



IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO TORRE ALFINA (VT)

**ALLEGATO 2A
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA**



GEOTERMIA ITALIA S.p.a.

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA" COMUNE DI ACQUAPENDENTE (VT)

STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDROLOGICA, IDRAULICA E SISMICA

Scala:		Commessa:	Codice file:	Prog.	Foglio:	Rev:
		0 2 4 1 4	0 2 4 1 4 GB 0 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> DI <input type="checkbox"/>	1



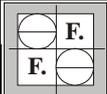
GEOTECNA Studio Associato
Viale Venere, 57 - 05018 Orvieto (TR)
tel +39 0763 344669
e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it

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	Dicembre 2014	REVISIONE PER MODIFICHE AL PROGETTO DEL PROGRAMMA DI PERFORAZIONE			
0	Aprile 2014	EMISSIONE			

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA"				Pag di 21
STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO				1
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>			<i>File:</i> 02414GB01
	0	1		
GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it				

INDICE

1. PREMESSA	pag. 2
1.1. Elaborati	
2. AREA DI INTERVENTO	pag. 3
3. RELAZIONE GEOLOGICA	pag. 5
3.1. Assetto geologico	
3.2. Assetto geomorfologico	
3.3. Assetto Idrogeologico	
4. RELAZIONE SISMICA	pag. 11
4.1. Zonizzazione sismica regionale	
5. RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	pag. 13
6. RELAZIONE GEOTECNICA	pag. 14
6.1. Tracciato delle condotte	
6.2. Cantieri di perforazione	
6.2.1. Cantiere dei pozzi di reiniezione	
6.2.2. Cantiere dei pozzi di produzione pozzi AP1 vert-AP1A e AP1B	
6.2.3. Cantiere dei pozzi di produzione pozzi AP3	
6.3. Zona della centrale geotermica	

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA"				Pag 2 di 21
STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO				
<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 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	02414GB01	

1. PREMESSA

La presente **RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDROLOGICA, IDRAULICA E SISMICA**, riguardante le opere previste nel **PROGETTO IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA"- COMUNE DI ACQUAPENDENTE-VT**, revisiona e sostituisce la precedente emissione dato che nel frattempo sono state introdotte delle modifiche al progetto del programma di perforazione.

Il progetto pilota Alfina prevede la realizzazione di n. 5 pozzi geotermici di produzione e di n. 4 pozzi geotermici di reiniezione; sono previste tubazioni di collegamento fra i pozzi di estrazione e la centrale, ubicata in zona Le Greppe, per complessivi 1800 ml circa, ed una condotta di trasporto del fluido geotermico esausto, dalla centrale ai pozzi di reiniezione, dello sviluppo complessivo di 1500 ml circa; l'estradosso delle tubazioni è posizionato a profondità variabili fra ml 1.10 e ml. 1.60.

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 dovranno essere eseguite ulteriori indagini geognostiche, onde ricostruire, con il necessario dettaglio, il modello geologico e geotecnico del sottosuolo, soprattutto nell'area di cava dove è prevista la realizzazione della centrale, in quanto lo stato dei luoghi può subire, nel breve periodo, rilevanti modifiche stante i lavori, tuttora in corso, della attività estrattiva ivi presente.

1.1. Elaborati

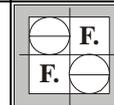
Sono allegati alla presente relazione le seguenti tavole:

TAV. 01 PIANO DI POSIZIONE DELLE INDAGINI E GEOLOGIA DI DETTAGLIO a scala a 1:5.000

TAV. 02 SEZIONI LITOTECNICHE TRACCIATO CONDOTTE DI REINIEZIONE E PRODUZIONE a scala H= 1:400; L= 1:4000.

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	02414	Data:	Dicembre 2014
--	------------	-------	-------	---------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA" STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO				Pag 3 di 21
<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 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	02414GB01	



2. AREA DI INTERVENTO

Il territorio oggetto del progetto Impianto Geotermico Pilota "Torre Alfina" ricade nel comune di Acquapendente (VT), ed è all'incirca ricompreso fra il confine con la Regione Umbria e l'abitato di Torre Alfina (Figura 2.1.).

