.6	-	-	Sabbie limose con ghiaietto	
4.8	52.00	120.00	52.00	4.53	11	8.7	-	-		
5.0	48.00	110.00	48.00	4.13	12	8.6	-	-		
5.2	180.00	200.00	180.00	1.33	135	0.7	-	-		
5.4	80.00	120.00	80.00	2.67	30	3.3	97.0	-		
5.6	90.00	120.00	90.00	2.00	45	2.2	-	-		
5.8	32.00	64.00	32.00	2.13	15	6.7	-	-	Sequenza di argille limose molto compatte talora consistenti e limi argillosi addensati	
6.0	80.00	100.00	80.00	1.33	60	1.7	-	-		
6.2	120.00	160.00	120.00	2.67	45	2.2	-	-		
6.4	48.00	100.00	48.00	3.47	14	7.2	-	-		
6.6	56.00	100.00	56.00	2.93	19	5.2	-	-		
6.8	52.00	88.00	52.00	2.40	22	4.6	-	-		
7.0	64.00	108.00	64.00	2.93	22	4.6	-	-		
7.2	48.00	96.00	48.00	3.20	15	6.7	-	-		
7.4	50.00	100.00	50.00	3.33	15	6.7	48.9	-		
7.6	48.00	88.00	48.00	2.67	18	5.6	-	-		
7.8	44.00	106.00	44.00	4.13	11	9.4	-	-		
8.0	42.00	70.00	42.00	1.87	23	4.4	-	-		
8.2	44.00	72.00	44.00	1.87	24	4.2	-	-	Sequenza di argille limose molto compatte talora consistenti e limi argillosi addensati	
8.4	52.00	82.00	52.00	2.00	26	3.8	-	-		
8.6	52.00	82.00	52.00	2.00	26	3.8	-	-		
8.8	36.00	68.00	36.00	2.13	17	5.9	-	-		
9.0	52.00	92.00	52.00	2.67	20	5.1	-	-		
9.2	68.00	104.00	68.00	2.40	28	3.5	-	-		
9.4	64.00	110.00	64.00	3.07	21	4.8	-	-		
9.6	64.00	100.00	64.00	2.40	27	3.8	-	-		
9.8	64.00	110.00	64.00	3.07	21	4.8	-	-		
10.0	72.00	140.00	72.00	4.53	16	6.3	-	-		
10.2	120.00	160.00	120.00	2.67	45	2.22	-	-		
10.4	90.00	160.00	90.00	4.67	19	5.19	-	-		
10.6	70.00	120.00	70.00	3.33	21	4.76	-	-	Sequenza di argille limose molto compatte talora consistenti e limi argillosi addensati	
10.8	60.00	100.00	60.00	2.67	23	4.44	-	-		
11.0	72.00	120.00	72.00	3.20	23	4.44	-	-		
11.2	60.00	120.00	60.00	4.00	15	6.67	-	-		
11.4	62.00	120.00	62.00	3.87	16	6.24	-	-		
11.6	70.00	120.00	70.00	3.33	21	4.76	72.6	-		
11.8	80.00	120.00	80.00	2.67	30	3.33	-	-		
12.0	56.00	100.00	56.00	2.93	19	5.24	-	-		
12.2	40.00	80.00	40.00	2.67	15	6.67	-	-		
12.4	52.00	80.00	52.00	1.87	28	3.59	-	-		
12.6	60.00	96.00	60.00	2.40	25	4.00	-	-		
12.8	64.00	100.00	64.00	2.40	27	3.75	-	-		
13.0	68.00	120.00	68.00	3.47	20	5.10	-	-	Sequenza di argille limose molto compatte talora consistenti e limi argillosi addensati	
13.2	68.00	120.00	68.00	3.47	20	5.10	-	-		
13.4	64.00	112.00	64.00	3.20	20	5.00	-	-		
13.6	68.00	110.00	68.00	2.80	24	4.12	-	-		
13.8	62.00	120.00	62.00	3.87	16	6.24	-	-		
14.0	100.00	150.00	100.00	3.33	30	3.33	-	-		
14.2	80.00	140.00	80.00	4.00	20	5.00	-	-		
14.4	80.00	140.00	80.00	4.00	20	5.00	-	-		
14.6	100.00	160.00	100.00	4.00	25	4.00	-	-		
14.8	120.00	180.00	120.00	4.00	30	3.33	-	-		
15.0	100.00	180.00	100.00	5.33	19	5.33	-	-		

PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

Prova n°: **1** Quota (m): **115 s.l.m.** Data: **11/06/2009**
 Committente: **-**
 Località: **P.P. Boglioni - Comparti ZT4-ZT5 - Casalgrande (RE)**



TABULATO DI CALCOLO PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

Prova n°: **2** Quota (m): 114 s.l.m. Data: 11/06/2009

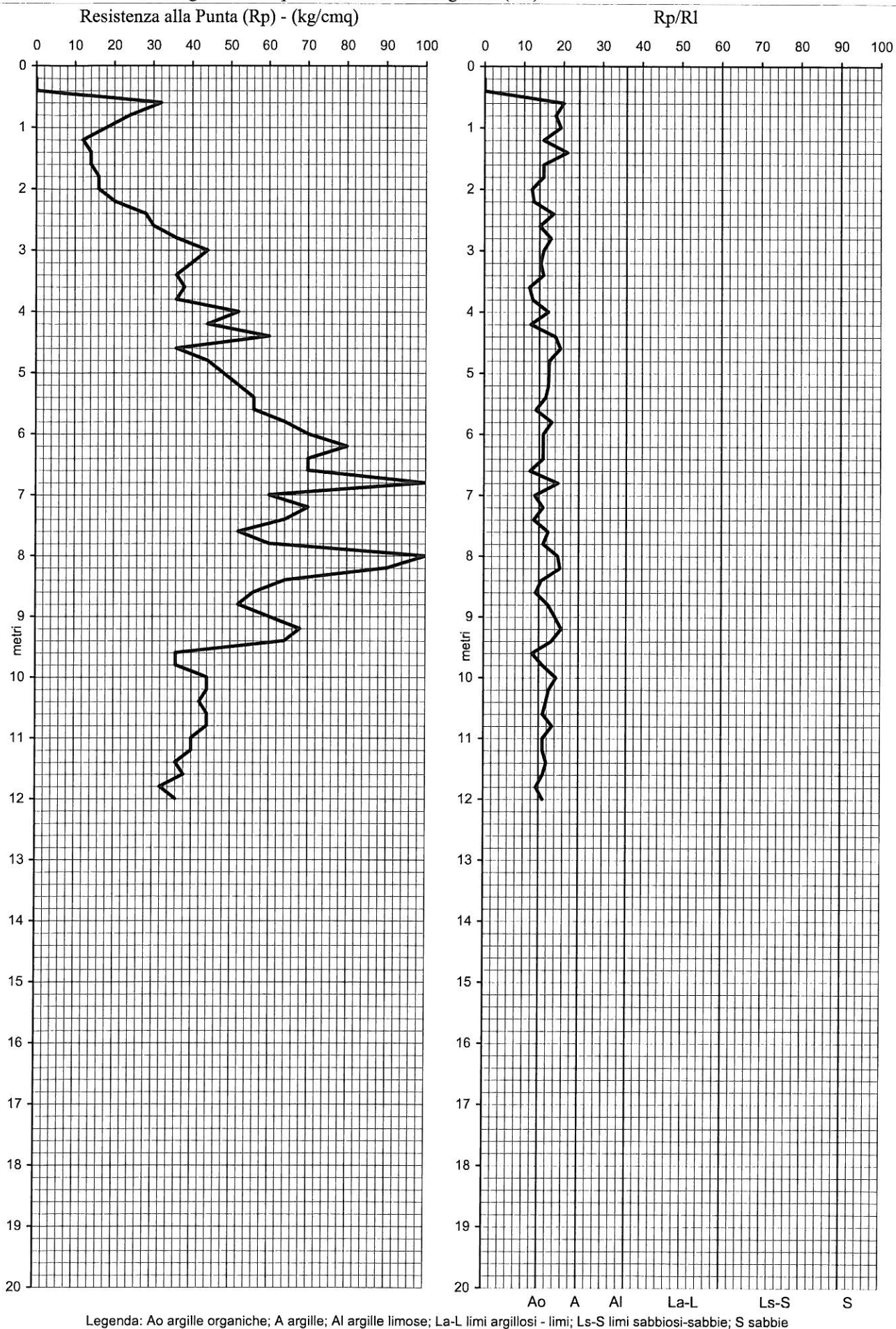
Committenza: -

Località: P.P. Boglioni - Comparti ZT4-ZT5 - Casalgrande (RE)

