



IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO CASTEL GIORGIO (TR)

ALLEGATO 1

RELAZIONE GEOLOGICA, IDROLOGICA, IDRAULICA E SISMICA



GEOTERMIA ITALIA S.p.a.

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "CASTEL GIORGIO" COMUNE DI CASTEL GIORGIO (TR)

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDROLOGICA, IDRAULICA E SISMICA

Scala: -		Commessa: 0 5 9 1 2	Codice file: 0 5 9 1 2 B 0 1	Prog. □ □ □	Foglio: □ □ DI □ □	Rev: □
-------------	--	------------------------	---------------------------------	----------------	-----------------------	-----------



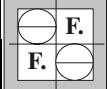
GEOTECNA Studio Associato
Viale Venere, 57 - 05018 Orvieto (TR)
tel +39 0763 344669
fax +39 0763 391352

GEOL. Fabrizio Maria FRANCESCONI
GEOL. Stefano FRATINI
BIOL. Daniela LANZI
DOTT. NAT. Enrico LADI



Committente:
ITW&LKW
GEOTERMIA ITALIA S.p.a.

Revisione	Data	Oggetto	Redatto	Approvato	Autorizzato
1	Agosto 2013	REVISIONE			
0	Luglio 2012	EMISSIONE			

IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO CASTEL GIORGIO-TR					Pag di 30
<i>Committente:</i> ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>			<i>File:</i>	
	0	1		05912B01	
GEOTECNA studio associato <i>Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr)</i> <i>tel +39 0763 344669</i> <i>fax +39 0763 391352</i>					

INDICE

1. PREMESSA	pag. 2
1.1. Modifiche progettuali	
1.2. Elaborati	
2. AREA DI INTERVENTO E DESCRIZIONE DEL PROGETTO	pag. 3
3. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE	pag. 6
4. RELAZIONE GEOLOGICA	pag. 7
4.1. Assetto geologico	
4.2. Assetto geomorfologico	
4.3. Assetto Idrogeologico	
5. RELAZIONE SISMICA	pag. 14
5.1. Zonizzazione sismica regionale	
5.2. Risposta sismica locale	
5.2.1. Categorie di sottosuolo	
5.2.2. Classificazione delle condizioni topografiche	
5.2.3. Stabilità nei confronti della liquefazione	
6. RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	pag. 20
7. RELAZIONE GEOTECNICA	pag. 21
7.1. Parametri geotecnici caratteristici	
7.1.1. Postazione pozzo di produzione CG1	
7.1.2. Postazione pozzo di produzione CG2	
7.1.3. Centrale di produzione	
7.1.4. Postazione pozzo di reiniezione CG14	
7.1.5. Tracciato delle condotte	
8. CONCLUSIONI	pag. 29
DIAGRAFIE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE	pag. 30

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 2 di 30
<i>Committente:</i> ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>		<i>File:</i>	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352
	0	1	05912B01	

1. PREMESSA

Il presente documento illustra la **RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDROLOGICA, IDRAULICA E SISMICA**, riguardante le opere previste nel **PROGETTO IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO”- COMUNE DI CASTEL GIORGIO – TR.**

Il presente documento aggiorna e revisiona la precedente relazione, con i relativi elaborati, per tenere conto delle modifiche apportate al progetto dopo la loro presentazione.

Le indagini e gli studi sono stati eseguiti dallo Studio Associato GEOTECNA, su incarico della Società ITW & LKW Geotermia Italia SpA.

La Relazione segue le indicazioni del D.M. 14/01/2008 (*Norme Tecniche per le Costruzioni*) e alla relativa circolare esplicativa del C.S.LL.PP. n° 617/2009 (*Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008*) e D.M. LL.PP. 12 dicembre 1985: *Norme tecniche sulle tubazioni.*

Resta inteso che nella predisposizione del Progetto Esecutivo, ed anche in corso d'opera, il modello geologico e geotecnico qui proposto dovrà essere controllato e verificato onde accertarne l'effettiva rispondenza con le puntuali condizioni, apportando le eventuali, necessarie varianti al progetto ove le rilevazioni fatte facciano nutrire dubbi sulla validità locale del modello assunto.

1.1. Modifiche progettuali

Sulla base delle indicazioni fornite dal committente, le modifiche apportate al progetto sono:

- ✓ nella postazione CG1 è previsto un ulteriore pozzo produttivo deviato;
- ✓ nella postazione CG3 è previsto un ulteriore pozzo produttivo deviato;
- ✓ la postazione CG3 resta adiacente alla centrale ma al confine S-E;
- ✓ la profondità verticale di tutti i pozzi produttivi passa da 1000 m a 1200 m ciò comporta due giorni di perforazione in più in media per ciascuno dei 5 pozzi produttivi;
- ✓ due pozzi reiniettivi (devianti) in più dalla postazione CG14 (in totale diventano 4).

Tali modifiche progettuali non determinano la necessità di ulteriori indagini in sito, aggiuntive rispetto a quelle già eseguite; pertanto restano valide tutte le valutazioni già presentate nel precedente rapporto.

1.2. Elaborati

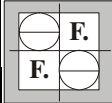
Sono allegati alla presente relazione le seguenti tavole revisionate - REV. 01:

TAV.01: Piano di posizione delle indagini, tracce delle sezioni litotecniche e geologia di dettaglio

TAV.02: Sezioni litotecniche- centrale di produzione

TAV. 03: Sezioni litotecniche - postazione pozzi di produzione CG1

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
--	------------	-------	-------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 3 di 30
<i>Committente:</i> ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>			<i>File:</i> 05912B01
	0	1		
<i>GEOTECNA studio associato</i> Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352				

TAV. 04 : Sezioni litotecniche- postazione pozzo di produzione CG2 e pozzi di reiniezione CG14

TAV.05 : Sezioni litotecniche – tracciato condotta di mandata e tracciato condotte di reiniezione.

2. AREA DI INTERVENTO E DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'area di intervento si ubica nel Comune di Castel Giorgio, nel territorio compreso fra Loc.tà Torraccia, la omonima Zona Industriale, loc.tà Forno Vecchino e loc.tà Torrigiana, poco ad Ovest rispetto all'abitato di Castel Giorgio (v. corografie seguenti) . L'area presenta una morfologia sub pianeggiante con quote che oscillano fra 530 m slm e 540 m slm.

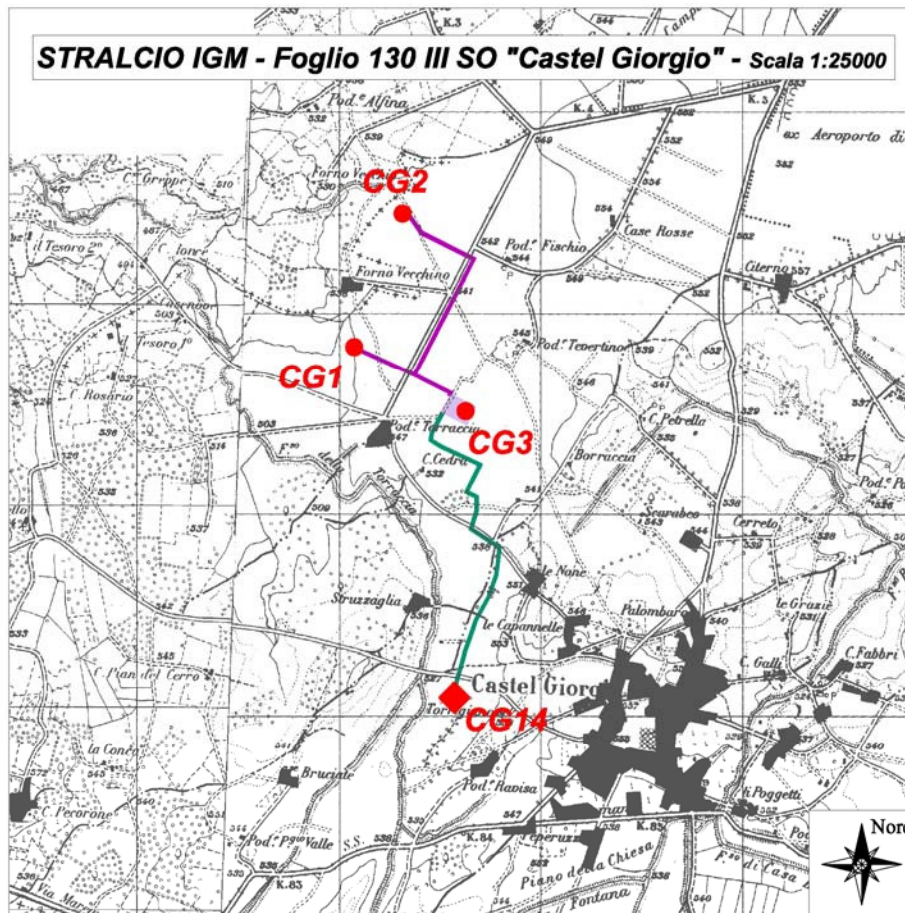
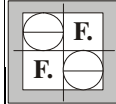
Essa risulta ricompresa nell'ambito della Tavola III S.O. “CASTEL GIORGIO” del Foglio 130 - “ORVIETO” – della Carta d'Italia IGM e nell'ambito della Sezione 333-080 “CASTEL GIORGIO” della Carta Tecnica Regionale.

I dati salienti del Progetto Definitivo prevedono la realizzazione di un impianto pilota, a Ciclo ORC Organic Rankine Cycle, chiuso, alimentato da fluidi geotermici, con generazione elettrica; la centrale di produzione sarà ubicata presso l'area industriale di Castel Giorgio, in zona Torraccia; ad essa si associano n° 5 pozzi di estrazione da realizzare nelle postazioni CG 1, CG 2, CG3, ed il polo di reiniezione: denominato CG14, ricadente nella zona dell'esistente Pozzo A.14.

Sono altresì previste tubazioni di collegamento fra i pozzi di estrazione e la centrale, per complessivi 1600 ml circa, ed una condotta di trasporto dalla centrale ai pozzi di reiniezione dello sviluppo complessivo di 1650 ml circa; l'estradosso delle tubazioni è posizionato a profondità variabili fra ml 1.10 e ml. 1.60.

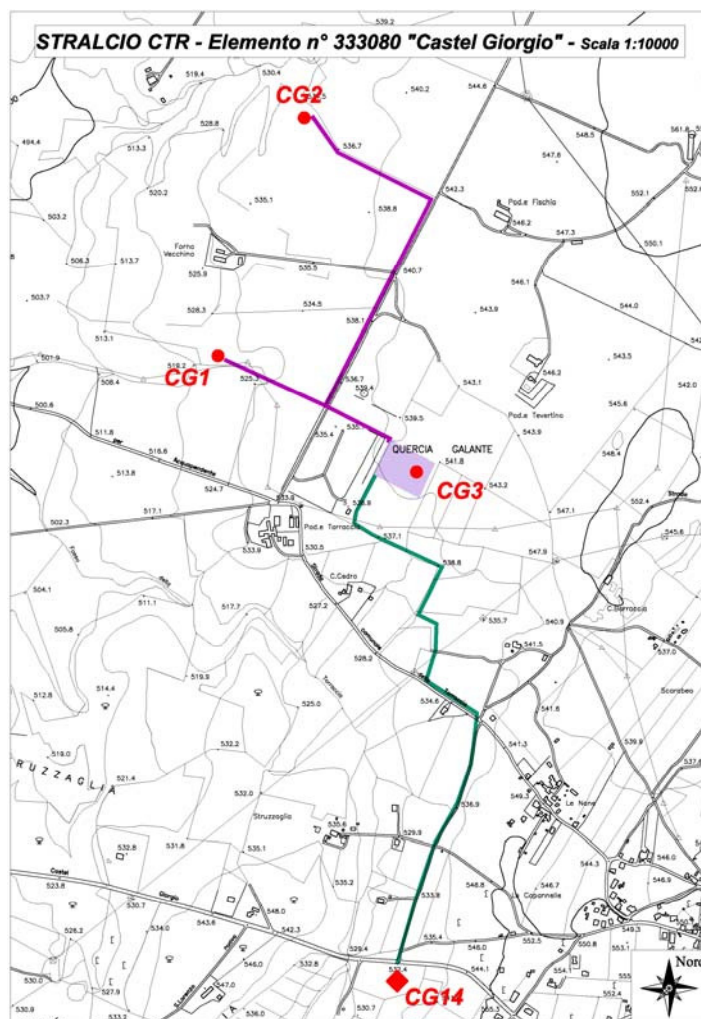
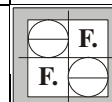
Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	<i>Commessa :</i>	05912	<i>Data:</i>	Agosto 2013
---	-------------------	-------	--------------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "CASTEL GIORGIO" COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 4 di 30
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>		<i>File:</i>	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352
	0	1	05912B01	



Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
---	------------	-------	-------	-------------

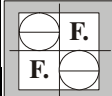
IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "CASTEL GIORGIO" COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 5 di 30
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni		File:	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352
	0	1	05912B01	



PROGETTO

- **CG2** Pozzi geotermici di estrazione
- **CG3** Pozzi geotermici di estrazione
- **CG1** Pozzi geotermici di estrazione
- ◆ **CG14** Pozzi geotermici di reiniezione
- Tubazioni di produzione
- Tubazioni di reiniezione
- Centrale geotermica

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
---	------------	-------	-------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "CASTEL GIORGIO" COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 6 di 30	
<i>Committente:</i> ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>		<i>File:</i>	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352	
	0	1			

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

Il Piano delle indagini, predisposto ed attuato dallo Studio GEOTECNA, ha comportato la esecuzione di prove penetrometriche dinamiche, tipo DPM-30 e la esecuzione n. 1 prova MASW; esso presenta un'ampiezza commisurata alla fase del Progetto Definitivo e consente di ottenere una adeguata rappresentatività del volume significativo; in sede di redazione del Progetto Esecutivo il progettista, ove lo ritenga necessario, condurrà ulteriori indagini geognostiche.

Nei siti di intervento sono state eseguite le seguenti prove:

Centrale di Produzione

- n. 7 prove spinte fino alla profondità massima di m. 8.70, con il costante raggiungimento della condizione di rifiuto all'avanzamento;
- n. 1 prova MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*);

Piazzola pozzo di estrazione CG1

- n. 6 prove spinte fino alla profondità massima di m. 9.30, con il costante raggiungimento della condizione di rifiuto all'avanzamento;

Piazzola pozzo di estrazione CG2

- n. 3 prove spinte fino alla profondità massima di m. 1.70, con il costante raggiungimento della condizione di rifiuto all'avanzamento;

Piazzola pozzi di reiniezione CG14

- n. 4 prove, spinte fino alla profondità massima di m. 3.30, con il costante raggiungimento della condizione di rifiuto all'avanzamento

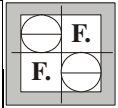
Tracciato delle condotte Pozzi di Estrazione / Centrale di Produzione / Pozzo di Reiniezione

- n. 13 prove, spinte fino alla profondità massima di m. 6.00, con il costante raggiungimento della condizione di rifiuto all'avanzamento

In totale sono state eseguite n 33 prove penetrometriche; in TAV. 01 viene rappresentata la ubicazione delle prove eseguite.

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
--	------------	-------	-------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 7 di 30
<i>Committente:</i> ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>		<i>File:</i>	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352
	0	1	05912B01	



4. RELAZIONE GEOLOGICA

La **Relazione Geologica** comprende la ricostruzione del modello geologico tramite la identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici e dei caratteri fisici del sottosuolo; inoltre prende in considerazione, ed illustra, gli aspetti idrogeologici e geomorfologici.

4.1. Assetto geologico

L'area di intervento ricade nell'ambito dei depositi vulcanici pertinenti l'apparato vulcanico vulsino, il più settentrionale fra i numerosi apparati costituenti la Provincia Magmatica Romana alcalino - potassica della provincia Comagmatica Romana (Fig. 4.1).

L'attività del distretto vulsino si è sviluppata attraverso più fasi o complessi vulcanici principali: il Paleobolsena, il Bolsena, il Montefiascone, il Latera ed il Neobolsena (NAPPI *et alii*, 1995, NAPPI *et alii*, 1998, NAPPI *et alii*, 2004), con meccanismi e scenari eruttivi molteplici (NAPPI *et alii*, 1995, NAPPI *et alii*, 1998, NAPPI *et alii*, 2004), accomunati dalla ciclica riproposizione delle stesse dinamiche eruttive:

- attività effusiva o stromboliana iniziale;
- attività pliniana con deposizione di prodotti di ricaduta come pomici e ignimbriti;
- collassi calderici;
- attività idromagmatica.

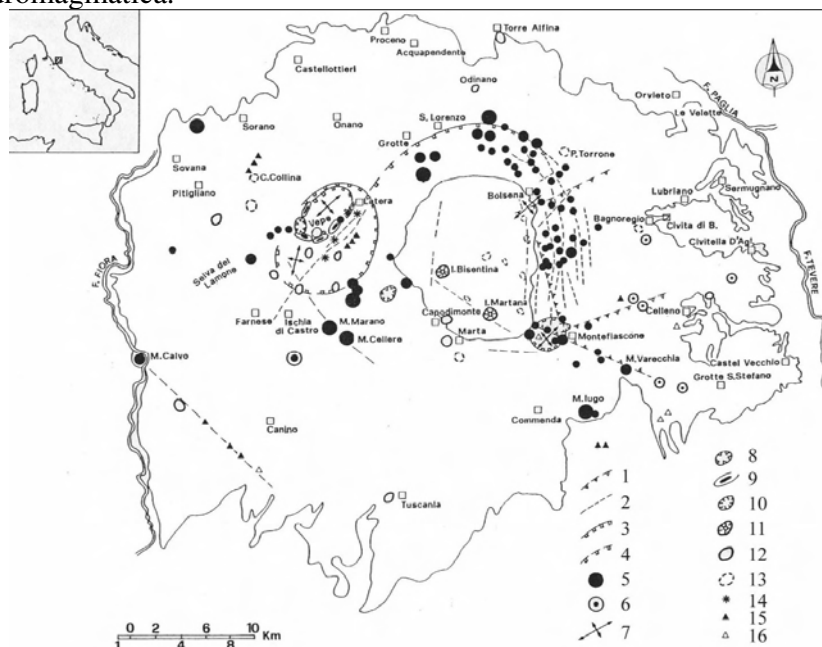
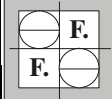


Fig. 4.1 - Carta strutturale del Distretto Vulcanico Vulsino (da NAPPI *et alii*, 1991 modificata). 1 - faglie profonde; 2 - faglie; 3 - recinti calderici; 4 - recinti calderici sepolti; 5 - coni di scorie; 6 - coni di scorie sepolti; 7 - eruzioni esplosive centrali; 8 - maar; 9 - strutture domiformi; 10 - crateri d'esplosione; 11 - attività surtseyana; 12 - centri eruttivi; 13 - centri eruttivi sepolti; 14 - attività fumarolica; 15 - sorgenti termali; 16 - sorgenti minerali.

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
--	------------	-------	-------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 8 di 30
<i>Committente:</i> ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>			<i>File:</i>
	0	1		05912B01
GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352				

Le vulcaniti presentano spessori complessivi che variano da qualche decina di metri, presso il margine settentrionale della struttura in esame, alle centinaia di metri, nelle zone interne; poggiano su un substrato sedimentario costituito dall'alto verso il basso da:

- sedimenti post-orogenici argilloso-sabbioso e localmente anche conglomeratici Plio-pleistocenici, in trasgressione sulle formazioni più antiche affioranti ai margini orientali dell'area vulsina, che vanno a formare il riempimento del graben del Paglia;
- flysch alloctoni di età cretacico-oligocenica (“Liguridi”), costituite da alternanze di argille, marne, calcari marnosi e sequenze arenacee.

Per la descrizione dei depositi vulcanici ((v . Carta Geologica riportata nella figura che segue) si è fatto riferimento ai contenuti della Carta Geologica ed Idrogeologica dell'Orvietano e della catena Amerina (Regione Umbria 2006) a scala 1:10.000, ed è stata utilizzata la legenda geologica contenuta nel *Manuale per il rilevamento geologico ed idrogeologico della catena Amerina e dell'apparato Vulsino* redatto dalla Commissione Scientifica.

Nello specifico, come osservato in fase di esecuzione dei rilevamenti di superficie, quanto in progetto interessa , a luoghi, depositi lavici dotati di una copertura costituita da una coltre di materiali di degradazione eluviale, di spessore plurimetrico e materiali piroclastici di caduta.

I depositi lavici sono rappresentati da termini leucititici e leucititico tefritici, a tessitura debolmente porfirica per presenza di leucite e feldspati immersi in pasta di fondo microcristallina di colore grigio. La struttura di tale deposito lavico, come osservabile in diversi affioramenti presenti in aree limitrofe, e specificatamente lungo i margini del plateau, è rappresentata da un ammasso connotato da fessurazione prevalentemente ad andamento sub-verticale e subordinatamente sub-orizzontale in grado di delimitare blocchi prismatici di dimensioni anche plurimetriche. Tali depositi vengono ad essere inquadrati nell'ambito della Formazione di Podere Sambuco, Litofacies “Colate laviche di Castel Giorgio”, pertinenti il Sintema di Orvieto Sub-Sintema Montalfina-Castel Giorgio.

Le coltri di copertura sono costituite da depositi eluviali connessi alla degradazione chimico-fisica dei depositi lavici e piroclastici e sono rappresentate da materiali residuali di taglia sabbioso-limosa, ricchi in ossidi, di colore bruno talora con in frammenti litici da centimetrici fino a decimetrici, il cui spessore risulta variabile da circa 1 m fino a circa 8-10 m.

Si rinvengono, infine, depositi piroclastici stratificati costituiti da un alternanza di tufi fini e lapilli tuff costituite da pomice o scorie pertinenti la Formazione di Podere Sambuco (ps).

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
--	------------	-------	-------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "CASTEL GIORGIO"
COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR

Committente:
ITW&LKW
GEOTERMIA ITALIA
SpA

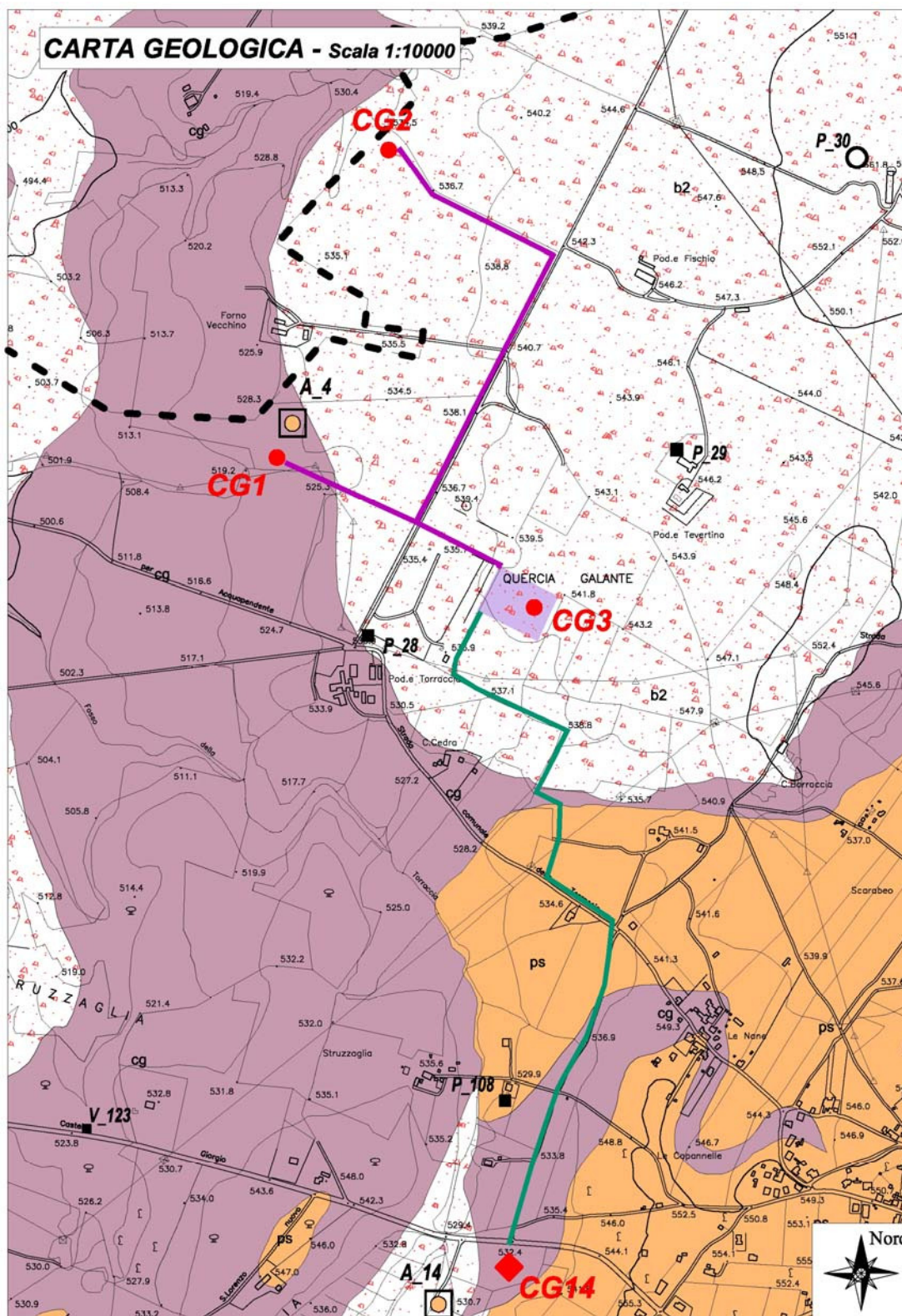
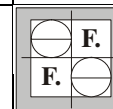
Revisioni

File:

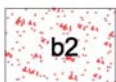
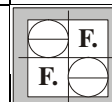
GEOTECNA studio associato
Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr)
tel +39 0763 344669
fax +39 0763 391352

0 1

05912B01



IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 10 di 30
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni		File:	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352
	0	1	05912B01	

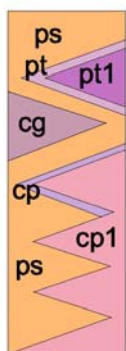


Coperture eluviali (Olocene)
 Depositi essenzialmente fini, in prevalenza provenienti dal disfacimento delle formazioni piroclastiche costituenti il substrato dello spessore variabile fra pochi metri fino a circa 15-20m

SUPERSINTEMA DEI MONTI VULSINI

SINTEMA DI ORVIETO

SUBSINTEMA DI MONTALFINA-CASTELGIORGIO



Formazione Podere Sambuco (ps).
 Successione piroclastica stratificata con alternanza di tuffi fini e lapilli tuffi costituiti da pomice o scorie. All'interno della Formazione sono intercalati:

Colate laviche e scorie di Poggio del Torrone (pt, pt1).

