



IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO TORRE ALFINA (VT)

ALLEGATO 2B
RELAZIONE IDROGEOLOGICA

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

STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI

RELAZIONE IDROGEOLOGICA

Scala:		Commessa:	Codice file:	Prog.	Foglio:	Rev:
		02414	02414PB01		DI	2



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

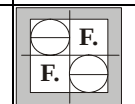
GEOL. Fabrizio Maria FRANCESCONI
GEOL. Stefano FRATINI
BIOL. Daniela LANZI
DOTT. NAT. Enrico LADI



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

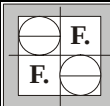
Revisione	Data	Oggetto	Redatto	Approvato	Autorizzato
2	Gennaio 2015	AGGIORNAMENTO CON MODELLO MATEMATICO			
1	Dicembre 2014	REVISIONE PER MODIFICHE AL PROGETTO DEL PROGRAMMA DI PERFORAZIONE			
0	Aprile 2014	EMISSIONE			

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI					Pag 1 di 36
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	2		
				02414PB01	



INDICE

1. PREMESSA ED INTRODUZIONE	pag. 2
1.2. Elaborati grafici	
1.3. Appendice	
2. AREA DI STUDIO	pag. 3
3. FABBISOGNI IDRICI PER LA PERFORAZIONE	
DEI POZZI GEOTERMICI	pag. 4
4. ASSETTO GEOLOGICO	pag. 5
4.1. Carta Geologica	
4.2. Tetto del substrato sedimentario	
5. ASSETTO IDROGEOLOGICO	pag. 8
5.1. Piezometria	
5.2. Sezione Idrogeologica	
5.3. Posizionamento dei pozzi per acqua	
6. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL POZZO PER ACQUA	pag. 13
6.1. Caratteristiche del pozzo tipo	
6.2. Dimensionamento del filtro a ponte	
6.3. Presenza di aree protette, parchi, aree di salvaguardia	
7. CONSIDERAZIONI SULLA COMPATIBILITÀ DELLE CAPTAZIONI	
PREVISTE CON IL BILANCIO IDRICO	pag. 17
7.1. Compatibilità con il bilancio idrico	
7.1.1. Climatologia	
7.1.1.1. Precipitazioni	
7.1.1.2. Temperature	
7.1.2. Bilancio idrogeologico	
7.1.2.1. Precipitazioni (P)	
7.1.2.2. Evapotraspirazione reale (Etr)	
7.1.2.3. Deflusso idrico totale (Dt _{tot})	
7.1.2.4. Infiltrazione potenziale efficace (Ip)	
8. CONCLUSIONI	pag. 22
ALLEGATO: Sondaggi Elettrici Verticali	pag. 23

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI							Pag 2 di 36
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	2				02414PB01

1. PREMESSA ED INTRODUZIONE

La presente Relazione illustra i risultati dello **STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI**, essa revisiona e sostituisce la precedente emissione dato che nel frattempo sono state introdotte delle modifiche al progetto del programma di perforazione.

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

Il progetto pilota Alfina prevede la realizzazione di n. 5 pozzi geotermici di produzione e di n. 4 pozzi geotermici di reiniezione connessi ad un impianto pilota, a Ciclo ORC Organic Rankine Cycle, chiuso, alimentato da fluidi geotermici, con generazione elettrica, ubicato all'interno della cava Le Greppe.

In base ai fabbisogni idrici previsti per la realizzazione di detti pozzi geotermici, ed in relazione al quadro idrogeologico emerso dalle indagini eseguite, si prevede la realizzazione di n. 4 pozzi per l'emungimento di acqua, denominati P1A, P2A, P3A e P4A, ubicati presso le aree di cantiere di perforazione dei pozzi geotermici di produzione e di reiniezione.

Nel caso che durante la perforazione dei pozzi geotermici di estrazione si verificassero condizioni di maggiore richiesta d'acqua rispetto a quella effettivamente prelevabile dal pozzo per acqua presente in cantiere, si provvederà a collegare la postazione interessata con una tubazione temporanea per prelevare acqua anche da un pozzo di una postazione limitrofa.

1.2. Elaborati grafici

Sono allegati alla presente relazione le seguenti tavole:

TAV. 01 INQUADRAMENTO TERRITORIALE a scala 1:50.000

TAV. 02 CARTA GEOLOGICA a scala 1:10.000

TAV. 03 CARTA DEL TETTO DEL SUBSTRATO SEDIMENTARIO a scala 1:10.000

TAV. 04 CARTA IDROGEOLOGICA a scala 1:10.000

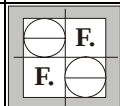
TAV. 05 SCHEMA TIPO DEL POZZO PER ACQUA.

1.3. Appendice

Sono riportati in appendice alla presente relazione i seguenti elaborati:

- Modellazione matematica, mediante l'utilizzo del software WhAEM dell'EPA, per meglio definire gli effetti indotti sul Pozzo Alfina, dall'emungimento dei pozzi per acqua previsti a supporto delle attività di perforazione dei pozzi geotermici, secondo scenari di utilizzo coerenti alle condizioni di reale emungimento.
- N° 5 Sondaggi Elettrici Verticali eseguiti per il presente lavoro.

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI							Pag 3 di 36
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	2				02414PB01

2. AREA DI STUDIO

Il territorio interessato dal progetto dell'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.).

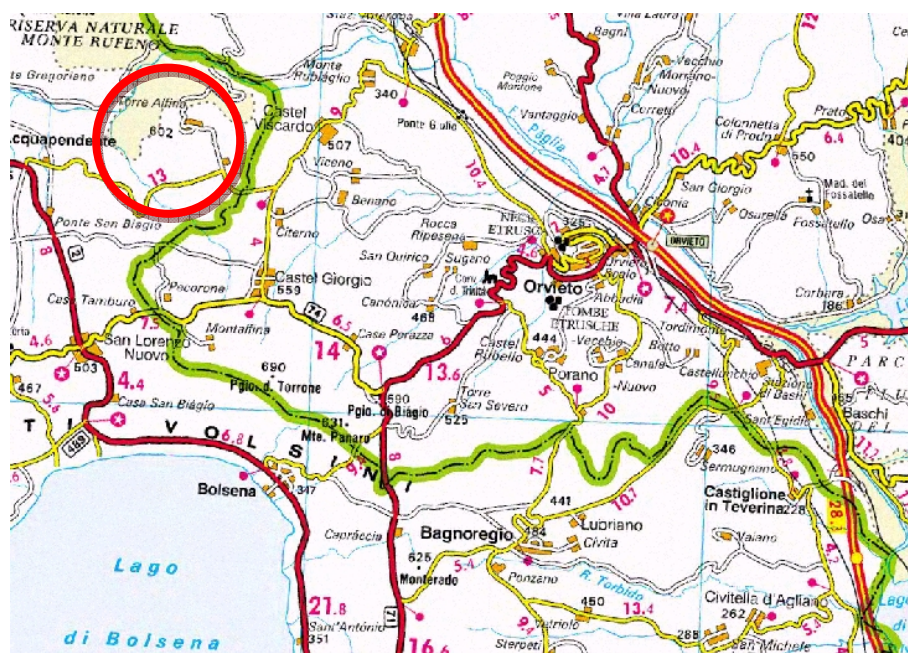


Fig. 2.1 Inquadramento territoriale

Questo territorio interessa la parte estrema settentrionale della idrostruttura vulcanica.

L'assetto morfologico d'insieme del territorio in cui si inserisce l'intervento è caratterizzato da forme blande, con quote variabili fra m. 530 slm, fino a m. 600 slm circa, presso l'abitato di Torre Alfina .

Il sistema idrografico è rappresentato dal Fosso Veduta, affluente del T.Subissone, che trova il suo bacino di formazione in prossimità dell'abitato di Torre Alfina e che si imposta circa al limite dell'affioramento delle vulcaniti.

In TAV. 01 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, a scala 1:50.000, viene individuata l'area di studio ed è riportato il limite dell'acquifero vulcanico.

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT										Pag							
STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI										4 di 36							
ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI																	
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			<table><tr><td></td><td>F.</td></tr><tr><td>F.</td><td></td></tr></table>			F.	F.	
				F.													
F.																	
0	1	2			02414PB01												

3. FABBISOGNI IDRICI PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI

Sulla base delle indicazioni fornite dalla committente, il fabbisogno di acqua per la perforazione dei pozzi geotermici risulta essere il seguente:

Realizzazione N. 5 Pozzi geotermici di estrazione AP1 vert., AP1/A, AP1/B, AP2, AP3

Durata della perforazione :

AP1 vert, AP1/A, AP1/B e AP2 cadauno 30 giorni circa, per complessivi 120 gg. circa.

AP3 40 giorni , per complessivi 40 gg. circa

Fornitura di picco AP1 vert, AP1/A, AP1/B e AP2 : 70 mc/h (19.4 l/s c.a)

Periodo di fornitura di picco : 10 giorni per ciascun pozzo

Fornitura di picco AP3: 50 mc/h (13.8 l/s c.a)

Periodo di fornitura di picco : 10 giorni per ciascun pozzo

Fornitura media : 10 mc/h (2.8 l/s c.a)

Periodo di fornitura media AP1 vert, AP1/A, AP1/B e AP2: 20 giorni per ciascun pozzo

Periodo di fornitura media AP3: 30 giorni per ciascun pozzo

Volume estratto

$$(70 \times 24 \times 10 \times 4) + (50 \times 24 \times 10 \times 1) + (10 \times 24 \times ((20 \times 4) + (30 \times 1))) = 67.200 + 12.000 + 26.400 = 105.600 \text{ mc}$$

Realizzazione N. 4 Pozzi geotermici di reiniezione AP4 vert., AP4/A, AP4/B e AP4/C

Durata della perforazione:

AP4 vert., AP4/A, AP4/B e AP4/C cadauno 40 giorni circa, per complessivi 160 gg. circa.

Fornitura di picco : 50 mc/h (13.8 l/s c.a)

Periodo di fornitura di picco : 10 giorni

Fornitura media : 10 mc/h (2.8 l/s c.a)

Periodo di fornitura media : 30 giorni

Volume estratto

$$(50 \times 24 \times 10 \times 4) + (10 \times 24 \times 30 \times 4) = 48.000 + 28.800 = 76.800 \text{ mc}$$

Pertanto, l'emungimento di acqua risulta complessivamente dell'ordine di 105.600 mc + 76.800 mc = 182.400 mc, ossia 0.18 Mm³ circa.

Nel caso che durante la perforazione dei pozzi geotermici di estrazione si verificassero condizioni di maggiore richiesta d'acqua rispetto a quella effettivamente prelevabile dal pozzo per acqua presente in cantiere, si provvederà a collegare la postazione interessata con una tubazione temporanea per prelevare acqua anche da un pozzo di una postazione limitrofa.

In tal modo si contiene il numero dei pozzi per acqua allo stretto necessario, limitando gli effetti perturbativi delle perforazioni sulla struttura acquifera.

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI				Pag 5 di 36
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni			GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	2	
				File: 02414PB01

L'esercizio di questi pozzi per acqua è limitato alla durata dell'attività del cantiere di perforazione dei pozzi geotermici, circa 2 anni; al termine del loro utilizzo detti pozzi rimarranno per monitoraggio e per prelievo idrico nel caso di interventi nei pozzi profondi.

4. 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. Le vulcaniti 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.

4.1. Carta Geologica

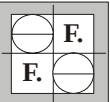
In Fig. 4.1 è riportato uno stralcio della CARTA GEOLOGICA in cui sono indicate le aree di ubicazione dei pozzi geotermici di estrazione, di reiniezione ed il tracciato delle nuove condotte, oltre che la ubicazione della centrale prevista all'interno della cava Le Greppe.

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 - Subsintema di Montalfina Castelfiorio 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 Torrione (pt,

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI							Pag 6 di 36
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	2				02414PB01

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.