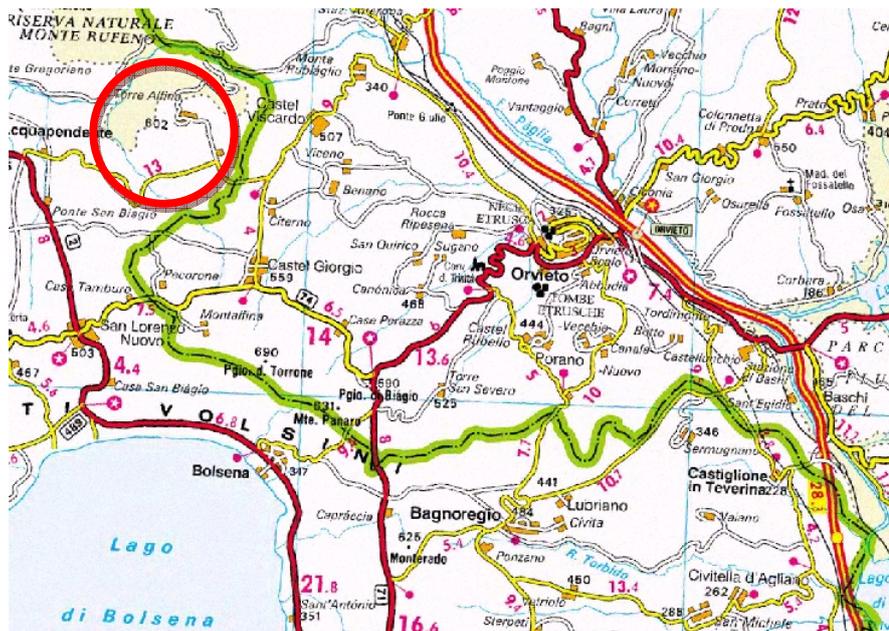


Fig. 2.1 Inquadramento territoriale

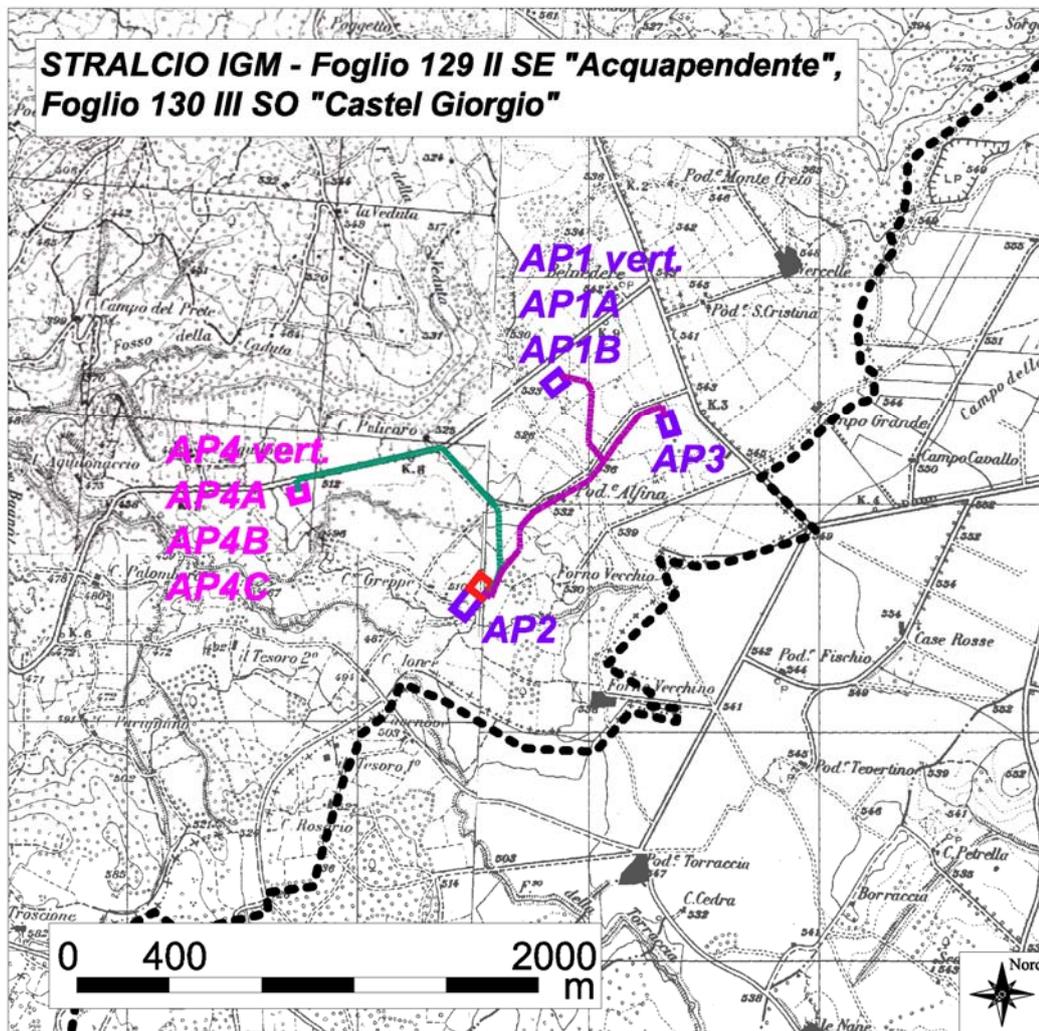
Questo territorio interessa la parte estrema settentrionale delle vulcaniti vulsine fino a lambire i sedimenti in facies di flysch.

Nel settore di affioramento delle vulcaniti, la morfologia è sub pianeggiante, con quote variabili fra m. 530 slm, fino a m. 600 slm circa (Fig. 2.2 e 2.3).

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, ubicato all'interno della cava Le Greppe.

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	02414	Data:	Dicembre 2014
--	------------	-------	-------	---------------

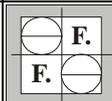
IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA"				Pag 4 di 21
STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO				
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>		<i>File:</i>	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	02414GB01	



-  Confine regionale
- PROGETTO**
-  Area di ubicazione pozzi geotermici di estrazione
-  Area di ubicazione pozzo geotermico di reiniezione
-  Tubazione di produzione
-  Tubazione di reiniezione
-  Centrale geotermica

Fig. 2.2 Inquadramento territoriale con posizionamento delle opere su base IGM

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	02414	Data:	Dicembre 2014
--	------------	-------	-------	---------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA"				Pag 5 di 21
STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO				
<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 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	02414GB01	
				

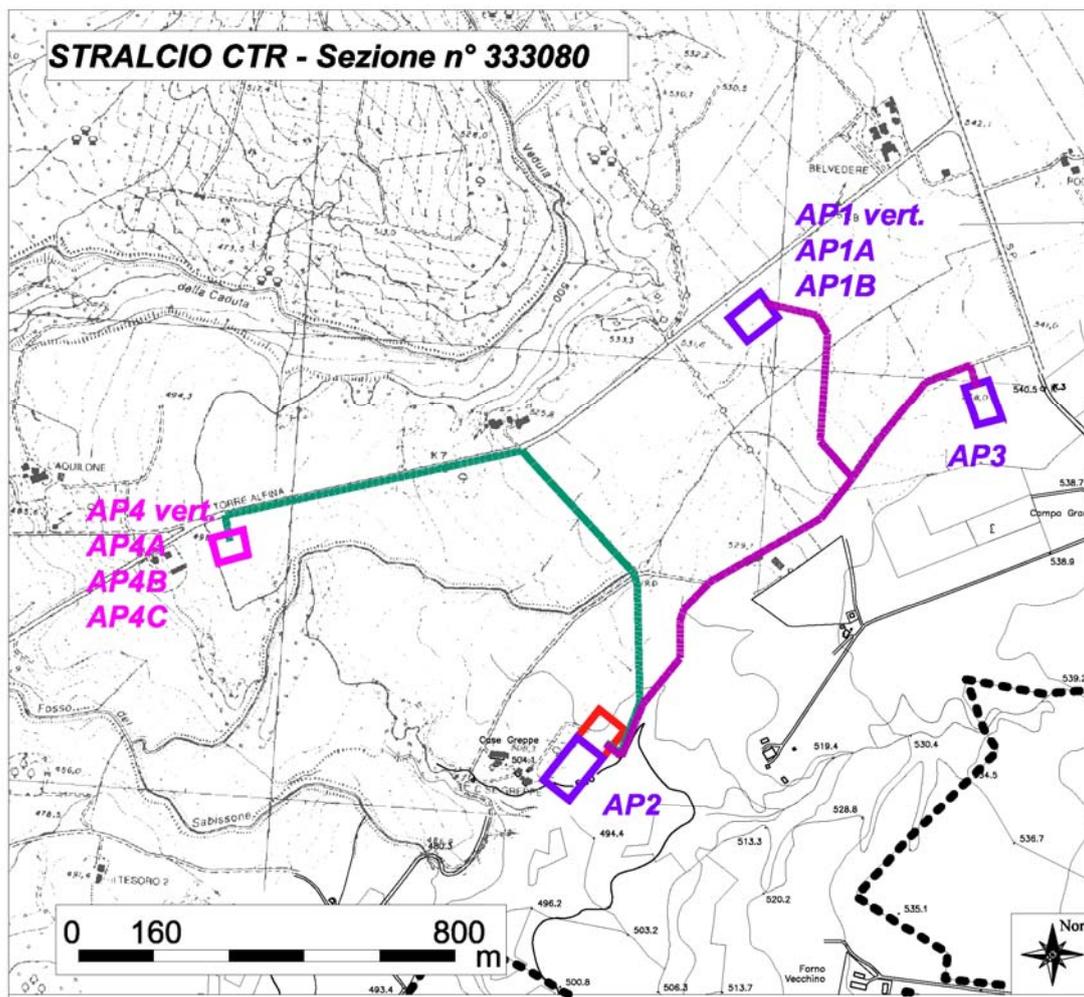


Fig. 2.3 Inquadramento territoriale con posizionamento delle opere su base CTR

3. RELAZIONE GEOLOGICA

3.1. Assetto Geologico

Le vulcaniti affioranti costituiscono l'estrema propaggine nord-orientale del grande Distretto Vulcanico Vulsino, il più settentrionale fra i numerosi apparati costituenti la Provincia Magmatica Romana alcalino - potassica ed interessano anche i prodotti dell'antico vulcano di Torre Alfina, situato a nord del distretto Vulsino.

Detta successione vulcanica e vulcanoclastica è attribuita al SuperSintema dei Monti Vulsini, che si compone del Sintema di Orvieto, Sub Sintema di Montalfina-Castel Giorgio. Queste

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	02414	Data:	Dicembre 2014
--	------------	-------	-------	---------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA" STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO				Pag 6 di 21
<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 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	02414GB01	

presentano spessori complessivi che variano da qualche decina di metri, presso il margine settentrionale della struttura in esame, al centinaio di metri, nelle zone interne.

In zona, le formazioni sedimentarie sono rappresentate da affioramenti di calcari marnosi, marne ed argilliti del complesso delle Unità Alloctone, in facies Ligure (Cretaceo inf), che rappresentano anche il substrato delle vulcaniti. Nella parte interna del plateau le vulcaniti si sono deposte al di sopra di un paesaggio geologico costituito da sedimenti prevalentemente argillosi connessi alla ingressione marina pliocenica. All'inizio dell'attività vulcanica i principali elementi tettonico-strutturali erano già delineati e la situazione paleomorfologica vedeva le argille affioranti modellate dal nuovo ciclo erosivo che si era instaurato. La paleomorfologia che riguarda il tetto delle formazioni prevulcaniche fu successivamente modificata da eventi vulcano-tettonici che si sono verificati durante la messa in posto delle vulcaniti.