Alternanza di colate laviche leucitiche-tefritiche a tefritico-fonolitiche (pt1) e scorie più o meno grossolane, varicolori, con brandelli lavici e lapilli stratificati dei centri eruttivi di Poggio del Torrone, Poggio Pocatrabbio e Monte Panaro. Si trovano intercalate ai livelli più alti della formazione piroclastica (ps).

Colate laviche di Castel Giorgio (cg).

Colate laviche debolmente porfiriche intercalate alla formazione piroclastica (ps); la composizione varia da leucitica a tefritico-fonolitica.

Colate laviche e scorie di Case Perazza (cp, cp1).

Colate laviche a struttura porfirica e composizione a leucitica a tefrifonolitica alternate a strati di spessore decimetrico o metrico di tuff breccia scoriacea (cp) intercalate nella parte basale della formazione ps. Nella zona di Case Perazza si distinguono almeno quattro colate laviche.

Età

225000

333000

P_30



Pozzi stratigrafici (P) destinati ad acquedotti pubblici

P_29



Pozzi stratigrafici

A_4/A_14



Pozzi geotermici esistenti

V_123



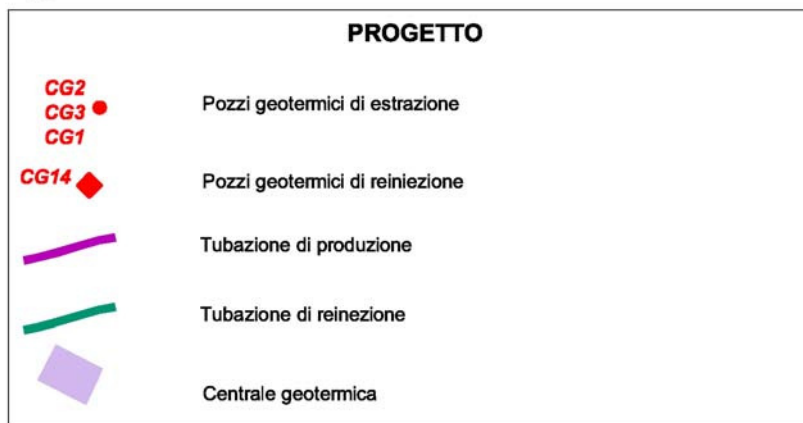
S.E.V.

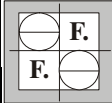


Limite litologico



Confine Regionale



IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 11 di 30
<i>Committente:</i> ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>			<i>File:</i> 05912B01
	0	1		
<i>GEOTECNA studio associato</i> Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352				

4.2. Assetto geomorfologico

L'assetto geomorfologico d'insieme del territorio in cui si inserisce la zona di intervento è quello tipico del plateau vulcanico Vulsino, caratterizzato da forme del paesaggio blande, che conferiscono all'area un andamento sub-tabulare.

Le forme del paesaggio sono infatti connotate da una morfologia prevalentemente pianeggiante, localmente interrotta da modesti rilievi, allungati prevalentemente in direzione circa NS, delimitati da compluvi e vallecole in cui, talora si impostano le aste idriche pertinenti il locale reticolo idrografico. Tali rilievi si elevano di pochi metri rispetto alle quote del piano campagna circostante e sono connotati da un assetto clivo metrico relativamente dolce, con valori di pendenza variabile tra il 5 ed il 15%.

Tale condizione risulta peraltro confermata dall'esame delle cartografie tematiche allegate allo studio geologico-ambientale del PRG Intercomunale (v. figura seguente), da cui non emerge alcuna criticità geomorfologica per l'area in oggetto.

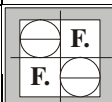
Si esclude, pertanto la presenza di fenomeni di dissesto in atto e/o allo stato latente, come anche evidenziato dall'esame delle cartografie del PAI Assetto Geomorfologico dell'Autorità di Bacino del F. Tevere che non riporta, per l'area in oggetto, alcun elemento di dissesto.

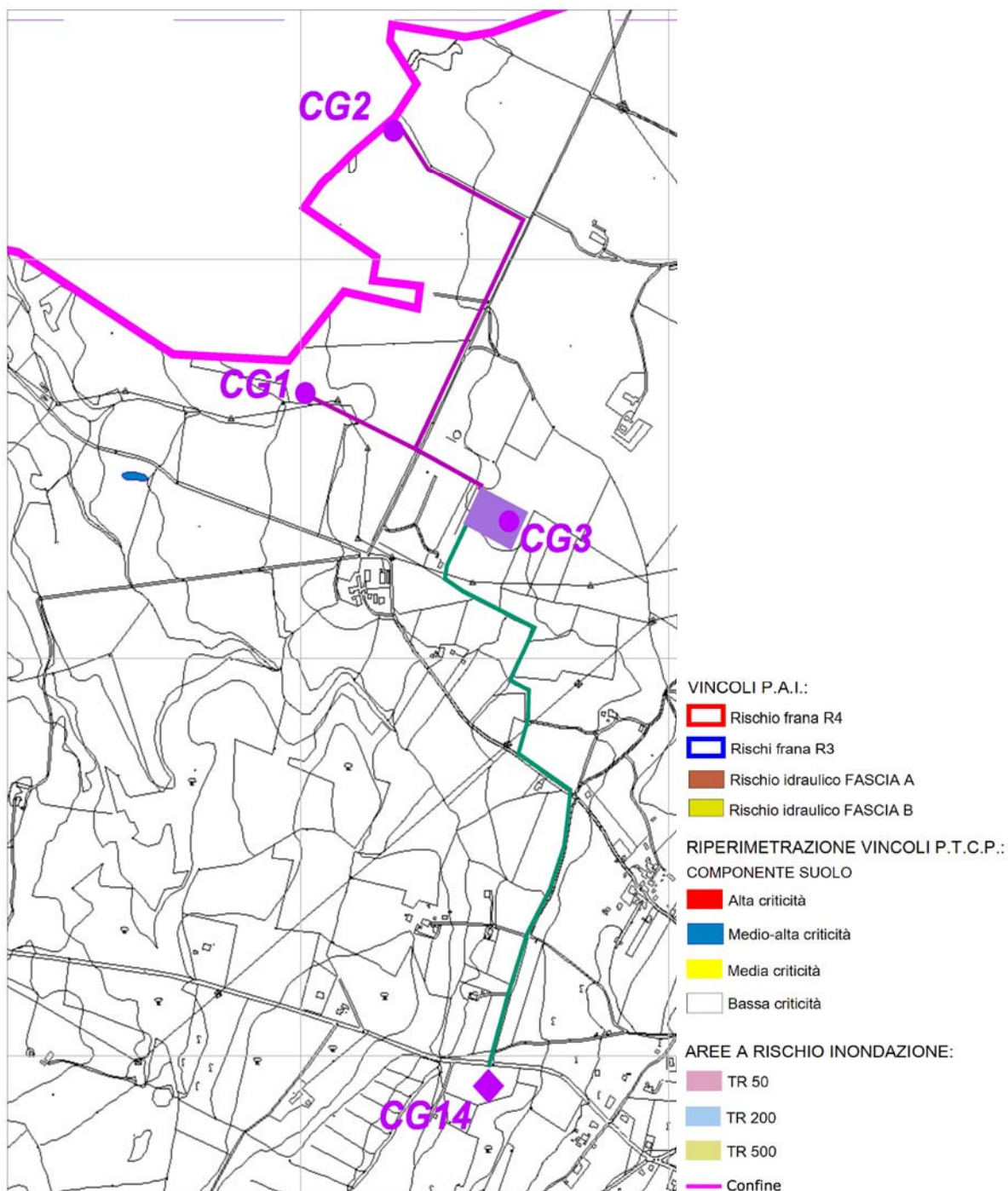
I sopralluoghi effettuati in sito non hanno evidenziato fenomeni di dissesto neanche di tipo localizzato e pertanto si può affermare che l'area risulta stabile e che gli interventi che si andranno a porre in essere non risultano in grado di indurre variazioni di una qualsiasi significatività nelle condizioni di equilibrio che caratterizzano l'area di intervento.

Per quanto riguarda il reticolo idrografico si parlerà in altro, successivo, capitolo.

Le postazioni CG1 e CG2 ricadono in zona sottoposta a vincolo idrogeologico.

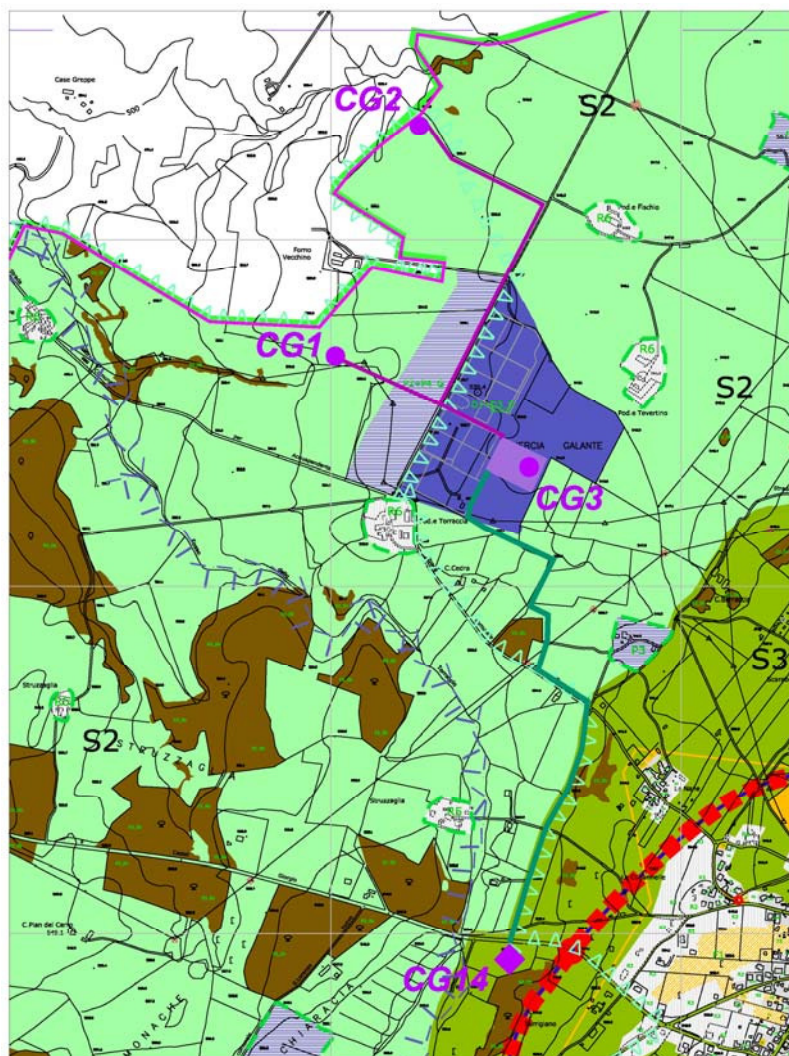
Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
--	------------	-------	-------	-------------









IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 12 di 30	
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>		<i>File:</i>	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352	
	0	1	05912B01		



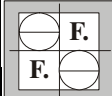
Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa : 05912	Data: Agosto 2013	
---	-------------------------	--------------------------	--

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 13 di 30
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>		<i>File:</i>	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352
	0	1	05912B01	



Delimitazioni e vincoli di rispetto		Limiti amministrativi
		Fascia di rispetto cimiteriale
		Limite vincolo idrogeologico
		Fascia di rispetto dei corpi idrici (L.431/85)
		Limiti Ambiti di Trasformabilità Urbana (ATU)
		Limite di rispetto ambientale
		Area ricompresa nel dispositivo di vincolo ai sensi della L. 1497/39
		Limite del perimetro urbano del comune di Castel Giorgio adottato con variante del 30_11_2006

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
--	------------	-------	-------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 14 di 30
<i>Committente:</i> ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>			<i>File:</i> 05912B01
	0	1		
<i>GEOTECNA studio associato</i> Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352				

4.3. Assetto Idrogeologico

La zona in studio ricade nell'ambito di una potente struttura acquifera, rappresentata dalla coltre di vulcaniti che ricopre, con elevato spessore, i sedimenti argillosi pliocenici e/o i depositi in facies marnoso-argillosa pertinenti i depositi delle unità liguridi alloctone – Unità di S.Fiora - , a bassa permeabilità, aventi funzione di acquiclude (V. Relazione Idrogeologica) .

L'acquifero, costituito dalla successione piroclastica e lavica, permette la instaurazione di una circolazione idrica profonda che va a costituire una falda di base direttamente sostenuta dal substrato impermeabile.

Dagli studi condotti si è rilevato che in questa zona il livello della falda di base si pone ad una quota di circa m 470 slm, e quindi ad una ad una profondità di circa 60-70 m.

Talora, nell'ambito della sequenza costituente la struttura acquifera risultano presenti livelli a bassa permeabilità, costituiti da paleo-suoli argillificati, e/o da orizzonti lavici competenti e scarsamente fratturati in grado di determinare circuitazioni idriche di tipo sospeso.

Inoltre, in concomitanza con eventi pluviometrici intensi e prolungati, nelle zone morfologicamente depresse e nelle aree di affioramento delle coltri eluviali, si possono formare piccole falde sospese, temporanee, anche prossime al p.c.

5. RELAZIONE SISMICA

La **Relazione Sismica** fornisce indicazioni in merito alla sismicità storica ed alla classificazione sismica regionale; definisce la pericolosità sismica di base del sito della centrale (risposta sismica locale) che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

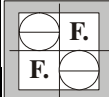
5.1. Zonizzazione sismica regionale

L'analisi della sismicità storica, basata sui dati disponibili per l'areale in cui si inserisce Castel Giorgio, reperiti sul sito dell'INGV, evidenzia che gli i terremoti risultano caratterizzati da una frequenza media in termini di ricorrenza (Eventi: Bagnoregio 1695, 1738, 1903; Orvieto, 1901; Montefiascone, 1917; Radicofani, 1940; Castel Giorgio, 1957; Tuscania, 1971).

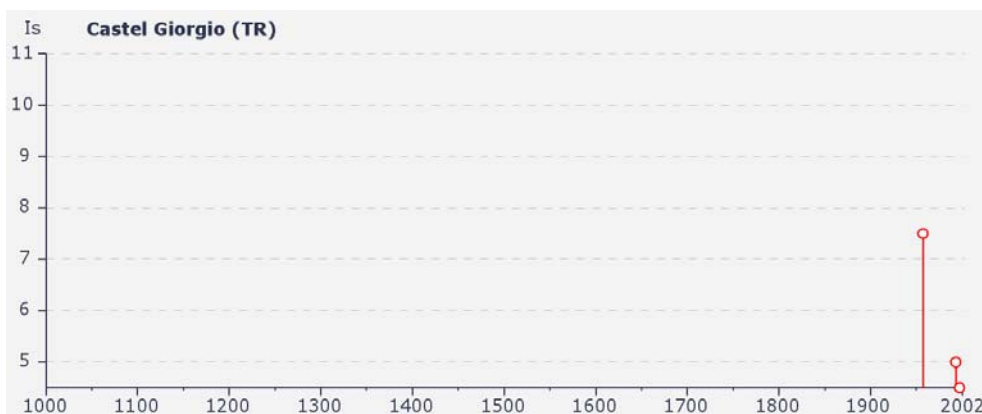
Le intensità massime risultano medio-alte associate comunque a campi macrosismici relativamente ristretti che mettono in evidenza la ridotta profondità dell'area ipocentrale ; per tale motivo, quindi, le energie liberate e le magnitudo associate agli eventi risultano relativamente poco elevate; comunque nonostante la ridotta profondità ipocentrale, su aree ristrette, si è registrato il raggiungimento di intensità massime dell'ordine del VII-VIII grado MCS

Nello specifico, per Castel Giorgio vengono riportati gli eventi riprodotti nelle sottostanti tabelle e grafici

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
--	------------	-------	-------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 15 di 30	
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>		<i>File:</i>	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352	
	0	1			

Storia sismica di Castel Giorgio [42.708, 11.979]									
Numero di eventi: 7									
Effetti	In occasione del terremoto del:								
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
NF	1901	01	19	05	15	ORVIETO	6	6	4.63
7-8	1957	12	06	04	54	CASTEL GIORGIO	63	7-8	5.17
NF	1971	02	06	18	09	TUSCANIA	89	8-9	4.90
4	1979	09	19	21	35	Valnerina	691	8-9	5.90
NF	1980	11	23	18	34	Irpinia-Basilicata	1317	10	6.89
5	1993	06	05	19	16	GUALDO TADINO	326	6	4.92
4-5	1997	09	26	09	40	Appennino umbro-march.	869	9	6.05

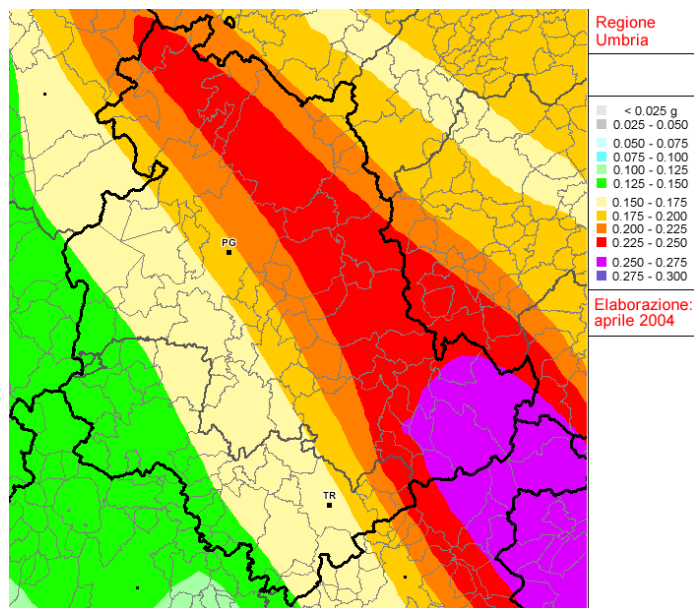


In termini di pericolosità sismica, per l'areale in interesse , si fa riferimento al documento denominato “Redazione della mappa di pericolosità sismica” redatto in seguito all’emanazione dell’O.P.C.M. 20.3.2003, n. 3274, a cura di un gruppo di lavoro dell’INGV. Per il reperimento dei dati relativi alla sismicità osservata è stato considerato il catalogo storico contenente 2.488 eventi degli ultimi 1.000 anni con intensità epicentrali maggiore o uguale al V – VI grado MCS la cui magnitudo è maggiore o uguale a 4.

Il territorio comunale di Castel Giorgio (Tr) risulta classificato, secondo la DGR . n.852/2003, tra i comuni in Zona Sismica 2 (Grado di Sismicità S=9), come riportato nella Ordinanza n° 3274 del 20.03.2003 OPCM ss.mm.ii., in base alla quale è stata effettuata la riclassificazione sismica del territorio nazionale che prevedeva, ai fini della determinazione degli spettri di risposta elastica delle componenti orizzontale e verticale , un’accelerazione di progetto pari a 0,25g.

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
--	------------	-------	-------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 16 di 30
<i>Committente:</i> ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>		<i>File:</i>	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352
	0	1	05912B01	



Mappa di pericolosità sismica - Regione Umbria, da INGV

5.2. Risposta sismica locale

Per la zona della centrale è stato condotto uno studio ai fini della caratterizzazione della risposta sismica locale.

5.2.1. Categorie di sottosuolo

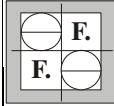
La pericolosità sismica di base costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche; la determinazione è stata eseguita secondo l'approccio semplificato previsto dal § 3.2.2 delle NTC.

Classificazione della categoria di sottosuolo secondo quanto previsto nella tabella 3.2.II delle NTC. Mediante la tecnica MASW – *Multi channel Analysis of Surface Waves* – è stato ricostruito un profilo delle Vs (velocità nel sottosuolo delle onde S di Rayleigh), con modello a strati.

La prova è stata realizzata lungo l'allineamento riportato in TAV.01 , in modo da risultare sostanzialmente baricentrica rispetto all'area della centrale.

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
--	------------	-------	-------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 17 di 30
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>		<i>File:</i>	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352
	0	1	05912B01	



SINTESI DEI RISULTATI PROFILO MASW

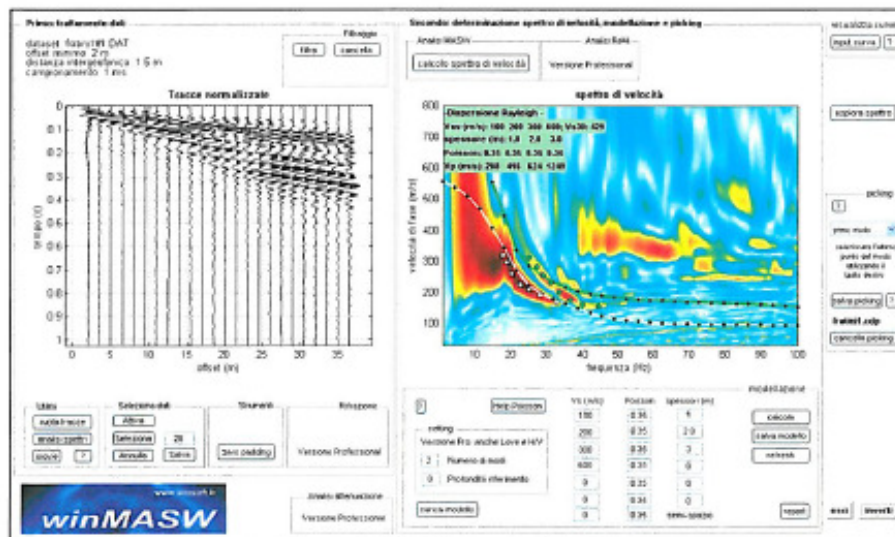
Lunghezza stendimento: 34.5 m;

Distanza intergeofonica: 1.5 m.

L'acquisizione dei risultati è avvenuta effettuando n. 3 battute con offset di 2, 5 e 10 metri ed utilizzando come sorgente di energia una mazza di battuta.