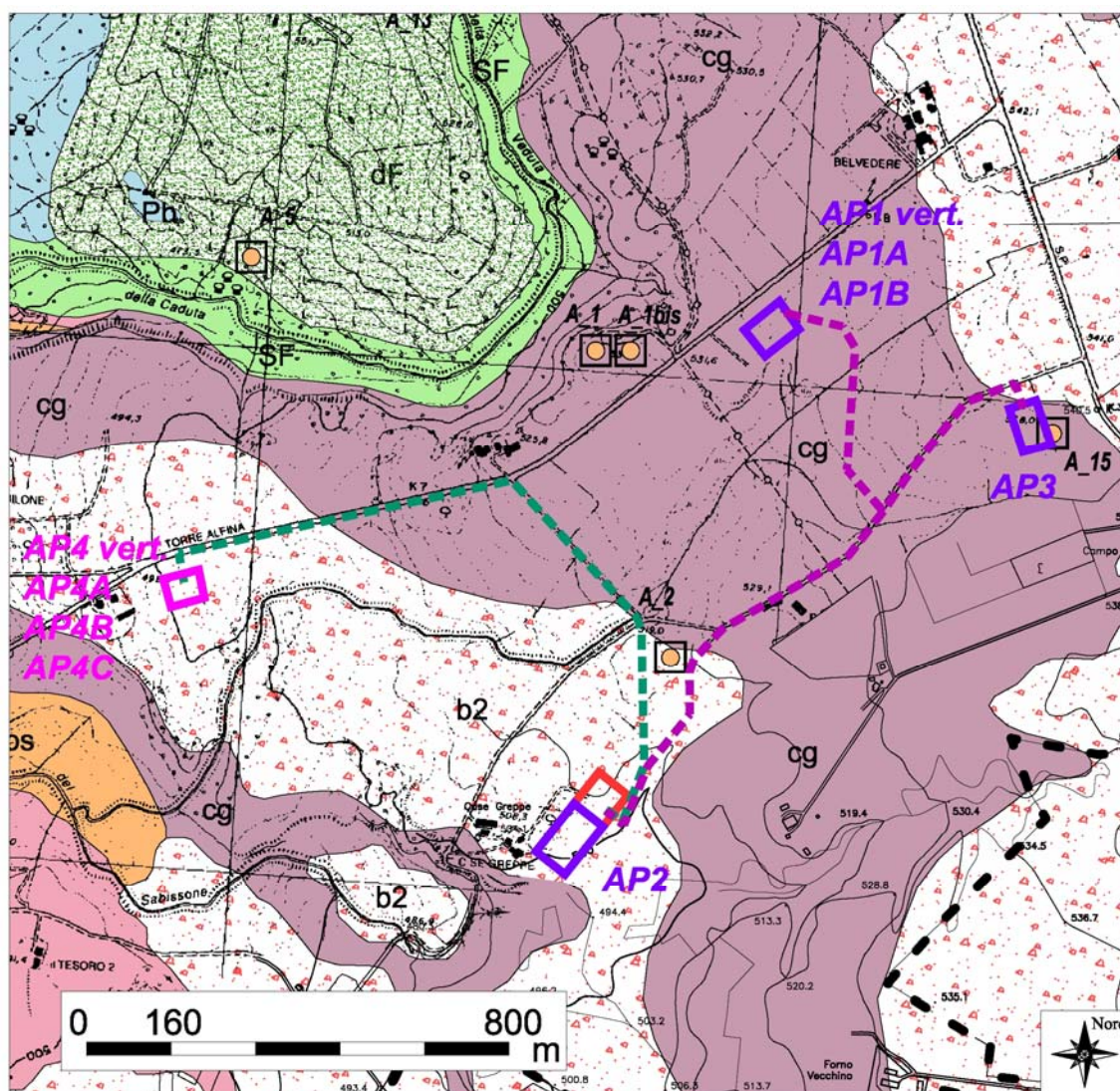


Fig. 4.1 Carta Geologica

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT							Pag			
STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI							7 di 36			
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	<table><tr><td></td><td>F.</td></tr><tr><td>F.</td><td></td></tr></table>		F.	F.	
		F.								
F.										
0	1	2		02414PB01						



Detrito del Flysch

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



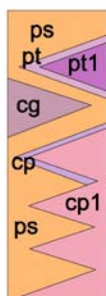
Coperture eluviali

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

SUPERSISTEMA DEI MONTI VULSINI

SISTEMA DI ORVIETO

SUBSISTEMA 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 Torrione (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 Torrione, 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 tefritico-fonolitica 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 Calcarei Palombini": Unità Ofiolitica costituita da una matrice argillosa che ingloba in maniera disordinata e caotica blocchi di "Palombini" e di rocce vrdi



Formazione argilloso-calcareo di S. Fiora: 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

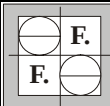


Tubazione di reiniezione



Centrale geotermica

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI							Pag 8 di 36
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	2				02414PB01

4.2 Tetto del substrato sedimentario

In relazione ai dati acquisiti con il rilevamento di superficie e mediante le stratigrafie di: n°7 pozzi per acqua, di n° 3 perforazioni (PG1,PG2 e PG3) eseguite dalla ditta Gioacchini presso la cava Le Greppe, e di n° 3 pozzi geotermici esistenti e sulla base del data set composto da n°12 SEV che è stato integrato con una nuova campagna geofisica che ha comportato la esecuzione di n° 5 SEV, con AB= 2000m, denominati STA_1, STA_2,STA_3,STA_4 e STA-5, è stata elaborata la configurazione del tetto del substrato sedimentario delle vulcaniti, che viene restituita tramite curve con equidistanza pari a 20 m (CARTA DEL TETTO DEL SUBSTRATO SEDIMENTARIO - TAV. 03).

Nell'insieme, la carta così ricostruita rappresenta un panorama attendibile, seppur generale, stante la complessa articolazione della paleomorfologia del substrato, soprattutto in prossimità del limite di affioramento della idrostruttura, dove presenta le massime quote andandosi a raccordare con gli affioramenti del substrato flyschoidale impermeabile.

La morfologia del tetto delle formazioni prevulcaniche riflette l'assetto antecedente la deposizione delle prime vulcaniti, ed è risultante sia dei cicli erosivi che vi erano instaurati e sia degli eventi tettonici.

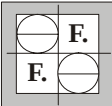
Dall'esame della carta emerge il seguente quadro relativo all'assetto paleogeomorfologico :

- si individua una profonda depressione che da Pod. Belvedere, quota del substrato m. 410 slm circa, procede dapprima verso sud-est, fino a Pod. Campo Grande dove, per la presenza di un alto relativo che si innalza fino a quota m. 430 slm, si sposta verso sud-ovest, raggiungendo la quota di m. 360 slm all'altezza del confine regionale, in zona Pod. Vecchino; procedendo verso l'interno del plateau il substrato si regolarizza, assumendo una configurazione caratterizzata da un progressivo approfondimento verso sud;
- si individua un costante innalzamento del tetto del substrato procedendo verso nord, ossia verso il limite della idrostruttura, che significa una progressiva riduzione dello spessore del ricoprimento vulcanico e quindi anche del saturo, fattore questo che influisce sulla produttività delle opere di captazione; inoltre si apprezza la presenza di alti morfologici relativi che condizionano fortemente, a scala locale, lo spessore dell'acquifero.

5. ASSETTO IDROGEOLOGICO

Nella CARTA IDROGEOLOGICA TAV. 04 viene riportata la distribuzione dei complessi idrogeologici, ciascuno dei quali raggruppa le formazioni tra loro omogenee per quanto riguarda il grado di permeabilità relativa (attitudine ad assorbire ed immagazzinare le acque meteoriche), stimato in base alle caratteristiche petrografiche e tessiturali, valutate in sede di

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI					Pag 9 di 36
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni				
	0	1	2		
	File: 02414PB01				GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it

rilevamento ed in base a riscontri bibliografici; di ciascun complesso idrogeologico vengono descritte, nella legenda della carta, le principali caratteristiche.

Il serbatoio è costituito dalla alternanza tra piroclastiti, prevalenti, e lave intercalate, ed è chiuso alla base da sedimenti flyschoidi e/o argillosi, caratterizzati da una permeabilità relativa molto bassa, la cui paleomorfologia condiziona, localmente, gli assi di flusso e quindi la produttività delle opere.

La sequenza terrigena neogenica ed il complesso flyschoidi, ricoprono, con uno spessore minimo dell'ordine di 600 m, il basamento carbonatico che, come noto, è sede di un importante acquifero geotermico.

Nell'ambito della suddetta sequenza multistrato, il cui spessore varia da poche decine di metri, nella parte settentrionale, fino ad oltre 100 metri procedendo verso meridione, si ritrovano livelli discontinui a bassa permeabilità (aquitardi), costituiti da episodi cineritici, paleosuoli con diffusa argillificazione o lave compatte che, su base locale, costituiscono il letto di circolazioni superficiali, sospese, discontinue, di contenuta potenza e bassa produttività.

A tale riguardo si porta, come esempio, il pozzo Alfina, identificato in carta con la sigla P.A, utilizzato, nel tempo, a scopo idropotabile per l'abitato di Torre Alfina, oggi dismesso, la cui stratigrafia si caratterizza per il rinvenimento di almeno 3 orizzonti acquiferi sovrastanti la falda di base; in relazione ai dati disponibili questo pozzo presentava una produttività intorno ai 15 l/s.

Le acque di queste circuitazioni sospese risultano spesso di scadenti caratteristiche idrochimiche.

La circuitazione di maggiore rilievo è quella di base, così definita in quanto sostenuta direttamente dal substrato sedimentario; questa interessa una sequenza di materiali con grado di permeabilità variabile che, a grande scala, può essere considerata unica sebbene sussistano orizzonti non saturi.

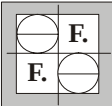
5.1. Piezometria

Nella CARTA IDROGEOLOGICA - TAV. 04 viene riportata la distribuzione delle idroisoipse medie attribuibili alla falda di base, riportato a tratteggio avendone considerato il campo di esistenza in relazione alle quote del tetto del substrato, dato che nella zona periferica assume spessori veramente minimi, e quelle riferibili alla falda di base miscelata con le acque della falda sospesa.

Tale ricostruzione del campo piezometrico è stata formulata avendo utilizzato dati di sorgenti e di pozzi risultanti da precedenti studi e che vengono codificati con il loro numero identificativo già assegnato.

Le emergenze attribuibili alla falda sospesa sono localizzate a quote elevate lungo i margini dell'acquifero o, talora, anche all'interno dello stesso, nelle valleciole dei fossi; queste acque emergono a quote topograficamente molto più elevate rispetto alle idroisoipse della falda di base; le acque sono ben distinguibili in quanto risultano opalescenti o lattescenti

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI					Pag 10 di 36
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni				
	0	1	2		
	File: 02414PB01				GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it

essendo ricche di sospensioni colloidali. Le principali emergenze della falda sospesa sono ubicate presso il fosso Bagnolo, dove si ritrova una importante sorgente lineare, nell'area di cava Le Greppe e lungo il fosso del Sabissone.

E' presente un circuito profondo, pertinente la falda di base, così definito in quanto sostenuto direttamente dal substrato sedimentario, che nella zona di intervento presenta spessori relativamente ridotti.

Va detto che la ricostruzione piezometrica è stata resa difficoltosa dal fatto che i pochi pozzi presenti nell'area in esame, generalmente mal completati, facilitano l'interscambio tra la falda sospesa e quella di base con variazioni significative del livello statico.

Pur con obiettive difficoltà ed in presenza di zone poco coperte per carenza di dati la morfologia piezometrica ricostruita si può ritenere indicativa del deflusso generale della falda miscelata e viene assunta come riferimento della situazione media, in condizione di equilibrio dell'acquifero.

Si precisa, per non incorrere in sovrastime eccessive, che lo spessore del saturo , ricavato come differenza fra la predetta piezometria ed il tetto del substrato, rappresenta uno spessore teorico, dato che al suo interno sono presenti orizzonti a bassa permeabilità (aquitardi che sorreggono le circuitazioni sospese, generalmente secchi e quindi riducono la consistenza del saturo).

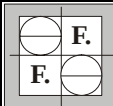
La piezometria in tal modo ricostruita, consente di individuare un principale asse di drenaggio sotterraneo, che orientativamente si diparte da Torre Alfina, con isopieza a quota m. 530 slm e direzione verso sud-est; la geometria di questo asse di flusso risente del controllo derivante dall'assetto del substrato sedimentario impermeabile; infatti le inflessioni, o alti morfologici del substrato, determinano condizionamenti, seppur a carattere locale, della distribuzione delle principali linee di drenaggio.

Sul margine orientale della carta si individua lo spartiacque idrodinamico principale, che separa i flussi fra il bacino del F.Paglia e quello del F.Marta/ Lago di Bolsena e che nel settore in esame presenta quote piezometriche comprese fra m. 480 e 460 slm.

Va precisato che lo spartiacque idrodinamico principale, può essere soggetto a migrazioni di carattere stagionale in relazione al trend della ricarica, per cui la loro delimitazione, così come rappresentata, deve essere intesa come condizione media.

Nell'ambito dell'area interessata dal progetto e nelle zone limitrofe è stato riscontrato l'affioramento della falda sospesa nell'ambito del piazzale della cava Le Greppe, intorno a quota m. 490 slm, lungo la testata del Fosso Bagnolo (S40- quota m. 450 slm) ed in corrispondenza del fosso Sabissone (quota m. 465 slm); le incisioni di questi fossi sono sede di importanti sorgenti lineari in cui, alle quote più alte emergono le acque della falda sospesa e quindi, man mano che l'alveo scende di quota, si apprezza un significativo incremento di portata per l'immissione di acque della falda di base. Poco a sud di Torre Alfina, intorno a quota m. 530 slm, è presente una sorgente (S200) circa alla base dell'affioramento di lave olivin-latitiche che alimenta un fontanile ed è stata riscontrata una zona umida, con caratteristiche di tipo palustre, all'altezza della testata del Fosso della Veduta, intorno a quota m. 525 slm, nell'ambito della quale sono presenti manifestazioni di emissioni gassose.