In Fig. 3.1 è riportata uno stralcio della CARTA GEOLOGICA in cui sono indicate le aree di ubicazione dei pozzi geotermici di estrazione, di reiniezione ed il tracciato del nuove condotte, oltre che la ubicazione della centrale prevista all'interno della cava Le Greppe.

Nella legenda, riportata in carta, sono descritte le varie litofacies che di seguito si illustrano.

Complesso delle Unità alloctone (SF) : formazione argilloso calcarea di Santa Fiora costituita da olistostromi calcarei in una matrice prevalente argilloso marnosa con un piccolo nucleo della Formazione dei calcari a Palombini (Pb).

Sintema di Orvieto - Subintema di Montalfina Castelgiorgio E' costituita dalla Formazione di Pod. Sambuco (*ps*) rappresentata da una successione piroclastica stratificata con alternanza di tufi fini e lapilli tuff costituiti da pomice o scorie; all'interno della formazione sono intercalate colate laviche e scorie dei centri eruttivi di Poggio del Torrone (*pt, pt1*), colate laviche di Castel Giorgio (*cg*) e colate laviche di Case Perazza (*cp, cp1*).

Coperture eluviali Si tratta di materiale a tessitura limoso argillosa debolmente sabbiosa, con piccole scorie e lapilli più o meno alterati derivanti dal disfacimento delle vulcaniti in posto che si ricoprono la gran parte dell'altopiano; lo spessore è variabile fra pochi metri fino a circa 15-20 m .

Detrito di flysch Deposito di taglia limosa argillosa bruno-verdastro con elementi di calcari marnosi, marne e blocchi più o meno isolati anche di dimensioni superiori al mc.

Dall'esame della cartografia geologica (Figura 3.1.), risulta che il tracciato delle tubazioni, si imposta su materiali pertinenti le vulcaniti, rappresentate da termini riferibili alle lave di Castel Giorgio (cg) talora celate da coperture eluviali o da materiale di degradazione delle stesse colate.

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	02414	Data:	Dicembre 2014
--	------------	-------	-------	---------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA"				Pag 7 di 21
STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO				
<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 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	02414GB01	

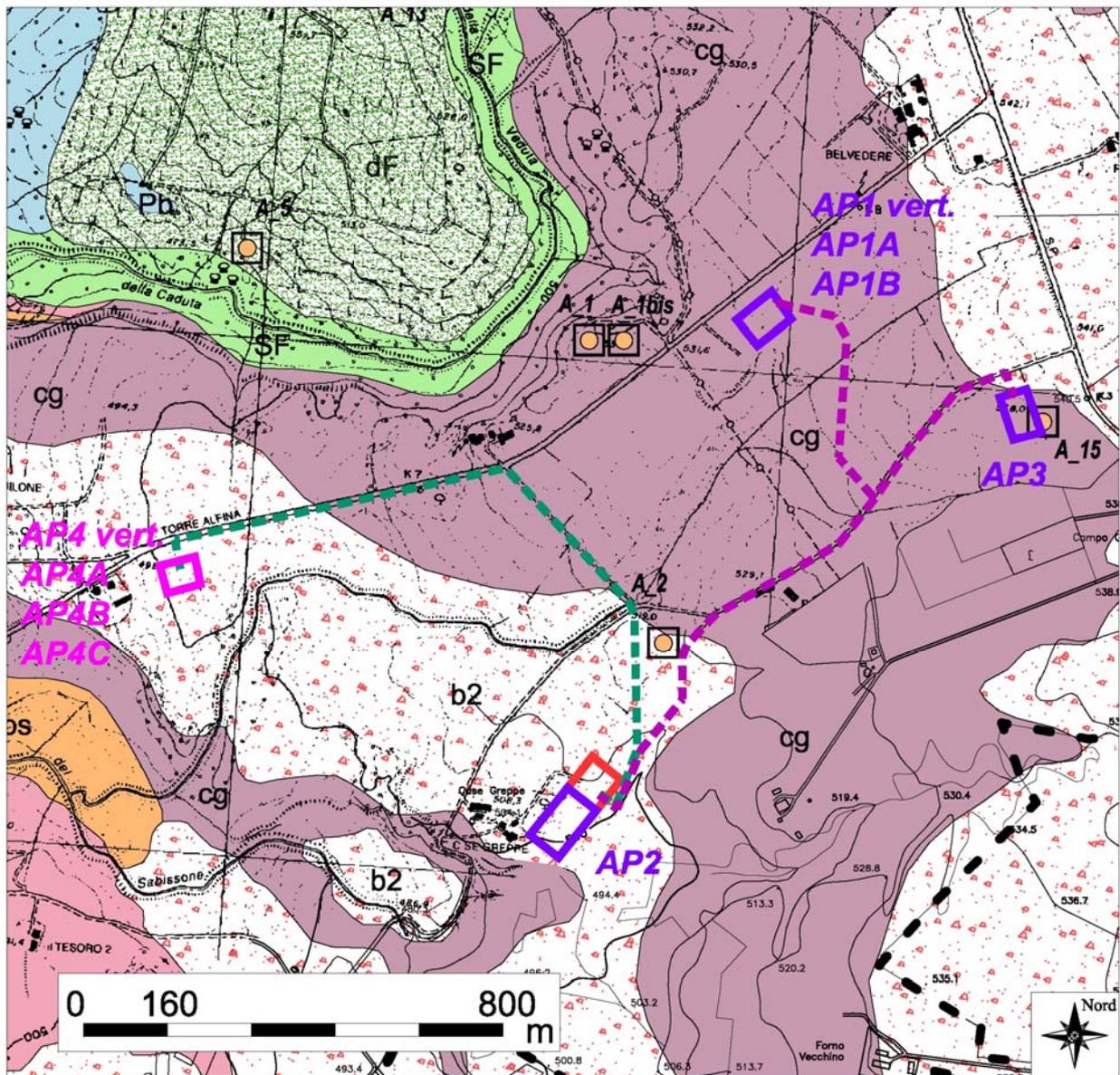
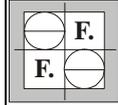


Fig. 3.1 Carta Geologica

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	02414	Data:	Dicembre 2014
---	------------	-------	-------	---------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA" STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO				Pag 8 di 21
<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 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	02414GB01	



Detrito del Flysch

Deposito di taglia limoso argillosa bruno verdastro con elementi di calcari marnosi, marne e blocchi più o meno isolati



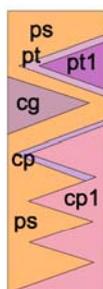
Coperture eluviali

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 tufi fini e lapilli tuff costituiti da pomici 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

COMPLESSO DELLE UNITA' ALLOCTONE DI FACIES LIGURE



Formazione dell "argille con Calcari Palombini": Unità Ofiolitica costituita da una matrice argillosa che ingloba in maniera disordinata e caotica blocchi di "Palombini" e di rocce vrid



Formazione argilloso-calcareo di S. Fiara: costituita da olistostromi calcarei imballati in una matrice prevalentemente argillo-marnosa.