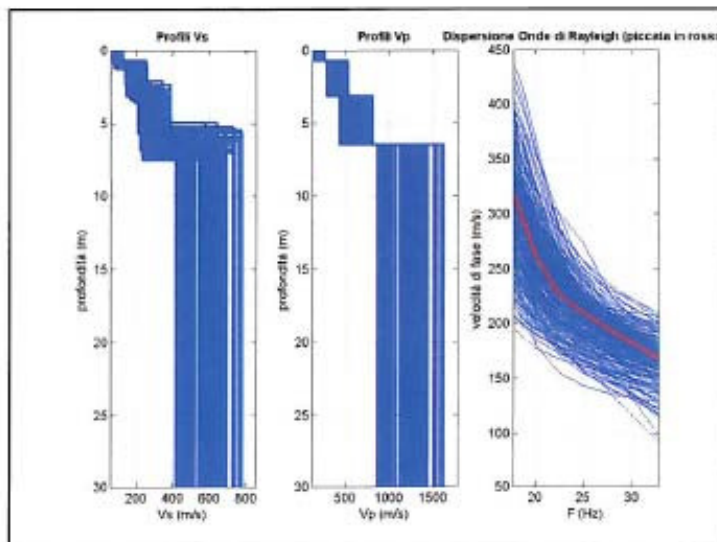
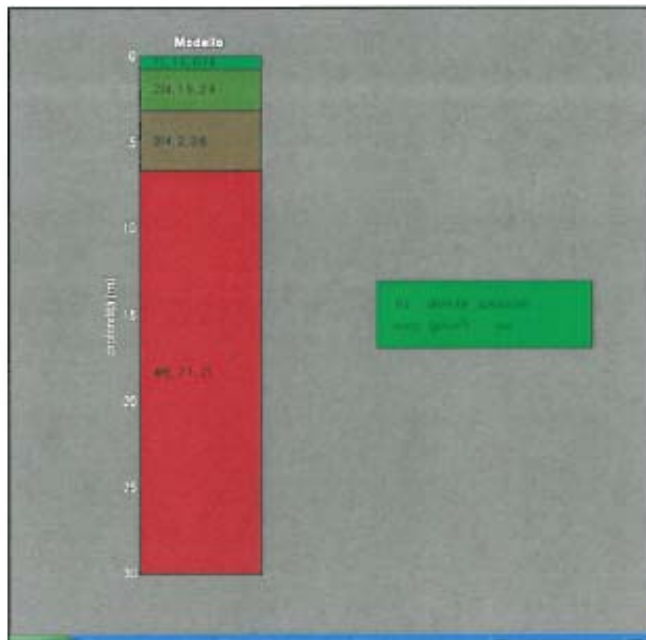
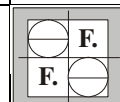
L'interpretazione dei dati ha permesso di individuare il seguente risultato:

La velocità Vs30 (m/s) = 374



Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
--	------------	-------	-------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 18 di 30
<i>Committente:</i> ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>		<i>File:</i>	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352
	0	1	05912B01	



Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	<i>Commessa :</i>	05912	<i>Data:</i>	Agosto 2013
---	-------------------	-------	--------------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 19 di 30			
<i>Committente:</i> ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>		<i>File:</i>	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352			
	0	1	05912B01		<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">F.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F.</td> <td style="text-align: center;">○</td> </tr> </table>	○	F.
○	F.						
F.	○						



L'elaborazione dei risultati della prova effettuata, permette di ricavare un valore del parametro **V_{s30}** pari a

$$V_{s30} = 374 \text{ m/s}$$

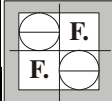
Sulla base del parametro di velocità equivalente delle onde sismiche di taglio **V_{s30}** , e tenendo conto del progressivo incremento delle velocità riscontrate, si può ricondurre la locale successione nell'ambito della categoria di cui alla:

Classe B.

5.2.2. Classificazione delle condizioni topografiche

Secondo quanto previsto nelle tabelle 3.2.IV e 3.2.VI delle NTC: la superficie topografica, poiché il sito è ubicato in un'area sub-pianeggiante, connotata da morfologia pianeggiante, può essere classificata come appartenente alla categoria "T1": "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ "

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
--	------------	-------	-------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 20 di 30
<i>Committente:</i> ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>			<i>File:</i>
	0	1		05912B01
GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352				

5.2.3. Stabilità nei confronti della liquefazione

Per **liquefazione** si intende un processo di accumulazione della pressione del fluido interstiziale che causa in un terreno non coesivo (sabbia, ghiaia, limo non plastico) saturo diminuzione della resistenza e/o rigidità a taglio a seguito dello scuotimento sismico, potendo dar luogo a deformazioni permanenti significative. La liquefazione consiste quindi in una diminuzione della resistenza del terreno, a seguito del raggiungimento della condizione di fluidità. La perdita totale della resistenza viene raggiunta quando la pressione dell'acqua che riempie gli interstizi arriva a uguagliare la pressione di confinamento, rendendo nulle le tensioni efficaci trasmesse attraverso le particelle solide. Una volta che il terremoto ha innescato il processo di liquefazione, la massa del suolo resta in movimento fino a che non raggiunge una nuova condizione di stabilità.

Le NTC 2008 stabiliscono che la verifica nei confronti della liquefazione di un terreno di fondazione possa essere omessa qualora si verifichi una delle seguenti condizioni:

- Eventi sismici di magnitudo M inferiore a 5;
- Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1g;
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{cIN} > 180$;
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nelle fig. 1a (terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$) e 1b (terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$).

La verifica non viene eseguita dato che, in corrispondenza della centrale non risulta nota la presenza di una falda idrica stabile nell'ambito dei primi 15 m di profondità; come detto precedentemente, possono solo verificarsi temporanee condizioni di saturazione nei primi metri senza dar luogo alla costituzione di falde idriche.

6. RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

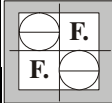
Nell'ambito del plateau vulcanico il sistema idrografico, come anticipato, risulta poco sviluppato, ed è costituito prevalentemente da aste a regime effimero, con scorrimento in alveo solo a seguito di copiose precipitazioni meteoriche.

Il reticolo idrografico presenta un pattern di tipo parallelo o sub-parallelo, in connessione con la diversa competenza (lave e piroclastiti) dei litotipi affioranti, ricalcando, in gran parte le linee di contatto tra le diverse litologie;

Il reticolo idrografico risulta connotato da densità di drenaggio generalmente bassa, in conseguenza del fatto che prevale la infiltrazione. Le aste presentano un basso ordine gerarchico, generalmente di ordine 3, con segmenti del primo ordine con sviluppo dell'ordine del km.

Talora, in corrispondenza di talune vallecicole a fondo piatto, in cui tendono ad

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
--	------------	-------	-------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 21 di 30
<i>Committente:</i> ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>			<i>File:</i> 05912B01
	0	1		
<i>GEOTECNA studio associato</i> Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352				

accumularsi, localmente depositi di tipo colluviale di taglia sottile, si individuano reti scolanti di chiara origine antropica connesse alla realizzazione di interventi di regimazione e drenaggio delle acque meteoriche in concomitanza per periodi di afflusso prolungato.

Il settore in cui è previsto l'intervento in progetto, si colloca nell'ambito del bacino idrografico del F.so della Torraccia, in destra idrografica rispetto allo stesso. Tale bacino presenta una superficie, poco a valle dell'area in interesse, relativamente estesa, di circa 11 kmq, con quote comprese tra m 610 slm e m 490 slm alla chiusura posta circa 1.5 km a NW rispetto alla zona della centrale di produzione in prossimità di Pod. Case Nuove.

In prossimità della zona in cui si imposta il polo di reiniezione CG14, si individua la confluenza tra i rami principali del bacino costituiti dal ramo sx F.so della Torraccia e dal suo influente, sinistro Fosso di Struzzaglia.

Analizzando le interrelazioni tra l'asta idrica in interesse e le opere previste in progetto, si evidenzia che queste ultime non presentano mai interferenze dirette con l'asta idrica principale ne' con i suoi affluenti.

L'alveo del Fosso della Torraccia tende ad allontanarsi dal tracciato della condotta di reiniezione, e dalle postazioni dei pozzi di estrazione, il cui alveo risulta inciso per 1-2 m nell'ambito della copertura vulcanica.

Relativamente alla zona in cui si imposta la centrale di produzione, si rileva che nell'immediato interno il reticolo superficiale risulta sostanzialmente assente e viene ad essere costituito da una rete di scoline artificiali cui viene ad essere demandato l'allontanamento delle acque meteoriche dai campi.

In relazione alla distanza ed alla differenza di quota tra l'area della centrale e le aste idriche più prossime (il citato F.so della Torraccia), non sussistono condizioni di interferenza tra le acque incanalate e l'area edificatoria, neanche in condizioni di massimo afflusso .

Ciò porta a concludere che non sussistono rischi dal punto di vista idraulico.

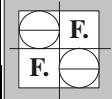
7. RELAZIONE GEOTECNICA

Nella **Relazione Geotecnica** sono riportati i valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni ricompresi nel volume significativo.

7.1. Parametri geotecnici caratteristici

Ai fini della definizione del modello geotecnico di riferimento utile per il predimensionamento delle strutture , si prendono in considerazione i risultati delle prove penetrometriche dinamiche eseguite con penetrometro medio DPM 30, con massa battente di 30 Kg, volata da 0.20 m, aste da 20 mm e superficie della punta di 10 cmq, ubicate come riportato in TAV. 01 .

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
--	------------	-------	-------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 22 di 30
<i>Committente:</i> ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>			<i>File:</i> 05912B01
	0	1		
<i>GEOTECNA studio associato</i> Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352				

Le prove sono state spinte fino al raggiungimento della condizione di rifiuto all'avanzamento, che si è riscontrato a quote variabili nei diversi cantieri.

Le diagrafie penetrometriche hanno permesso di discretizzare la locale successione dei terreni costituenti l'immediato sottosuolo dei vari cantieri/postazioni in cui si collocano le opere/strutture, in diversi orizzonti geotecnici, in base al valore di resistenza all'avanzamento della punta, utilizzando la relazione riportata in figura per trasformare N10 in N_{spt}.

Per quanto riguarda il penetrometro medio leggero tipo EMILIA la relazione tra N10 (numero di colpi per 10 cm di affondamento) e N_{spt} è la seguente :

$0.7N_{spt} \geq N_{10} \geq 1.2N_{spt}$

Conoscendo la natura del terreno e N10 si può ricavare N_{spt} dalla seguente tabella (Vannelli e Benassi, 1933):

Terreni prevalentemente coesivi	Terreni prevalentemente granulari
N10/N _{spt} ≥ 0.7-0.8 per 8 ≤ N10 ≤ 14	N10/N _{spt} ≥ 0.95-1.0 per 8 ≤ N10 ≤ 15
N10/N _{spt} ≥ 0.8-1.0 per 14 ≤ N10 ≤ 18	N10/N _{spt} ≥ 1.0-1.2 per 15 ≤ N10 ≤ 30

In sostanza si è assunta la seguente relazione: N10 = N_{spt}.

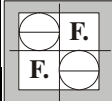
Per ciascuna postazione/cantiere è stato possibile discretizzare il sottosuolo indagato in orizzonti litotecnici, identificati con le sigle C1,...C4, costituiti, in generale, da materiale piroclastico di taglia sabbioso-limoso, con elementi grossolani dispersi, a grado di addensamento variabile; per ciascun complesso sono stati stimati i valori dell'angolo di attrito caratteristico, il cui calcolo è riportato nelle tabelle che seguono. Viene escluso l'orizzonte superficiale denominato "C0" in quanto rappresentativo dal terreno pedogenizzato essiccato e che in diverse condizioni meteo-climatiche risulta di scadenti caratteristiche geotecniche.

Si descrivono i risultati raggiunti differenziando le varie postazioni/cantieri.

7.1.1. Postazione pozzi di produzione CG1

La successione dei terreni, ricostruita dalla interpretazione delle prove penetrometriche, risulta, in generale, rappresentata da una copertura di spessore rilevante, variabile tra m. 5.0 e m. 9.5, costituita da terreni a diverso grado di addensamento, derivanti sia dalla degradazione in sito dei depositi vulcanici e sia dall'accumulo di depositi di tipo colluviale. Nell'ambito di tale copertura è stato riscontrato un livello di spessore variabile, dello spessore di circa 2 m, che tende ad estinguersi in direzione Est, verso la prova CG1_4, la cui origine potrebbe essere ricondotta ad un pregresso deposito antropico connesso sia alla presenza della vasca dei fanghi utilizzati e sia accumuli di cuttings derivanti dalla perforazione del pozzo Alfina 4.

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
--	------------	-------	-------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 23 di 30
<i>Committente:</i> ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>			<i>File:</i>
	0	1		05912B01
GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352				

Detta copertura sovrasta termini litoidi riferibili ai depositi lavici di Castel Giorgio, affioranti, a tratti, lungo la scarpata morfologica che delimita l'area della postazione in direzione Est.

Sulla base della interpretazione delle prove penetrometriche eseguite e come riportato nelle sezioni litotecniche (TAV.03), è stato possibile distinguere n° 4 complessi litotecnici, posti al di sotto della copertura pedogenizzata essiccata, individuata con la sigla **C0**, aventi le caratteristiche di seguito riportate:

Complesso C1 : costituito da materiale caratterizzato da un grado di addensamento da basso a medio-basso, con valori di resistenza all'avanzamento compresi tra $4 < N < 8$, il valore di N_{spt} rappresentativo risulta essere $N_{spt} = 6$, cui corrisponde un angolo di attrito caratteristico $\phi_k = 24.5^\circ$. Lo spessore di tale orizzonte, intercettato su livelli ubicati a diverse profondità, risulta variabile tra m. 0,5 e m. 2,2. In relazione alla possibile presenza di una frazione fine di taglia anche argillosa derivante dalla degradazione dei prodotti vulcanici, i depositi riferibili a tale complesso potrebbero risentire del grado di saturazione stagionale, con potenziale scadimento dei valori di resistenza. In riferimento alla natura dei depositi e sulla base di esperienze su termini analoghi in aree limitrofe si può fare riferimento ad un valore del peso di volume di $\gamma_k = 1,7 \text{ g/cm}^3$.

Complesso C2 : costituito da depositi di degradazione dei depositi vulcanici, viene intercettato nella parte più profonda della locale copertura; presenta un grado di addensamento da medio a medio-alto, con valori di resistenza all'avanzamento compresi tra $8 < N < 30$; il valore di N_{spt} risulta essere $N_{spt} = 12$, cui corrisponde un valore dell'angolo di attrito caratteristico $\phi_k = 28.4^\circ$. Lo spessore di tale complesso risulta variabile tra m. 1,5 e m. 4,2 c.a. In riferimento alla natura dei depositi e sulla base di esperienze su termini analoghi in aree limitrofe si può fare riferimento ad un valore del peso di volume di $\gamma_k = 1,7 \text{ g/cm}^3$.

Complesso C3 : è connotato da un addensamento elevato, esplicitato da valori di $N > 35$; tale complesso risulta pertinente i depositi del substrato lavico rappresentati sia dalla parte degradata che da quella integra, in cui si è raggiunta repentinamente la condizione di rifiuto all'avanzamento; per tale complesso, ai fini della caratterizzazione geomeccanica, si fa riferimento, cautelativamente, al valore di $N_{spt} = 35$, da cui si ricava un angolo di attrito interno caratteristico $\phi_k = 37,9^\circ$. In riferimento alla natura dei depositi e sulla base di esperienze su termini analoghi in aree limitrofe, per i terreni riferibili al complesso C3, si può fare riferimento ad un valore del peso di volume di $\gamma_k = 2,2-2,4 \text{ g/cm}^3$.

Complesso C4 : complesso intercalato nella parte alta della successione dei depositi di copertura, all'interno dell'orizzonte C1, con spessori massimi di circa 2 m; come anticipato, tale complesso tende ad estinguersi in direzione Est, verso la verticale CG1_4. È caratterizzato da un grado di addensamento da basso a molto basso, con valori di resistenza all'avanzamento $N < 4$; il valore rappresentativo di N_{spt} risulta essere $N_{spt} = 2$, cui corrisponde un valore dell'angolo di attrito interno caratteristico $\phi_k = 20.5^\circ$. Per quanto attiene il parametro peso di volume, per tale complesso si assume un valore analogo a quello degli orizzonti C1 e C2, ossia $\gamma_k = 1,7 \text{ g/cm}^3$.

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
--	------------	-------	-------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 24 di 30
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>		<i>File:</i>	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352
	0	1	05912B01	

CORRELAZIONE - φ° - Nspt		C1		C2		C3		C4	
		Nspt	φ°	Nspt	φ°	Nspt	φ°	Nspt	φ°
CORRELAZIONE									
Japanese National railway	$\varphi = 0,3 \cdot Nspt + 27$	6	28.8	12.0	30.6	35.0	37.5	2.0	27.6
Road Brgidge specification	$\varphi = (15 \cdot Nspt)^{0,5} + 15$	6	24.5	12.0	28.4	35.0	37.9	2.0	20.5
Owasaki Iwasaki	$\varphi = (20 \cdot Nspt)^{0,5} + 15$	6	26.0	12.0	30.5	35.0	41.5	2.0	21.3
Sowers	$\varphi = 28 + 0,28 \cdot Nspt$	6	29.7	12.0	31.4	35.0	37.8	2.0	28.6
Mejerhof (1)	$\varphi = 29,47 + 0,46 \cdot Nspt - 0,004 \cdot Nspt^{0,05}$ (<5%limo)	6	32.2	12.0	35.0	35.0	45.6	2.0	30.4
Mejerhof (2)	$\varphi = 29,47 + 0,57 \cdot Nspt - 0,006 \cdot Nspt^{0,05}$ (<5%limo)	6	32.9	12.0	36.3	35.0	49.5	2.0	30.6

		PARAMETRI CARATTERISTICI			
		C1	C2	C3	C4
φ_k	$^\circ$	24.5	28.4	37.9	20.5
γ_k	g/cm^3	1.7	1.7	2.2/2.4	1.7

7.1.2. Postazione pozzo di produzione CG2

La successione dei terreni ricostruita dalla interpretazione delle prove penetrometriche risulta, in generale, rappresentata da una copertura di spessore ridotto, variabile tra m. 1.0 e m. 2.0 c.a, che ricopre termini litoidi riferibili ai depositi lavici di Castel Giorgio.

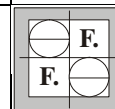
Sulla base della interpretazione delle prove penetrometriche eseguite e come riportato nelle sezioni litotecniche (TAV.04), è stato possibile distinguere n° 2 complessi litotecnici, posti al di sotto della copertura pedogenizzata essiccata, individuata con la sigla **C0**, aventi le caratteristiche di seguito riportate:

Complesso C2: costituito da depositi di degradazione dei depositi vulcanici; presenta un grado di addensamento da medio a medio-alto, con valori di resistenza all'avanzamento compresi tra $8 < N < 30$; il valore di Nspt rappresentativo risulta essere Nspt= 13, cui corrisponde un valore dell'angolo di attrito caratteristico pari a $\varphi_k = 29^\circ$. In riferimento alla natura dei depositi e sulla base di esperienze su termini analoghi in aree limitrofe si può fare riferimento ad un valore del peso di volume di $\gamma_k = 1,7 g/cm^3$

Complesso C3: è connotato da un addensamento elevato, esplicitato da valori di $N > 35$; tale complesso risulta pertinente i depositi del substrato lavico rappresentati sia dalla parte degradata che da quella integra, in cui si è raggiunta repentinamente la condizione di rifiuto all'avanzamento; per tale complesso, ai fini della caratterizzazione geomeccanica, si fa riferimento, cautelativamente, al valore di Nspt = 35, da cui si ricava un angolo di attrito interno caratteristico $\varphi_k = 37,9^\circ$. In riferimento alla natura dei depositi e sulla base di esperienze su termini analoghi in aree limitrofe si può fare riferimento ad un valore del peso di volume di $\gamma_k = 2,2-2,4 g/cm^3$

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
--	------------	-------	-------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "CASTEL GIORGIO" COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 25 di 30
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni		File:	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352
	0	1	05912B01	



CORRELAZIONE - φ° - Nspt		C2		C3	
		Nspt	φ°	Nspt	φ°
CORRELAZIONE					
Japanese National railway	$\varphi = 0,3 * Nspt + 27$	13	30.9	35.0	37.5
Road Brgidge specification	$\varphi = (15 * Nspt)^{0,5} + 15$	13	29.0	35.0	37.9
Owasaki Iwasaki	$\varphi = (20 * Nspt)^{0,5} + 15$	13	31.1	35.0	41.5
Sowers	$\varphi = 28 + 0,28 Nspt$	13	31.6	35.0	37.8
Mejerhof (1)	$\varphi = 29,47 + 0,46 Nspt - 0,004 Nspt^{0,05}$ (<5%limo)	13	35.5	35.0	45.6
Mejerhof (2)	$\varphi = 29,47 + 0,57 Nspt - 0,006 Nspt^{0,05}$ (<5%limo)	13	36.9	35.0	49.5

		PARAMETRI CARATTERISTICI	
		C2	C3
φ_k	$^\circ$	29.0	37.9
γ_k	g/cm^3	1.7	2.2/2.4

7.1.3. Centrale di produzione

La successione dei terreni ricostruita dalla interpretazione delle prove penetrometriche risulta, in generale rappresentata da una copertura di spessore rilevante, variabile tra m. 5.0 e m. 8.0, costituita da terreni a diverso grado di addensamento, derivanti sia dalla degradazione in sito dei depositi vulcanici e sia dall'accumulo di depositi di tipo colluviale.

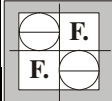
La successione descritta ricopre termini litoidi riferibili ai depositi lavici delle lave di Castel Giorgio, affioranti, a tratti, lungo la scarpata morfologica che delimita l'area della postazione in direzione Est.

Sulla base della interpretazione delle prove penetrometriche eseguite e come riportato nelle sezioni litotecniche (TAV.02), è stato possibile distinguere n° 3 complessi litotecnici, posti al di sotto della copertura pedogenizzata essiccata, individuata con la sigla **C0**, aventi le caratteristiche di seguito riportate:

Complesso C1 : costituito da materiale caratterizzato da un grado di addensamento da basso a medio-basso, con valori di resistenza all'avanzamento compresi tra $4 < N < 8$, il valore di Nspt rappresentativo risulta essere pari a $Nspt = 6$, cui corrisponde, un angolo di attrito caratteristico $\varphi_k = 24.5^\circ$. Lo spessore di tale orizzonte, continuo su tutto il sedime, risulta variabile tra m. 3.0 e m 5.5. In relazione alla possibile presenza di una frazione fine di taglia anche argillosa derivante dalla degradazione dei prodotti vulcanici, i depositi riferibili a tale complesso potrebbero risentire del grado di saturazione con potenziale scadimento dei valori di resistenza. In riferimento alla natura dei depositi e sulla base di esperienze su termini analoghi in aree limitrofe si può fare riferimento ad un valore del peso di volume di $\gamma_k = 1,7 g/cm^3$.

Complesso C2 : costituito da depositi di degradazione dei depositi vulcanici, viene intercettato nella parte più profonda della locale copertura; presenta un grado di addensamento da medio a medio-alto, con valori di resistenza all'avanzamento compresi tra $8 < N < 30$; il valore di Nspt rappresentativo risulta essere $Nspt = 18$, cui corrisponde un valore dell'angolo di attrito caratteristico pari a $\varphi_k = 31.4^\circ$. Lo spessore di tale complesso risulta variabile tra m. 1,5 e m

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
--	------------	-------	-------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR					Pag 26 di 30	
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni			File:	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352	
	0	1		05912B01		

2.0 c.a. In riferimento alla natura dei depositi e sulla base di esperienze su termini analoghi in aree limitrofe si può fare riferimento ad un valore del peso di volume di $\gamma_k = 1,7 \text{ g/cm}^3$

Complesso C3 : è connotato da un addensamento elevato , esplicitato da valori di $N > 35$; tale complesso risulta pertinente i depositi del substrato lavico rappresentati sia dalla parte degradata che da quella integra, in cui si è raggiunta repentinamente la condizione di rifiuto all'avanzamento; per tale complesso, ai fini della caratterizzazione geomeccanica, si fa riferimento, cautelativamente, al valore di $N_{spt} = 35$, da cui si ricava un angolo di attrito interno caratteristico $\phi_k = 37,9^\circ$. In riferimento alla natura dei depositi e sulla base di esperienze su termini analoghi in aree limitrofe si può fare riferimento ad un valore del peso di volume di $\gamma_k = 2,2-2,4 \text{ g/cm}^3$

CORRELAZIONE - ϕ° - N_{spt}		C1		C2		C3	
CORRELAZIONE		N_{spt}	ϕ°	N_{spt}	ϕ°	N_{spt}	ϕ°
Japanese National railway	$\phi = 0,3 * N_{spt} + 27$	6	28.8	18.0	32.4	35.0	37.5
Road Brgidge specification	$\phi = (15 * N_{spt})^{0,5} + 15$	6	24.5	18.0	31.4	35.0	37.9
Owasaki Iwasaki	$\phi = (20 * N_{spt})^{0,5} + 15$	6	26.0	18.0	34.0	35.0	41.5
Sowers	$\phi = 28 + 0,28 N_{spt}$	6	29.7	18.0	33.0	35.0	37.8
Mejerhof (1)	$\phi = 29,47 + 0,46 N_{spt} - 0,004 N_{spt}^{0,5}$ (<5%limo)	6	32.2	18.0	37.8	35.0	45.6
Mejerhof (2)	$\phi = 29,47 + 0,57 N_{spt} - 0,006 N_{spt}^{0,5}$ (<5%limo)	6	32.9	18.0	39.8	35.0	49.5

		PARAMETRI CARATTERISTICI		
		C1	C2	C3
ϕ_k	$^\circ$	24.5	31.4	37.9
γ_k	g/cm^3	1.7	1.7	2.2/2.4

7.1.4. Postazione pozzi di reiniezione CG14

La successione dei terreni ricostruita dalla interpretazione delle prove penetrometriche risulta, in generale rappresentata da una copertura di spessore modesto, variabile tra m. 2.0 e m. 3.0, costituita da terreni a diverso grado di addensamento, derivanti sia dalla degradazione in sito dei depositi vulcanici e sia dall'accumulo di depositi di tipo colluviale.