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI							Pag 11 di 36
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	2				02414PB01

Nel corso del presente studio sono state eseguite due misure di portata sul Fosso della Veduta con l'obiettivo di acquisire ulteriori indicazioni riguardo la presenza e la entità delle portate erogate dall'acquifero vulcanico inciso dall'asta del suddetto fosso. Dalla elaborazione dei dati sono risultate le seguenti portate: Sezione 1, di monte, $Q = 16$ l/s; Sezione 2, di valle, $Q = 22$ l/s eseguita ad una distanza di circa 1 km (per la ubicazione v. TAV. 04: CARTA IDROGEOLOGICA) ; come si noterà si apprezzano minimi incrementi di portata, a significare che nel settore in esame risultano scambi trascurabili fra la idrostruttura e l'asta idrica in quanto contrastati dalla presenza di un alto del substrato impermeabile. In effetti le maggiori uscite si hanno più ad Ovest, in corrispondenza dei Fossi di Bagnolo e del Sabissone.

5.2. Sezione Idrogeologica

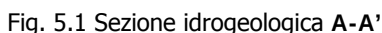
In Figura 5.1. si riporta una sezione idrogeologica, risultato della elaborazione del quadro geologico in chiave idrogeologica, avendo sostituito alle formazioni tra loro omogenee per quanto riguarda il grado di permeabilità, i rispettivi complessi idrogeologici; la traccia della sezione è riportata nella CARTA IDROGEOLOGICA – TAV. 04.

La disposizione della traccia della sezione è stata vincolata in corrispondenza dei punti per i quali erano disponibili dati stratigrafici e SEV.

La falda di base, riportata a tratteggio, satura il complesso piroclastico di base, permeabile per porosità prevalente, che si ritrova direttamente sul substrato sedimentario; lo spessore di questa falda è contenuto e comunque variabile fra una quarantina di metri fino a pochi metri; approssimandosi al limite dell'acquifero si hanno settori dove questa falda è del tutto assente per effetto di alti relativi del substrato flyschoidale.

Oltre alla falda di base è presente una, o più, circuitazione sospesa, discontinua, sostenuta da episodi cineritici, paleosuoli con diffusa argillificazione o lave compatte. Non si è in grado di definire lo spessore di questi flussi sospesi.

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------



PERMEABILITÀ					
GRADO			TIPO		
MB	B	M	A	P	C

GRADO DI PERMEABILITA' RELATIVA - MB= Molto Basso; B= Basso; M= Medio; A= Alto.
TIPO DI PERMEABILITA' - P= Porosità; F= Fessurazione/fratturazione; C= Carsismo.

COMPLESSO DELLE COLTRI ELUVIALI (b2)
Prodotti di disfacciamento delle formazioni laviche e piroclastiche;
la permeabilità relativa è generalmente medio-bassa per la presenza
di una diffusa argillificazione. Può essere sede di circuitazioni a carattere
sospeso.

COMPLESSO LAVICO (pt1, cp1, cg, pt, L1)
E' costituito da colate laviche con intercalati episodi piroclastici; lo spessore è variabile fra pochi metri fino a circa 50-70 m; il grado di permeabilità relativa è generalmente alto per fessurazione; gli episodi piroclastici intercalati, scarsamente permeabili, possono costituire il letto di circolazioni sospese.

COMPLESSO PIROCLASTICO (ps)
Piroclastiti stratificate rappresentate da alternanze di tuffini, lapilli, pomici e scorie debolmente cementate; il grado di permeabilità è generalmente medio; fanno eccezione livelli cheritici, tuffici e paleosuoli scarsamente permeabili che possono costituire il letto di circolazioni sospese.

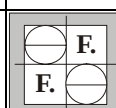
COMPLESSO FLYSCHOIDE (VS, SF, Pb, dF)
Calcarei marnosi, mame, livelli di arenaria ed argilliti varicolori; il grado di permeabilità relativa è molto basso; costituisce il substrato delle vulcaniti nell'estremo settore Nord-occidentale della idrostruttura.

Idroisolipse riferibili ad acque di miscela della falda di basa e di quella/e sospesa

Idroisopse riferibili ad acque della falda di base

Pozzi stratigrafici

S.E.V. eseguiti per il presente studio

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI							Pag 13 di 36
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	2				02414PB01

5.3. Posizionamento dei pozzi per acqua

Sono previsti n. 4 pozzi per emungere le acqua di falda, la cui ubicazione è riportata in TAV. 03: CARTA DEL TETTO DEL SUBSTRATO SEDIMENTARIO ed in TAV. 04 : CARTA IDROGEOLOGICA , uno per ciascuna postazione/cantiere per la realizzazione dei pozzi geotermici, siano essi di estrazione che di reiniezione.

Per la individuazione delle aree in cui posizionare i pozzi per acqua si è tenuto conto del potenziale spessore teorico del saturo (in quanto al suo interno sono presenti orizzonti a bassa permeabilità che ne riducono la consistenza), stimato con riferimento alla descritta situazione piezometrica della falda miscelata e delle quote del tetto del substrato impermeabile.

La profondità delle perforazioni dei pozzi per acqua è compresa fra m. 100 e m. 120 circa.

6. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL POZZO PER ACQUA

La progettazione dei n. 4 pozzi per acqua, denominati P1A, P2A, P3A e P4A ha tenuto in considerazione sia le questioni di carattere quantitativo, relazionati alle necessità di approvvigionamento dei cantieri di perforazione dei pozzi geotermici, nonché agli effetti attesi sul sistema acquifero.

Per la realizzazione dei nuovi pozzi saranno adottati i più prudentiali criteri tecnico-progettuali e costruttivi al fine di ottimizzare la resa idraulica delle opere ed evitare che il circuito della falda di base possa essere messo in comunicazione con la falda sospesa, notoriamente ricca di Al.

6.1. Caratteristiche del pozzo tipo

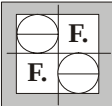
Il dimensionamento del pozzo tipo è fatto prendendo in considerazione la portata di picco di 19.4 l/s circa (70 mc/h).

I pozzi per acqua saranno realizzati con il sistema a rotopercolazione con utilizzo del martello di fondo foro con circolazione d'aria e schiuma, metodo questo usualmente utilizzato per la realizzazione di pozzi per acqua anche ad uso idropotabile nell'ambito della struttura acquifera vulcanica.

Di seguito si illustrano le fasi lavorative previste per la realizzazione del c.d. pozzo tipo, SCHEMA TIPO DEL POZZO PER ACQUA - TAV. 05 .

1. Preparazione del cantiere, consistente nella realizzazione della piazzola in cui posizionare la

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI					Pag 14 di 36
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni				
	0	1	2		
	File: 02414PB01				GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it

macchina per la perforazione. Trasporto delle attrezzature e dei materiali occorrenti per l'esecuzione dei lavori, montaggio attrezzature;

2. Perforazione dell'avampo del diametro De 17" ½ (444 mm) fino alla profondità di 10 m circa, completato con una tubazione di rivestimento in acciaio al carbonio bitumato del diametro De 13" 3/8 (404 mm) spessore 9.5 mm, cementazione della intercapedine foro-tubo con boiacca pura di cemento;

3. Perforazione del pozzo del diametro De = 13"7/8 (352 mm), fino ad intestarsi per almeno 5-6 m nel substrato argilloso - con campionamento dei detriti di perforazione ad intervalli regolari di circa 5 m;

4. Rivestimento del pozzo con una tubazione in acciaio al carbonio bitumata, dotata di centralizzatori ogni 12 m circa, con saldatura testa-testa, De = 10" ¾ (273 mm) - sp. 7 mm;

5. Filtri tipo a ponte con luce netta di passaggio di 2.00 mm, lunghezza complessiva 36,00 ml (v. dimensionamento);

6. Drenaggio della intercapedine foro-tubo con ghiaietto calibrato $\Phi = 5-10$ mm da fondo foro fino a m. 10 al di sotto del l.s. della falda di base; durante le operazioni di inghiaimento, con regolarità, si scandaglierà il pozzo per verificare che il riempimento avvenga secondo lo schema prestabilito; uno strato di sabbia sarà messo in opera in testa al dreno allo scopo di impedire che la malta cementizia penetri nel dreno stesso ;

7. Pulizia e sviluppo del pozzo dapprima con sistema air-lift e quindi tramite pompaggio fino all'ottenimento di acqua chiara;

8. Sigillatura della intercapedine foro-tubazione tramite tampone di argilla bentonitica stabilizzata, dello spessore di m. 3.0;

9. Cementazione della intercapedine foro-tubazione fino a testa pozzo a partire almeno da 10 ml sotto il battente della falda di base, per impedire la miscelazione tra la falda superiore, di scadenti caratteristiche qualitative, ed i livelli acquiferi profondi ; la miscela cementizia, con aggiunta di un 2-3% di bentonite, sarà confezionata con mescolatore e verrà pompata, tramite tubazione dedicata, direttamente nella intercapedine del pozzo, nel tratto da sigillare, a partire dal fondo.

10. Esecuzione della prova a gradini di portata, con campionamento ed analisi delle acque.

11. Esecuzione della prova di portata di lunga durata per almeno 72 ore di pompaggio, alla portata di esercizio ricavata con la precedente prova a gradini.

E' stato previsto di realizzare i pozzi per acqua in modo da captare la sola falda di base che sarà isolata dalla formazione sovrastante che ospita le falde sospese, ove presenti.

L'operazione prevede di isolare l'intercapedine tra tubo di produzione e foro a partire dai primi 10 metri della falda di base mediante un tappo di argilla e un tappo di cemento realizzato con malta pompata in risalita dal top del tappo di argilla fino a p.c.

Si tratta di un'operazione ordinaria, facilmente realizzabile dai perforatori e notoriamente efficace. Con essa si realizza l'obiettivo di sigillare la parte di foro che intercetta la falda di base separandola nettamente dalla formazione di copertura che ospita le falde sospese.

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT							Pag			
STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI							15 di 36			
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	<table><tr><td></td><td>F.</td></tr><tr><td>F.</td><td></td></tr></table>		F.	F.	
		F.								
F.										
0	1	2		02414PB01						

In queste condizioni di pozzo, il pompaggio di acqua con pompa sommersa permetterà di prelevare solo acqua della falda di base.

Analogamente, in condizioni statiche, non avverrà alcun travaso di acqua dalle falde sospese verso quella di base il cui grado di protezione naturale non viene ad essere minimamente modificato dalla perforazione.

6.2. Dimensionamento del filtro a ponte

Tipo di Filtro	a ponte
Apertura	$h = 2.00 \text{ mm}$
Lunghezza	$L = 4.00 \text{ mm}$
Spaziatura	$b = 5.50 \text{ mm}$
Dimensione testa ponte	$a = 20.00 \text{ mm}$
Tasso longitudinale	$t = 45 \text{ mm}$

Coefficiente di apertura

$$F = (2 \times h \times a) / [t \times (L + b)]$$

$$F = (2 \times 2.00 \times 20.00) / [45 \times (4.00 + 5.50)] = 0.18$$

Portata

$$Q_f = \pi \times D \times F \times 0.03 \times 3600$$

dove:

Q_f = portata in mc/ora per metro lineare di filtro

D = diametro esterno del filtro in m

F = coefficiente di apertura

0.03 m/s velocità in ingresso dell'acqua

3600 s/h

$$Q_f = \pi \times 219.1 \times 0.18 \times 0.03 \times 3600 = 13.3 \text{ mc/h metro lineare}$$

Considerato un coefficiente di riduzione di 0.5, si ricava

$$Q_f = 13.3 \times 0.5 = 6.6 \text{ mc/h metro lineare}$$

Poiché, all'interno dell'acquifero, possono essere presenti orizzonti a bassa permeabilità, la quantità minima teorica di filtro necessaria per ottenere la portata richiesta è di 36.00 m.

Utilizzando l'equazione di Dupuit-Thiem, si ha che la portata del pozzo singolo in falda artesianica risulta dalla seguente equazione:

$$Q = 2 \pi T \Delta / \ln (R/r)$$

dove:

Q = portata di emungimento (mc/s)

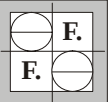
T = trasmissività dell'acquifero (mq/s)

Δ = depressione alla distanza r dal pozzo (m)

R = raggio di influenza del pozzo (m)

r = raggio del pozzo (m)

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI				Pag 16 di 36
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni			File: 02414PB01
	0	1	2	
GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it				

Poiché la depressione misurata ad ogni punto ad un dato tempo durante l'emungimento è direttamente proporzionale alla portata, ciò equivale a dire che $\Delta = BQ$ essendo la costante $B = \ln(R/r) / 2 \pi T$.