Pozzi geotermici esistenti

— — — — — Limite litologico

— — — — — Confine Regionale

PROGETTO



Area di ubicazione pozzi geotermici di estrazione



Area di ubicazione pozzo geotermico di reiniezione



Tubazione di produzione

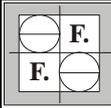


Tubazione di reiniezione



Centrale geotermica

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	02414	Data:	Dicembre 2014
--	------------	-------	-------	---------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA"				Pag 9 di 21
STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO				
<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 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	02414GB01	
				

3.2. Assetto geomorfologico

L'assetto geomorfologico d'insieme del territorio in cui si inserisce l'intervento è caratterizzato da forme blande, che conferiscono all'area un andamento sub-tabulare, inoltre si colloca relativamente distante dalla scarpata bordiera che definisce il limite di affioramento delle vulcaniti.

Superata tale scarpata morfologica si determina un netto contrasto fra le forme del paesaggio tipiche plateau vulcanico e le circostanti aree di affioramento dei sedimenti flyschoidi che sono invece contraddistinte da un assetto morfologico maggiormente articolato, frutto dell'azione degli agenti morfogenetici su terreni a minor grado di competenza e che hanno determinato la costituzione di pendii relativamente accentuati, incisi dal locale reticolo idrografico.

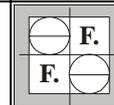
Il morfotipo vulcanico risulta debolmente modellato dall'azione delle acque incanalate nel ridotto reticolo idrografico che ha determinato la costituzione di modeste incisioni delimitate da pendii connotati da pendenze dell'ordine del 10%.

Dall'esame dell'area Carta Geomorfologica (Figura 3.2), ricavata dalla cartografie del PAI Assetto Geomorfologico dell'Autorità di Bacino del F. Tevere, per l'area interessata dal progetto, non risulta la presenza di fenomeni di dissesto in atto e/o allo stato latente. Si riporta, solamente, che in prossimità del tracciato della condotta di produzione, è segnalata la presenza di un'area interessata da deformazioni superficiali lente e/o soliflusso; tale dinamica può essere ricondotta ai fenomeni di saturazione e circuitazione sub-superficiale, alimentata da seppur modesti scambi con le acque circolanti nei depositi vulcanici; relativamente a tale situazione, l'analisi del data base IFFI non segnala, nella stessa area all'interno del cerchio, alcuna forma di dissesto.

I sopralluoghi effettuati in sito non hanno evidenziato fenomeni che possano interessare il tracciato delle condotte o i pozzi geotermici e neppure la centrale 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.

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	02414	Data:	Dicembre 2014
--	------------	-------	-------	---------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA"				Pag 10 di 21
STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO				
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni		File:	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	02414GB01	



Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico

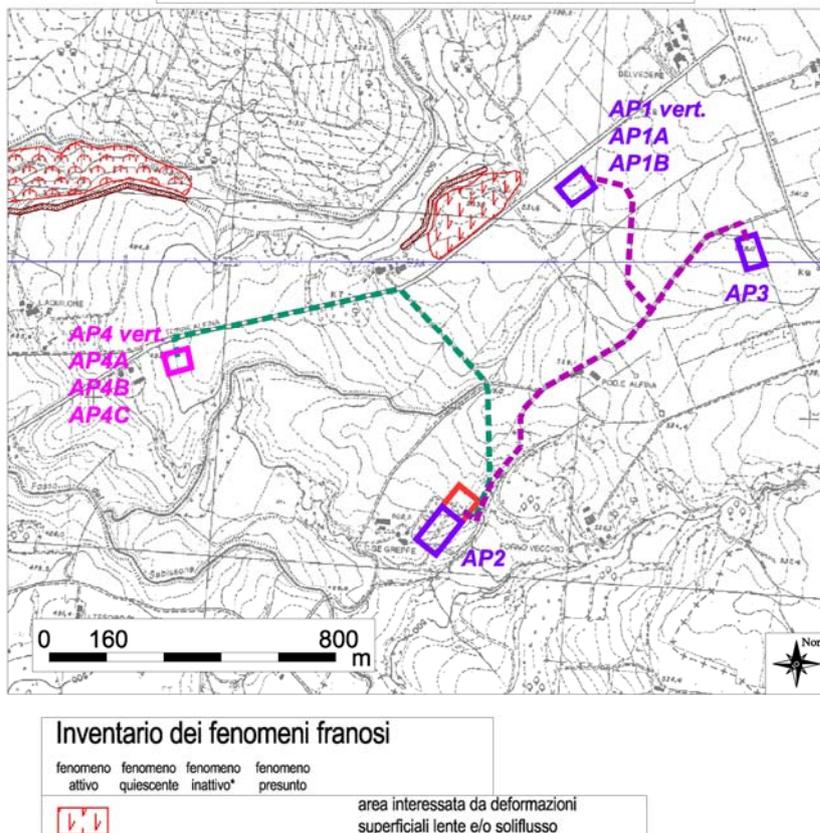


Fig. 3.2 Carta Geomorfologica – Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico dell'AdB (Stralcio Tavola n° 174).

3.3. Assetto Idrogeologico

L'assetto idrogeologico è stato discusso nelle *Relazione Idrogeologica* redatta per la realizzazione di pozzi per l'emungimento di acqua da utilizzare per la perforazione dei pozzi geotermici, cui si rimanda per eventuali dettagli.

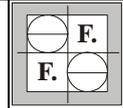
In questo contesto merita di ricordare la presenza di orizzonti acquiferi (falde sospese) sovrastanti la falda di base che talora si approssimano al piano di campagna potendo quindi interferire con le opere in progetto.

A tale riguardo si ritiene utile fare presente che nell'area di cava Le Greppe, dove è prevista la realizzazione della centrale, è presente una falda sospesa che sfiora sull'attuale piano di fondo scavo.

Inoltre, durante la esecuzione delle prove penetrometriche, in talune zone sono state rinvenute zone di umidità a modesta profondità, 1-2 m.

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	02414	Data:	Dicembre 2014
--	------------	-------	-------	---------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA" STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO				Pag 11 di 21
<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 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	02414GB01	



4. RELAZIONE SISMICA

La **Relazione Sismica** fornisce indicazioni in merito alla sismicità storica ed alla classificazione sismica regionale; lo studio attinente la riposta sismica locale sarà redatto con la predisposizione del progetto esecutivo.

4.1. Zonizzazione sismica regionale

Con Delibera di Giunta Regionale n. 387 del 22.05.2009 (BUR Lazio n. 24 del 27.06.2009 - Supplemento Ordinario 106) è stata approvata la "Nuova Classificazione Sismica della Regione Lazio",

In linea generale, per ottenere un maggiore dettaglio classificativo, le precedenti Zone Sismiche 2 e 3 sono state suddivise in 2 sub-zone ottenendo così un totale di 5 Zone Sismiche: Zona 1, Zona 2A e 2B, Zona 3A e 3B.

La Zona 2A forma una fascia di comuni a contatto con la Zona 1, mentre la Zona 2B copre gran parte del territorio regionale: numerosi comuni della provincia di Viterbo passano dalla precedente Zona 3 alla Zona 2B così come diversi comuni della provincia di Latina e della provincia di Frosinone passano dalla Zona 2 alla Zona 3A.

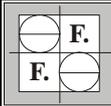
La nuova riclassificazione si basa soltanto su 3 Zone Sismiche a differenza delle quattro della precedente classificazione del 2003, con la scomparsa della zona sismica 4. La Zona Sismica 1, quella più gravosa in termini di pericolosità sismica, non presenta sottozona in quanto il valore di a_g max previsto per il Lazio non giustifica ulteriori suddivisioni. Pertanto la creazione di sottozona ha interessato soltanto le zone sismiche 2 e 3, con la suddivisione in 4 sottozone sismiche (*dalla 2A, ovvero la maggiore sottozona della zona sismica 2, fino alla sottozona sismica 3B, corrispondente alla sottozona meno pericolosa della zona sismica 3*) come si evince dalla Tabella.