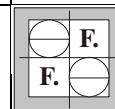
La successione descritta ricopre termini litoidi riferibili ai depositi lavici delle lave di Castel Giorgio, affioranti, a tratti, lungo la scarpata morfologica che delimita l'area della postazione in direzione Est.

Sulla base della interpretazione delle prove penetrometriche eseguite e come riportato nelle sezioni litotecniche (TAV.04), è stato possibile distinguere n° 3 complessi litotecnici, posti al di sotto della copertura pedogenizzata essiccata, individuata con la sigla **C0**, aventi le caratteristiche di seguito riportate:

Complesso C1 : costituito da materiale caratterizzato da un grado di addensamento da basso a medio-basso, con valori di resistenza all'avanzamento compresi tra $4 < N < 8$, il valore di N_{spt} rappresentativo risulta essere pari a $N_{spt} = 5$, cui corrisponde un angolo di attrito caratteristico $\phi_k = 23.7^\circ$. Lo spessore di tale orizzonte, intercettato su livelli ubicati a diverse profondità, risulta variabile tra m. 1.0 e m. 1.5. In relazione alla possibile presenza di una

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
--	------------	-------	-------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "CASTEL GIORGIO" COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR					Pag 27 di 30
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni			File:	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352
	0	1		05912B01	



frazione fine di taglia anche argillosa derivante dalla degradazione dei prodotti vulcanici, i depositi riferibili a tale complesso potrebbero risentire del grado di saturazione con potenziale scadimento dei valori di resistenza. In riferimento alla natura dei depositi e sulla base di esperienze su termini analoghi in aree limitrofe si può fare riferimento ad un valore del peso di volume di $\gamma_k=1,7 \text{ g/cm}^3$.

Complesso C2 : costituito da depositi di degradazione dei depositi vulcanici, viene intercettato nella parte più profonda della locale copertura; presenta un grado di addensamento da medio a medio-alto, con valori di resistenza all'avanzamento compresi tra $8 < N < 30$; il valore di N_{spt} rappresentativo risulta essere pari a $N_{spt} = 10$ un valore dell'angolo di attrito caratteristico pari a $\phi_k = 27,2^\circ$. Lo spessore di tale complesso risulta variabile tra m. 0.7 e m 1.0 c.a. In riferimento alla natura dei depositi e sulla base di esperienze su termini analoghi in aree limitrofe si può fare riferimento ad un valore del peso di volume di $\gamma_k = 1,7 \text{ g/cm}^3$

Complesso C3 : è connotato da un addensamento elevato, esplicitato da valori di $N > 35$; tale complesso risulta pertinente i depositi del substrato lavico rappresentati sia dalla parte degradata che da quella integra, in cui si è raggiunta repentinamente la condizione di rifiuto all'avanzamento; per tale complesso, ai fini della caratterizzazione geomeccanica, si fa riferimento, cautelativamente, al valore di $N_{spt} = 35$, da cui si ricava un angolo di attrito interno caratteristico $\phi_k = 37,9^\circ$. In riferimento alla natura dei depositi e sulla base di esperienze su termini analoghi in aree limitrofe si può fare riferimento ad un valore del peso di volume di $\gamma_k = 2,2-2,4 \text{ g/cm}^3$

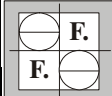
CORRELAZIONE - ϕ° - N_{spt}		C1		C2		C3	
		N_{spt}	ϕ°	N_{spt}	ϕ°	N_{spt}	ϕ°
CORRELAZIONE							
Japanese National railway	$\phi = 0,3 * N_{spt} + 27$	5	28.5	10.0	30.0	35.0	37.5
Road Brgidge specification	$\phi = (15 * N_{spt})^{0,5} + 15$	5	23.7	10.0	27.2	35.0	37.9
Owasaki Iwasaki	$\phi = (20 * N_{spt})^{0,5} + 15$	5	25.0	10.0	29.1	35.0	41.5
Sowers	$\phi = 28 + 0,28 N_{spt}$	5	29.4	10.0	30.8	35.0	37.8
Mejerhof (1)	$\phi = 29,47 + 0,46 N_{spt} - 0,004 N_{spt}^{0,5}$ (<5%limo)	5	31.8	10.0	34.1	35.0	45.6
Mejerhof (2)	$\phi = 29,47 + 0,57 N_{spt} - 0,006 N_{spt}^{0,5}$ (<5%limo)	5	32.3	10.0	35.2	35.0	49.5

		PARAMETRI CARATTERISTICI		
		C1	C2	C3
ϕ_k	$^\circ$	23.7	27.2	37.9
γ_k	g/cm^3	1.7	1.7	2.2/2.4

7.1.5. Tracciato delle condotte

Per lo studio geologico e geotecnico del tracciato delle condotte di mandata e di reiniezione, è stato eseguito un dettagliato rilevamento di superficie, che ha riguardo un corridoio di indagine di circa 50 m e sono state eseguite prove penetrometriche in asse al tracciato stesso. In questo caso l'interpretazione delle diagrafie penetrometriche ha avuto l'obiettivo principale di individuare la profondità del banco lavico, celato dai terreni di copertura, che è stato assimilato con

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
--	------------	-------	-------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 28 di 30
<i>Committente:</i> ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>			<i>File:</i>
	0	1		05912B01
GEOTECNA studio associato <i>Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr)</i> <i>tel +39 0763 344669</i> <i>fax +39 0763 391352</i>				

la quota cui si raggiungeva il rifiuto all'avanzamento nelle zone esterne alle coperture piroclastiche (ps).

In TAV.05 SEZIONI LITOTECNICHE: TRACCIATO CONDOTTE DI MANDATA E TRACCIATO CONDOTTE DI REINIEZIONE sono rappresentati i profili delle condotte, posizionate in base alla quota dell'estradosso, l'andamento del tetto del substrato litoide, ricostruito sulla base della interpretazione delle prove penetrometriche tenendo conto degli affioramenti e sono indicati i tratti di probabile interferenza dello scavo con la roccia. In alto, vengono riportate le litologie in cui si ritiene che possa essere stato raggiunto il rifiuto all'avanzamento .

Procedendo dal pozzo CG2, fino alla intersezione con il tratto di condotta che proviene dal pozzo CG1, la condotta risulta impostata interamente nell'ambito dei depositi eluviali, e quindi non sembrano emergere interferenze dello scavo con la roccia lavica. Analoga valutazione riguarda anche il tratto della condotta di mandata che dalla strada asfaltata della zona industriale raggiunge la centrale di produzione.

Diversamente, il tratto della condotta che proviene dal CG1 interferisce, in buona parte, con la roccia lavica; l'interferenza risulta sia dalla interpretazione della prova CM_4 e sia dagli affioramenti presenti in zona dove, lungo la scarpata, emergono sia blocchi lavici pluridecimetrici e sia orizzonti riferibili a lave in posto.

Non si prevedono problemi riguardo alla stabilità dei terreni di posa della condotta .

Il tracciato della condotta di reiniezione, procedendo dal polo CG14 verso la centrale, risulta impostarsi per un primo tratto di circa 550-600 m (fino all'altezza della verticale di prova CR4), al di sotto delle coperture, su depositi lavici, come evidenziato anche dalla presenza sia di accumuli di blocchi lavici a piano campagna e sia di frammenti dispersi nel deposito superficiale. Successivamente il tracciato, per un tratto di circa 500 m, fino a circa la verticale di prova CR6, interessa termini pertinenti i depositi piroclastici, affioranti, a tratti, a margine del tracciato della strada comunale della Torraccia, per poi intercettare, per un modesto tratto , nuovamente i depositi lavici , testimoniati dalla presenza di terreni di copertura connotati dalla presenza diffusa di frammenti litici in matrice grigiastra di taglia sabbiosa, per uno sviluppo inferiore a 100m; infine la condotta si imposta su termini pertinenti le coperture eluviali, che ricoprono, con spessori ridotti, i depositi lavici (verticale CR 7 e CR 8); in tale porzione terminale, nell'ambito dei depositi eluviali, si riscontra la presenza diffusa di blocchi lavici di dimensioni pluridecimetriche, che vengono ad accumularsi in prossimità della piccola rottura di pendio coperta da vegetazione spontanea, posta in prossimità della verticale di prova CR7.

L'analisi delle caratteristiche geologiche di dettaglio, che ha permesso di individuare macrosettori in cui il substrato risulta costituito o da depositi piroclastici, addensati fino a blandamente cementati o lavici , unitamente ai risultati delle prove penetrometriche eseguite ha permesso di individuare lo sviluppo verticale dei depositi di copertura, che sono risultati compresi tra circa 1 m (verticale CR3) e circa 6 m (CR5) . Nel dettaglio, riportando le quote di rinvenimento del tetto del substrato, assunto corrispondente al raggiungimento della condizione di rifiuto all'avanzamento, con le quote di estradosso delle condotte di reiniezione, sono state individuate le porzioni in cui si ritiene probabile una condizione di scavo in roccia.

Tale condizione è stata individuata in prossimità della verticale di prova CR1 per un tratto di circa 20-30 m, in prossimità della verticale CR3 per circa 120 m ; infine si ritiene

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
--	------------	-------	-------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "CASTEL GIORGIO"				Pag 29 di 30
COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				
<i>Committente:</i> ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>		<i>File:</i>	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352
	0	1	05912B01	

probabile la costituzione di probabile scavo in roccia nel tratto compreso tra la prova CR7 e la prova CR8 per un tratto di circa 200 m.

Anche relativamente alla condotta di reiniezione, non si prevedono problemi riguardo alla stabilità dei terreni di posa della medesima .

8. CONCLUSIONI

Le indagini eseguite nell'ambito dell'area di intervento, basate sulla raccolta di dati bibliografici, su rilievi di superficie anche di dettaglio e sulla esecuzione di prove penetrometriche dinamiche, hanno permesso di delineare il quadro geologico, geomorfologico ed idrogeologico di sito su cui si impostano gli interventi in progetto e di ricavare una adeguata caratterizzazione geomeccanica dei terreni.

Nello specifico, si riscontra che l'areale di intervento risulta caratterizzato da un elevato grado di stabilità, ; i sopralluoghi effettuati in sito non hanno evidenziato fenomeni di dissesto neanche di tipo localizzato e pertanto si può affermare che l'area risulta stabile e che gli interventi che si andranno a porre in essere non risultano in grado di indurre variazioni di una qualsiasi significatività nelle condizioni di equilibrio che caratterizzano l'area di intervento.

Nell'ambito del plateau vulcanico il sistema idrografico, risulta poco sviluppato, ed è costituito prevalentemente da aste a regime effimero, , con scorrimento in alveo solo a seguito di copiose precipitazioni meteoriche. Analizzando le interrelazioni tra l'asta idrica del Fosso della Torraccia e le opere previste in progetto, si evidenzia che queste ultime non presentano mai interferenze dirette con l'asta idrica principale ne' con i suoi affluenti.

Ciò porta a concludere che non sussistono rischi dal punto di vista idraulico.

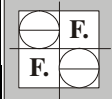
Le caratteristiche litotecniche dei terreni, ricostruite dalla interpretazione delle prove penetrometriche, risultano, in generale, rappresentate da una copertura di spessore variabile fra 1-2 m fino a circa m. 9.5, costituita da terreni piroclastici e residuali a diverso grado di addensamento, derivanti sia dalla degradazione in sito dei depositi vulcanici e sia dall'accumulo di depositi di tipo colluviale. E' presente una copertura di terreno pedogenizzato essiccato, quindi molto addensato, che in diverse condizioni meteo-climatiche risulta di scadenti caratteristiche geotecniche.

Il complesso litotecnico che presenta le caratteristiche più scadenti è stato rinvenuto presso il la postazione del CG1 ed è costituito da materiale riferibile ad un pregresso deposito antropico connesso sia alla presenza della vasca dei fanghi utilizzati e sia accumuli di cuttings derivanti dalla perforazione del pozzo Alfina 4.

Anche il complesso C1 presenta uno stato di addensamento da basso a medio basso; in relazione alla possibile presenza di una frazione fine di taglia anche argillosa derivante dalla degradazione dei prodotti vulcanici, i depositi riferibili a tale complesso potrebbero risentire del grado di saturazione con potenziale scadimento dei valori di resistenza.

Il complesso C2 presentano uno stato di addensamento da medio a medio alto; il complesso C3 rappresenta la parte alta del substrato litoide che può essere rappresentato dalla roccia lavica oppure da piroclastiti cementate.

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	05912	Data:	Agosto 2013
--	------------	-------	-------	-------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA “CASTEL GIORGIO” COMUNE DI CASTEL GIORGIO - TR				Pag 30 di 30
<i>Committente:</i> ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>			<i>File:</i> 05912B01
	0	1		
GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 fax +39 0763 391352				

DIAGRAFIE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	<i>Commessa :</i>	05912	<i>Data:</i>	Agosto 2013
---	-------------------	-------	--------------	-------------

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CG2-1
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48



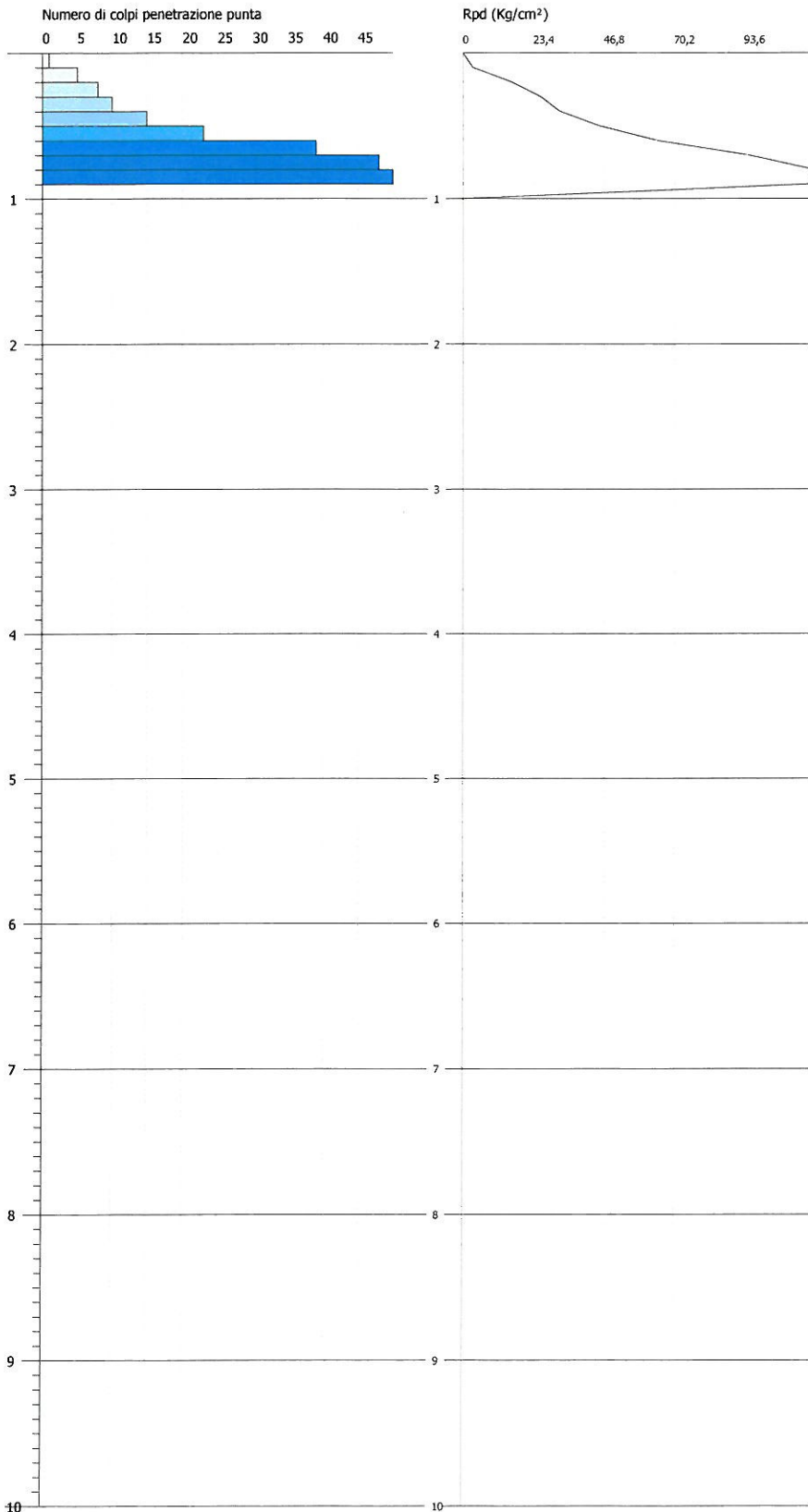
Interpretazione Stratigrafica

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CG2-2
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48



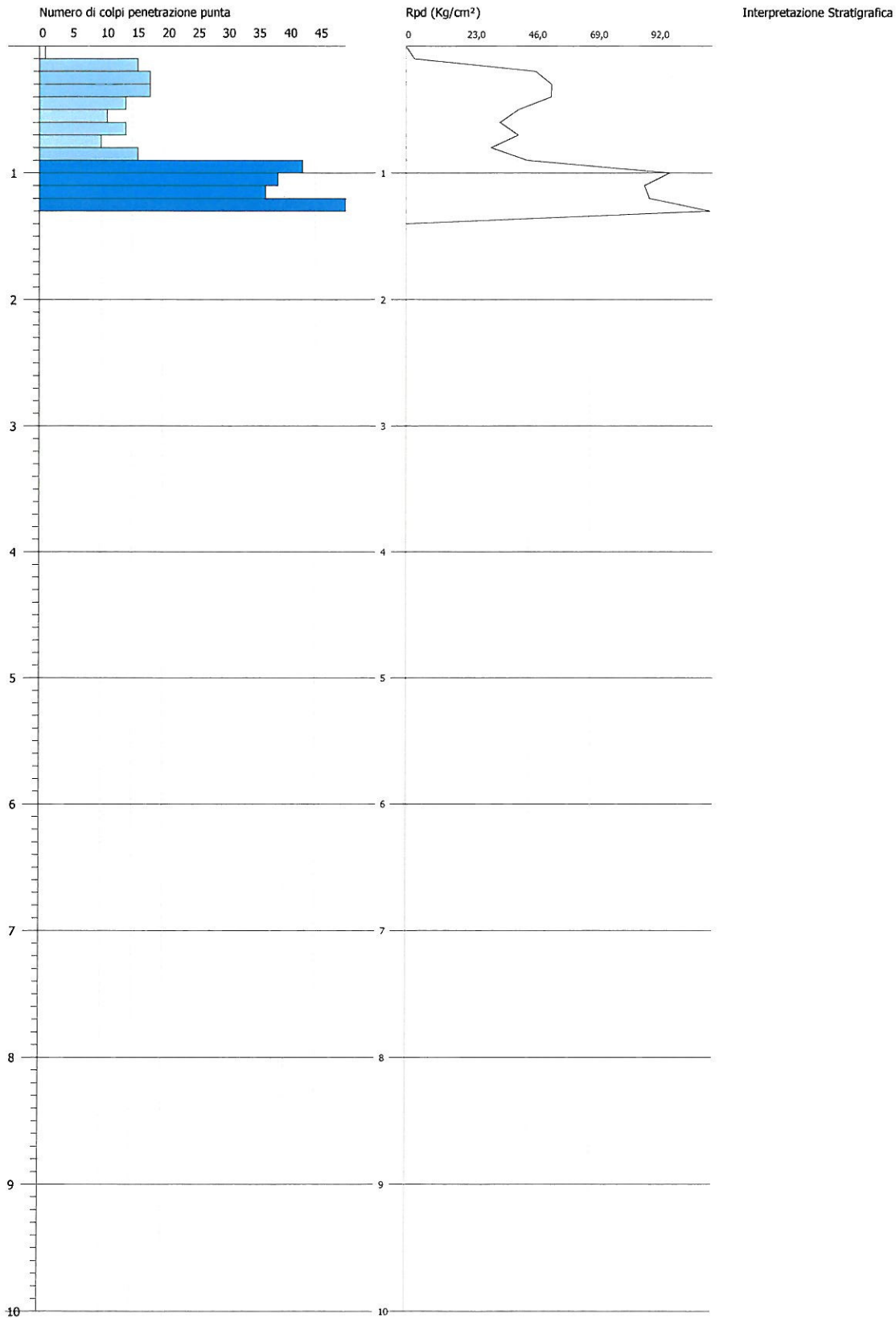
Interpretazione Stratigrafica

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CG2-3
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48





CG2-1



CG2-2



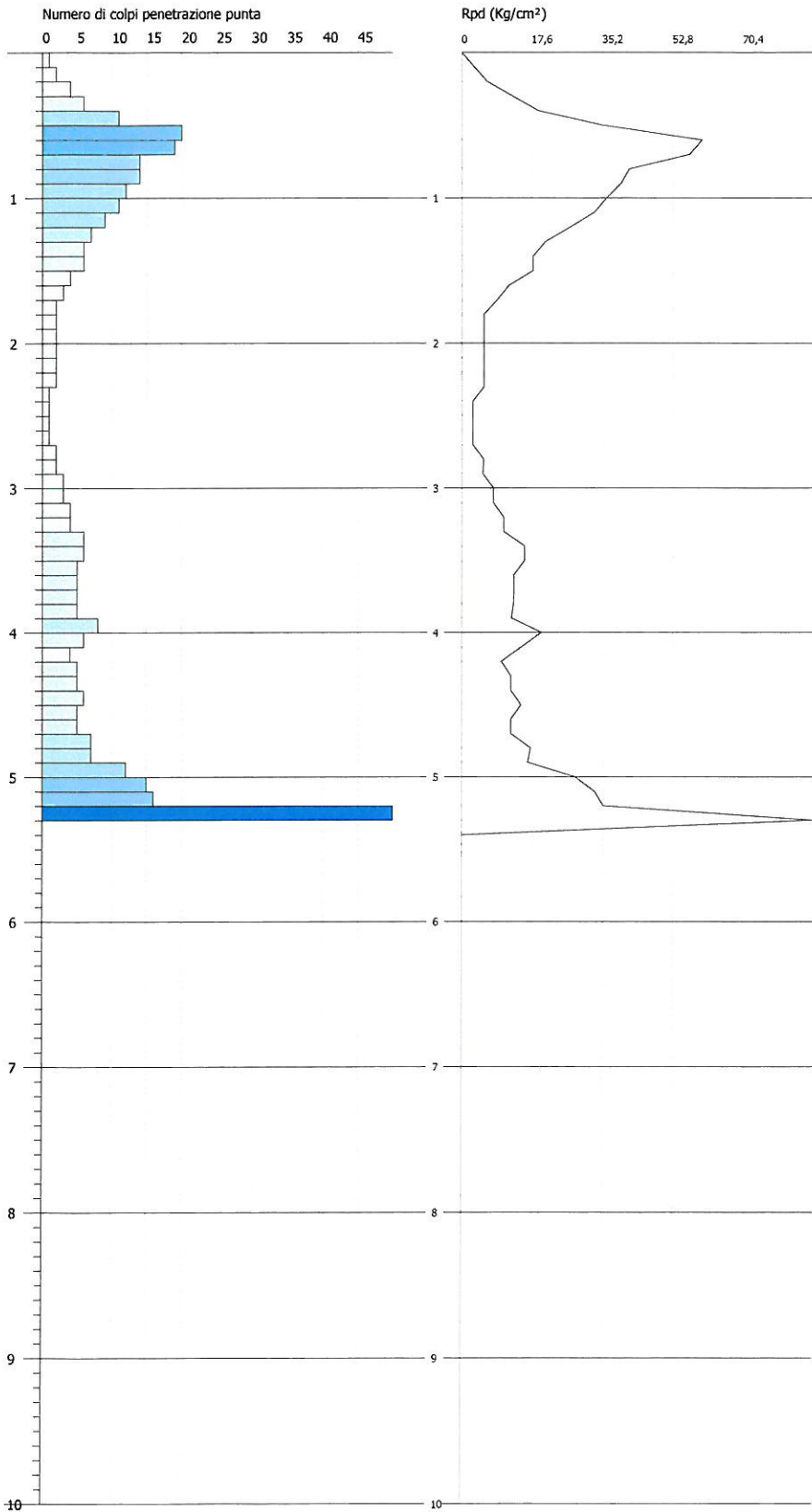
CG2-3

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CG1-1
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48