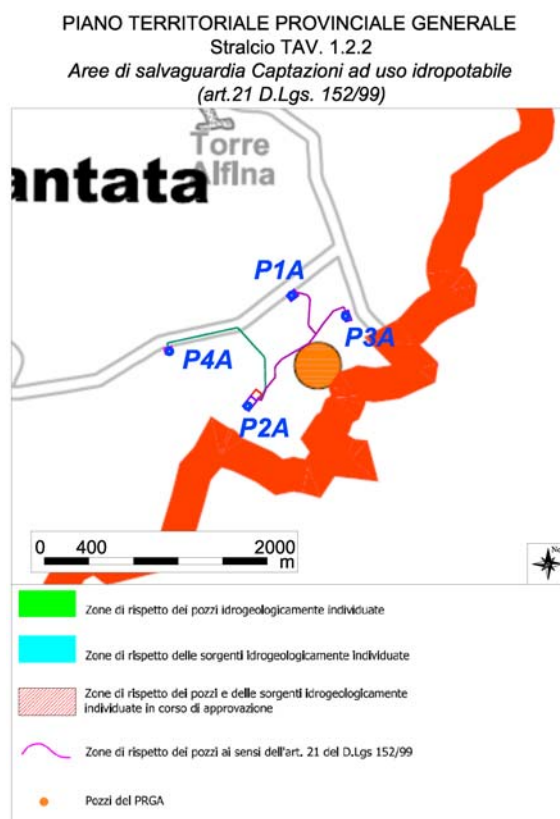
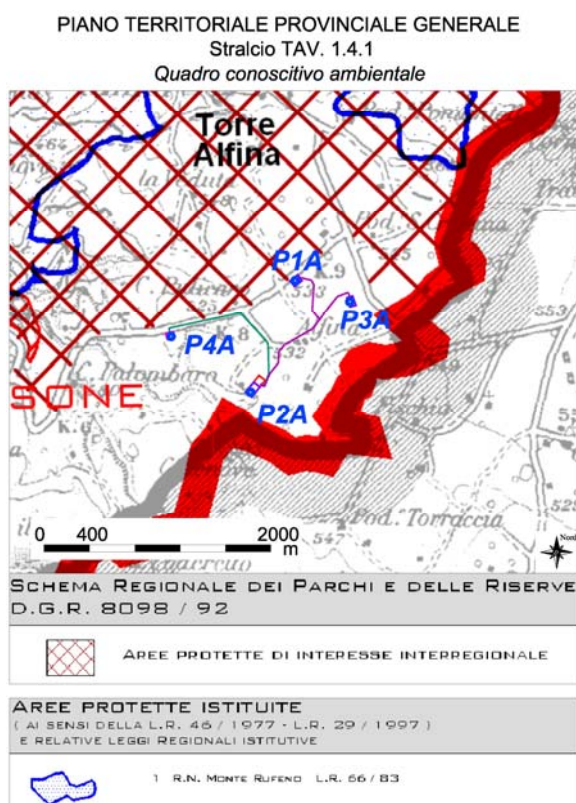
Con riferimento alle prove a gradini di portata eseguite su altri pozzi presenti in zona, si è ricavato $B = 140$ e di conseguenza, considerando $Q = 0.020$ mc/s, risulta un abbassamento $\Delta = 140 \times 0.020 = 2.80$ m; a questo si devono aggiungere gli effetti aggiuntivi derivanti dall'opera di captazione che in base a pregresse esperienze possono essere dell'ordine di una decina di metri circa.

Quanto sopra rappresenta unicamente delle previsioni teoriche; una volta eseguita la perforazione e completato il pozzo saranno eseguite prove di pozzo e di portata di lunga durata per verificare la effettiva produttività dei pozzi.

6.3. Presenza di aree protette, parchi, aree di salvaguardia

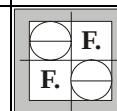
Nel vigente PTPG della Regione Lazio – Tav. 1.4.1. , i pozzi in progetto non ricadono in aree tutelate e/o parchi.

Inoltre, sempre in base al vigente PTPG – Tav. 1.2.2. , i pozzi in progetto non interessano aree di salvaguardia di captazioni pubbliche.



Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI					Pag 17 di 36
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni			File: 02414PB01	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	2		



7. CONSIDERAZIONI SULLA COMPATIBILITÀ DELLE CAPTAZIONI PREVISTE CON IL BILANCIO IDRICO

7.1. Compatibilità con il bilancio idrico

Facendo riferimento al calcolo del bilancio idrogeologico redatto per lo studio del sistema acquifero vulsino ricadente nel limitrofo territorio delle Regione Umbria – circa 100 Km² –, sono state stimate le risorse idriche medie annue rinnovabili nell'ambito dell'area di interesse.

Queste risorse costituiscono i volumi d'acqua disponibili (potenziale ricarica) che si possono emungere, in condizioni di equilibrio, senza provocare squilibri al bacino idrologico naturale e quindi garantendo la permanenza del prelievo nel tempo.

7.1.1. Climatologia

Per l'inquadramento climatologico, utile ai fini della redazione del bilancio idrogeologico, sono stati elaborati i dati pluviometrici e termometrici delle stazioni del Servizio Idrografico e Mareografico d'Italia ricadenti nei territori immediatamente limitrofi all'area in studio, dato che non esistono stazioni al suo interno.

7.1.1.1. Precipitazioni

Per la stima dei quantitativi d'acqua di precipitazione (P) sono stati elaborati i dati del periodo 1970-2004, delle stazioni pluviometriche di:

Stazioni	quota m slm	Precipitazione mm/anno
Acquapendente	425	911.7
San Lorenzo Nuovo	503	1013
Orvieto	315	720.5
Bagnoregio	485	886

Per definire come la lama d'acqua si distribuisce sul terreno, si è utilizzata una metodologia che tiene conto della distribuzione degli afflussi per fasce altimetriche ; tale metodologia appare congrua in relazione al fatto che l'area di studio è caratterizzata da modeste variazioni altimetriche e da non grandi differenze della esposizione dei versanti.

Si riporta in Fig. 7.1. la relazione quota/precipitazione media annua riferita al periodo

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI							Pag 18 di 36
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	2				02414PB01

1970-2004; la retta rappresentativa relativa al periodo è espressa dalla equazione $P = 1.3063 q + 318.47$ con coefficiente di correlazione $R^2 = 0.83$.



Precipitazioni medie annue periodo 1970-2004

Stazione Pluviometrica	Piovosità mm	Quota m slm
Bagnoregio	886	485
Acquapendente	911,7	425
Orvieto	720,5	315
S.Lorenzo Nuovo	1013	503

Fig. 7.1. Relazione quota/ piovosità media annua

7.1.1.2. Temperature

Per quanto concerne i dati di temperatura si è fatto riferimento alle registrazioni delle stazioni termometriche di Acquapendente, Orvieto, Bagnoregio nel periodo di riferimento 1970-2004.

Stazioni	quota m slm	Temperatura media (°C)
Acquapendente	425	13
Orvieto	315	14.1
Bagnoregio	485	12.8

Analogamente a quanto effettuato per gli afflussi meteorici, anche sui dati di temperatura è stata effettuata un'analisi di regressione, su base mensile e quindi ricavata, per ognuna delle fasce altimetriche, le temperature medie mensili scalate sulla quota (Fig. 7.2.).

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

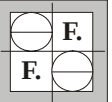
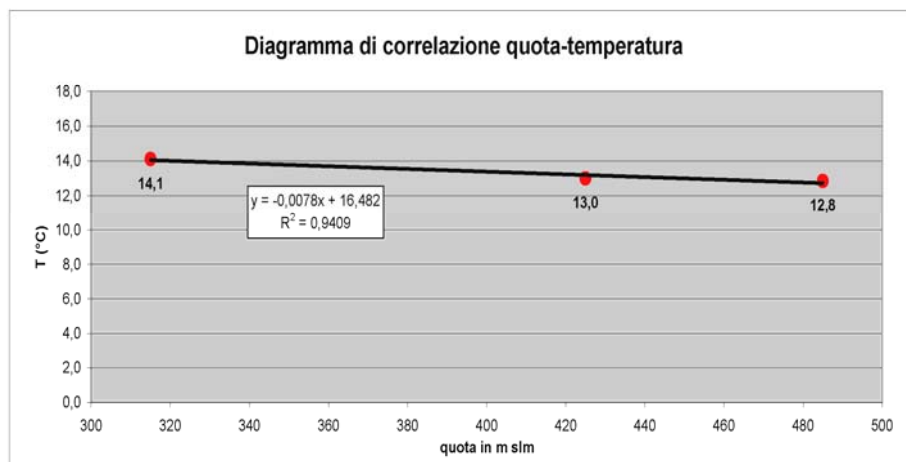
IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI				Pag 19 di 36
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni			File: 02414PB01
	0	1	2	
GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it				

DIAGRAMMA DI CORRELAZIONE TEMPERATURA PRECIPITAZIONE 1970-2004



Temperature medie annue periodo 1970-2004

Stazione Termometrica	Temperatura °C	Quota m slm
Acquapendente	13,0	425
Orvieto	14,1	315
Bagnoregio	12,8	485

Fig. 7.2. Relazione quota/ temperatura media annua

Per la quota media del bacino si ottiene una temperatura di : $(-0.0078 * 540) + (16.482) = 12.27 \text{ °C}$.

7.1.2. Bilancio idrogeologico

Mediante il calcolo del bilancio idrogeologico sono state stimate le risorse idriche medie annue rinnovabili dell'area oggetto di studio.

Queste risorse costituiscono i volumi d'acqua disponibili (potenziale ricarica) che si possono emungere, in condizioni di equilibrio, senza provocare squilibri al bacino idrologico naturale e quindi garantendo la permanenza del prelievo nel tempo.

Quindi, l'equazione del bilancio idrogeologico per il dominio in questione risulta essere:

$$P = E_{tr} + R + I_p$$

dove:

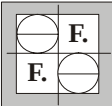
P = afflussi ;

E_{tr} = evapotraspirazione reale;

R = ruscellamento;

I_p = infiltrazione potenziale efficace ;

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI					Pag 20 di 36
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni				
	0	1	2	File: 02414PB01	
GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it					

Poiché il bilancio è stato elaborato su un periodo di tempo sufficientemente lungo (34 anni), si può ammettere una variazione delle riserve idriche sotterranee uguale a zero, e quindi l'infiltrazione potenziale presunta (I_p) rappresenta, all'equilibrio del sistema, la potenzialità idrica sotterranea che può essere associata alle risorse idriche rinnovabili, le uniche che è possibile sfruttare senza il rischio di modificare gli equilibri idrogeologici del sistema.

L'area di ricarica del sistema acquifero afferente ai pozzi di captazione delle acque di falda ammonta a circa 4 km².

7.1.2.1. Precipitazioni (P)

Per la quota media dell'area in esame, circa 540 m slm, si ricava $P = 1.3063 \cdot 540 + 318.47 = 1023$ mm e quindi la ricarica meteorica sul bacino afferente sarà dell'ordine di 4.1 Mm³/anno.

7.1.2.2. Evapotraspirazione reale (Etr)

La stima della evapotraspirazione reale è stata effettuata con la metodologia proposta da Thorntwaite & Mather (1957), una delle più note e largamente usate in idrogeologia, sebbene non risulti di immediata attuazione come la formula del Turc, perché una vasta casistica la propone come affidabile anche per svariati ambienti climatici (in particolare, per quelli delle zone temperate).

Con il metodo di Thorntwaite & Mather si calcola, dapprima, l'evapotraspirazione potenziale mensile (E_{pi}), intendendo con questo termine la quantità d'acqua che evaporerebbe nel caso in cui, superficialmente, ve ne fosse sempre una disponibilità sufficiente; detto calcolo è fondato sulla relazione sperimentale esistente tra E_{pi} e la corrispondente temperatura (t_i).

L'equazione che fornisce E_{pi} in mm, è la seguente:

$$E_{pi} = K [16 (10 t_i / I) A]$$

dove:

E_{pi} = evapotraspirazione potenziale media mensile in mm

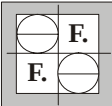
K = coefficiente di correlazione di latitudine riferito al mese i-mo pari al rapporto tra le ore diurne (n. 12) e la metà delle ore giornaliere

t_i = temperatura media dell'aria riferita al mese i-mo (in °C)

$$A = 0.49239 + 1.792 \cdot 10^{-5} I - 771 \cdot 10^{-7} I^2 + 675 \cdot 10^{-9} I^3$$

I = Indice termico annuale , pari alla sommatoria degli indici mensili (i) dei dodici mesi dell'anno : $i = (t_i / 5)^{1.514}$

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI					Pag 21 di 36
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni				
	0	1	2		
File: 02414PB01					GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it

K = coefficiente che tiene conto delle ore di insolazione media mensile ed è funzione esclusiva della latitudine e del mese (in pratica, è il rapporto tra le ore diurne e la metà delle ore giornaliere).

L'evapotraspirazione potenziale media annua (Ep), ottenuta come somma dei singoli valori mensili, risulta di 619 mm/anno che equivale a 2.5 Mm³/anno, che equivale a circa il 61% di P.