Prof. (m)	P (kg/cmq)	P+L (kg/cmq)	Rp (kg/cmq)	RI (kg/cmq)	Rp/RI	FR% (RI/Rp*100)	Rpm (kg/cmq)	Falda (m)	Descrizione litologica	Stratigrafia
0.2	0.00	0.00	0.00	-	-	-	24.7	-	Livello superficiale argilloso limoso molto compatto	
0.4	0.00	0.00	0.00	-	-	-		-		
0.6	32.00	56.00	32.00	1.60	20	5.0		-		
0.8	24.00	44.00	24.00	1.33	18	5.6		-		
1.0	18.00	32.00	18.00	0.93	19	5.2		-		
1.2	12.00	24.00	12.00	0.80	15	6.7	15.3	-	Argille e argille limose da compatte a molto compatte	
1.4	14.00	24.00	14.00	0.67	21	4.8		-		
1.6	14.00	28.00	14.00	0.93	15	6.7		-		
1.8	16.00	32.00	16.00	1.07	15	6.7		-		
2.0	16.00	36.00	16.00	1.33	12	8.3		-		
2.2	20.00	44.00	20.00	1.60	13	8.0	40.0	-		
2.4	28.00	52.00	28.00	1.60	18	5.7		-		
2.6	30.00	62.00	30.00	2.13	14	7.1		-		
2.8	36.00	68.00	36.00	2.13	17	5.9		-		
3.0	44.00	88.00	44.00	2.93	15	6.7		-		
3.2	40.00	82.00	40.00	2.80	14	7.0		-		
3.4	36.00	72.00	36.00	2.40	15	6.7		-		
3.6	38.00	88.00	38.00	3.33	11	8.8		-		
3.8	36.00	80.00	36.00	2.93	12	8.1		-		
4.0	52.00	100.00	52.00	3.20	16	6.2		-		
4.2	44.00	100.00	44.00	3.73	12	8.5	65.4	-		
4.4	60.00	110.00	60.00	3.33	18	5.6		-		
4.6	36.00	64.00	36.00	1.87	19	5.2		-		
4.8	44.00	84.00	44.00	2.67	17	6.1		-		
5.0	48.00	92.00	48.00	2.93	16	6.1		-		
5.2	52.00	100.00	52.00	3.20	16	6.2		-		
5.4	56.00	110.00	56.00	3.60	16	6.4		-		
5.6	56.00	120.00	56.00	4.27	13	7.6		-		
5.8	64.00	120.00	64.00	3.73	17	5.8		-		
6.0	70.00	140.00	70.00	4.67	15	6.7		-		
6.2	80.00	160.00	80.00	5.33	15	6.7		-		
6.4	70.00	140.00	70.00	4.67	15	6.7		-		
6.6	70.00	160.00	70.00	6.00	12	8.6		-		
6.8	100.00	180.00	100.00	5.33	19	5.3		-		
7.0	60.00	130.00	60.00	4.67	13	7.8		-		
7.2	70.00	140.00	70.00	4.67	15	6.7		-		
7.4	64.00	140.00	64.00	5.07	13	7.9		-		
7.6	52.00	100.00	52.00	3.20	16	6.2		-		
7.8	60.00	120.00	60.00	4.00	15	6.7		-		
8.0	100.00	180.00	100.00	5.33	19	5.3		-	Sequenza di argille limose molto compatte talora consistenti	
8.2	90.00	160.00	90.00	4.67	19	5.2		-		
8.4	64.00	130.00	64.00	4.40	15	6.9		-		
8.6	56.00	120.00	56.00	4.27	13	7.6		-		
8.8	52.00	100.00	52.00	3.20	16	6.2		-		
9.0	60.00	110.00	60.00	3.33	18	5.6		-		
9.2	68.00	120.00	68.00	3.47	20	5.1		-		
9.4	64.00	120.00	64.00	3.73	17	5.8		-		
9.6	36.00	80.00	36.00	2.93	12	8.1	39.4	-		
9.8	36.00	72.00	36.00	2.40	15	6.7		-		
10.0	44.00	80.00	44.00	2.40	18	5.5		-		
10.2	44.00	84.00	44.00	2.67	17	6.06		-		
10.4	42.00	82.00	42.00	2.67	16	6.35		-		
10.6	44.00	88.00	44.00	2.93	15	6.67		-		
10.8	44.00	82.00	44.00	2.53	17	5.76		-		
11.0	40.00	80.00	40.00	2.67	15	6.67		-		
11.2	40.00	80.00	40.00	2.67	15	6.67		-		
11.4	36.00	70.00	36.00	2.27	16	6.30		-		
11.6	38.00	76.00	38.00	2.53	15	6.67		-		
11.8	32.00	68.00	32.00	2.40	13	7.50		-		
12.0	36.00	72.00	36.00	2.40	15	6.67		-		

PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

Prova n°: 2 Quota (m): 114 s.l.m. Data: 11/06/2009
 Committente: -
 Località: P.P. Boglioni - Comparti ZT4-ZT5 - Casalgrande (RE)

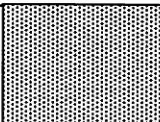

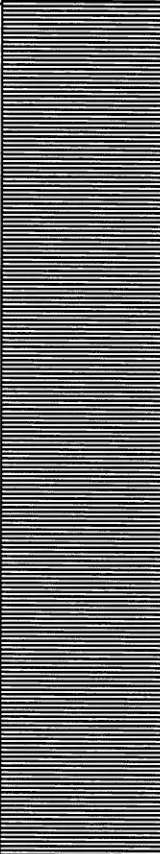
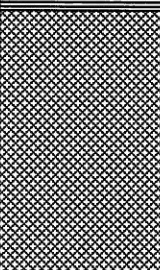