Nella Regione Lazio, infatti, i valori di accelerazione a_g dell'elaborato all'84°percentile dell'INGV-DPC sono compresi fra 0.278g e 0.065g, ai quali si possono correlare empiricamente soltanto tre zone sismiche e quattro sottozone, escludendo quindi totalmente la zona sismica 4.

ZONA SISMICA	SOTTOZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (a_g)
1		$0.25 \leq a_g < 0,278g$ (val. Max per il Lazio)
2	A	$0.20 \leq a_g < 0.25$
	B	$0.15 \leq a_g < 0.20$
3	A	$0.10 \leq a_g < 0.15$
	B	(val. min.) $0.062 \leq a_g < 0.10$

3 - Suddivisione delle sottozone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido utilizzate per lo scenario di riclassificazione sismica della Regione Lazio.

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	02414	Data:	Dicembre 2014
--	------------	-------	-------	---------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA" STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO					Pag 12 di 21	
<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 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it	
	0	1		02414GB01		

L'area oggetto del presente studio ricade nel Comune di Acquapendente classificato, secondo la D.G.R n°387 del 22/05/2009 "Nuova Classificazione Sismica della Regione Lazio" tra i comuni in Zona Sismica 2B, con valori di ag/g compresi tra 0,15 e 0,20.

Per quanto attiene la storia sismica dell'area in interesse, dall'analisi del Data Base Macrosismico Italiano 2011 (DBMI11) dell'INGV, si rileva che la stessa ha risentito, prevalentemente dei terremoti di Bagnoregio del 1695 con magnitudo 5.77, e dell'evento di Castel Giorgio (1957) con magnitudo 5.17 ; infine il terremoto Umbria Marche (evento del 26.09.1997) con magnitudo 6.05, venne risentito nella zona di Acquapendente con una intensità MCS pari a 4.0, come riportato nella sottostante tabella.

Per maggiori informazioni sulla sismicità storica della zona si rimanda allo studio dell'INGV, eseguito per il committente.

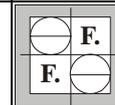
Storia sismica di Acquapendente **[42.742, 11.868]**

Numero di eventi: 23

Effetti	In occasione del terremoto del:								
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
6-7	1695	06	11	02	30	BAGNOREGIO	50	9	5.77
6-7	1755	11	01	17		ACQUAPENDENTE	2	6-7	5.03
5-6	1777	10	05	15	45	RADICOFANI	11	8	5.37
5	1861	05	09	01	53	CITTA' DELLA PIEVE	28	7	5.03
4	1873	03	12	20	04	Marche meridionali	196	9	5.88
NF	1892	01	22			COLLI ALBANI	81	7	5.17
NF	1898	06	27	23	38	RIETI	186	8	5.48
4	1905	02	12	08	28	SANTA FIORA	61	6-7	4.83
F	1909	08	25	00	22	MURLO	283	7-8	5.40
NF	1911	09	13	22	29	CHIANTI	103	7-8	5.14
5	1915	01	13	06	52	AVEZZANO	1040	11	6.99
6-7	1919	09	10	16	57	PIANCASTAGNAIO	67	8	5.38
5-6	1924	04	09	14	49	ACQUAPENDENTE	7	5-6	4.63
3	1926	01	08	09	14	ABBADIA S. SALV.	24	7	4.97
4	1936	06	15	14	45	ONANO	9	5-6	4.63
4	1940	06	19	14	10	RADICOFANI	28	6-7	4.83
5-6	1940	10	16	13	17	RADICOFANI	106	7-8	5.30
5-6	1957	12	06	04	54	CASTEL GIORGIO	63	7-8	5.17
3	1958	05	30	06	26	RADICOFANI	18	6	4.63
3	1979	09	19	21	35	Valnerina	691	8-9	5.90
NF	1980	11	23	18	34	Irpinia-Basilicata	1317	10	6.89
2-3	1993	06	05	19	16	GUALDO TADINO	326	6	4.92
4	1997	09	26	09	40	Appennino umbro-march.	869	9	6.05

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	02414	Data:	Dicembre 2014
--	------------	-------	-------	---------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA" STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO					Pag 13 di 21	
<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 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it	
	0	1		02414GB01		



5. RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

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 oppure, dove l'approfondimento dello stesso è tale da intercettare le falde sospese più superficiali, si determina un deflusso relativamente perenne.

In generale, la densità di drenaggio è generalmente bassa, in conseguenza del fatto che prevale la infiltrazione. Il reticolo 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 o di debolezza nell'ambito della medesima litologia.

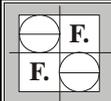
Nella zona in esame il principale collettore idrico è rappresentato dal Fosso Sabissone e da un suo ramo destro che, a valle della scarpata bordiera che definisce il limite di affioramento delle vulcaniti, recapita nel Fosso della Veduta. Questo ricettore inizia dalla zona della cava Le Greppe, dove raccoglie le acque della falda sospesa che viene a giorno, con apprezzabile portata, nel piazzale di cava e nel suo corso intercettata ulteriori contributi della falda sospesa.

Relativamente al regime degli afflussi meteorici intensi, si fa riferimento ad una serie dati relativi alle stazioni dotate di pluviografo riportate nell'ambito Annali Idrologici (Sezione B, *Tabella III : Precipitazioni di massima intensità registrate ai pluviografi*) dell'Ufficio Idrografico e Mareografico di Roma insistenti sul bacino del Fiume Paglia.

Il tempo di afflusso preso a riferimento è quello della durata di 1 ora e la serie risulta costituita da dati relativi ad un intervallo temporale superiore a 10 anni (1986-2002) che, seppur connotata da talune lacune, permette comunque di estrapolare un valore di riferimento per la valutazione di eventi con TR=10 anni

Anno	Orvieto	Orvieto P.te Adunata	Allerona	Pratolungo	Acquapendente	Abbadia S. Salvatore	Cetona
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1986	14.4				36.8		
1987	24.8				24.4		
1988	26.6				60.6		
1989	34.4			28			
1990	17.6			32.4			37
1991	31			29.2	23.8		17.2
1992			25.6		36.6	21.8	26
1993	23.6	35.4	21.4		19.6		39.6
1994			17.2				24.6
1995			36.2	17.8			35.2
1996		19.6	38.2		37.2		32
1997		50.8	55	35.8			17.2
1998		33		76.2			
1999	46.6		25.8			29.2	
2000			31				
2001	37.8		34.4				
2002	31.4			28.6		20.6	

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	02414	Data:	Dicembre 2014
--	------------	-------	-------	---------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA"				Pag 14 di 21
STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO				
<i>Committente:</i> ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>			<i>File:</i> 02414GB01
	0	1		
GEOTECNA studio associato Viale Venere, 57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it				

I dati relativi ad oltre un decennio di osservazione ai pluviometri evidenziano che, relativamente al valore di precipitazione per intervallo temporale di 1 ora e per tempi di ritorno di 10 anni, si può fare, cautelativamente, riferimento a quello registrato nel 1988 alla stazione di Acquapendente, pari a 60.6 mm, congruente peraltro con valori precedentemente calcolati, per lo stesso intervallo temporale, secondo la metodologia statistica di Gumbel, con i dati registrati al pluviografo di Orvieto e che evidenziavano valori di circa 60 mm.

6. RELAZIONE GEOTECNICA

Si è già detto, in premessa, che nella predisposizione del Progetto Esecutivo dovranno essere eseguite ulteriori indagini geognostiche, onde ricostruire, con il necessario dettaglio, il modello geologico e geotecnico del sottosuolo, soprattutto nell'area di cava dove è prevista la realizzazione della centrale, in quanto lo stato dei luoghi può subire, nel breve periodo, modifiche stante i lavori, tuttora in corso, della attività estrattiva ivi presente.