7.1.2.3. Deflusso idrico totale (Dt_{tot})

Dalla differenza fra la Precipitazione e l'Evapotraspirazione reale si determina il deflusso idrico totale presunto (Dt_{tot}) o precipitazione efficace, ovvero la lama media di acqua che da origine al ruscellamento e all'infiltrazione, mediante l'equazione:

$$Dt_{tot} = P - E_{tr} = I_p + R$$

dove:

Dt_{tot} = deflusso idrico totale

P = precipitazione

E_{tr} = evapotraspirazione

I_p = infiltrazione potenziale

R = ruscellamento superficiale

Esso rappresenta la potenzialità idrica totale del territorio esaminato, quindi il massimo volume d'acqua (superficiale e sotterranea) teoricamente utilizzabile.

Il Deflusso totale sarà : 1023 mm – 619 mm = 404 mm, che equivale a 1.6 Mm³/anno.

7.1.2.4. Infiltrazione potenziale efficace (I_p)

L'infiltrazione efficace potenziale viene valutata per differenza tra gli apporti idrici dovuti alle precipitazioni e le perdite per evapotraspirazione e per ruscellamento.

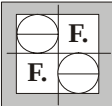
Per la stima di I_p (infiltrazione potenziale efficace) si è assunta una aliquota del ruscellamento pari al 16% di P, ossia 164 mm/anno, che equivale a 0.7 Mm³/anno.

Pertanto si determina una infiltrazione efficace potenziale di:

$$I_p = 1023 - (619 + 164) = 240 \text{ mm/anno}$$

Che equivale a 1 Mm³/anno, circa il 23% di P, con un contributo specifico di 7.5 l/s Km².

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI					Pag 22 di 36
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni				
	0	1	2		
File: 02414PB01					GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it

8. CONCLUSIONI

In base agli studi condotti ed alle elaborazioni svolte si conclude affermando che:

- in relazione alle indicazioni fornite dalla committenza riguardo le portate di esercizio ed i tempi di emungimento, il fabbisogno complessivo di acqua necessaria per la perforazione dei pozzi geotermici è di: $105.600 \text{ mc} + 76.800 \text{ mc} = 182.400 \text{ mc}$, ossia 0.18 Mm^3 circa;

- per tale approvvigionamento idrico si prevede la realizzazione di n. 4 pozzi, denominati P1A, P2A, P3A e P4A, ubicati presso i rispettivi cantieri di perforazione dei pozzi geotermici; ciascun pozzo è stato dimensionato per una portata di picco di 20 l/s circa (70 mc/h); resta inteso che la effettività produttività dei pozzi sarà accertata mediante prove di pozzo e di lunga durata;

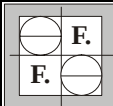
- il progetto del pozzo prevede il completo isolamento della falda di base da cui si intende effettuare il prelievo dell'acqua rispetto alla formazione sovrastante che ospita le falde sospese, spesso caratterizzate da scadenti caratteristiche qualitative e che, qualora non isolata potrebbe determinare veicolazioni degli stessi verso la falda di base. Si tratta di un'operazione ordinaria, facilmente realizzabile dai perforatori di pozzi per acqua e notoriamente efficace. In tal modo, l'emungimento di acqua con pompa sommersa permetterà di prelevare solo acqua della falda di base e, analogamente, in condizioni statiche, non si verificherà alcun travaso di acqua dalle falde sospese verso quella di base il cui grado di protezione naturale non viene ad essere, pertanto, minimamente modificato dalla perforazione;

- in base al bilancio idrogeologico il serbatoio acquifero in esame è alimentato dalla ricarica meteorica per una aliquota $I_p = 1 \text{ Mm}^3/\text{anno}$, i prelievi attualmente in essere risultano trascurabili ai fini del bilancio;

- le perforazioni per la realizzazione dei pozzi geotermici si dovrebbero completare in circa 2 anni, pertanto l'incidenza del prelievo della risorsa rinnovabile media annua risulta di: $[(0.18 \text{ Mm}^3/2) / 1 \text{ Mm}^3/\text{anno}] = 9\%$. Il dato appare quantomeno modesto e quindi ne consegue che l'emungimento non determina significative ripercussioni sugli equilibri del sistema acquifero locale, considerato anche che il prelievo di acqua è comunque limitato nel tempo in quanto connesso alla durata delle attività di perforazione dei pozzi geotermici.

Dalla documentazione in nostro possesso, nell'area di perforazione dei pozzi per acqua non sono presenti aree protette, parchi, né aree di salvaguardia di altri pozzi ad uso acquedottistico, il pozzo Alfina è dismesso e non più utilizzato.

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI							Pag 23 di 36
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	2				02414PB01

RELAZIONE TECNICA **MODELLAZIONE MATEMATICA DEL FLUSSO PER LA STIMA DEGLI** **EFFETTI DERIVANTI DALL'EMUNGIMENTO SUL POZZO ALFINA**

La presente Relazione è redatta al fine di meglio definire gli effetti indotti sul Pozzo Alfina, dall'emungimento dei pozzi per acqua previsti a supporto delle attività di perforazione dei pozzi geotermici, secondo scenari di utilizzo più aderenti alle condizioni di reale emungimento.

E' stata pertanto implementata una modellazione, utilizzando il software WhAEM dell'EPA, conservando le caratteristiche di sistema, condizioni al contorno e caratteristiche di conducibilità idraulica utilizzate nella modellazione precedente, ma variando lo scenario di emungimento.

MODELLAZIONE MATEMATICA: Scenario attuale

Lo scenario attuale considera la piezometria ricavata dal modello idrogeologico concettuale (Figura 1) e le forzanti di sistema come sotto descritto:

1. Pozzi ad uso idropotabile :

- Pozzo P53- Castel Viscardo : emungimento $Q = 5 \text{ l/s} = 432 \text{ mc/d}$
- Pozzo P54- Castel Giorgio : emungimento $Q = 5 \text{ l/s} = 432 \text{ mc/d}$
- Pozzo Alfina : inattivo $Q = 0 \text{ l/s}$

Pozzi in progetto a servizio dell'attività di perforazione dei pozzi geotermici: Inattivi

In Figura 2 si rappresenta la distribuzione dei potenziali idraulici pertinenti le condizioni attuali (piezometria di calibrazione ricostruita dal modello).

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI							Pag 24 di 36			
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	<table><tr><td></td><td>F.</td></tr><tr><td>F.</td><td></td></tr></table>		F.	F.	
		F.								
F.										
0	1	2		02414PB01						

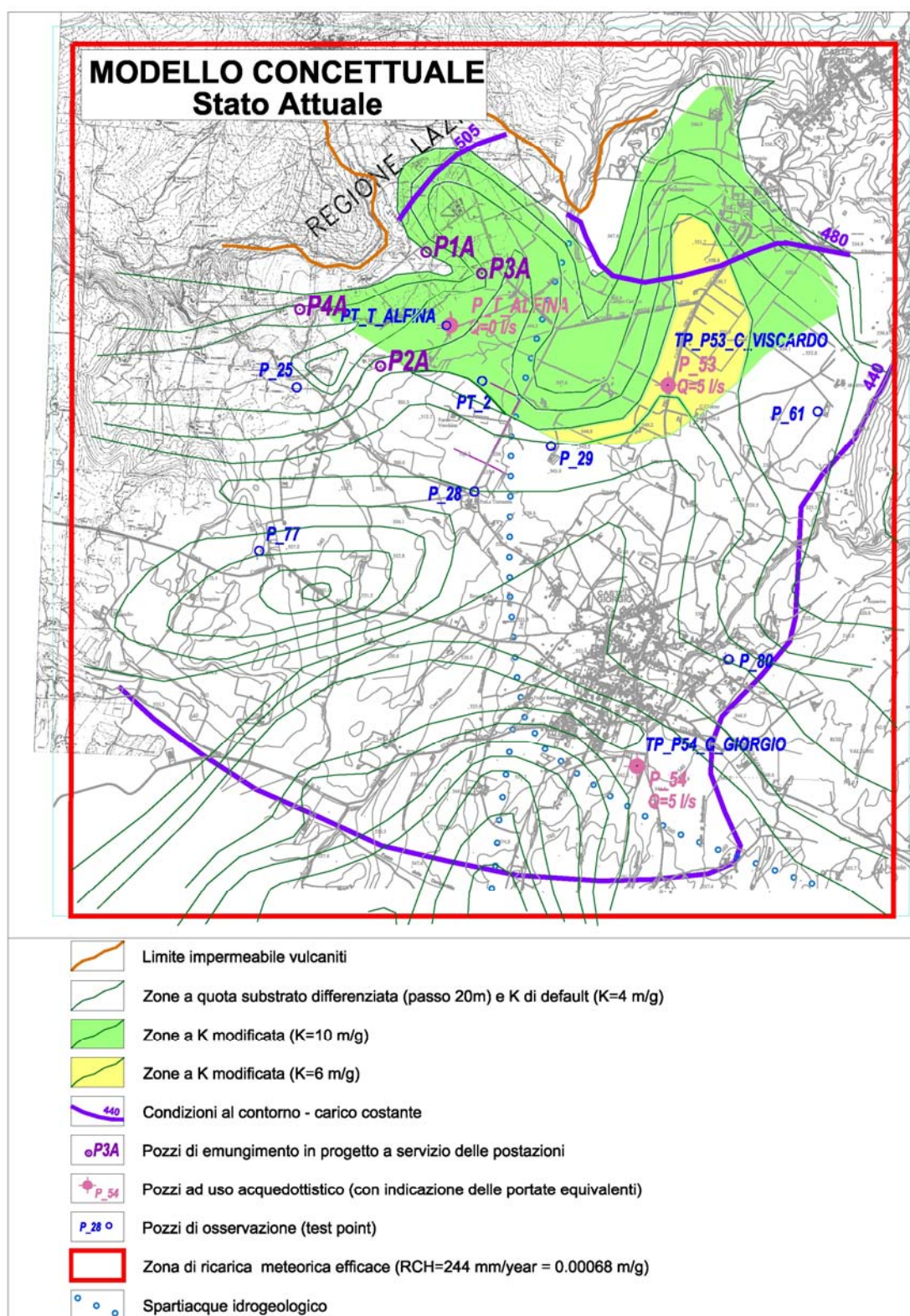
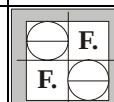


Figura 1- Modello concettuale

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI							Pag 25 di 36
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	2				02414PB01

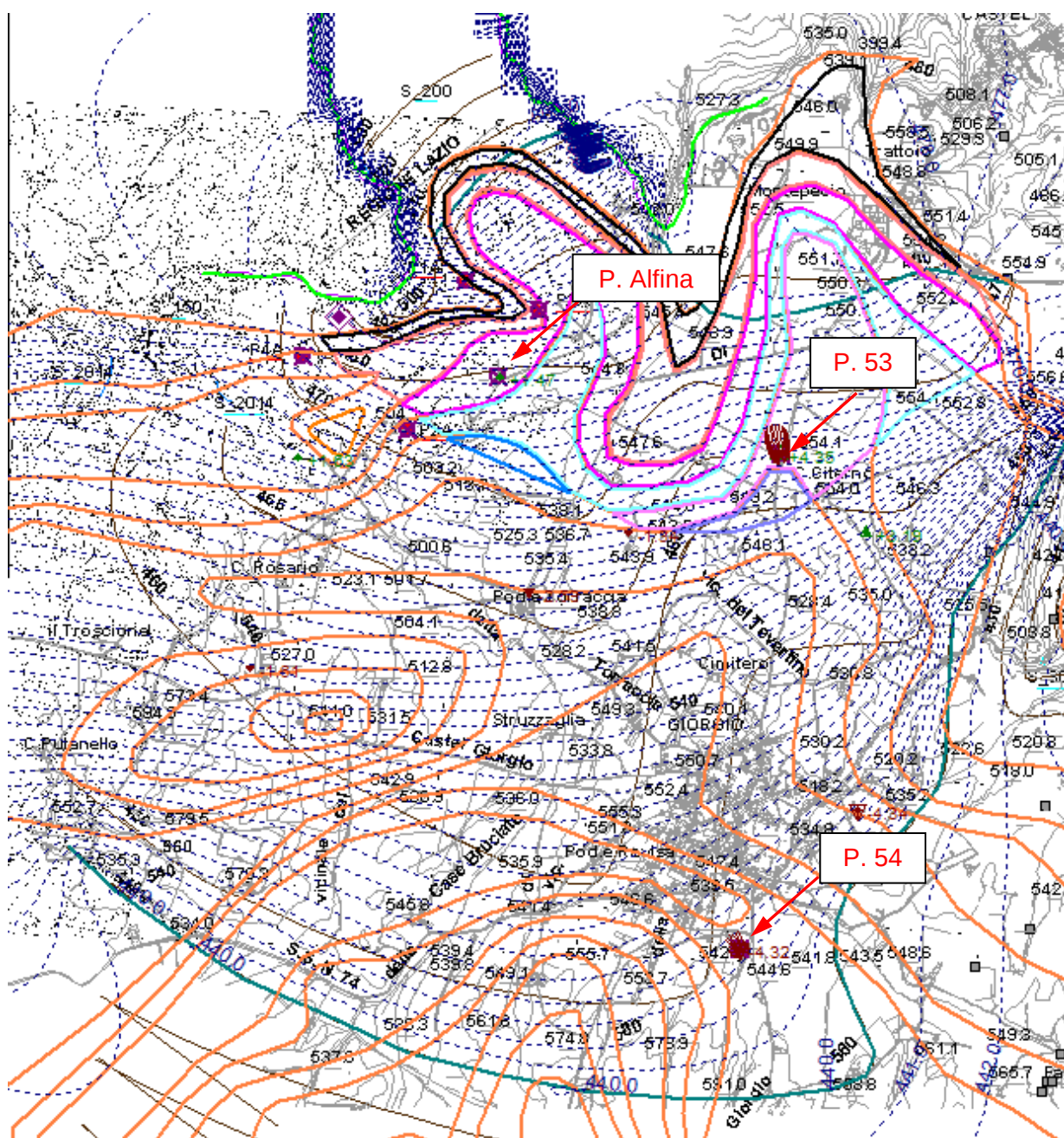


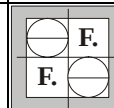
Figura 2 - Risultati della simulazione per le condizioni attuali

I pozzi P 53 e P54 sono caratterizzati anche dalla presenza delle pathlines relative ad un tempo di 365 giorni.