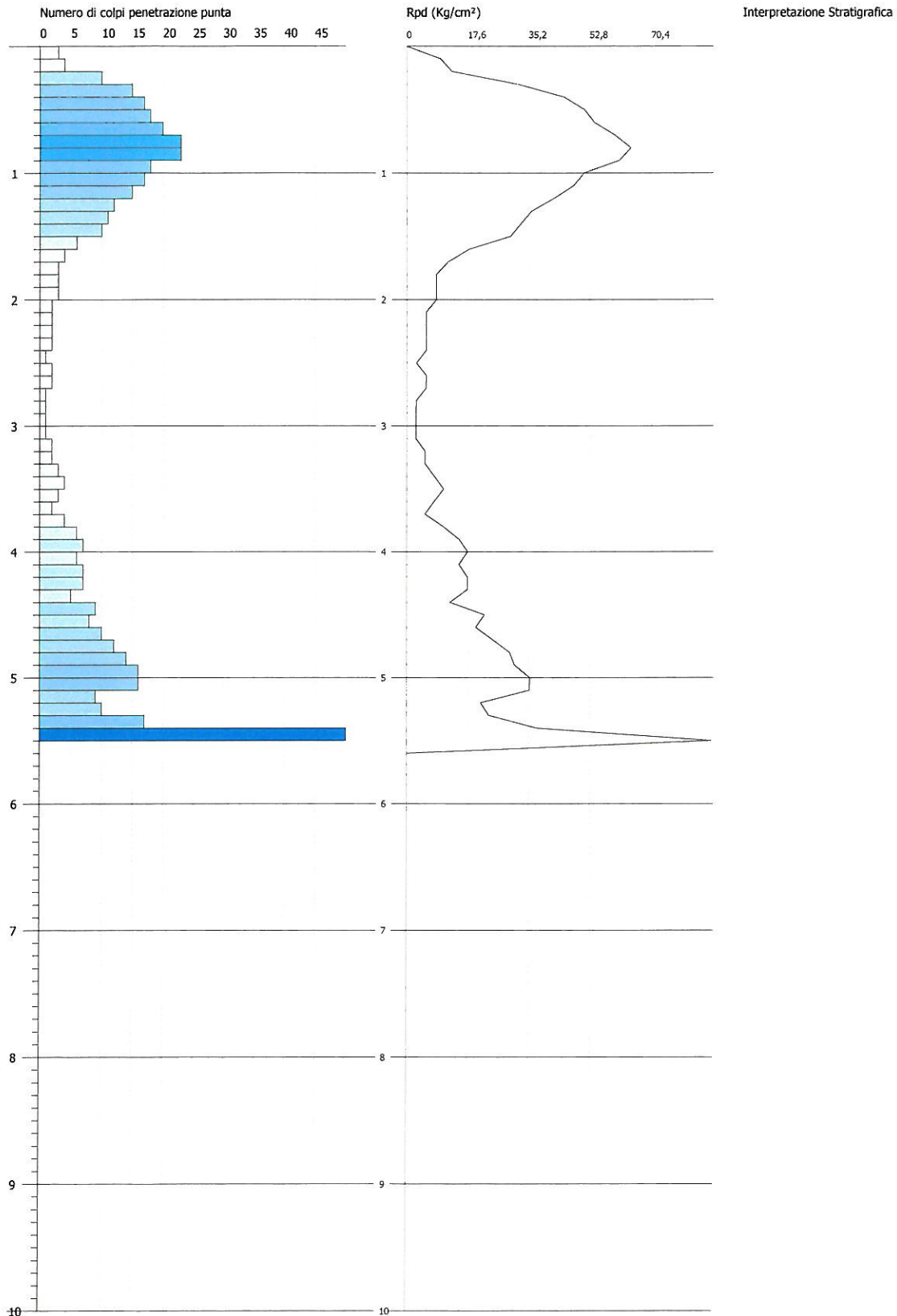


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CG1-2
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48

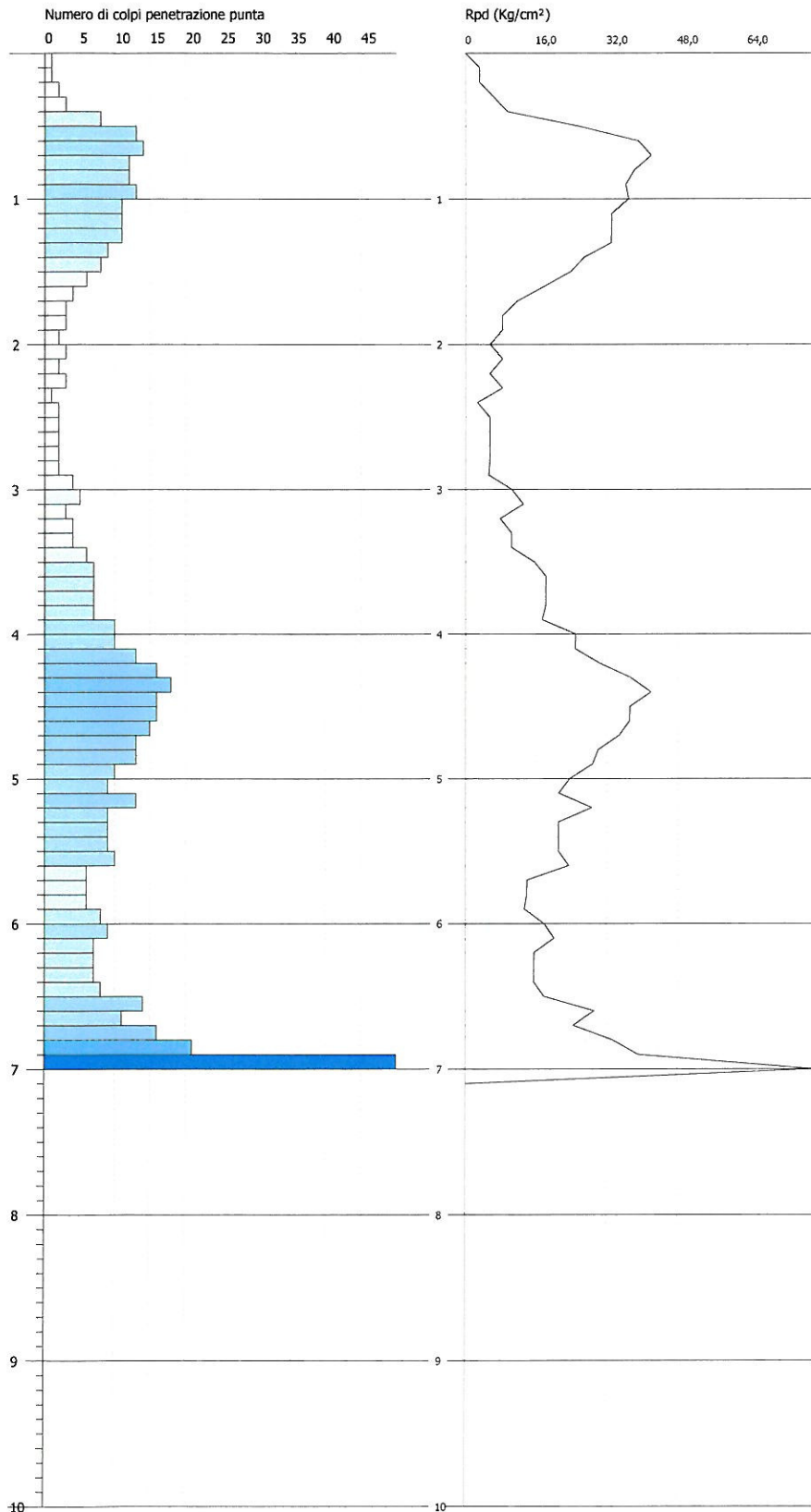


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CG1-3
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48

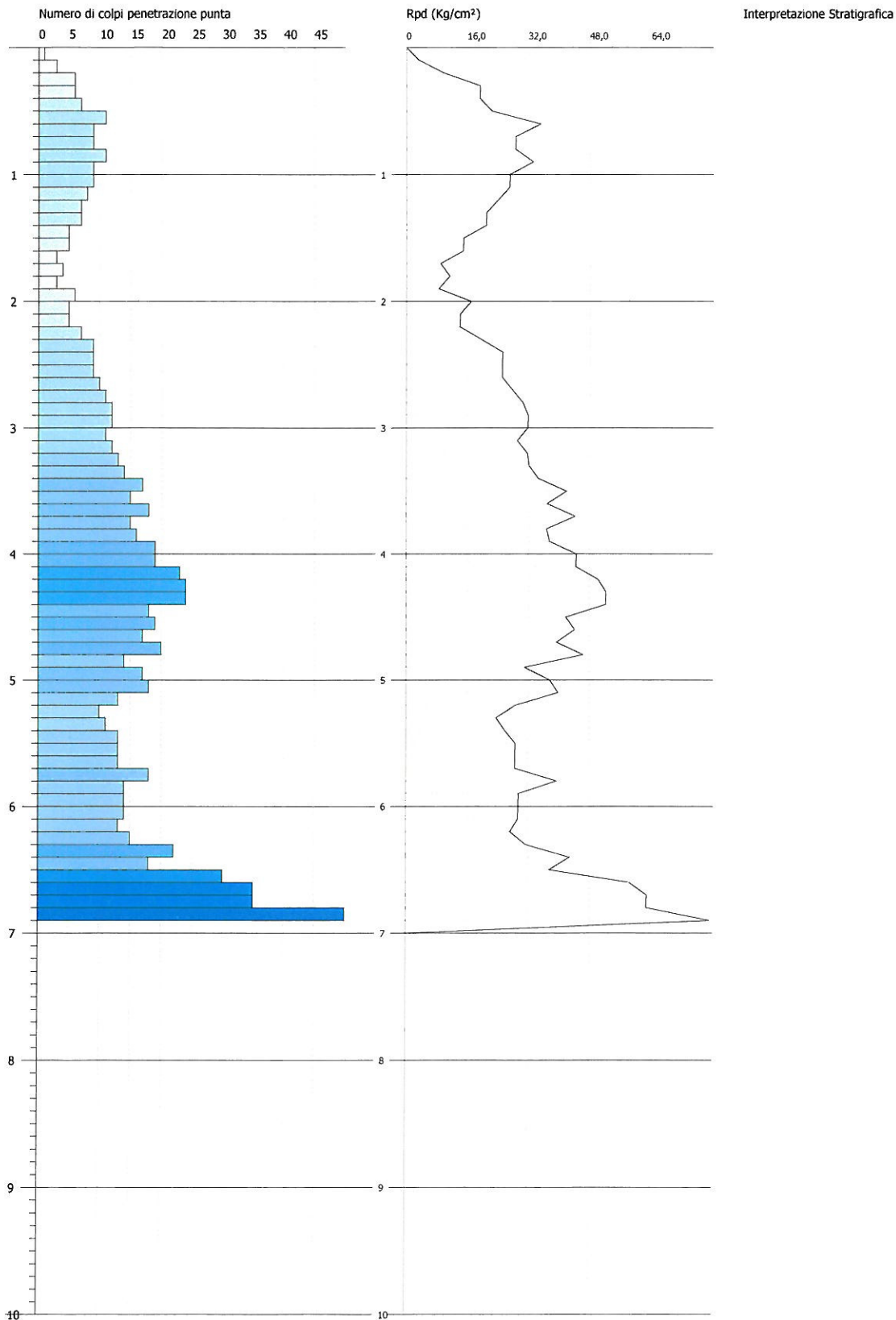


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CG1-4
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48

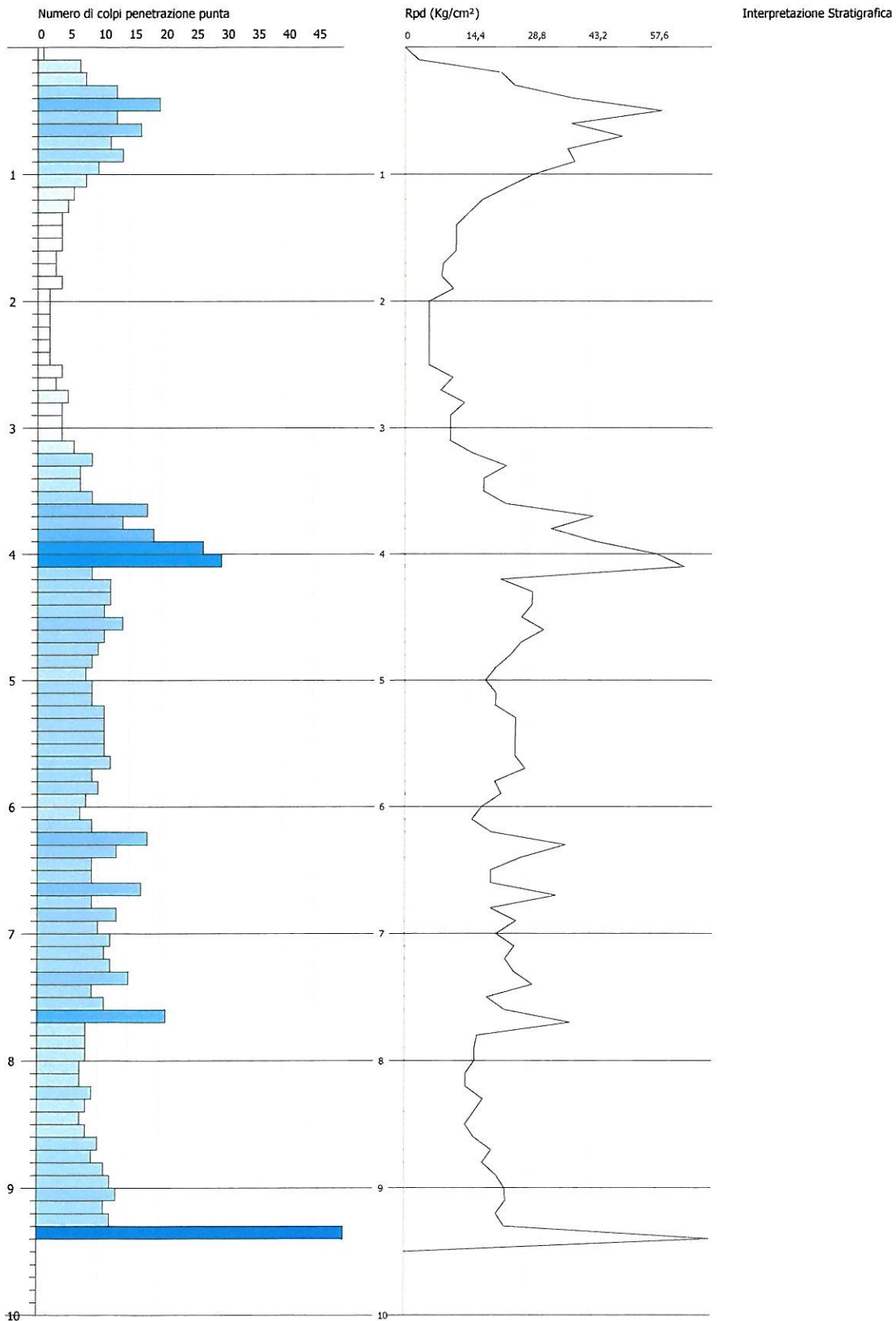


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CG1-5
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48

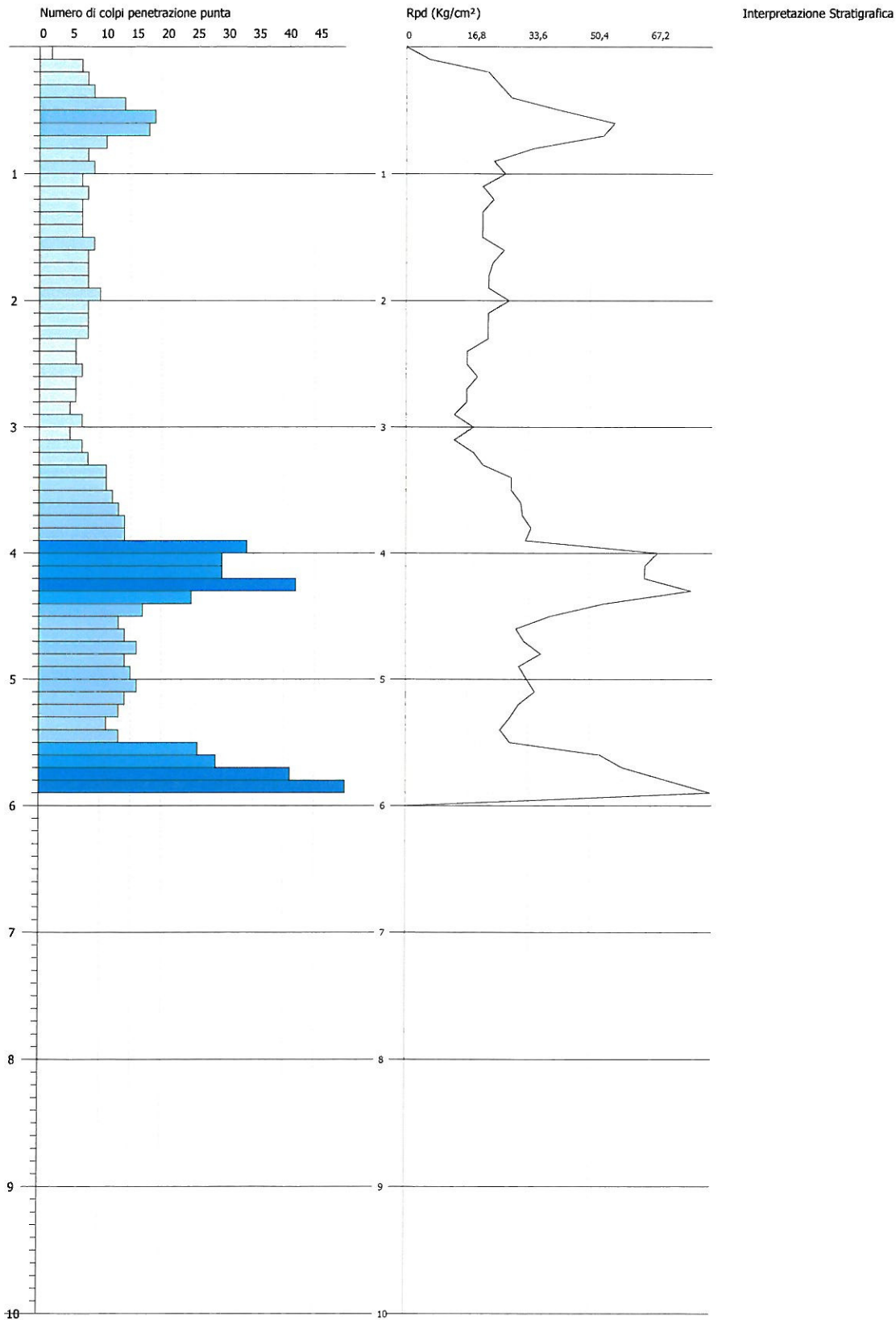


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CG1-6
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