TABULATO DI CALCOLO PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

Prova n°: **3** Quota (m): 113 s.l.m. Data: 11/06/2009

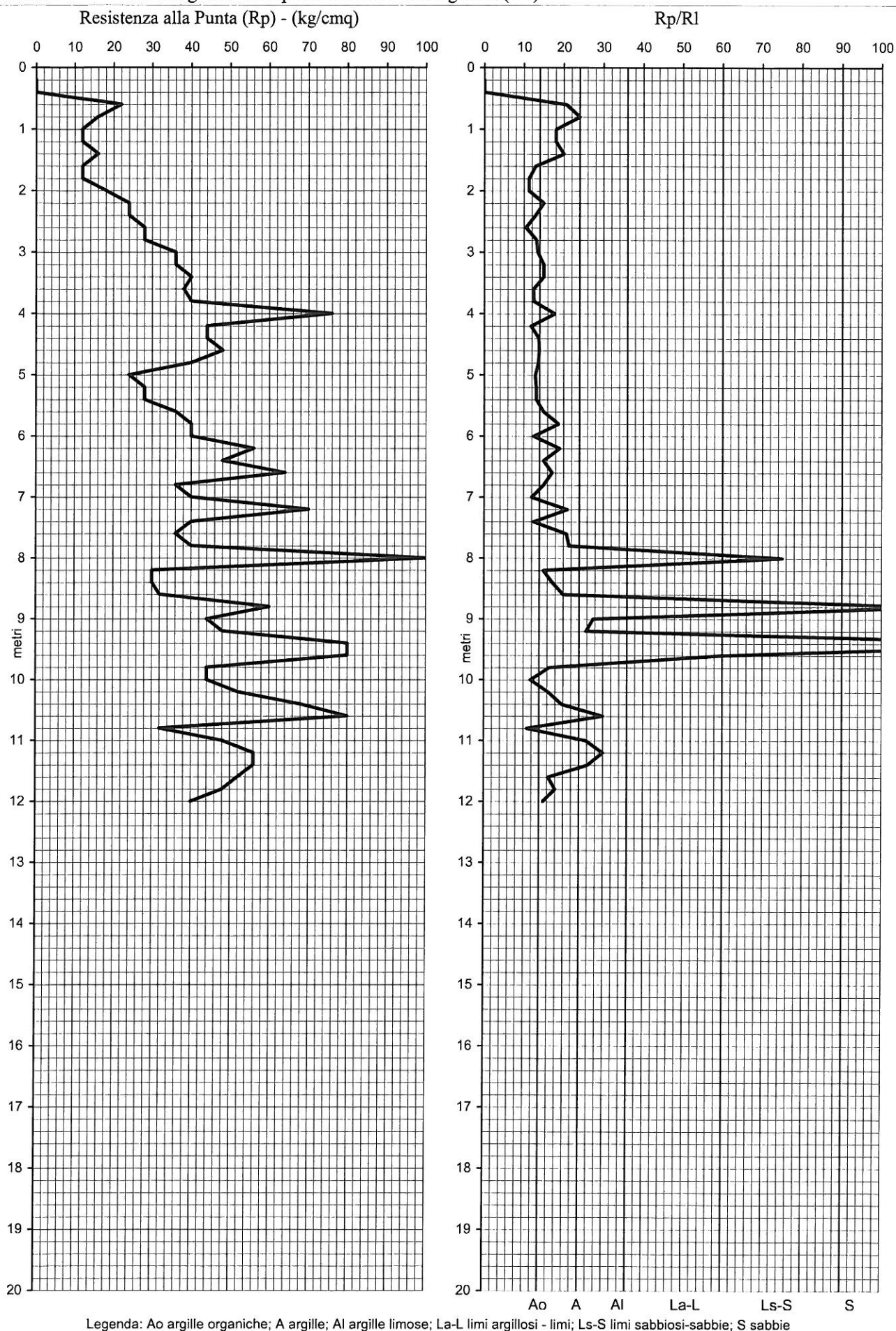
Committenza: -

Località: P.P. Boglioni - Comparti ZT4-ZT5 - Casalgrande (RE)

Prof. (m)	P (kg/cmq)	P+L (kg/cmq)	Rp (kg/cmq)	RI (kg/cmq)	Rp/RI	FR% (RI/Rp*100)	Rpm (kg/cmq)	Falda (m)	Descrizione litologica	Stratigrafia
0.2	0.00	0.00	0.00	-	-	-	16.7	-	Livello superficiale argilloso limoso	
0.4	0.00	0.00	0.00	-	-	-		-		
0.6	22.00	38.00	22.00	1.07	21	4.8		-		
0.8	16.00	26.00	16.00	0.67	24	4.2		-		
1.0	12.00	22.00	12.00	0.67	18	5.6	13.7	-	Argille limose compatte	
1.2	12.00	22.00	12.00	0.67	18	5.6		-		
1.4	16.00	28.00	16.00	0.80	20	5.0		-		
1.6	12.00	26.00	12.00	0.93	13	7.8		-		
1.8	12.00	28.00	12.00	1.07	11	8.9		-		
2.0	18.00	42.00	18.00	1.60	11	8.9		-		
2.2	24.00	48.00	24.00	1.60	15	6.7	40.4	-	Sequenza di argille limose molto compatte	
2.4	24.00	52.00	24.00	1.87	13	7.8		-		
2.6	28.00	68.00	28.00	2.67	11	9.5		-		
2.8	28.00	60.00	28.00	2.13	13	7.6		-		
3.0	36.00	76.00	36.00	2.67	14	7.4		-		
3.2	36.00	72.00	36.00	2.40	15	6.7		-		
3.4	40.00	80.00	40.00	2.67	15	6.7		-		
3.6	38.00	84.00	38.00	3.07	12	8.1		-		
3.8	40.00	88.00	40.00	3.20	13	8.0		-		
4.0	76.00	140.00	76.00	4.27	18	5.6		-		
4.2	44.00	100.00	44.00	3.73	12	8.5		-		
4.4	44.00	92.00	44.00	3.20	14	7.3		-		
4.6	48.00	100.00	48.00	3.47	14	7.2		-		
4.8	40.00	84.00	40.00	2.93	14	7.3		-		
5.0	24.00	52.00	24.00	1.87	13	7.8		-		
5.2	28.00	60.00	28.00	2.13	13	7.6		-		
5.4	28.00	60.00	28.00	2.13	13	7.6		-		
5.6	36.00	72.00	36.00	2.40	15	6.7		-		
5.8	40.00	72.00	40.00	2.13	19	5.3		-		
6.0	40.00	88.00	40.00	3.20	13	8.0		-		
6.2	56.00	100.00	56.00	2.93	19	5.2		-		
6.4	48.00	96.00	48.00	3.20	15	6.7		-		
6.6	64.00	120.00	64.00	3.73	17	5.8		-		
6.8	36.00	72.00	36.00	2.40	15	6.7		-		
7.0	40.00	90.00	40.00	3.33	12	8.3		-		
7.2	70.00	120.00	70.00	3.33	21	4.8		-		
7.4	40.00	88.00	40.00	3.20	13	8.0		-		
7.6	36.00	62.00	36.00	1.73	21	4.8		-		
7.8	40.00	68.00	40.00	1.87	21	4.7		-		
8.0	100.00	120.00	100.00	1.33	75	1.3	56.0	-	Sabbie limose e limi sabbiosi addensati	
8.2	30.00	60.00	30.00	2.00	15	6.7		-		
8.4	30.00	56.00	30.00	1.73	17	5.8		-		
8.6	32.00	56.00	32.00	1.60	20	5.0		-		
8.8	60.00	68.00	60.00	0.53	113	0.9		-		
9.0	44.00	68.00	44.00	1.60	28	3.6		-		
9.2	48.00	76.00	48.00	1.87	26	3.9		-		
9.4	80.00	88.00	80.00	0.53	150	0.7		-		
9.6	80.00	100.00	80.00	1.33	60	1.7		-		
9.8	44.00	84.00	44.00	2.67	17	6.1	51.7	-	Argille limose molto compatte	
10.0	44.00	100.00	44.00	3.73	12	8.5		-		
10.2	52.00	100.00	52.00	3.20	16	6.15		-		
10.4	68.00	120.00	68.00	3.47	20	5.10		-		
10.6	80.00	120.00	80.00	2.67	30	3.33		-		
10.8	32.00	76.00	32.00	2.93	11	9.17		-		
11.0	48.00	76.00	48.00	1.87	26	3.89		-		
11.2	56.00	84.00	56.00	1.87	30	3.33		-		
11.4	56.00	88.00	56.00	2.13	26	3.81		-		
11.6	52.00	100.00	52.00	3.20	16	6.15		-		
11.8	48.00	88.00	48.00	2.67	18	5.56		-		
12.0	40.00	80.00	40.00	2.67	15	6.67		-		

PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

Prova n°: 3 Quota (m): 113 s.l.m. Data: 11/06/2009
 Committente: -
 Località: P.P. Boglioni - Comparti ZT4-ZT5 - Casalgrande (RE)

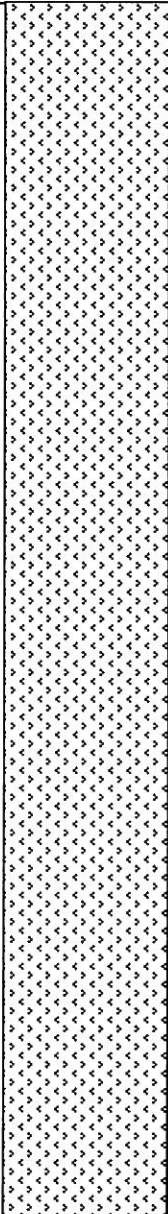
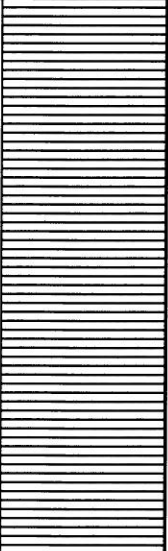


TABULATO DI CALCOLO PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

Prova n°: **4** Quota (m): 109 s.l.m. Data: 11/06/2009

Committenza: -

Località: P.P. Boglioni - Comparti ZT4-ZT5 - Casalgrande (RE)