6.1. Tracciato delle condotte

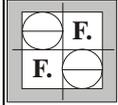
Per lo studio geologico e geotecnico del tracciato delle condotte di mandata e di reiniezione, è stato eseguito un dettagliato rilevamento di superficie, che ha riguardo un corridoio di indagine di circa 50 m di ampiezza trasversale e sono state eseguite, come anticipato, prove penetrometriche in asse al tracciato stesso (V. PIANO DI POSIZIONE DELLE INDAGINI E GEOLOGIA DI DETTAGLIO-TAV.01).

In questo caso l'interpretazione delle diagrafie penetrometriche ha avuto l'obiettivo sia di definire le generali condizioni di consistenza/addensamento dei terreni, utili alla individuazione delle problematiche geotecniche connesse alla fase di scavo per la messa in opera delle condotte medesime, e sia quello di individuare la profondità del banco lavico, celato dai terreni di copertura utile alla individuazione delle tecniche esecutive degli scavi medesimi. Il livello di individuazione della profondità del banco lavico è stato assimilato con la quota cui si raggiungeva il rifiuto all'avanzamento dato che il tracciato non interferisce con depositi piroclastici dove il rifiuto all'avanzamento non può essere ricondotto alla presenza di livelli competenti di consistenti in orizzonti rocciosi.

Nell'elaborato "SEZIONI LITOTECNICHE: TRACCIATO CONDOTTE DI REINIEZIONE E PRODUZIONE- TAV.02 " 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 e tenendo conto degli affioramenti e sono indicati i tratti di probabile interferenza dello scavo con la roccia. In alto, vengono riportate le litologie di riferimento. Ai fini della definizione del modello geotecnico di riferimento utile per individuare le problematiche connesse alla posa in opera dalle condotte delle tubazioni di produzione e di

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	02414	Data:	Dicembre 2014
--	------------	-------	-------	---------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA"				Pag 15 di 21
STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO				
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni		File:	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	02414GB01	

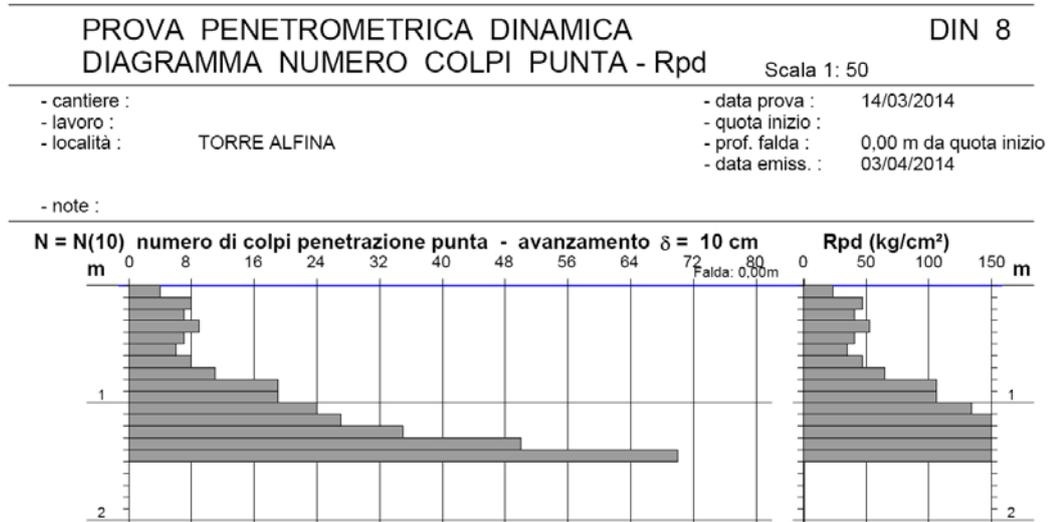


reineizione , ai sensi del D.M.LL.PP. del 12/12/1985 *Norme tecniche per le tubazioni*, si prendono in considerazione i risultati delle prove penetrometriche dinamiche, ubicate come riportato in TAV. 01 .

Procedendo dall'area dei pozzi di reiniezione fino alla centrale ubicata presso l'area di cava "Le Greppe", la condotta interferisce con le coperture eluviali (b2), fino alla progressiva 400m, quindi interessa la formazione delle lave CG fino alla progressiva 1100 m e di seguito ritrova le coperture eluviali (b2), di modestissimo spessore ,fino alla centrale; lo scavo in roccia è previsto fra la progressiva 850 m circa e l'area di cava tale valutazione deriva dagli affioramenti presenti in zona dove emergono sia blocchi lavici pluridecimetri e sia orizzonti riferibili a lave in posto.

Il tracciato della condotta di produzione dei pozzi AP1 vert., AP1A e AP1B, fino alla intersezione con la condotta proveniente dal pozzo di estrazione AP3, interessa la formazione delle lave CG con probabile scavo in roccia fra le progressive circa 170 m fino alla suddetta intersezione; tale valutazione deriva dagli affioramenti presenti in zona dove emergono blocchi lavici decimetri, pluridecimetri e sia orizzonti riferibili a lave in posto.

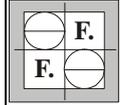
La condotta di produzione che collega il pozzo di estrazione AP3 alla centrale geotermica interessa, dapprima , la formazione delle lave CG, fino alla progressiva 800 m, quindi, fino alla centrale, si ritrovano le coperture eluviali (b2) di modestissimo spessore. Tutto il tracciato è previsto con scavo in roccia come anche evidenziato dall prova DIN8.



Non si prevedono problemi riguardo alla stabilità dei terreni di posa della condotta, bisogna comunque tener in considerazione il fatto che talora i depositi di copertura possono risultare sede di circuitazioni idriche di tipo ipodermico con saturazione fino in prossimità del p.c.

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	02414	Data:	Dicembre 2014
--	------------	-------	-------	---------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA"				Pag 16 di 21
STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO				
<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 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	02414GB01	



6.2. Cantieri di perforazione

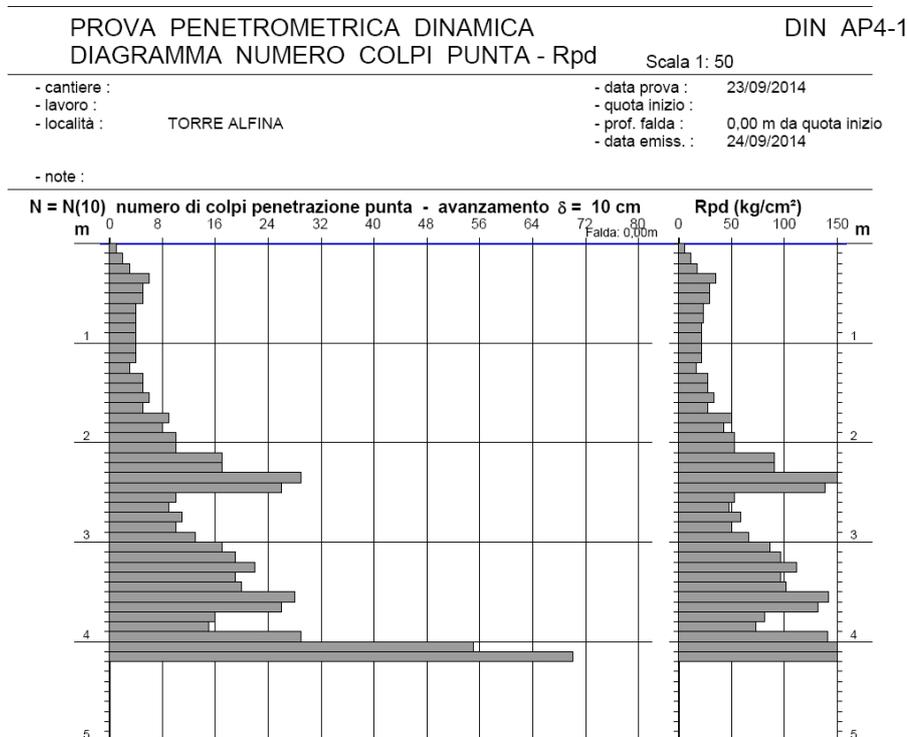
Relativamente ai cantieri di perforazione, si prendono in considerazione i risultati delle prove penetrometriche dinamiche eseguite con penetrometro medio DPM 30, con massa battente di 30 Kg, volata da 0.20 m, aste da 20 mm e superficie della punta di 10 cmq, ubicate come riportato in TAV. 01 .