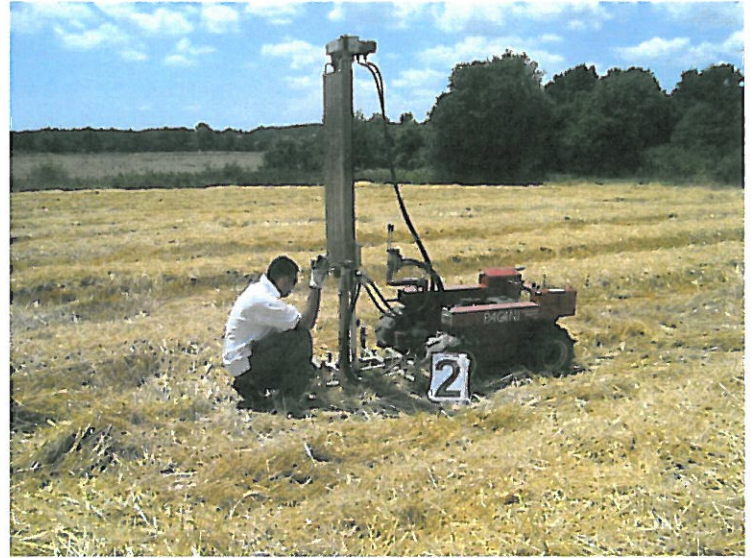
Data: 30/07/2012

Scala 1:48

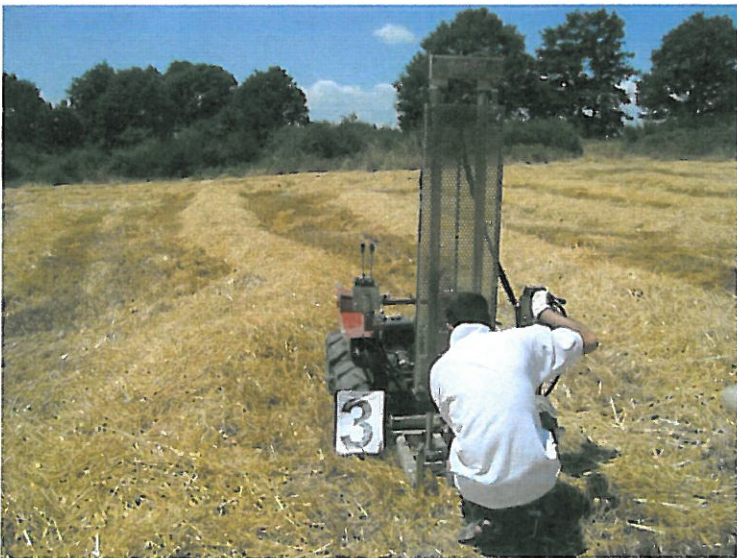




CG1-1



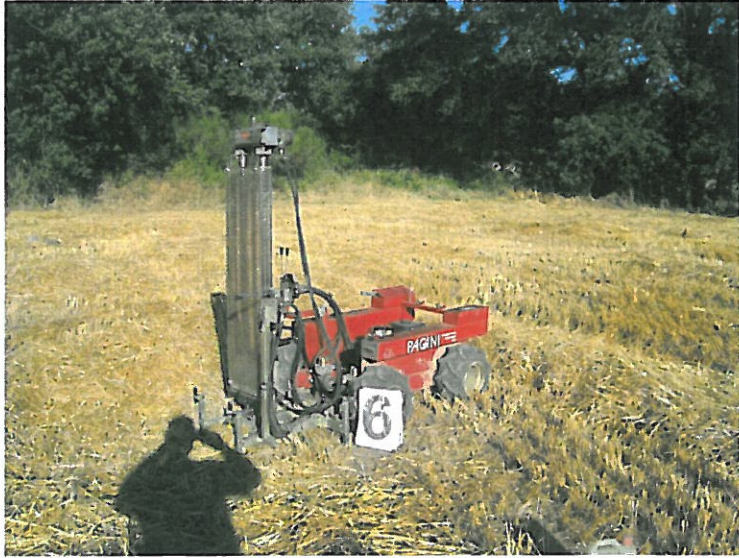
CG1-2



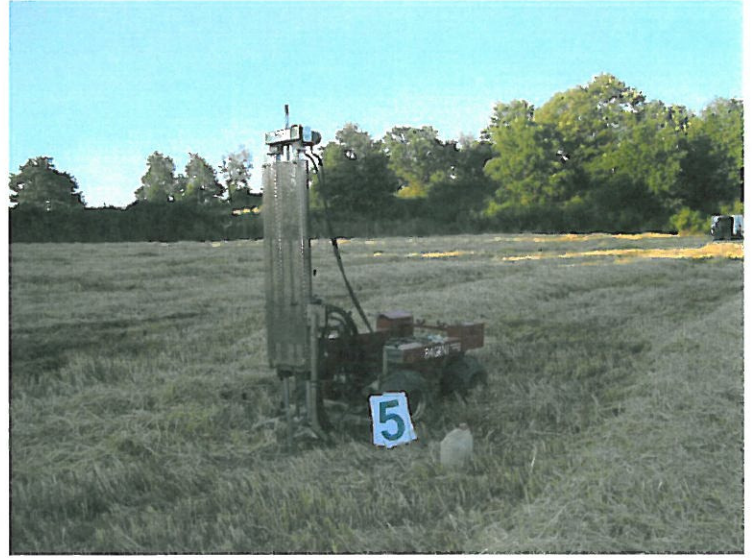
CG1-3



CG1-4



CG1-6



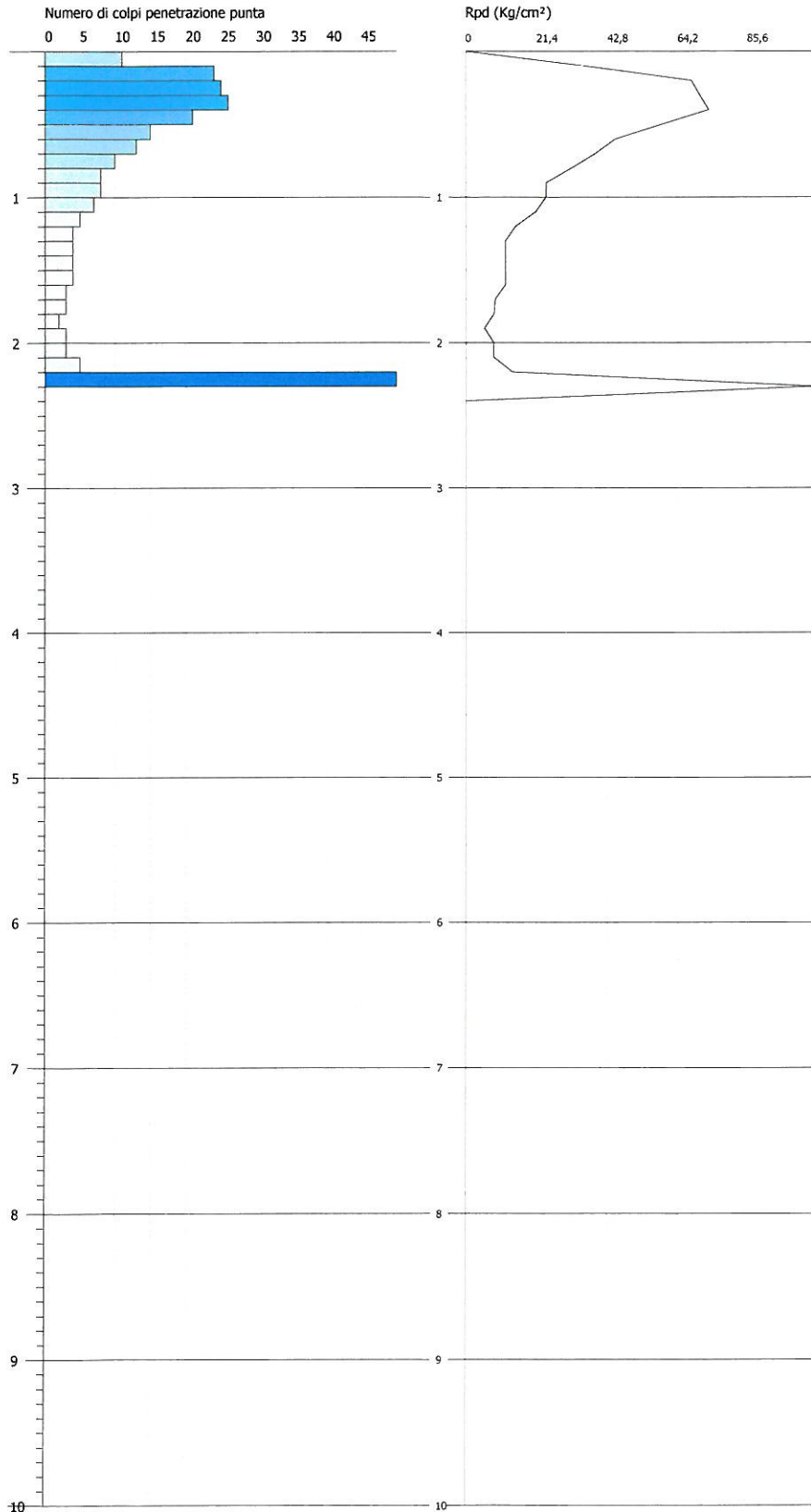
CG1-5

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CG14-2
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48

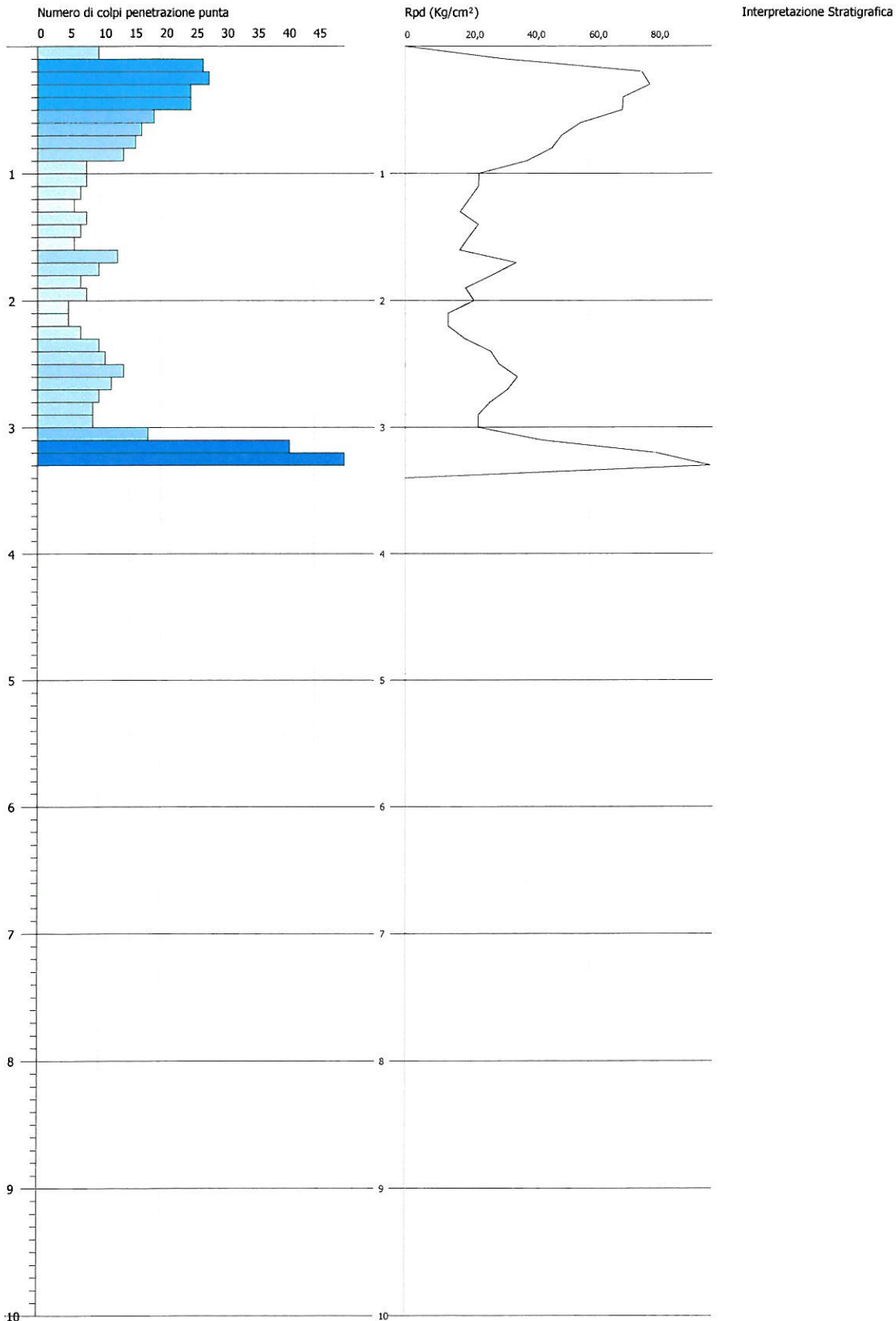


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CG14-3
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48

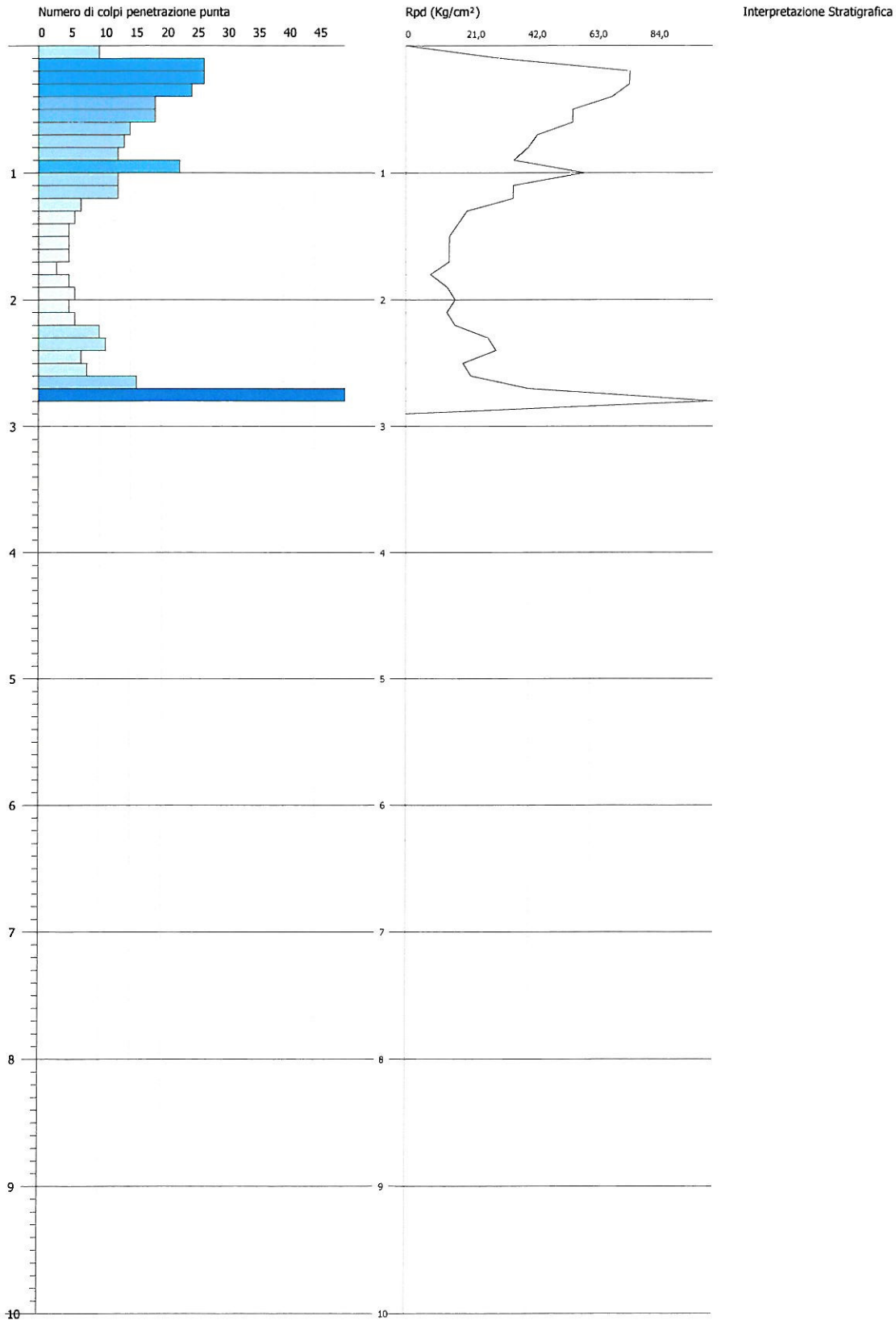


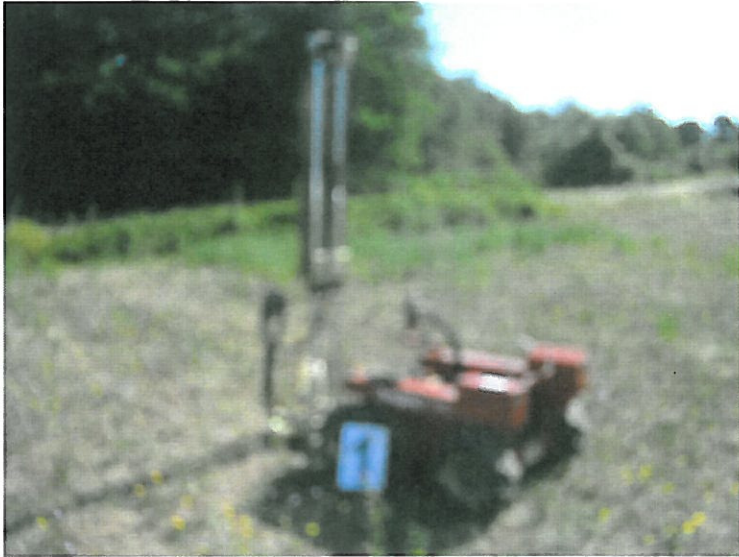
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CG14-4
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

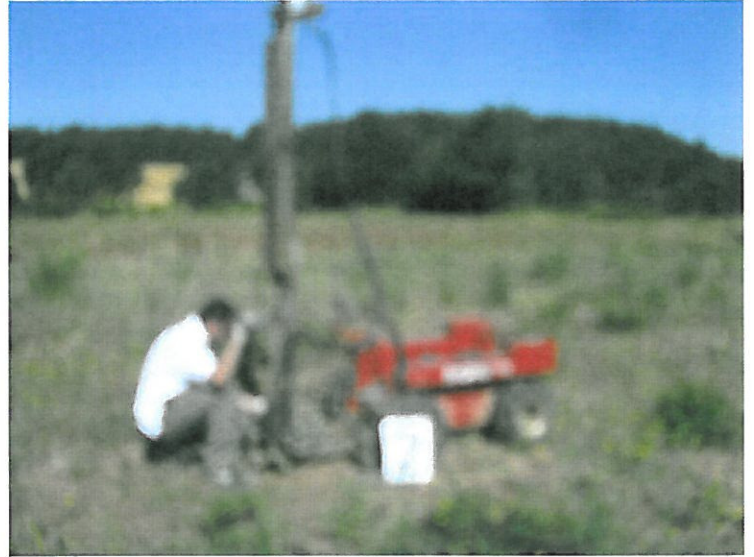
Data: 30/07/2012

Scala 1:48





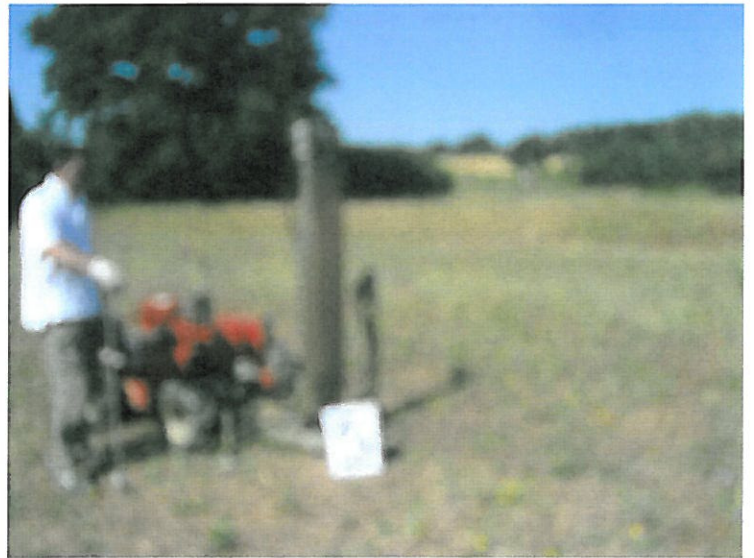
CG14-1



CG14-2



CG14-3



CG14-4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CR-1
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48



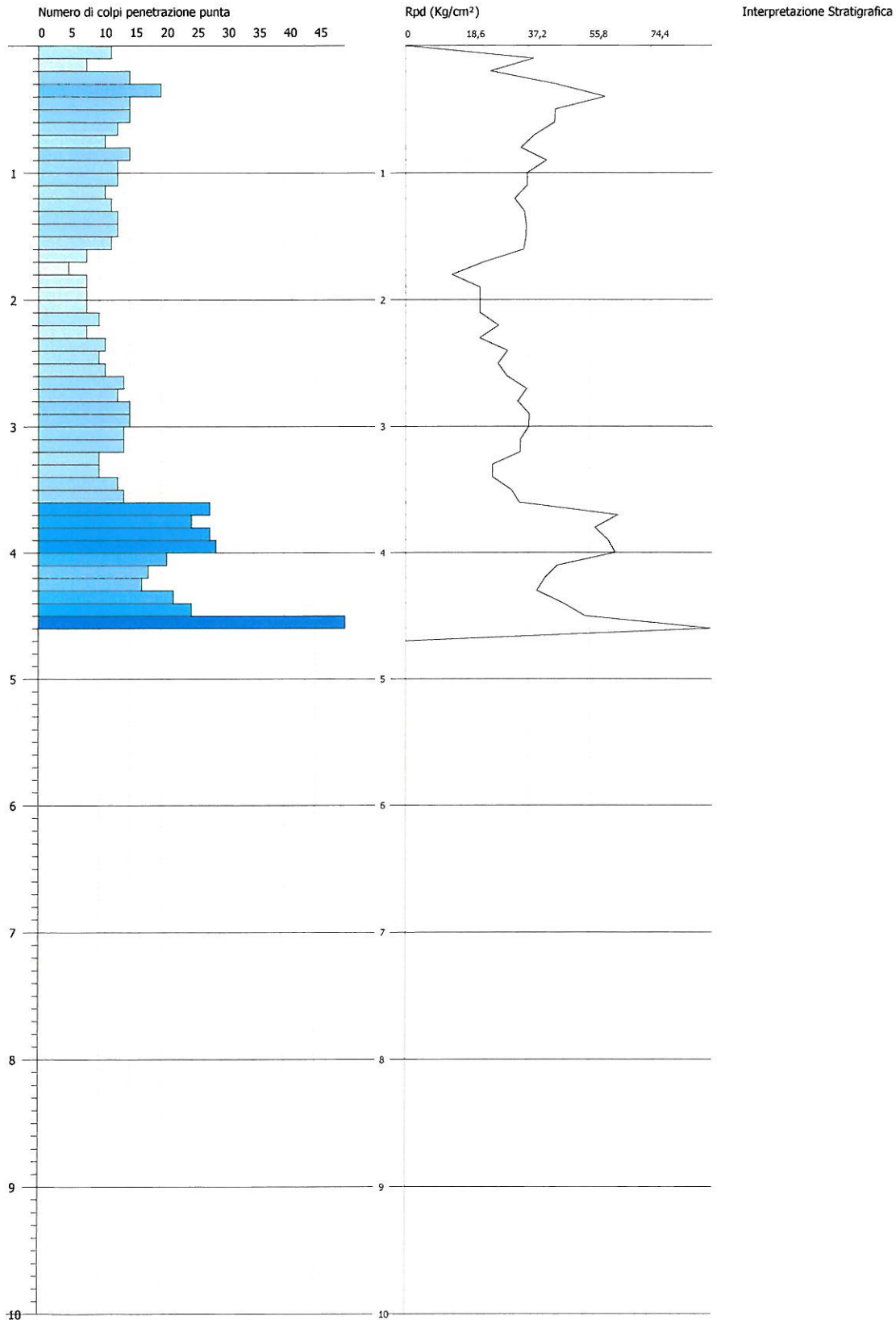
Interpretazione Stratigrafica

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CR-2
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CR-3
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48

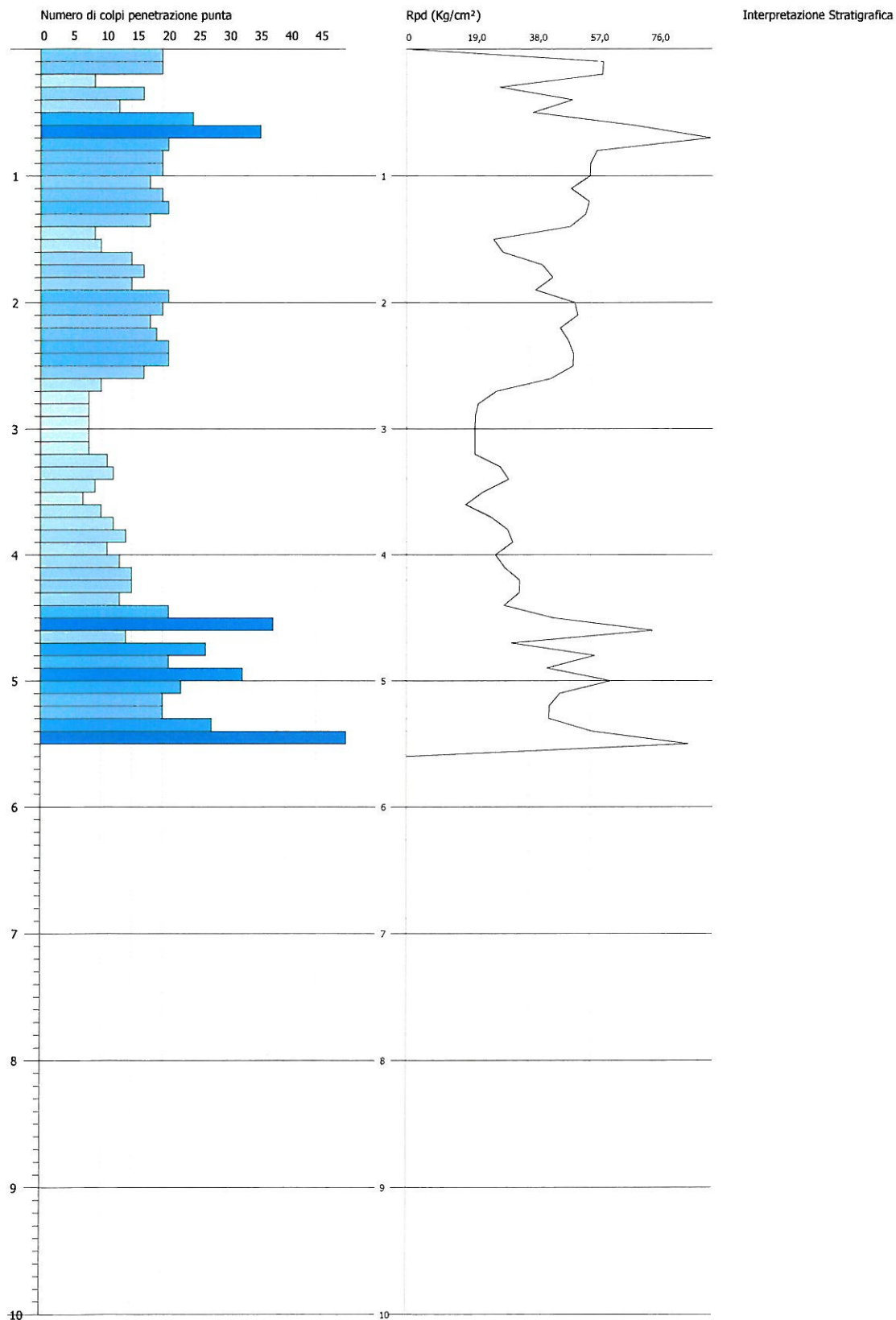


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CR-4
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48