Prof. (m)	P (kg/cmq)	P+L (kg/cmq)	Rp (kg/cmq)	Rl (kg/cmq)	Rp/Rl	FR% (Rl/Rp*100)	Rpm (kg/cmq)	Falda (m)	Descrizione litologica	Stratigrafia
0.2	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	Terreni di riporto di varia granulometria	
0.4	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-		
0.6	64.00	68.00	64.00	0.27	240	0.4	-	-		
0.8	20.00	36.00	20.00	1.07	19	5.3	-	-		
1.0	40.00	44.00	40.00	0.27	150	0.7	-	-		
1.2	68.00	80.00	68.00	0.80	85	1.2	-	-		
1.4	56.00	76.00	56.00	1.33	42	2.4	-	-		
1.6	16.00	28.00	16.00	0.80	20	5.0	-	-		
1.8	12.00	28.00	12.00	1.07	11	8.9	-	-		
2.0	100.00	120.00	100.00	1.33	75	1.3	-	-		
2.2	140.00	160.00	140.00	1.33	105	1.0	-	-		
2.4	120.00	130.00	120.00	0.67	180	0.6	-	-		
2.6	120.00	140.00	120.00	1.33	90	1.1	-	-		
2.8	60.00	68.00	60.00	0.53	113	0.9	-	-		
3.0	180.00	200.00	180.00	1.33	135	0.7	-	-		
3.2	20.00	52.00	20.00	2.13	9	10.7	-	-		
3.4	180.00	200.00	180.00	1.33	135	0.7	-	-		
3.6	80.00	90.00	80.00	0.67	120	0.8	-	-		
3.8	20.00	36.00	20.00	1.07	19	5.3	57.1	-		
4.0	32.00	48.00	32.00	1.07	30	3.3	-	-		
4.2	24.00	40.00	24.00	1.07	23	4.4	-	-		
4.4	80.00	90.00	80.00	0.67	120	0.8	-	-		
4.6	16.00	40.00	16.00	1.60	10	10.0	-	-		
4.8	40.00	44.00	40.00	0.27	150	0.7	-	-		
5.0	20.00	44.00	20.00	1.60	13	8.0	-	-		
5.2	24.00	44.00	24.00	1.33	18	5.6	-	-		
5.4	24.00	50.00	24.00	1.73	14	7.2	-	-		
5.6	20.00	46.00	20.00	1.73	12	8.7	-	-		
5.8	18.00	40.00	18.00	1.47	12	8.1	-	-		
6.0	20.00	48.00	20.00	1.87	11	9.3	-	-		
6.2	100.00	120.00	100.00	1.33	75	1.3	-	-		
6.4	40.00	72.00	40.00	2.13	19	5.3	-	-		
6.6	68.00	100.00	68.00	2.13	32	3.1	-	-		
6.8	44.00	68.00	44.00	1.60	28	3.6	-	-		
7.0	40.00	50.00	40.00	0.67	60	1.7	-	-		
7.2	60.00	70.00	60.00	0.67	90	1.1	-	-		
7.4	50.00	60.00	50.00	0.67	75	1.3	-	-		
7.6	40.00	44.00	40.00	0.27	150	0.7	-	-		
7.8	100.00	120.00	100.00	1.33	75	1.3	-	-		
8.0	40.00	50.00	40.00	0.67	60	1.7	-	-		
8.2	30.00	44.00	30.00	0.93	32	3.1	-	-		
8.4	24.00	40.00	24.00	1.07	23	4.4	-	-	Argille limose compatte	
8.6	28.00	44.00	28.00	1.07	26	3.8	-	-		
8.8	36.00	56.00	36.00	1.33	27	3.7	-	-		
9.0	24.00	48.00	24.00	1.60	15	6.7	-	-		
9.2	22.00	48.00	22.00	1.73	13	7.9	-	-		
9.4	22.00	44.00	22.00	1.47	15	6.7	-	-		
9.6	28.00	56.00	28.00	1.87	15	6.7	-	-		
9.8	26.00	52.00	26.00	1.73	15	6.7	27.7	-		
10.0	24.00	50.00	24.00	1.73	14	7.2	-	-		
10.2	24.00	52.00	24.00	1.87	13	7.78	-	-		
10.4	20.00	44.00	20.00	1.60	13	8.00	-	-		
10.6	22.00	48.00	22.00	1.73	13	7.88	-	-		
10.8	20.00	40.00	20.00	1.33	15	6.67	-	-		
11.0	32.00	56.00	32.00	1.60	20	5.00	-	-		
11.2	28.00	60.00	28.00	2.13	13	7.62	-	-		
11.4	32.00	76.00	32.00	2.93	11	9.17	-	-		
11.6	36.00	80.00	36.00	2.93	12	8.15	-	-		
11.8	40.00	80.00	40.00	2.67	15	6.67	-	-		
12.0	38.00	78.00	38.00	2.67	14	7.02	-	-		

PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

Prova n°: 4

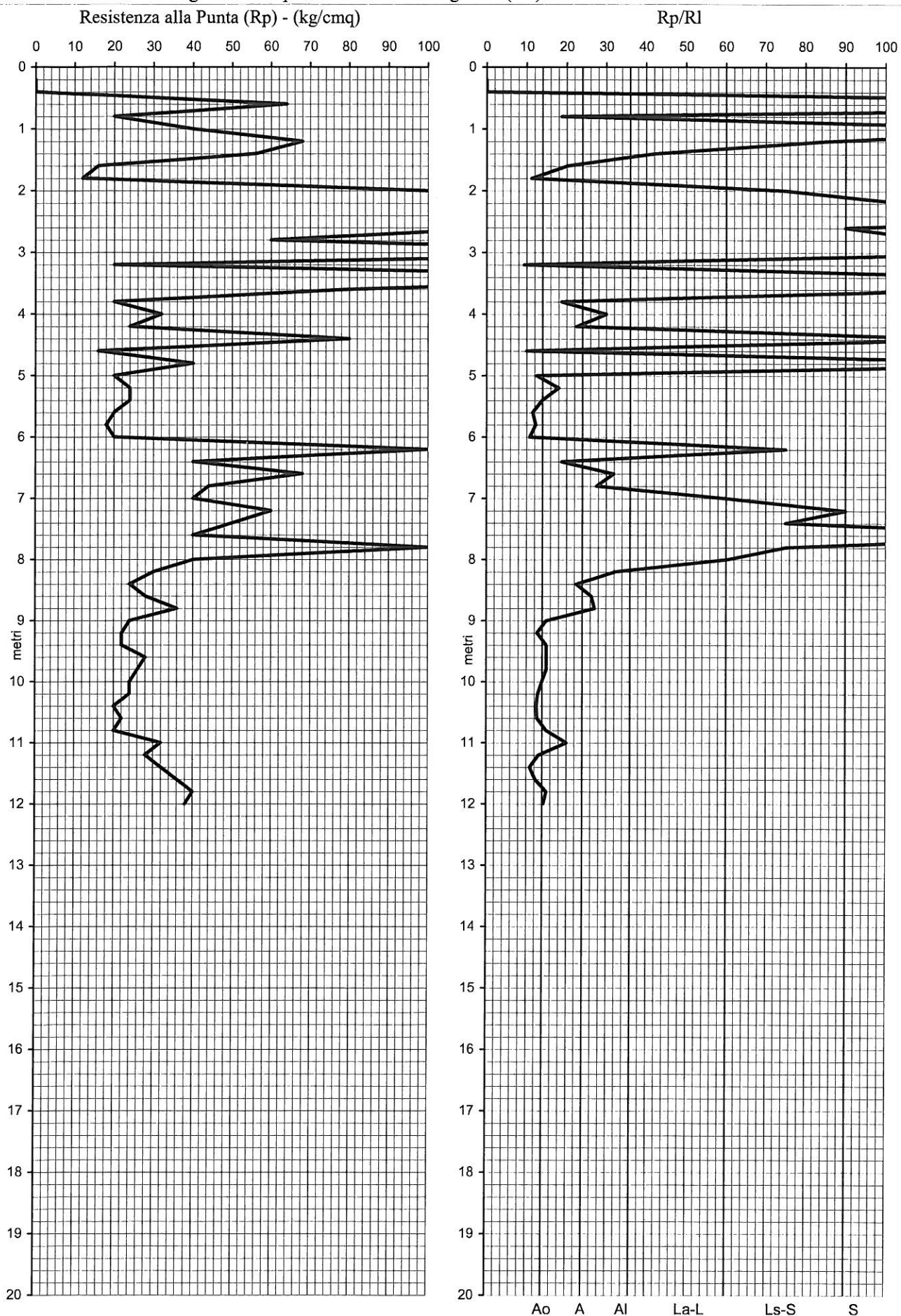
Quota (m): 109 s.l.m.