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 Nspt.

6.2.1. Cantiere dei pozzi di reiniezione

Riferimento: Prove penetrometriche AP4-1 e AP4-2

La successione dei terreni, ricostruita dalla interpretazione delle prove penetrometriche di seguito riportate risulta, in generale, rappresentata da una copertura di spessore ridotto, variabile tra m. 3.50 e m. 4.0 c.a, che ricopre termini litoidi o comunque competenti .



Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	02414	Data:	Dicembre 2014
--	------------	-------	-------	---------------

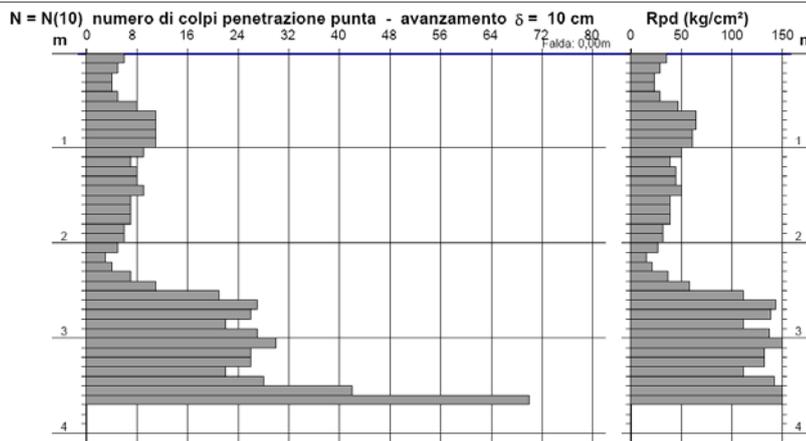
IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA"				Pag 17 di 21
STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO				
<i>Committente:</i> ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	<i>Revisioni</i>		<i>File:</i>	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	02414GB01	

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN AP4-2
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd Scala 1: 50

- cantiere :
 - lavoro :
 - località : TORRE ALFINA

- data prova : 23/09/2014
 - quota inizio :
 - prof. falda : 0,00 m da quota inizio
 - data emiss. : 24/09/2014

- note :



6.2.2. Cantiere dei pozzi di produzione pozzi AP1 vert-AP1A e AP1B

Riferimento: Prove penetrometriche AP1-1 e AP1-2.

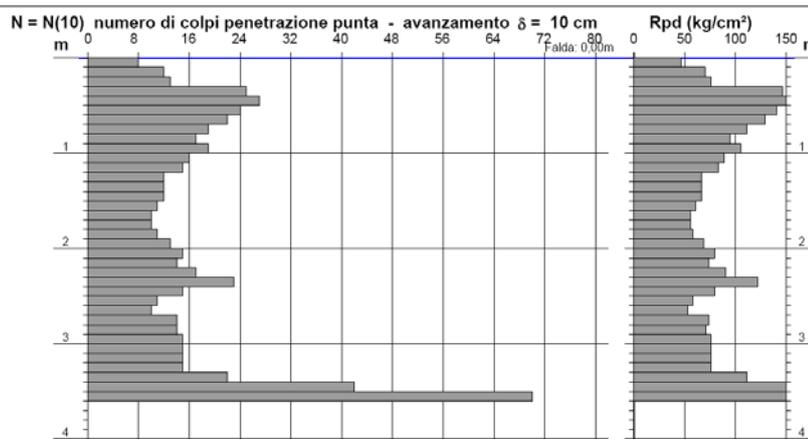
La successione dei terreni, ricostruita dalla interpretazione delle prove penetrometriche di seguito riportate risulta, in generale, rappresentata da una copertura di spessore ridotto, variabile tra m. 2.0 e m. 3.5 c.a, che ricopre termini litoidi o comunque competenti .

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN AP1-1
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd Scala 1: 50

- cantiere :
 - lavoro :
 - località : TORRE ALFINA

- data prova : 23/09/2014
 - quota inizio :
 - prof. falda : 0,00 m da quota inizio
 - data emiss. : 24/09/2014

- note :



Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	02414	Data:	Dicembre 2014
--	------------	-------	-------	---------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA"				Pag 18 di 21
STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO				
<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 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	02414GB01	

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

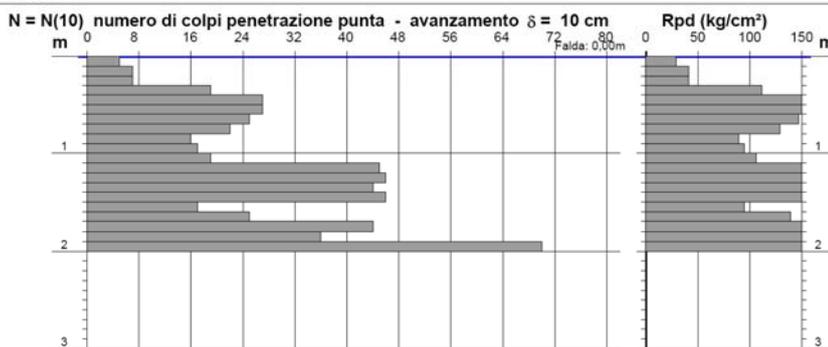
Scala 1: 50

DIN AP1-2

- cantiere :
- lavoro :
- località : TORRE ALFINA

- data prova : 23/09/2014
- quota inizio :
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio
- data emiss. : 24/09/2014

- note :



6.2.3. Cantiere dei pozzi di produzione pozzi AP3

Riferimento: Prove penetrometriche DIN1

La successione dei terreni, ricostruita dalla interpretazione della prova penetrometrica di seguito riportata risulta, in generale, rappresentata da una copertura di spessore ridotto, intorno a m. 2,0, che ricopre termini litoidi o comunque competenti .

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

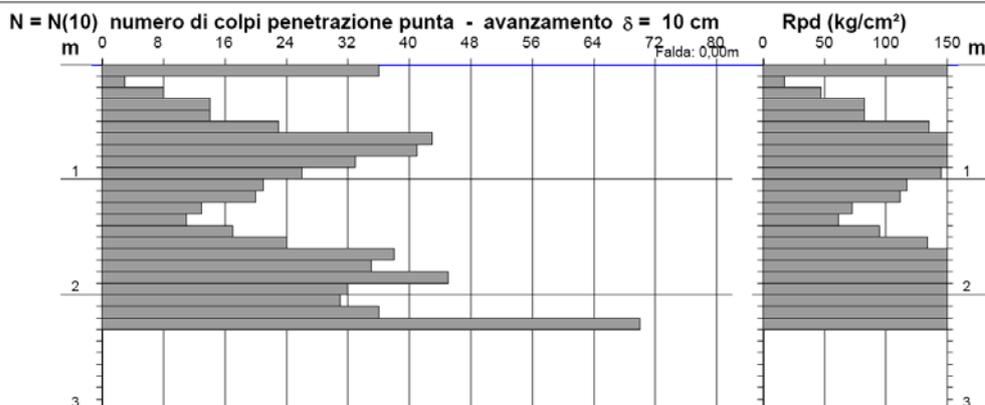
Scala 1: 50

DIN 1

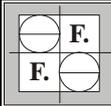
- cantiere :
- lavoro :
- località : TORRE ALFINA

- data prova : 14/03/2014
- quota inizio :
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio
- data emiss. : 14/03/2014

- note :



Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	02414	Data:	Dicembre 2014
---	------------	-------	-------	---------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA"				Pag 19 di 21
STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO				
<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 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	02414GB01	
				

6.3. Zona della centrale geotermica

Nella presente relazione, relativamente alla centrale geotermica, si presenta una caratterizzazione dell'ammasso lavico, secondo la classificazione RMR di Bieniawsky dato che, dalle informazioni assunte dal titolare della cava, sul fondo del piano di coltivazione rimane ancora uno spessore residuo del banco di roccia lavica oggetto di coltivazione ; si segnala che allo stato è in corso un progressivo ricarico del suddetto piano di coltivazione con materiale di risulta della stessa cava, ai fini del recupero morfologico.