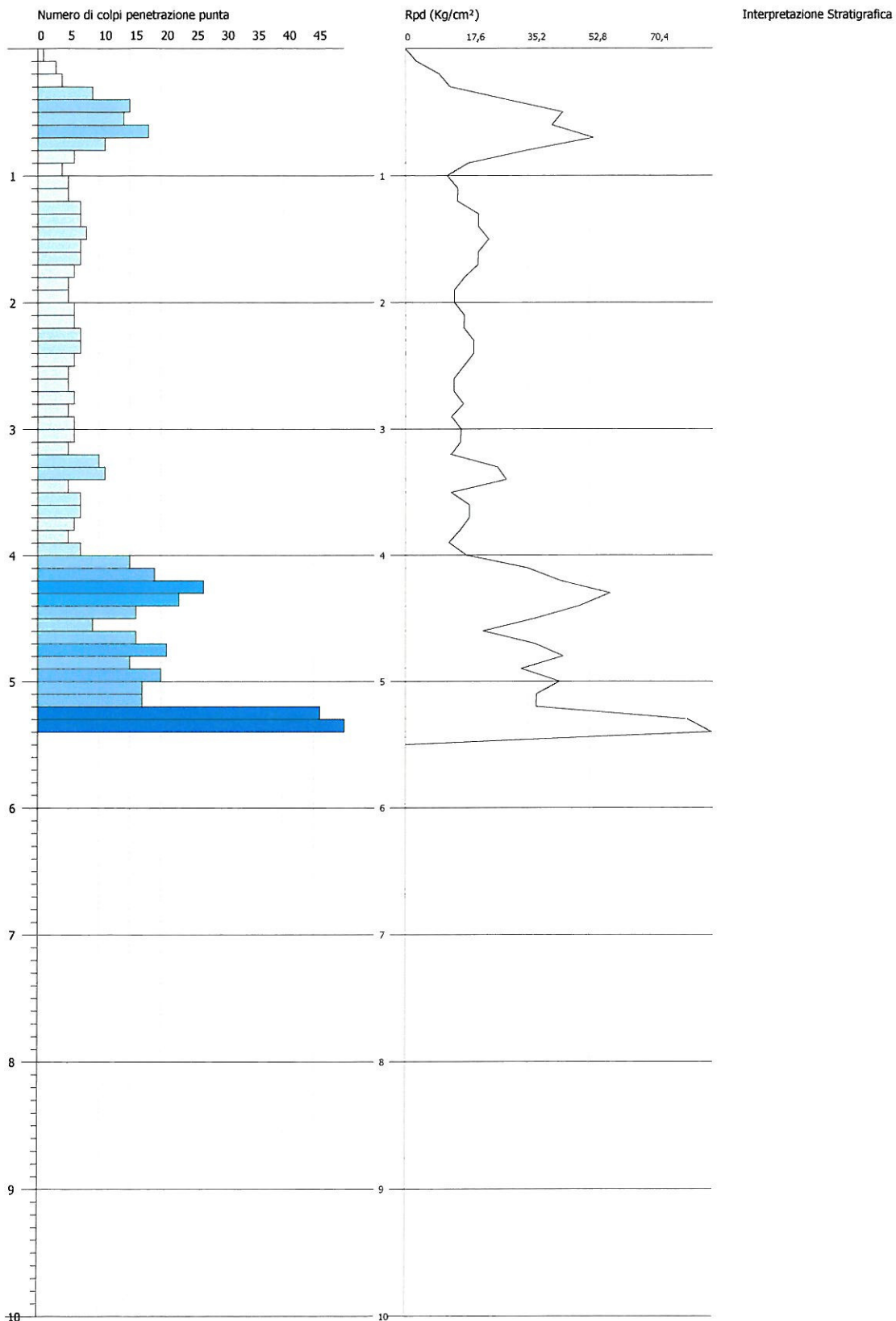


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CR-5
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48

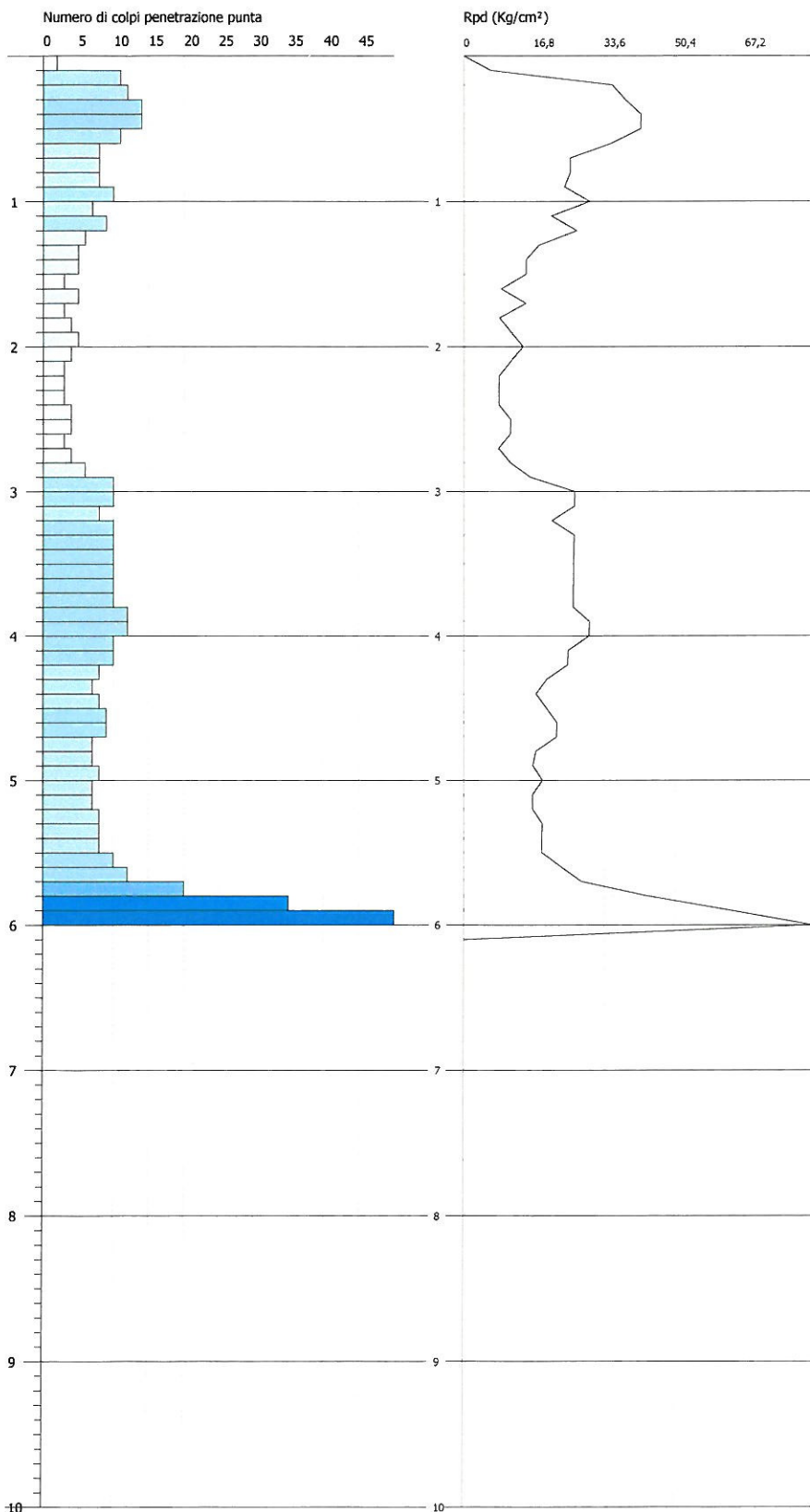


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CR-6
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48

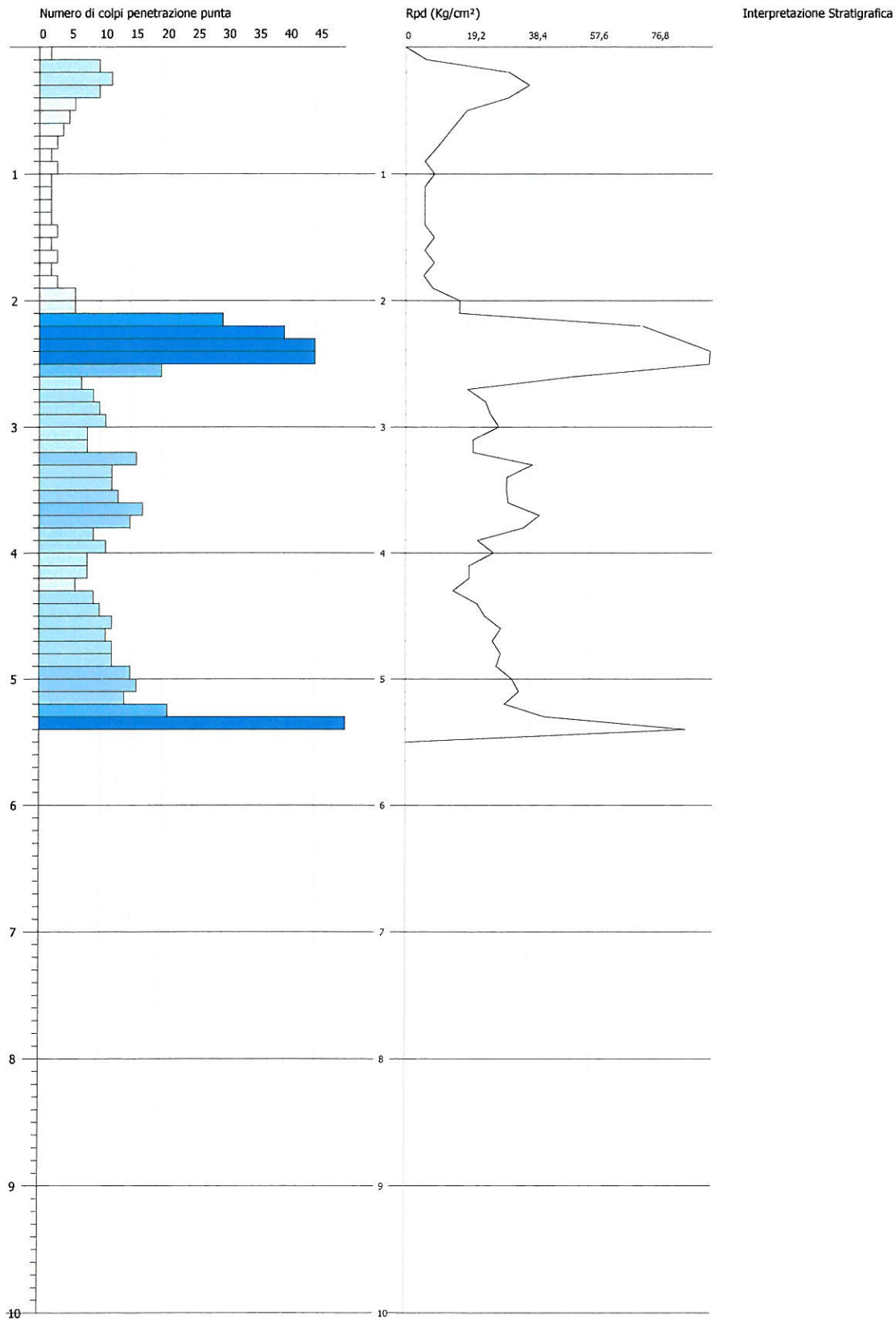


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CR-7
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CR-8
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48





CR-1



CR-2



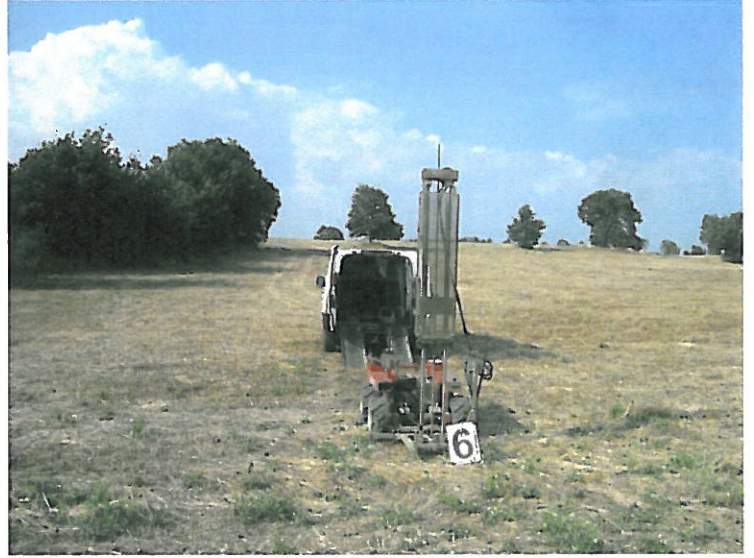
CR-3



CR-4



CR-5



CR-6



CR-7



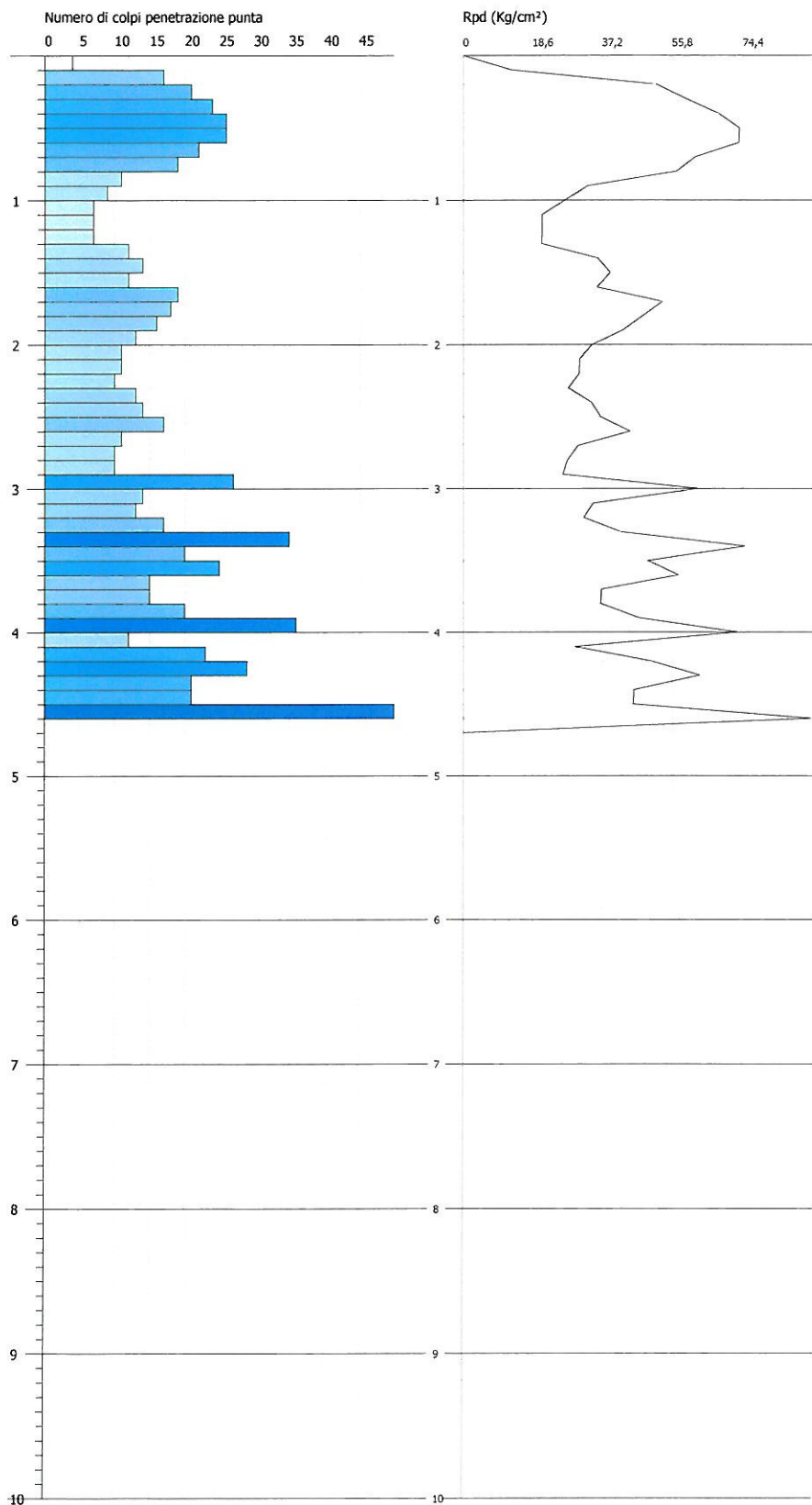
CR-8

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CM-1
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48



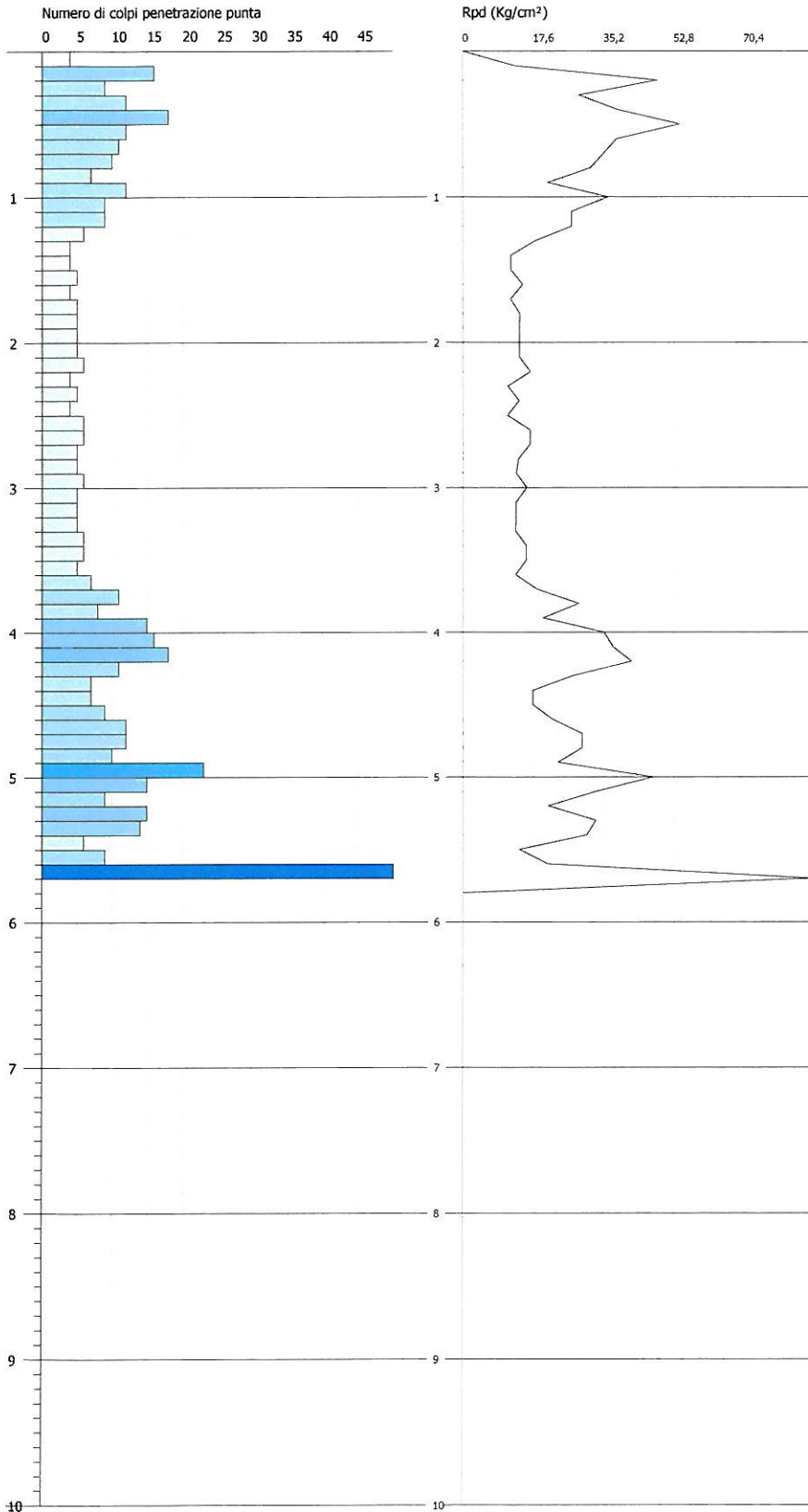
Interpretazione Stratigrafica

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CM-2
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48

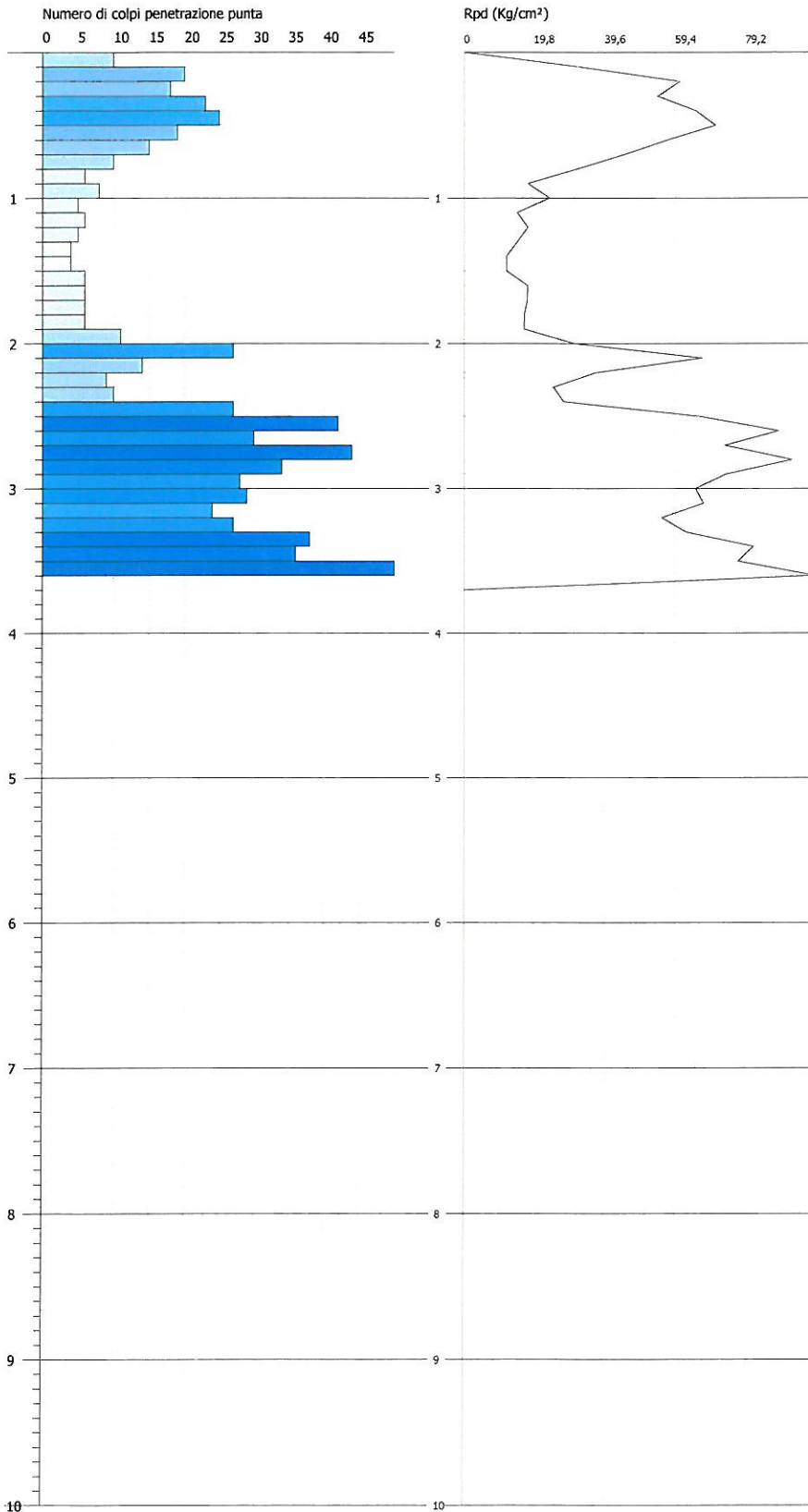


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CM-3
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CM-4
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48



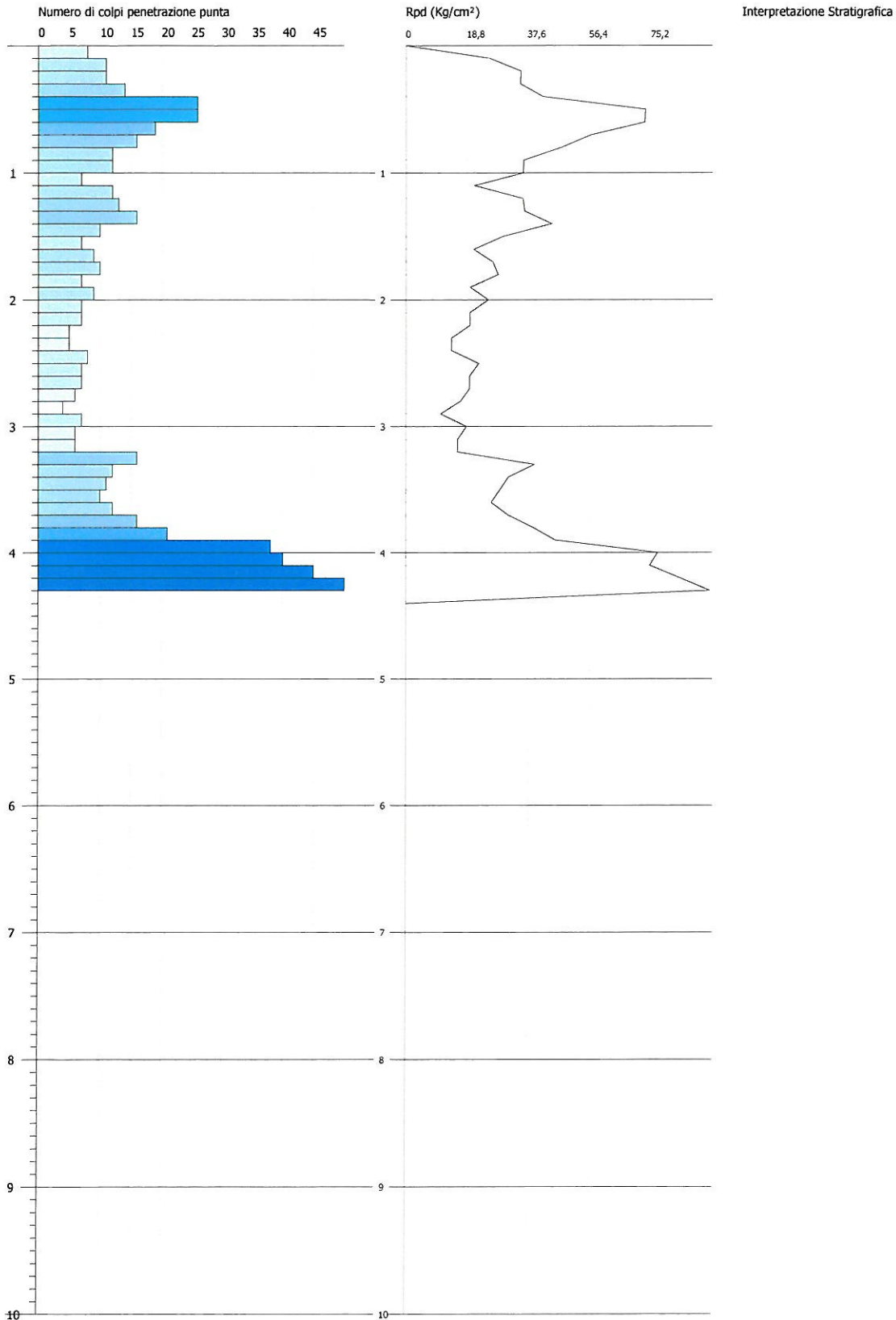
Interpretazione Stratigrafica

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CM-5
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48