Data:

11/06/2009

Committente: -

Località: P.P. Boglioni - Comparti ZT4-ZT5 - Casalgrande (RE)



TABULATO DI CALCOLO PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

Prova n°: **5** Quota (m): 110 s.l.m. Data: 11/06/2009

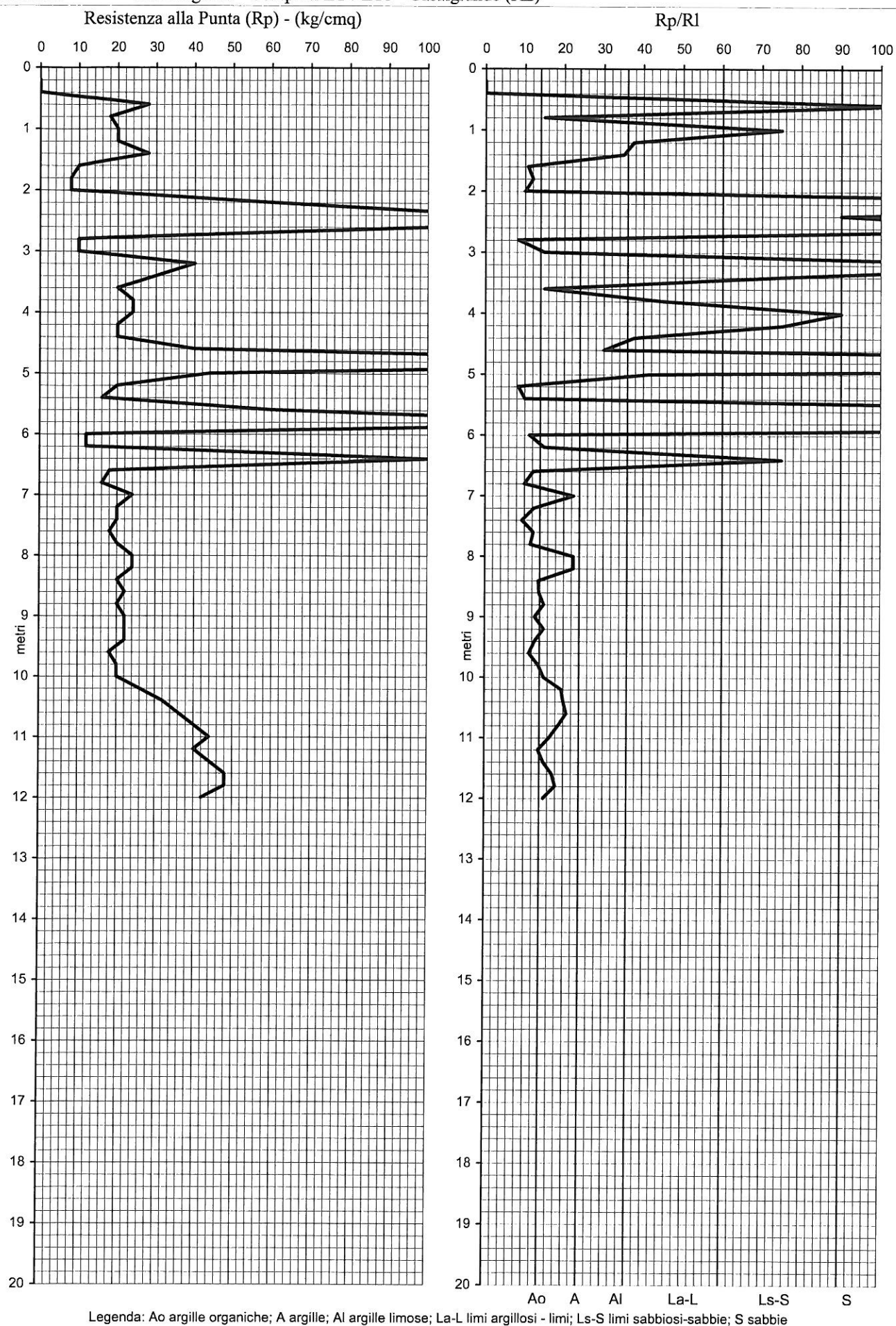
Committenza: -

Località: P.P. Boglioni - Comparti ZT4-ZT5 - Casalgrande (RE)

Prof. (m)	P (kg/cmq)	P+L (kg/cmq)	Rp (kg/cmq)	RI (kg/cmq)	Rp/RI	FR% (RI/Rp*100)	Rpm (kg/cmq)	Falda (m)	Descrizione litologica	Stratigrafia
0.2	0.00	0.00	0.00	-	-	-		-		
0.4	0.00	0.00	0.00	-	-	-		-		
0.6	28.00	32.00	28.00	0.27	105	1.0		-		
0.8	18.00	36.00	18.00	1.20	15	6.7		-		
1.0	20.00	24.00	20.00	0.27	75	1.3		-		
1.2	20.00	28.00	20.00	0.53	38	2.7		-		
1.4	28.00	40.00	28.00	0.80	35	2.9		-		
1.6	10.00	24.00	10.00	0.93	11	9.3		-		
1.8	8.00	18.00	8.00	0.67	12	8.3		-		
2.0	8.00	20.00	8.00	0.80	10	10.0		-		
2.2	60.00	64.00	60.00	0.27	225	0.4		-		
2.4	120.00	140.00	120.00	1.33	90	1.1		-		
2.6	100.00	110.00	100.00	0.67	150	0.7		-		
2.8	10.00	28.00	10.00	1.20	8	12.0		-		
3.0	10.00	20.00	10.00	0.67	15	6.7	42.7	-		
3.2	40.00	44.00	40.00	0.27	150	0.7		-		
3.4	30.00	36.00	30.00	0.40	75	1.3		-		
3.6	20.00	40.00	20.00	1.33	15	6.7		-		
3.8	24.00	32.00	24.00	0.53	45	2.2		-		
4.0	24.00	28.00	24.00	0.27	90	1.1		-		
4.2	20.00	24.00	20.00	0.27	75	1.3		-		
4.4	20.00	28.00	20.00	0.53	38	2.7		-		
4.6	40.00	60.00	40.00	1.33	30	3.3		-		
4.8	200.00	210.00	200.00	0.67	300	0.3		-		
5.0	44.00	60.00	44.00	1.07	41	2.4		-		
5.2	20.00	56.00	20.00	2.40	8	12.0		-		
5.4	16.00	40.00	16.00	1.60	10	10.0		-		
5.6	60.00	64.00	60.00	0.27	225	0.4		-		
5.8	160.00	170.00	160.00	0.67	240	0.4		-		
6.0	12.00	28.00	12.00	1.07	11	8.9		-		
6.2	12.00	24.00	12.00	0.80	15	6.7		-		
6.4	100.00	120.00	100.00	1.33	75	1.3		-		
6.6	18.00	40.00	18.00	1.47	12	8.1		-		
6.8	16.00	40.00	16.00	1.60	10	10.0		-		
7.0	24.00	40.00	24.00	1.07	23	4.4		-		
7.2	20.00	44.00	20.00	1.60	13	8.0		-		
7.4	20.00	52.00	20.00	2.13	9	10.7		-		
7.6	18.00	40.00	18.00	1.47	12	8.1		-		
7.8	20.00	46.00	20.00	1.73	12	8.7		-		
8.0	24.00	40.00	24.00	1.07	23	4.4		-		
8.2	24.00	40.00	24.00	1.07	23	4.4		-		
8.4	20.00	42.00	20.00	1.47	14	7.3		-		
8.6	22.00	46.00	22.00	1.60	14	7.3		-		
8.8	20.00	40.00	20.00	1.33	15	6.7	27.5	-		
9.0	22.00	48.00	22.00	1.73	13	7.9		-		
9.2	22.00	44.00	22.00	1.47	15	6.7		-		
9.4	22.00	48.00	22.00	1.73	13	7.9		-		
9.6	18.00	42.00	18.00	1.60	11	8.9		-		
9.8	20.00	42.00	20.00	1.47	14	7.3		-		
10.0	20.00	40.00	20.00	1.33	15	6.7		-		
10.2	26.00	46.00	26.00	1.33	20	5.13		-		
10.4	32.00	56.00	32.00	1.60	20	5.00		-		
10.6	36.00	62.00	36.00	1.73	21	4.81		-		
10.8	40.00	72.00	40.00	2.13	19	5.33		-		
11.0	44.00	84.00	44.00	2.67	17	6.06		-		
11.2	40.00	84.00	40.00	2.93	14	7.33		-		
11.4	44.00	88.00	44.00	2.93	15	6.67		-		
11.6	48.00	90.00	48.00	2.80	17	5.83		-		
11.8	48.00	88.00	48.00	2.67	18	5.56		-		
12.0	42.00	84.00	42.00	2.80	15	6.67		-		

PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

Prova n°: 5 Quota (m): 110 s.l.m. Data: 11/06/2009
 Committente: -
 Località: P.P. Boglioni - Comparti ZT4-ZT5 - Casalgrande (RE)



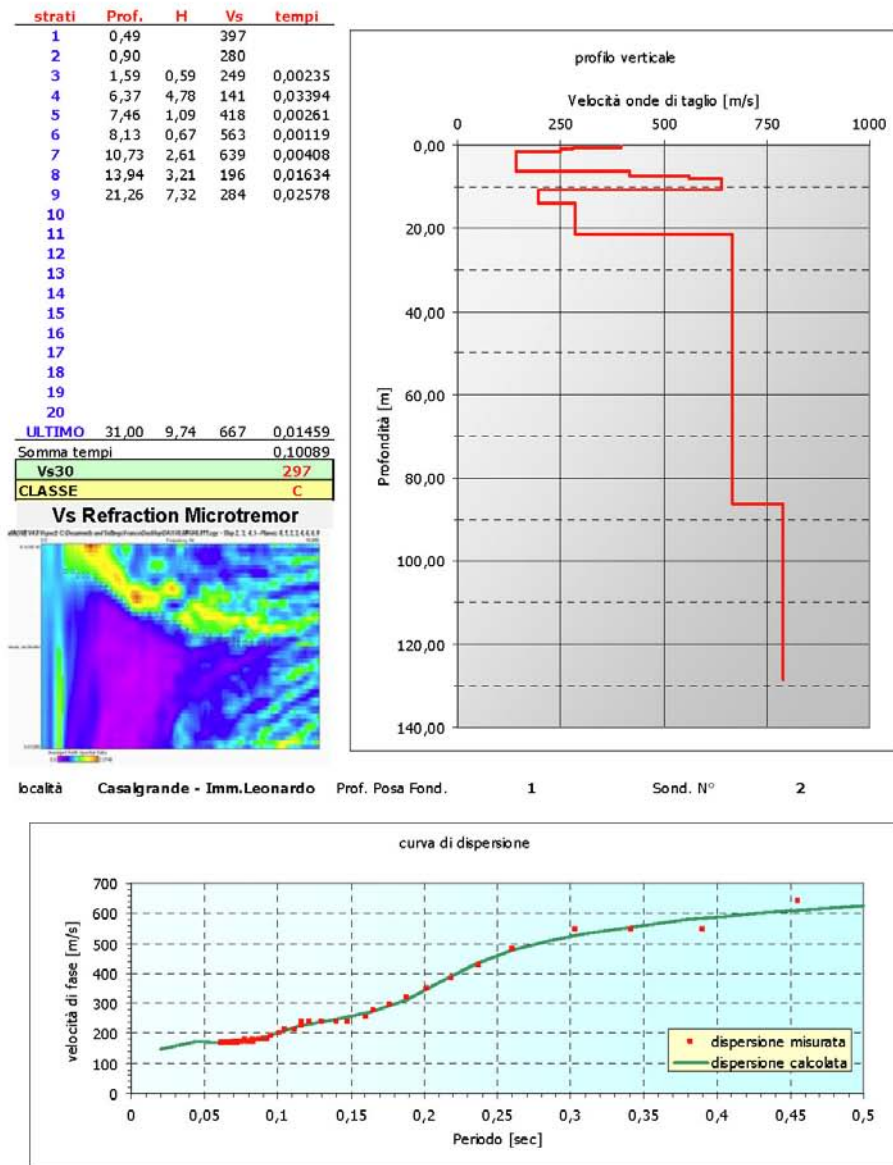
ALLEGATO 2

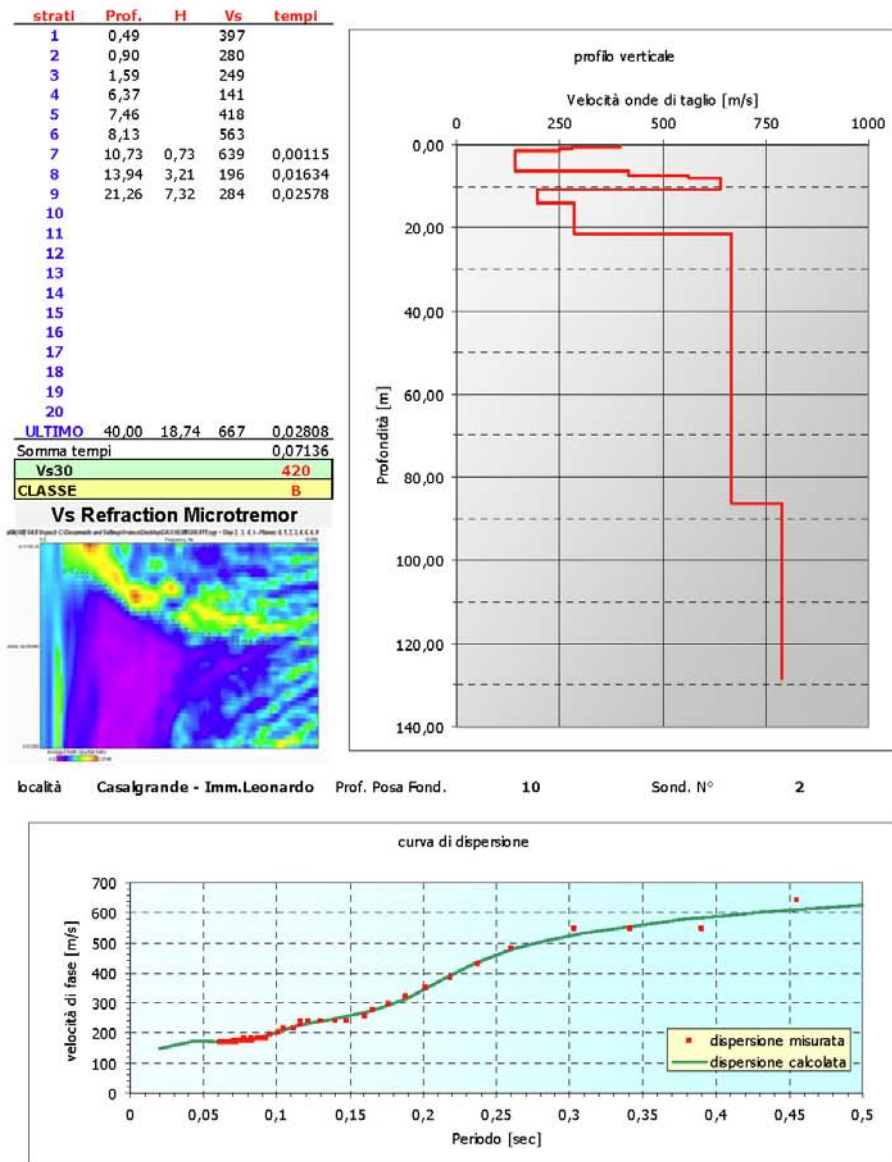
INDAGINE SISMICA

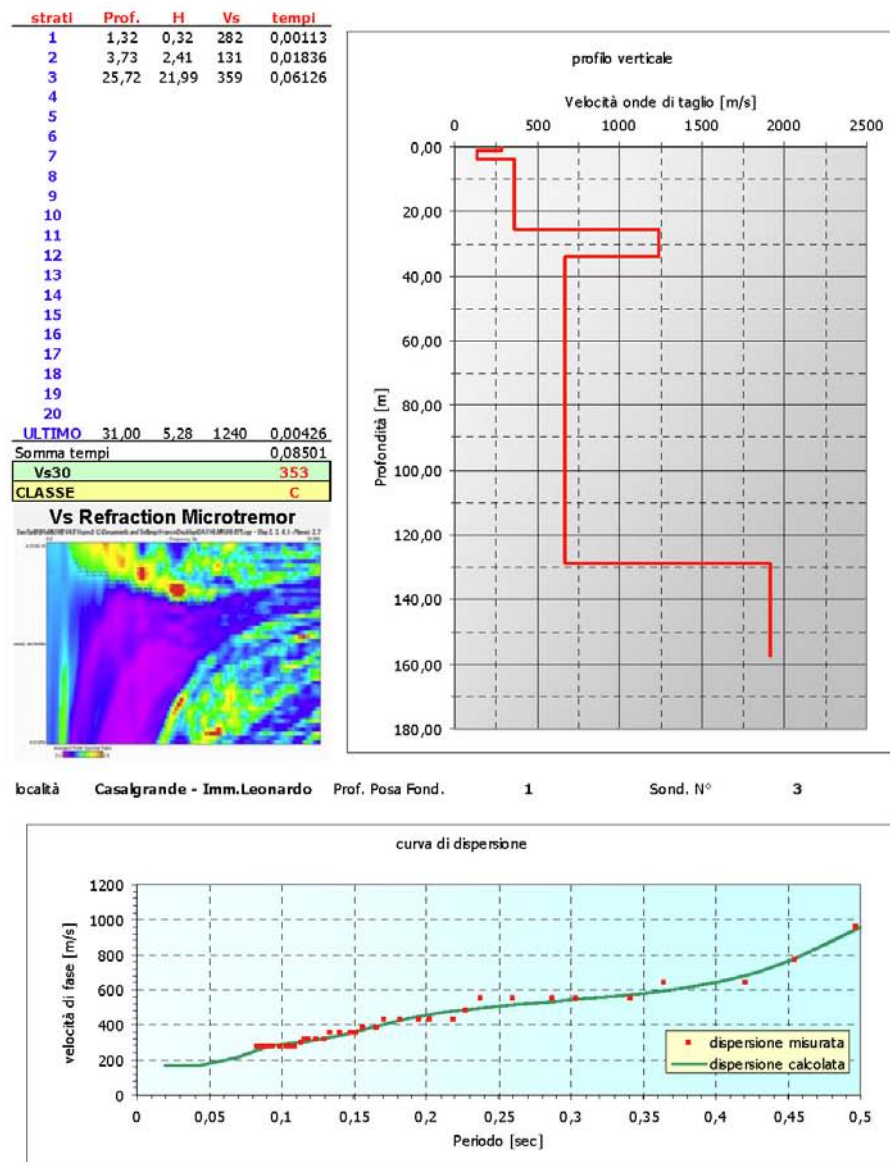