I valori dei carichi piezometrici nei pozzi di osservazione risultano quelli riportati nella sottostante Tabella 1:

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI					Pag 26 di 36
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni			File: 02414PB01	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	2		



WhAEM Computational Results Viewer							
View Edit Help							
Computational Results: Test Points							
	Label	VID	ObsHead	ModelHead	Difference	X	Y
▶	TP_29	101	469	467.662	-1.338000000000002	2271869.85191531	4734683.61790432
	TP_28	102	467	464.4091	-2.590899999999998	2271203.77289493	4734284.72358444
	TP_77	103	460.4	458.7892	-1.610799999999998	2269334.57681952	4733776.81866665
	TP_25	104	468.9	470.5331	1.633100000000001	2269662.01398035	4735191.29884602
	TP_80	105	447.9	443.5595	-4.340499999999996	2273411.27926315	4732828.78478025
	TP_61	106	457.5	460.6922	3.192200000000001	2273465.73023808	4734692.16824998
	TP_TALFINA	1349	478	479.4665	1.4665	2271006.04233715	4735727.53154673
	TP_P53_C.VISCARE	1696	465	469.3513	4.351299999999998	2272884	4735211.6
	TP_P54_C.GIORGIC	1697	447	442.6827	-4.317299999999999	2272617.66	4731898.57

Tabella 1: Carichi piezometrici calcolati nei punti di osservazione nelle condizioni attuali

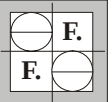
Per il Pozzo Alfina e per gli altri pozzi pubblici ad uso idropotabile (P53 e P54) risulta un valore calcolato della quota piezometrica pari a:

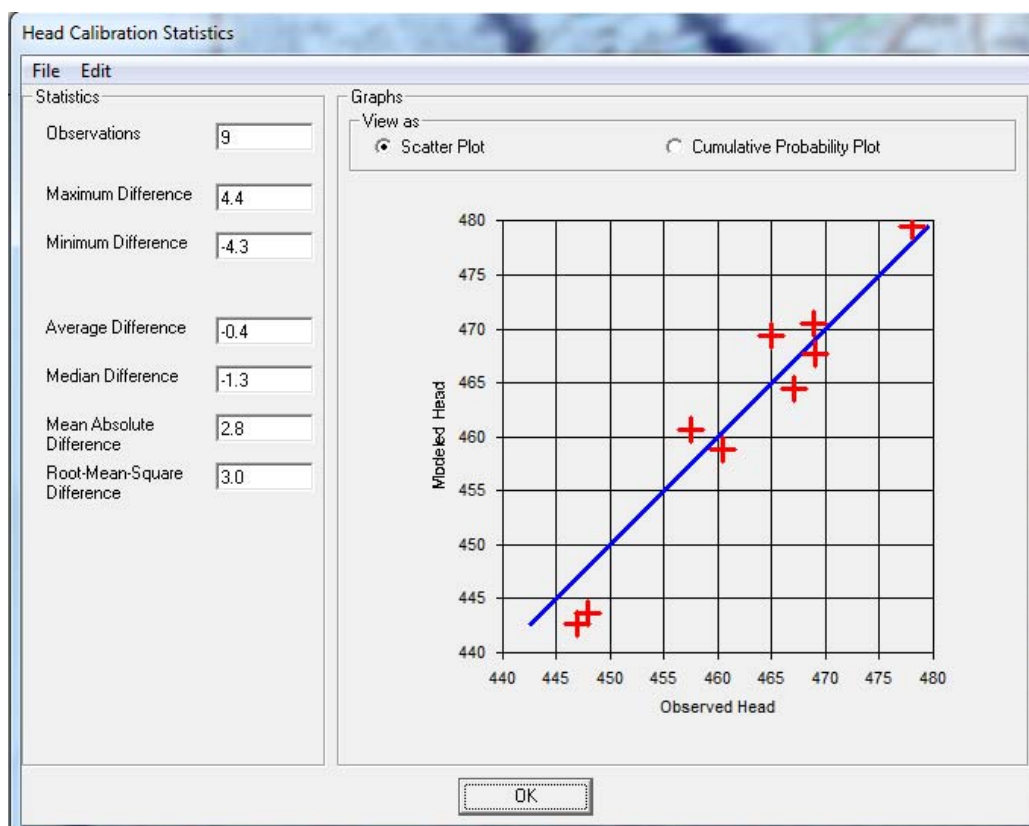
Pozzo Alfina : m. 479.47slm
 Pozzo P53 Castel Viscardo : m. 469.35 slm
 Pozzo P54 Castel Giorgio : m. 442.69 slm

A tali valori verranno rapportati quelli ricavati nella simulazione in condizioni modificate al fine di ricavare l'abbassamento indotto dall'emungimento dei pozzi a servizio della attività di perforazione dei pozzi geotermici.

Per quanto riguarda la calibrazione, anche in questo caso si osserva una buona corrispondenza dei valori calcolati rispetto a quelli assunti con scostamenti ridotti nell'ambito di un valore medio di circa -2.8 m., come riportato nel sottostante grafico.

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI				Pag 27 di 36
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni			File: 02414PB01
	0	1	2	
GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it				



MODELLAZIONE MATEMATICA: Scenario modificato N° 1

Sulla base del modello implementato per le condizioni attuali, è stata effettuata una simulazione a seguito della applicazione delle forzanti associate alle portate di emungimento per i pozzi di servizio, avendo considerato in esercizio il solo Pozzo P1A, oltre che il P4A, per tutto il periodo di modellazione.

Lo schema adottato risulta pertanto quello sotto riportato:

Pozzo P1A

Fabbisogno complessivo : 21600 mc

Periodo di emungimento: 30 giorni

Portata equivalente di modellazione : $21600 / 30 = 720 \text{ mc/d} = 8.34 \text{ l/s}$

Pozzo P4A :

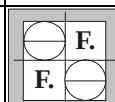
Fabbisogno : 19200 mc

periodo di emungimento : 40 giorni

Portata equivalente di modellazione : $19200 / 40 = 480 \text{ mc/d} = 5.56 \text{ l/s}$

Pozzi P2A e P3A Inattivi (Portata : 0 l/s)

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI							Pag 28 di 36
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	2				02414PB01

La simulazione eseguita ha permesso di ricavare un quadro piezometrico complessivo che non mette in mostra particolari modificazioni rispetto alla condizione attuale, come evidenziato nella sottostante Figura 3; si evidenzia l'attivazione dei pozzi P1A e P4A con le pathlines relative, analogamente a quelle dei pozzi ad uso pubblico, ad un intervallo temporale di 365 giorni.

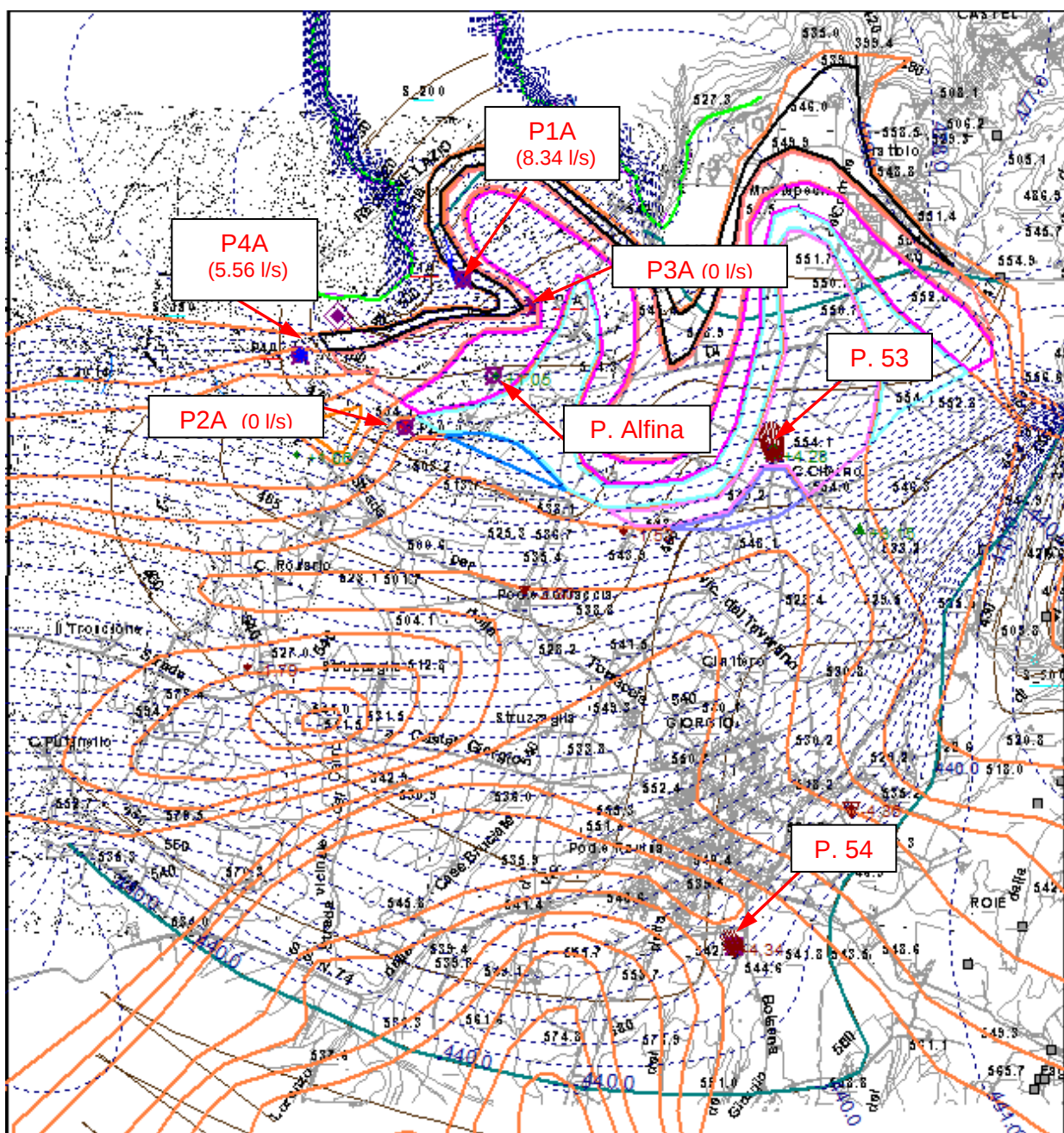
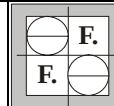


Figura 3 - Risultati della simulazione per le condizioni modificate dalla attivazione dei pozzi P1A e P4A

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI					Pag 29 di 36
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni			File: 02414PB01	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	2		



Facendo riferimento ai risultati ottenuti per i pozzi di osservazione posti in corrispondenza dei pozzi pubblici (TP_ALFINA, TP_53, TP_54) si ricavano i valori del carico piezometrico calcolato nelle condizioni modificate, che sono riportati nella sottostante Tabella 2.

	Label	VID	ObsHead	ModellHead	Difference	X	Y
▶	TP_29	101	469	467.4762	-1.5237999999999999	2271869.85191531	4734683.61790432
	TP_28	102	467	464.1952	-2.8048	2271203.77289493	4734284.72358444
	TP_77	103	460.4	458.6149	-1.7851	2269334.57681952	4733776.81866665
	TP_25	104	468.9	469.9644	1.0644000000000003	2269662.01398035	4735191.29884602
	TP_80	105	447.9	443.54	-4.3599999999999996	2273411.27926315	4732828.78478025
	TP_61	106	457.5	460.6494	3.1494000000000001	2273465.73023808	4734692.16824998
	TP_TALFINA	1349	478	479.0474	1.0473999999999998	2271006.04233715	4735727.53154673
	TP_P53_C.VISCARD	1696	465	469.2835	4.2835	2272884	4735211.6
	TP_P54_C.GIORGIO	1697	447	442.6611	-4.3389000000000002	2272617.66	4731898.57

Tabella 2 - Carichi piezometrici calcolati nei punti di osservazione nelle condizioni modificate di cui allo Scenario modificato N° 1

Si evidenzia che i carichi del potenziale idrico, nei diversi punti di osservazione in interesse, risultano essere i seguenti:

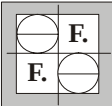
Pozzo Alfina : m. 479.05 slm
Pozzo P53 Castel Viscardo : m. 469.29 slm
Pozzo P54 Castel Giorgio : m 442.67 slm

RISULTATI: Raffronto tra i risultati ottenuti con modellazioni nelle condizioni attuali ed in quelle modificate Scenario N° 1

Si procede al raffronto diretto tra il potenziale attuale e quello modificato a seguito della entrata in esercizio del pozzo P1A e del pozzo P4A.