CM1



CM-2



CM-3



CM-4



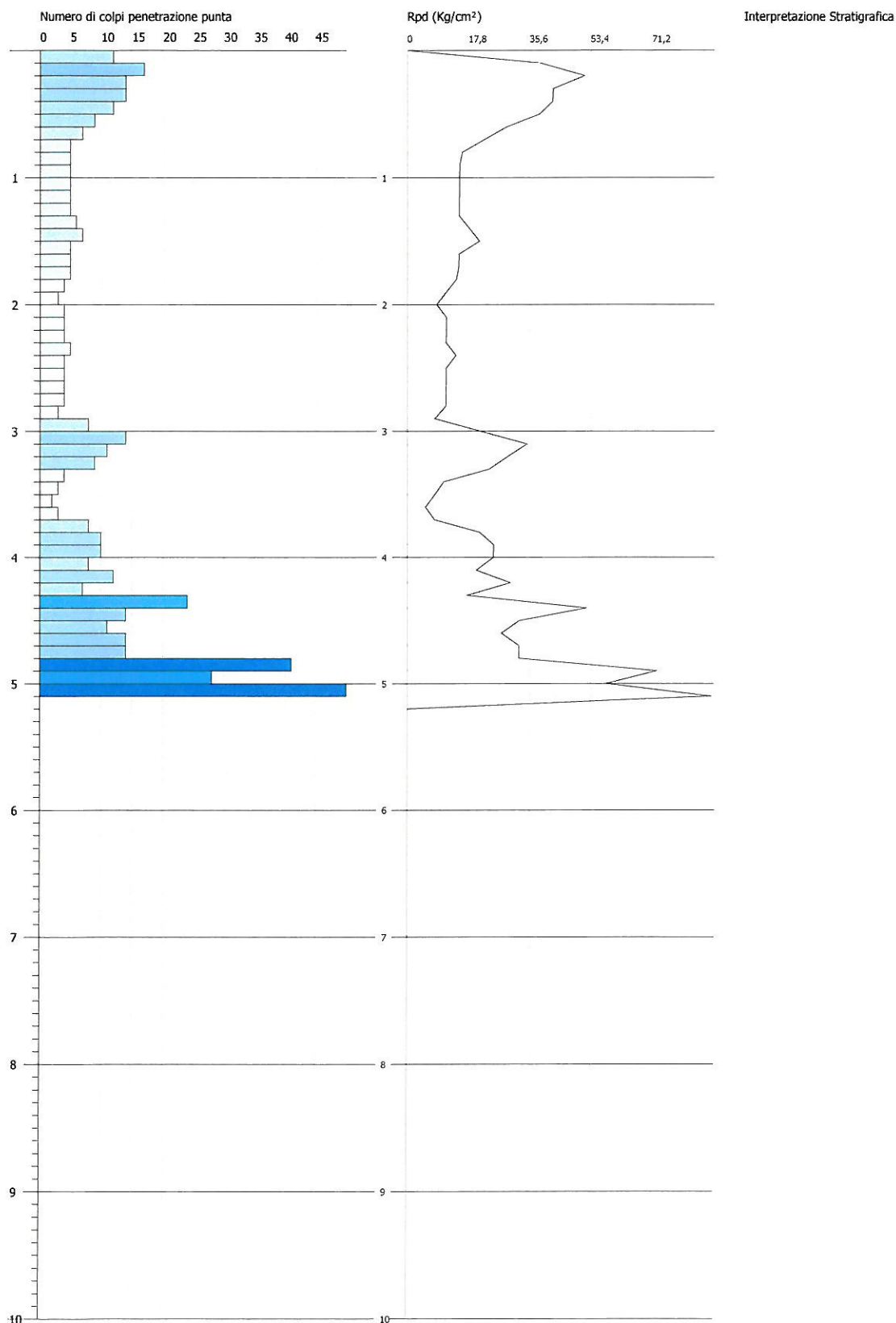
CM-5

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CE-1
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48

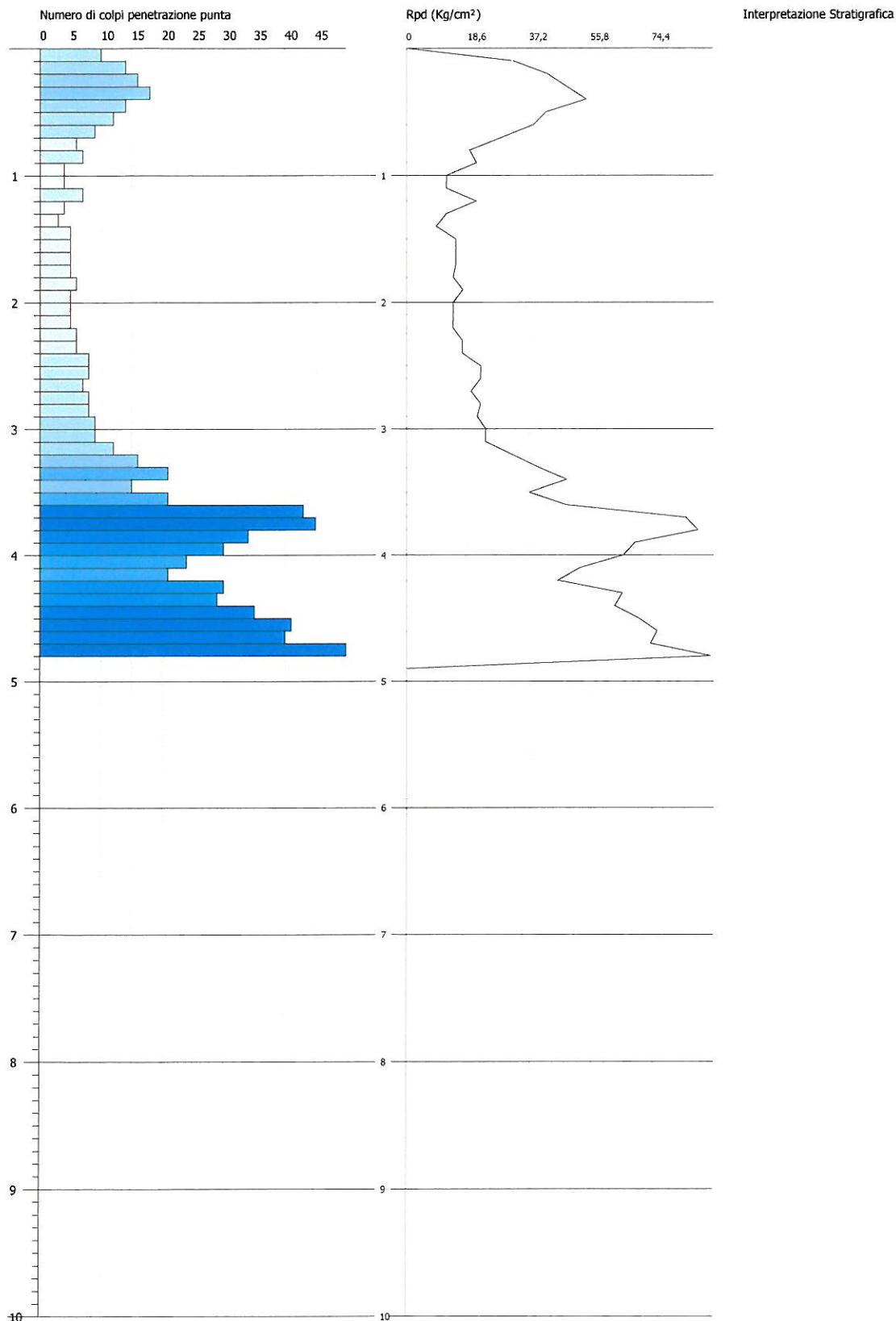


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CE-2
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48

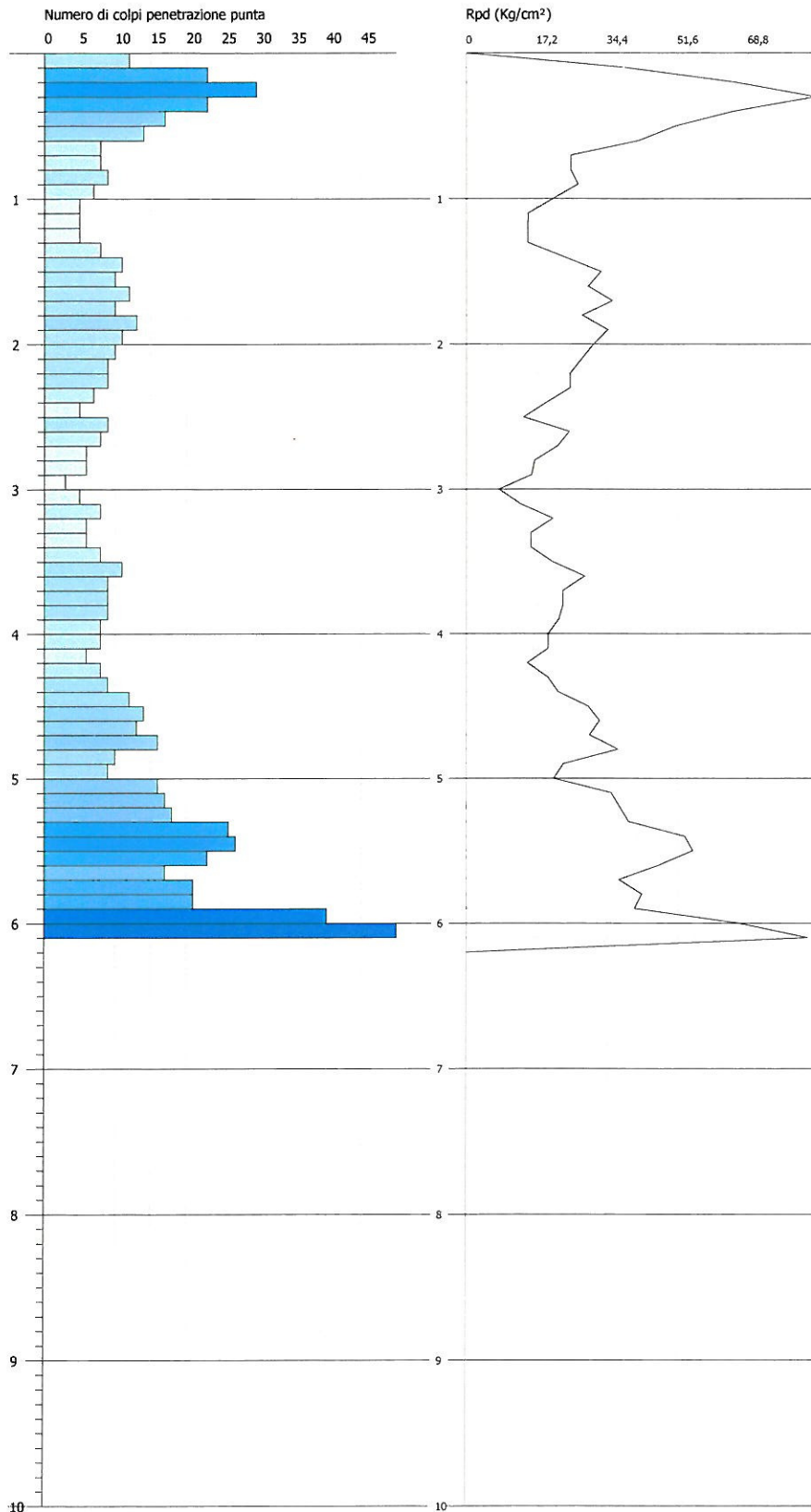


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CE-3
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48

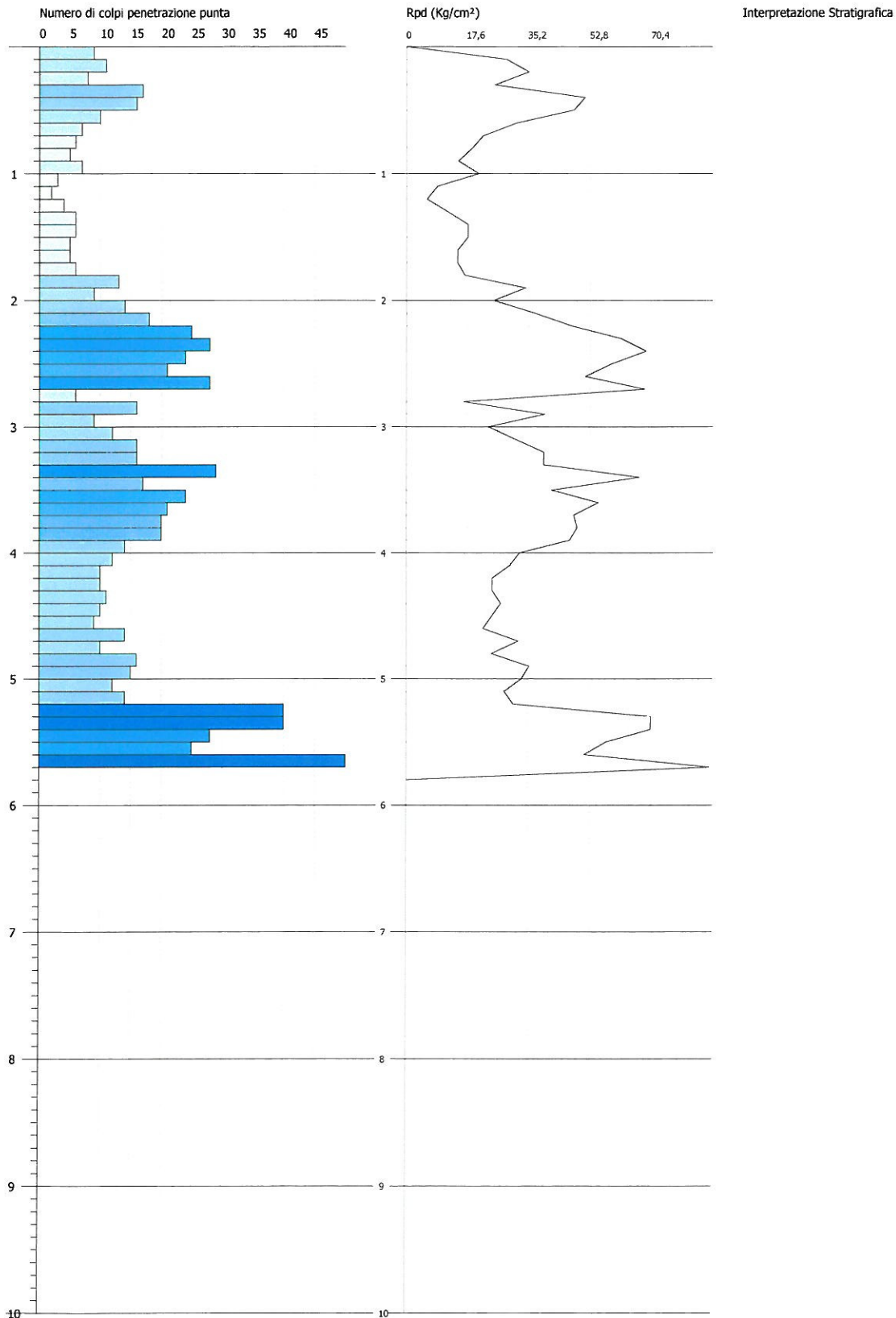


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CE-4
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48





CE-1



CE-2



CE-3



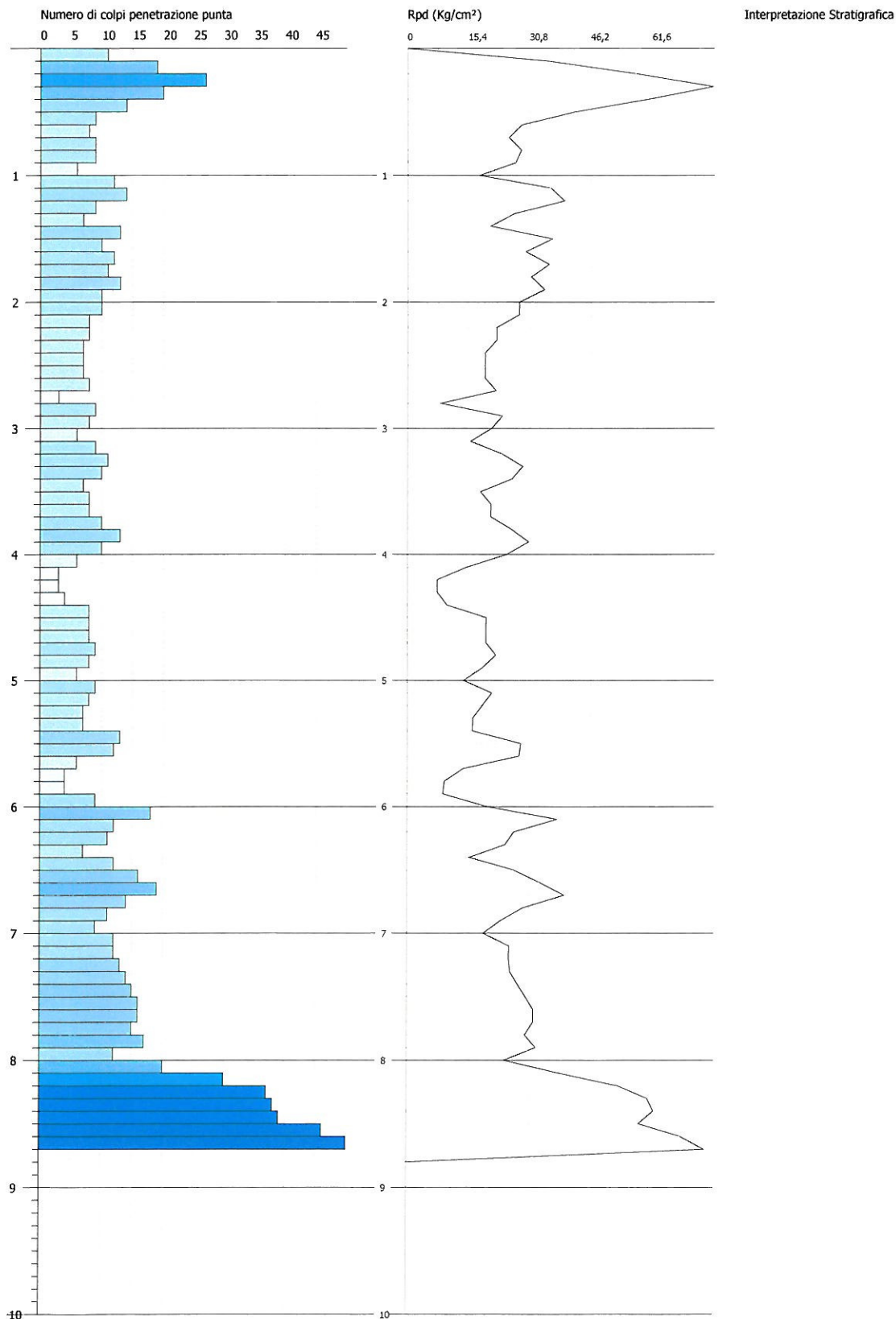
CE-4

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CG3-1
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48

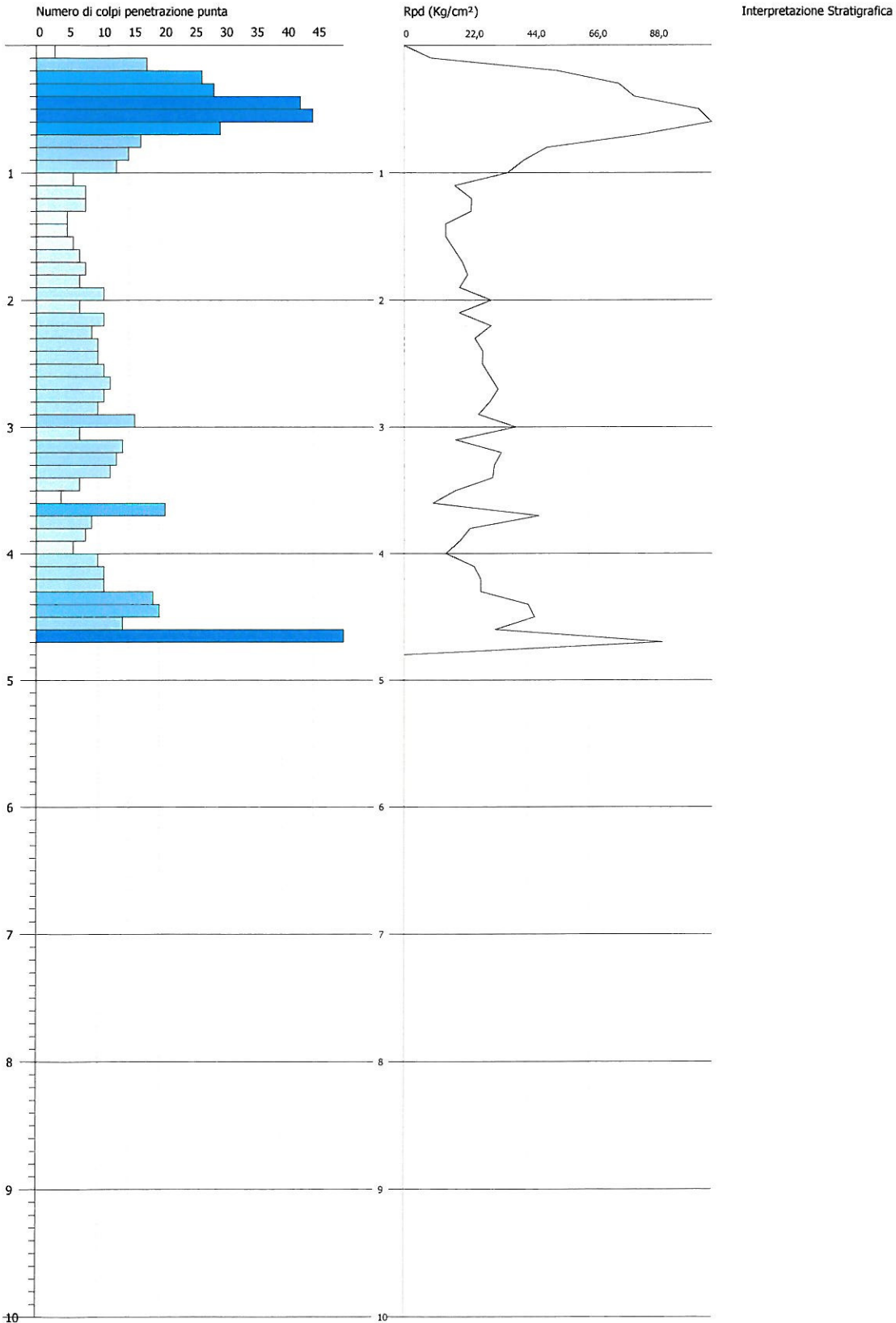


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CG3-2
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: F.F. GEOTECNA
Cantiere: CASTEL GIORGIO
Località: TERNI

Data: 30/07/2012

Scala 1:48





CG3-1



CG3-2