- Tratta da indagine sismica del 27.10.2008

a firma del Dott. Geol Gemelli Franco -



FIG.5a- Vs₃₀ ReMi n°2 – Fondazioni a 1.00 m di profondità

FIG.5b– Vs₃₀ ReMi n°2 – Fondazioni a 10.00 m di profondità

FIG.6a- Vs₃₀ ReMi n°3 - Fondazioni a 1.00 m di profondità

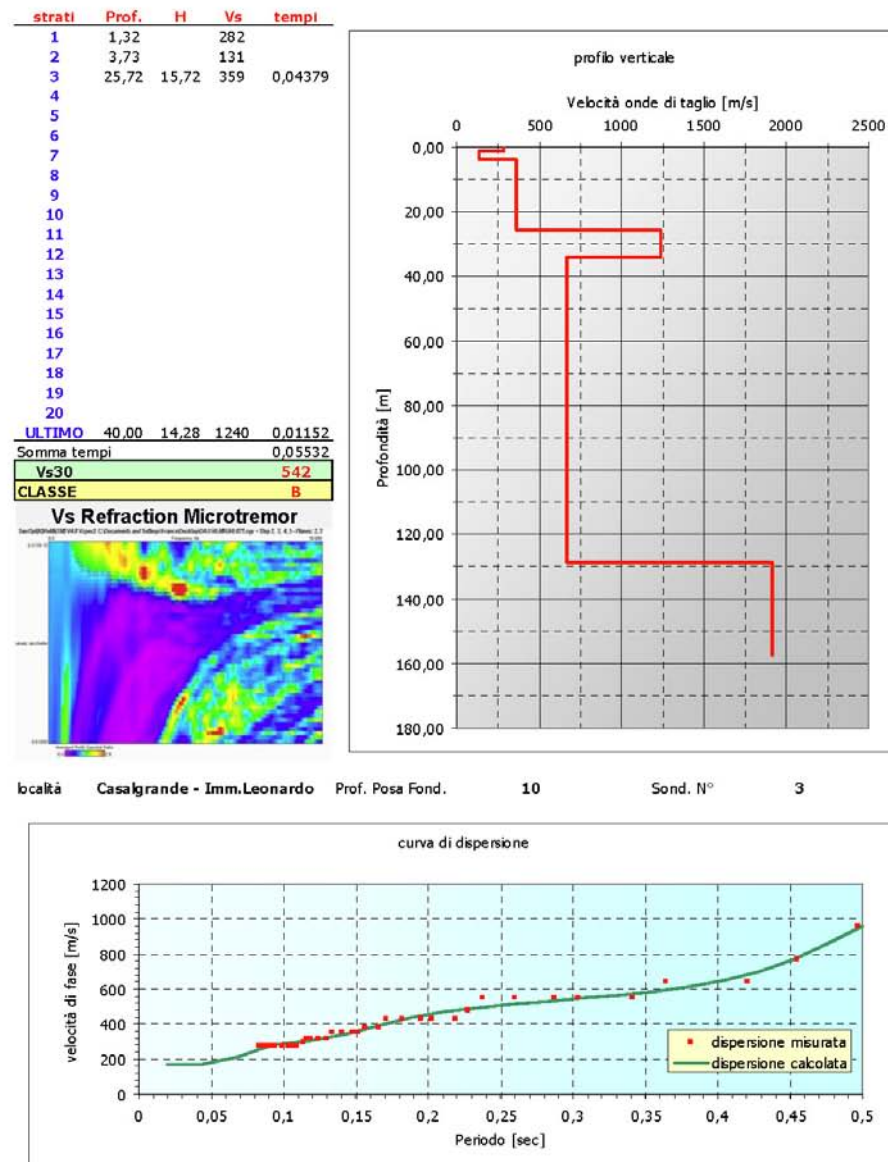
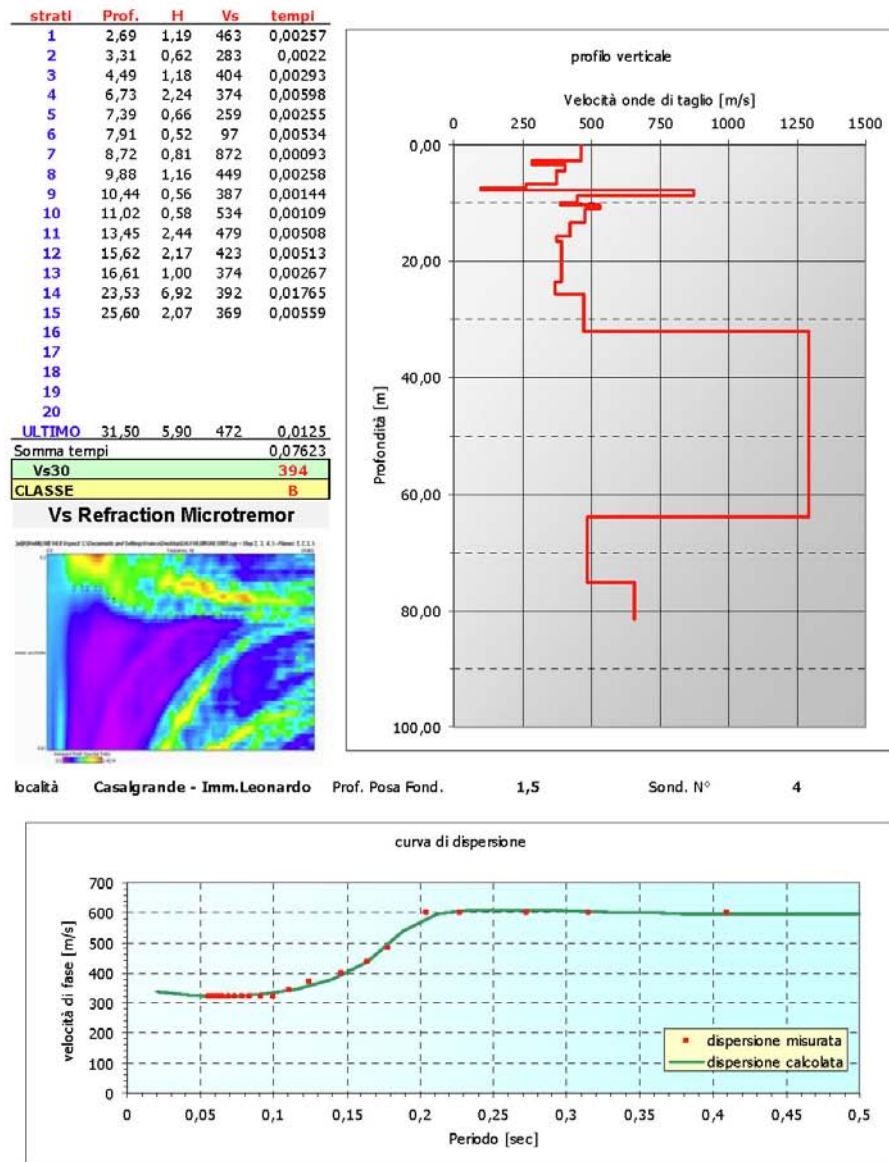