L'abbassamento indotto sul pozzo Alfina è di 0.42 m.

POZZO IDROPOTABILE	Potenziale Attuale	Potenziale Modificato	Abbassamento indotto
	<i>m. slm</i>	<i>m. slm</i>	<i>m</i>
Pozzo T. Alfina	479.47	479.05	-0.42
P.53- Castel Viscardo	469.35	469.29	-0.06
P.54 – Castel Giorgio	442.69	442.67	-0.02

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI					Pag 30 di 36
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni				
	0	1	2		
File: 02414PB01					GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it

MODELLAZIONE MATEMATICA: Scenario modificato N° 2

Analogamente a quanto effettuato nello "scenario modificato N° 1" si è proceduto alla implementazione di una nuova simulazione "scenario modificato N° 2" considerando attivi i pozzi P2A e P4A e quindi non in esercizio i pozzi P1A e P3A.

Lo schema di emungimento adottato per questo ulteriore scenario risulta pertanto quello sotto riportato:

Pozzo P2A

Fabbisogno complessivo : 21600 mc

Periodo di emungimento: 30 giorni

Portata equivalente di modellazione : $21600 / 30 = 720 \text{ mc/d} = 8.34 \text{ l/s}$

Pozzo P4A

Fabbisogno : 19200 mc

periodo di emungimento : 40 giorni

Portata equivalente di modellazione : $19200 / 40 = 480 \text{ mc/d} = 5.56 \text{ l/s}$

Pozzi P1A e P3A

Inattivi (Portata : 0 l/s)

Anche in questo caso, la simulazione eseguita ha permesso di ricavare un quadro piezometrico complessivo che non mette in mostra particolari modificazioni rispetto alla condizione attuale e di scenario N° 2, come evidenziato nella sottostante Figura 4; si evidenzia l'attivazione dei pozzi P2A e P4A , connotati da pathlines relative, analogamente a quelle dei pozzi ad uso pubblico, ad un intervallo temporale di 365 giorni.

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI				Pag 31 di 36
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni			File: 02414PB01
	0	1	2	
GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it				

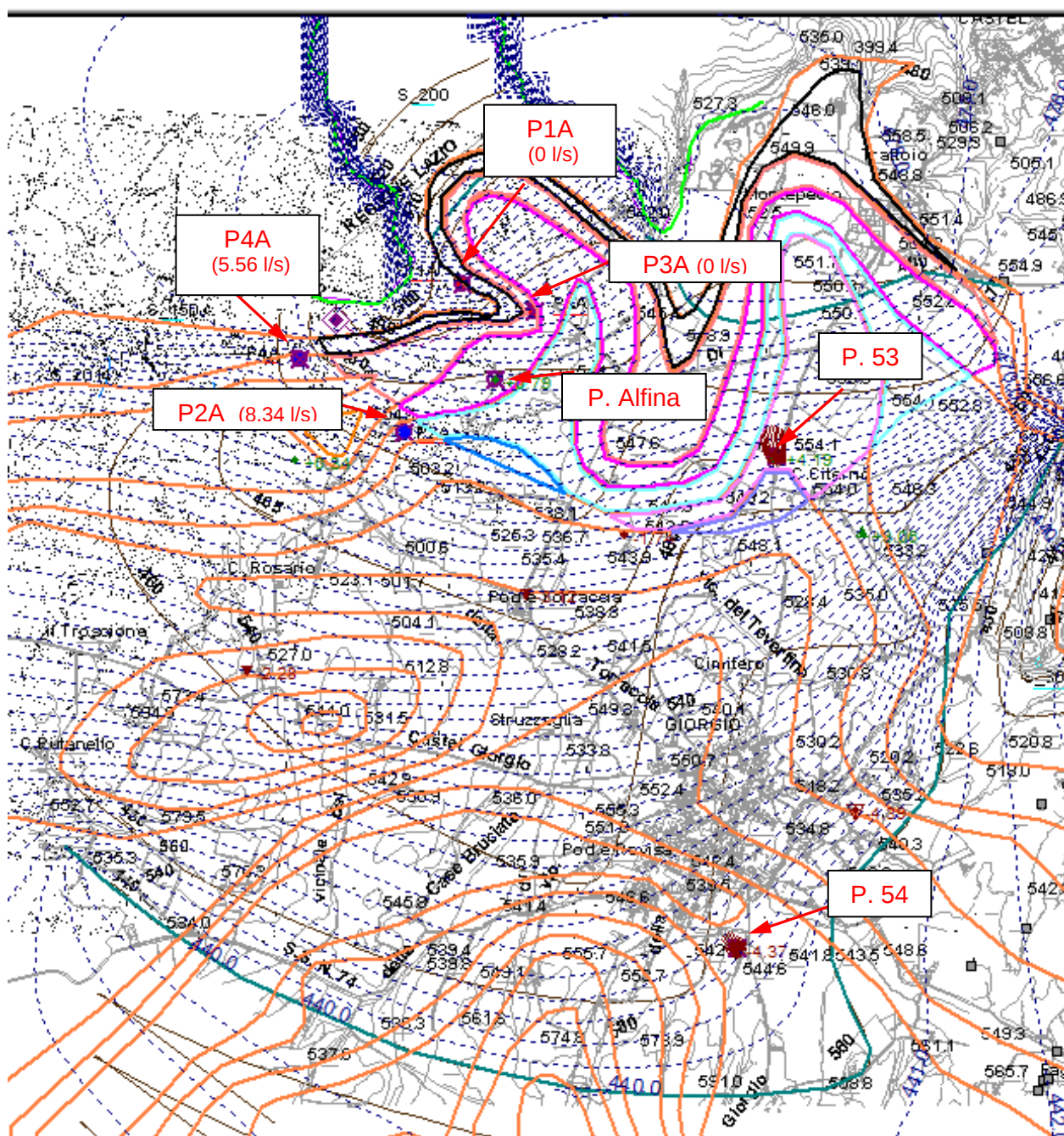
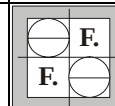


Fig. 4 - Risultati della simulazione per le condizioni modificate dalla attivazione dei pozzi P2A e P4A

Facendo riferimento ai risultati ottenuti per i pozzi di osservazione posti in corrispondenza dei pozzi pubblici (TP_ALFINA, TP_53, Tp_54) si ricavano i valori del carico piezometrico calcolato nelle condizioni modificate, che sono riportati nella sottostante Tabella 3.

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI					Pag 32 di 36
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni			File: 02414PB01	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	2		



WhAEM Computational Results Viewer									
View Edit Help									
Computational Results: Test Points									
	Label	VID	ObsHead	ModelHead	Difference	X	Y		
▶	TP_29	101	469	467.2605	-1.73950000000002	2271869.85191531	4734683.61790432		
	TP_28	102	467	463.8825	-3.11750000000001	2271203.77289493	4734284.72358444		
	TP_77	103	460.4	458.1226	-2.2774	2269334.57681952	4733776.81866665		
	TP_25	104	468.9	469.2373	0.337300000000027	2269662.01398035	4735191.29884602		
	TP_80	105	447.9	443.5133	-4.38669999999996	2273411.27926315	4732828.78478025		
	TP_61	106	457.5	460.5628	3.06279999999998	2273465.73023808	4734692.16824998		
	TP_TALFINA	1349	478	478.7938	0.793799999999976	2271006.04233715	4735727.53154673		
	TP_P53_C.VISCARDO	1696	465	469.1901	4.19009999999997	2272884	4735211.6		
	TP_P54_C.GIORGIO	1697	447	442.6259	-4.3741	2272617.66	4731898.57		

Tabella 3- Carichi piezometrici calcolati nei punti di osservazione nelle condizioni modificate di cui allo Scenario modificato N° 2

Dalla tabella si evidenzia che i carichi del potenziale idrico nei diversi punti di osservazione in interesse, risulta essere pari a:

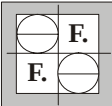
Pozzo Alfina : m. 478.80 slm
Pozzo P53 Castel Viscardo : m. 469.19 slm
Pozzo P54 Castel Giorgio : m. 442.62 slm

RISULTATI: Raffronto tra i risultati ottenuti con modellazioni nelle condizioni attuali ed in quelle modificate Scenario N° 2

Si procede al raffronto diretto tra il potenziale attuale e quello modificato a seguito della entrata in esercizio dei pozzi P2A e del pozzo P4A .

L'abbassamento indotto sul pozzo Alfina è di 0.67 m.

POZZO IDROPOTABILE	Potenziale Attuale	Potenziale Modificato	Abbassamento indotto
	<i>m. slm</i>	<i>m. slm</i>	<i>m</i>
Pozzo T. Alfina	479.47	478.80	-0.67
P.53- Castel Viscardo	469.35	469.19	-0.16
P.54 – Castel Giorgio	442.69	442.62	-0.07

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI					Pag 33 di 36
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni				
	0	1	2		
File: 02414PB01					GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it

MODELLAZIONE MATEMATICA: Scenario modificato N° 3

Analogamente a quanto effettuato nello "scenario modificato N° 2" si è proceduto alla implementazione di una nuova simulazione "scenario modificato N° 3" considerando attivi i pozzi P3A e P4A e quindi non in esercizio i pozzi P1A e P2A.

Lo schema di emungimento adottato per questo ulteriore scenario risulta pertanto quello sotto riportato:

Pozzo P3A

Fabbisogno complessivo : 19200 mc

Periodo di emungimento: 40 giorni

Portata equivalente di modellazione : $19200 / 40 = 480 \text{ mc/d} = 5.56 \text{ l/s}$

Pozzo P4A

Fabbisogno : 19200 mc

periodo di emungimento : 40 giorni

Portata equivalente di modellazione : $19200 / 40 = 480 \text{ mc/d} = 5.56 \text{ l/s}$

Pozzi P1A e P2A

Inattivi (Portata : 0 l/s)

Si evidenzia l'attivazione dei pozzi P3A e P4A , connotati da pathlines relative, analogamente a quelle dei pozzi ad uso pubblico, ad un intervallo temporale di 365 giorni.

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI							Pag 34 di 36
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	2				02414PB01

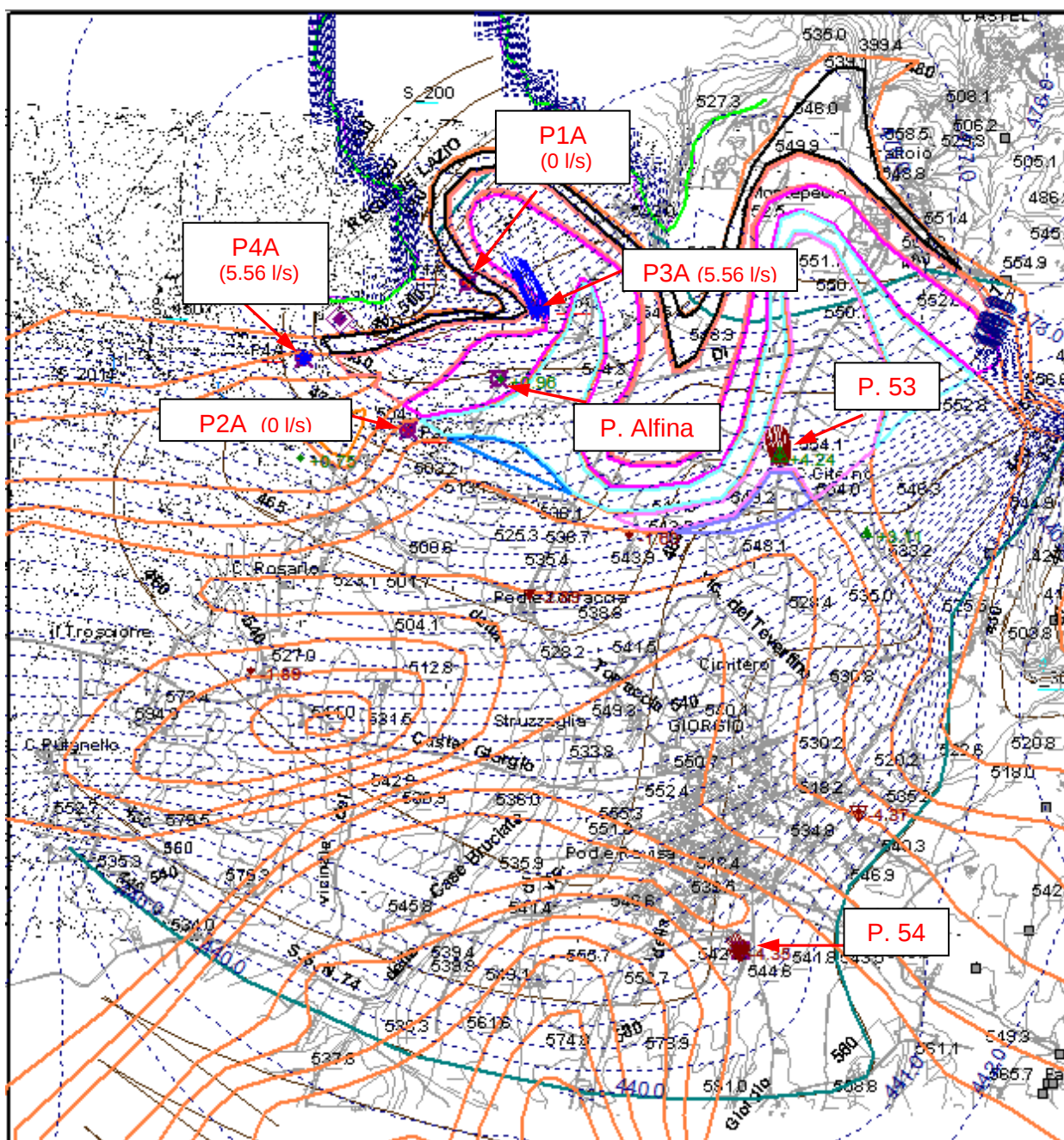
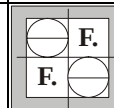