Ai fini della classificazione dell'ammasso roccioso è stata effettuata una analisi di tipo strutturale in corrispondenza dell'affioramento lungo la parete della cava Le Greppe secondo la metodologia classificativa di Bieniawsky (1989). Tale analisi geostrutturale ha riguardato gli affioramenti significativi della roccia basaltica oggetto di coltivazione estrattiva dato che tale materiale dovrebbe trovarsi, seppur in spessori residui, sul fondo cava .

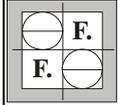
Va detto che il rilievo strutturale ha presentato un certo grado di difficoltà esecutiva per le caratteristiche intrinseche dell'ammasso. Infatti, esso risulta interessato da una fratturazione random, rappresentata fessure che sono connesse alle strutture di flusso della massa ignea, alle fasi fessurative legate al raffreddamento della stessa (sinclasi) oltre che dagli effetti superficiali indotti dell'esplosivo utilizzato nella coltivazione che può incrementare il grado di fessurazione a seguito dell'azione esercitata dall'istantaneo innalzamento della pressione in fase di brillamento .

Le grandezze misurate, di cui vengono fornite le schede relative ai parametri caratteristici delle varie facies, sono quelle stabilite dalla normativa internazionale ISRM; i parametri riguardano la definizione qualitativa e quantitativa di alcune caratteristiche delle discontinuità, della matrice o dell'ammasso roccioso nel suo complesso.

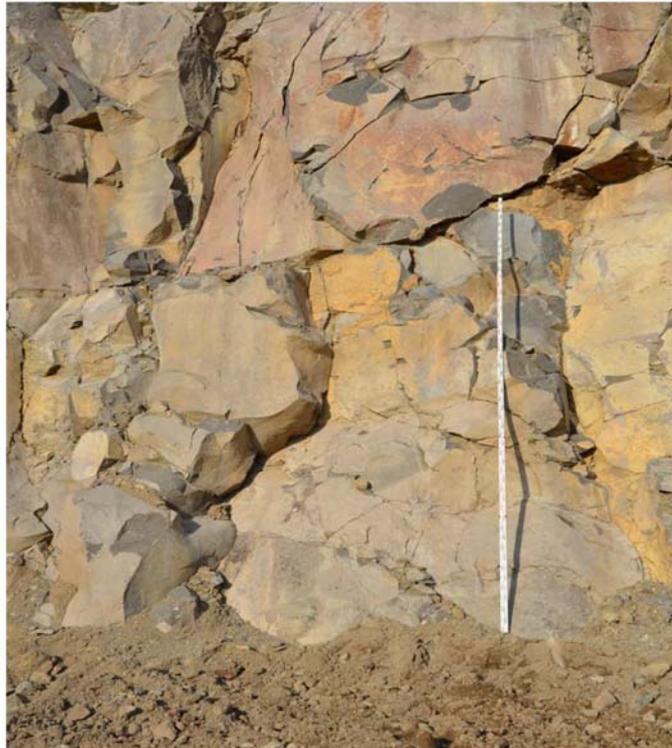
Alla luce dello stato dei luoghi si è proceduto, come detto, ad effettuare una classificazione del materiale lavico secondo l'RMR system (Rock Mass Rating system) di Bieniawsky in corrispondenza di una stazione di rilievo (riportata nella sottostante fotografia) i cui risultati sono riportati nella scheda di sintesi.

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	02414	Data:	Dicembre 2014
--	------------	-------	-------	---------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA"				Pag 20 di 21
STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO				
<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 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	02414GB01	

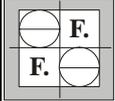


CAVA "Le GREPPE" STAZIONE 01
SET-01 : TEFRITE "A BLOCCHI"



CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA							
COMPLESSO GEOTECNICO		PARAMETRI GEOMECCANICI					
SET 01	RIF.TO STAZ 01						
Tefrite Leucitica a "BLOCCHI" Tefrite leucitica, con giunti spaziatissimi mediamente di 300-500 mm (S Media), con luce variabile tra 1 e 12 mm, discontinui, privi di riempimento (talora tracce di ossidi) che conferiscono all'ammasso un aspetto a " Blocchi" talora di notevoli dimensioni" Si registra presenza di stillicidi alla base della sequenza	Classificazione di Bieniawski (1989)						
		Valore	U.M.	Indice			
	A1) Resistenza a compressione monoassiale	1350	Kg/cmq	15			
	A2) R.Q.D.	90-100	%	20			
	A3) Spaz. Giunti	0.48	m	10			
	A4) Cond. Giunti	rugosità	JRC =8	1			
		apertura	1-12	mm			
		alterazione	NA		6		
		riempimento	NN		6		
		persistenza	2	m	4		
	A5) Cond. idrauliche	Stillicidio		1			
RQD ricavato da osservazioni sui blocchi in affioramento RQD = 115 - 3,3*Jv Jv = densità volumetrica (n° giunti per mc) Jv = 3*1/S S=spaziatura media (omogenea) S = m 0.48 Jv = 6.25 RQD 94	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">R.M.R.</td> <td style="text-align: center;">Indice</td> <td style="text-align: center;">Σ ni</td> <td style="text-align: center;">64</td> </tr> </table>			R.M.R.	Indice	Σ ni	64
R.M.R.	Indice	Σ ni	64				
Classificazione: Classe II (Σ ni = 61-80) <table border="1"> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">BUONO</td> </tr> </table>				BUONO			
BUONO							
Parametri caratteristici dell'ammasso							
Peso di volume	γ	26.85	kN/mc				
Coesione	c'	320	kN/mq				
Angolo di attrito	φ'	37	°				

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	02414	Data:	Dicembre 2014
--	------------	-------	-------	---------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA "TORRE ALFINA"					Pag 21 di 21	
STUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROLOGICO E IDRAULICO						
<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 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it	
	0	1		02414GB01		

I parametri relativi all'ammasso roccioso, costituiti dalle caratteristiche spaziali e strutturali dei giunti di discontinuità: persistenza, spaziatura e rugosità, hanno permesso di ricavare un valore dell'Indice RMR relativamente elevato, pur avendo considerato la presenza di potenziali venute idriche (assimilate ai fini classificativi come "stillicidi") individuate nell'ambito del piazzale di cava e quindi in grado di caratterizzare il depositi sottostante la quota del piazzale medesimo.

Sulla base del valore dell'Indice RMR = 64, si ricava che l'ammasso può essere inserito nell'ambito della Classe II - Buono - di Beniawsky.

Con i valori di RMR, è possibile ricavare i valori dei parametri geomeccanici caratteristici dell'ammasso per le valutazioni come mezzo continuo, secondo le relazioni

-coesione di picco c_p (kPA) = 5 RMRb

-angolo di attrito di picco $p = 0,5 RMRb + 5$

Relativamente al valore del peso di volume, si è fatto riferimento a dati forniti dal gestore del sito.

Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica	Commessa :	02414	Data:	Dicembre 2014
--	------------	-------	-------	---------------