FIG.6b – Vs₃₀ ReMi n°3 – Fondazioni a 10.00 m di profondità

FIG.7a – Vs₃₀ ReMi n°4

ALLEGATO 3

SONDAGGIO PROFONDO A CAROTAGGIO CONTINUO

ANNO 2007

**STRATIGRAFIA**

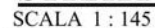
SCALA 1 : 145

Committente: IMMOBILIARE LEONARDO				Certificato n°: 1146/07					
Località: CASALGRANDE (RE)				Verbale di accettazione n°:					
Il direttore del laboratorio				Data esecuzione: 16-20/07/2007					
Dott. Geol. Rino Guadagnini				Data emissione: 23/07/07					
Lo sperimentatore				Sondaggio: S1					
Dott. Geol. Giampiero Tuso									
				DESCRIZIONE					
Ø mm	R v	Prel. % 0 --- 100	metri batt.	LITOLOGIA	RP	VT	prof. m		Cass.
							0,2	Asfalto.	
			1					Argilla debolmente limosa di colore nocciola-ocra con picchettature carboniose e tracce di ossidazione. Terreno asciutto, molto consistente e moderatamente plastico.	1
			2						
			3				3,0		
			4					Argilla debolmente limosa di colore marrone con screziature ocra e picchettature carboniose. Si osserva la presenza di concrezioni calcaree del diametro massimo di 4-5 mm. Terreno asciutto, molto consistente e moderatamente plastico.	
			5						
			6						
			7				7,0		2
			8				8,0	Argilla debolmente limosa di colore marrone a tratti con ghiaia del diametro massimo di 1 cm, dalla forma angolare e di natura calcareo-arenacea. A luoghi si osservano tracce di ossidazione sulle superfici degli elementi ghiaiosi. Presenza di picchettature carboniose, concrezioni calcaree e screziature ocra.	
			9					Argilla debolmente limosa di colore marrone con screziature ocra, picchettature carboniose e concrezioni calcaree. Da mt. -8.20 a mt. -8.60 si osserva la presenza di sparso ghiaietto del diametro massimo di 2-3 mm di forma angolare. Terreno molto consistente, asciutto e non plastico.	
			10						3
			11						
			12				12,7		
			13					Argilla limosa di colore nocciola-ocra con sottili intercalazioni limose-sabbiose. Si osserva la presenza di sparse picchettature carboniose e concrezioni calcaree del diametro massimo di 3-4 mm.	
			14					Da mt. -21.40 a mt. -21.55 argilla debolmente limosa di colore nocciola-ocra con sparso ghiaietto di natura calcareo-arenacea di forma angolare.	
			15				3,75		
			16				4,0		4
			17				2,0		
			18				2,75		
			19				2,0		
			20				2,5		
			21				2,5		
			22				2,5		5
			23				2,5		
			24				2,5		
			25				2,5		6
			26				3,5		
			27				3,5		
			28				4,0		
			29				4,0		
			30				4,6		
			31				4,8		7
			32				3,5		
			33				4,0		
			34				33,5	Sabbia fine e argilla limosa di colore nocciola-ocra. Terreno moderatamente umido.	
			35					Ghiaia con argilla sabbiosa e sabbia argillosa di colore nocciola-ocra. La ghiaia è poligenica, eterometrica del diametro massimo di 4-5 cm e arrotondata.	
								Da mt. -38.40 a mt. -38.60 si osserva la presenza di un livello di argilla di colore nocciola-ocra.	
							34,9	Terreno moderatamente umido e da mt. -41.00 terreno umido.	

**STRATIGRAFIA**

SCALA 1 : 145

Committente: IMMOBILIARE LEONARDO				Certificato n°: 1146/07					
Località: CASALGRANDE (RE)				Verbale di accettazione n°:					
Il direttore del laboratorio				Data esecuzione: 16-20/07/2007					
Dott. Geol. Rino Guadagnini				Data emissione: 23/07/07					
Lo sperimentatore				Sondaggio: S1					
Dott. Geol. Giampiero Tuso									
Ø mm	R v	Prel. % 0 --- 100	metri batt.	LITOLOGIA	RP	VT	prof. m	DESCRIZIONE	Ca
			36					Ghiaia con argilla sabbiosa e sabbia argillosa di colore nocciola-ocra. La ghiaia è poligenica, eterometrica del diametro massimo di 4-5 cm e arrotondata. Da mt. -38.40 a mt. -38.60 si osserva la presenza di un livello di argilla di colore nocciola-ocra. Terreno moderatamente umido e da mt. -41.00 terreno umido.	8
			37						
			38						
			39						
			40						
			41						
			42						
			43						
			44						
			45						
			46						
			47			46,9	Argilla debolmente limosa a luoghi limosa-sabbiosa di colore variabile da nocciola-ocra a grigio con screziature ocra. Terreno asciuttoe moderatamente plastico. Si osservano livelli di concrezioni calcaree del diametro massimo di 3-4 mm.	1	
			48		4.0				
			49		4.0				
			50		4.0				
			51		3.5				
			52		3.5				
			53		3.25				
			54		3.0				
			55		3.0				
			56		4.6				
			57		4.6				
			58		4.6				
			59		4.8				
			60		4.8				
			61		4.8				
			62		4.0				
			63		4.0				
			64		3.5				
			65		4.0				
			66		4.6				
			67			66,7	Ghiaia di colore marrone a luoghi sabbiosa limosa-argillosa di natura arenacea-calcareo del diametro massimo di 5 cm, arrotondata.	1	
			68		4.6				
			69		4.7				
			70		4.6				



Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione								
Giorno	16/07/07	17/07/07	17/07/07	18/07/07	18/07/07	19/07/07	19/07/07	20/07/07
Ora	sera	mattina	sera	mattina	sera	mattina	sera	mattina
Livello dell'acqua (m)	assente	assente	assente	7,30	11,15	27,45	assente	20,55
Prof. perforazione(m)	12,00	12,00	34,00	34,00	51,00	51,00	72,00	72,00
Prof. rivestimento(m)	12,00	12,00	34,00	34,00	51,00	51,00	72,00	72,00