Fig. 5 - Risultati della simulazione per le condizioni modificate dalla attivazione dei pozzi P3A e P4A

Facendo riferimento ai risultati ottenuti per i pozzi di osservazione posti in corrispondenza dei pozzi pubblici (TP_ALFINA, TP_53, Tp_54) si ricavano i valori del carico piezometrico calcolato nelle condizioni modificate, che sono riportati nella sottostante Tabella 4.

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI					Pag 35 di 36
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni			File: 02414PB01	GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	2		



Computational Results: Test Points							
Label	VID	ObsHead	ModelHead	Difference	X	Y	
TP_29	101	469	467.4019	-1.59809999999999	2271869.85191531	4734683.61790432	
TP_28	102	467	464.1108	-2.88920000000002	2271203.77289493	4734284.72358444	
TP_77	103	460.4	458.5092	-1.89079999999996	2269334.57681952	4733776.81866665	
TP_25	104	468.9	469.647	0.747000000000014	2269662.01398035	4735191.29884602	
TP_80	105	447.9	443.5317	-4.36829999999998	2273411.27926315	4732828.78478025	
TP_61	106	457.5	460.6064	3.10640000000001	2273465.73023808	4734692.16824998	
TP_TALFINA	1349	478	478.9618	0.961799999999982	2271006.04233715	4735727.53154673	
TP_P53_C.VISCARDO	1696	465	469.2376	4.23759999999999	2272884	4735211.6	
TP_P54_C.GIORGIO	1697	447	442.6522	-4.34780000000001	2272617.66	4731898.57	

Tabella 4- Carichi piezometrici calcolati nei punti di osservazione nelle condizioni modificate di cui allo Scenario modificato N° 3

Dalla tabella si evidenzia che i carichi del potenziale idrico nei diversi punti di osservazione in interesse, risulta essere pari a:

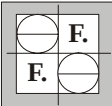
Pozzo Alfina : m. 478.96 slm
Pozzo P53 Castel Viscardo : m. 469.24 slm
Pozzo P54 Castel Giorgio : m. 442.65 slm

RISULTATI: *Raffronto tra i risultati ottenuti con modellazioni nelle condizioni attuali ed in quelle modificate Scenario N° 3*

Si procede al raffronto diretto tra il potenziale attuale e quello modificato a seguito della entrata in esercizio dei pozzi P3A e del pozzo P4A .

L'abbassamento indotto sul pozzo Alfina è di 0.51 m.

POZZO IDROPOTABILE	Potenziale Attuale	Potenziale Modificato	Abbassamento indotto
	<i>m. slm</i>	<i>m. slm</i>	<i>m</i>
Pozzo T. Alfina	479.47	478.96	-0.51
P.53- Castel Viscardo	469.35	469.24	-0.11
P.54 – Castel Giorgio	442.69	442.65	-0.04

IMPIANTO GEOTERMICO PILOTA TORRE ALFINA -VT STUDIO IDROGEOLOGICO PER LA REALIZZAZIONE DI POZZI PER L'EMUNGIMENTO DI ACQUA DA UTILIZZARE PER LA PERFORAZIONE DEI POZZI GEOTERMICI					Pag 36 di 36
Committente: ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA SpA	Revisioni				GEOTECNA studio associato Viale Venere,57 – 05018 orvieto (tr) tel +39 0763 344669 e.mail geotecna.studioassociato@virgilio.it
	0	1	2		
File: 02414PB01					

ALLEGATO

Sondaggi Elettrici Verticali

Relazione	Commessa :	02414	Data:	Gennaio 2015
-----------	------------	-------	-------	--------------

Studio:TORRE ALFINA

SEV N.1

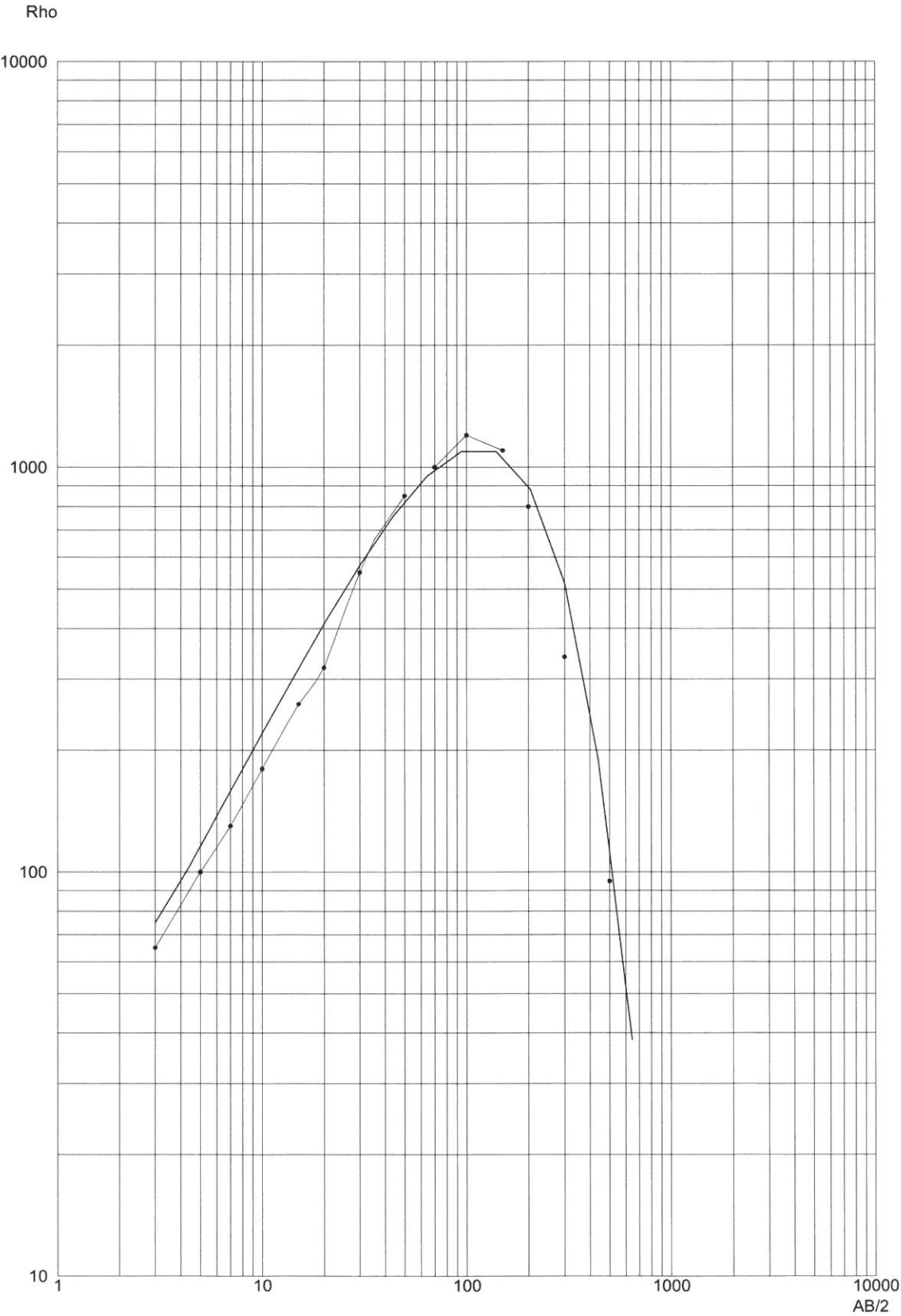
Quota:542

Dir.AB:160

Data:

Operatore:

NOTE:



Studio:TORRE ALFINA

SEV N.2

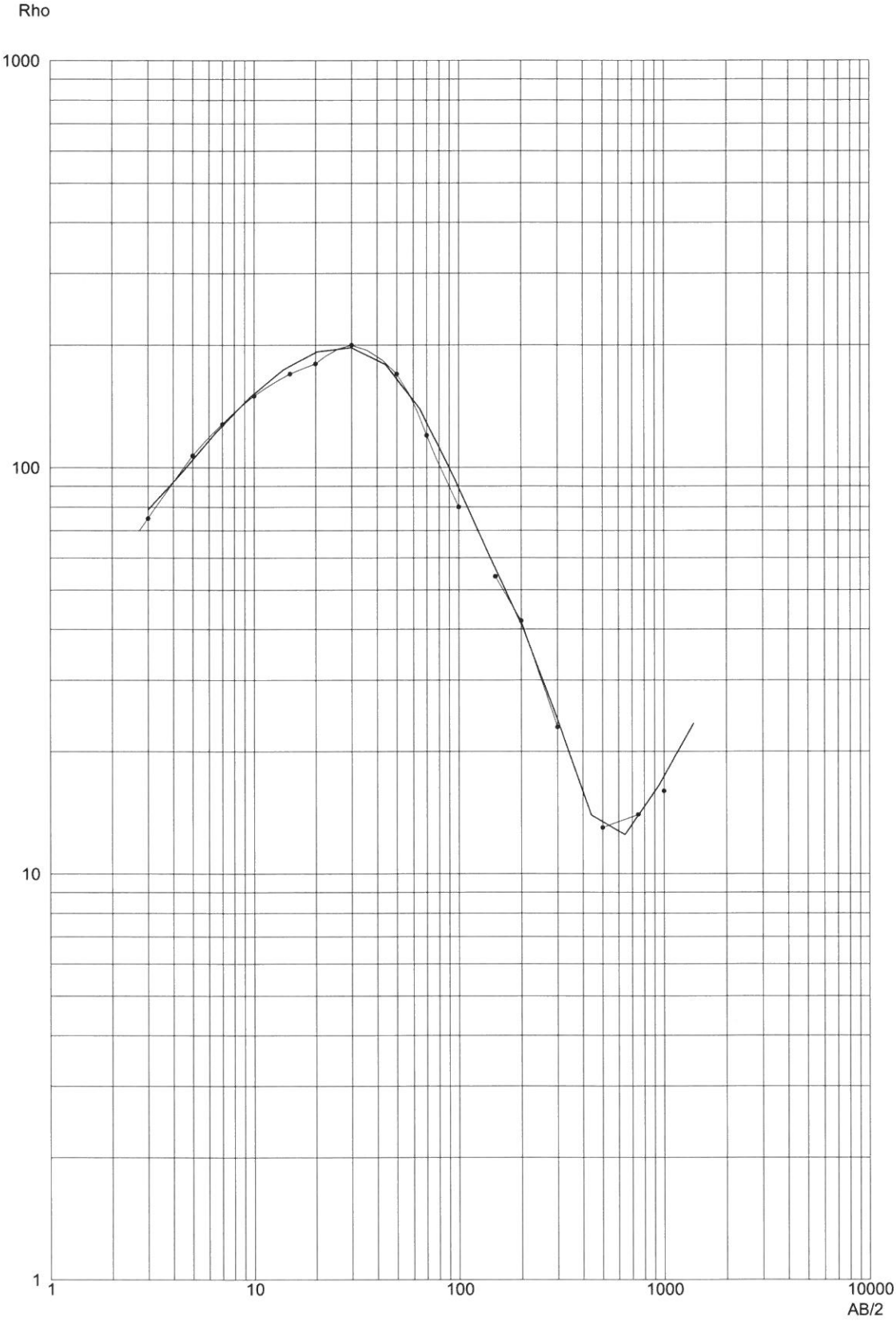
Quota:538

Dir.AB:90

Data:

Operatore:

NOTE:



60,2	256,1	54,1	5,1	218,0
2	26	141	398	

Studio:TORRE ALFINA

SEV N.3

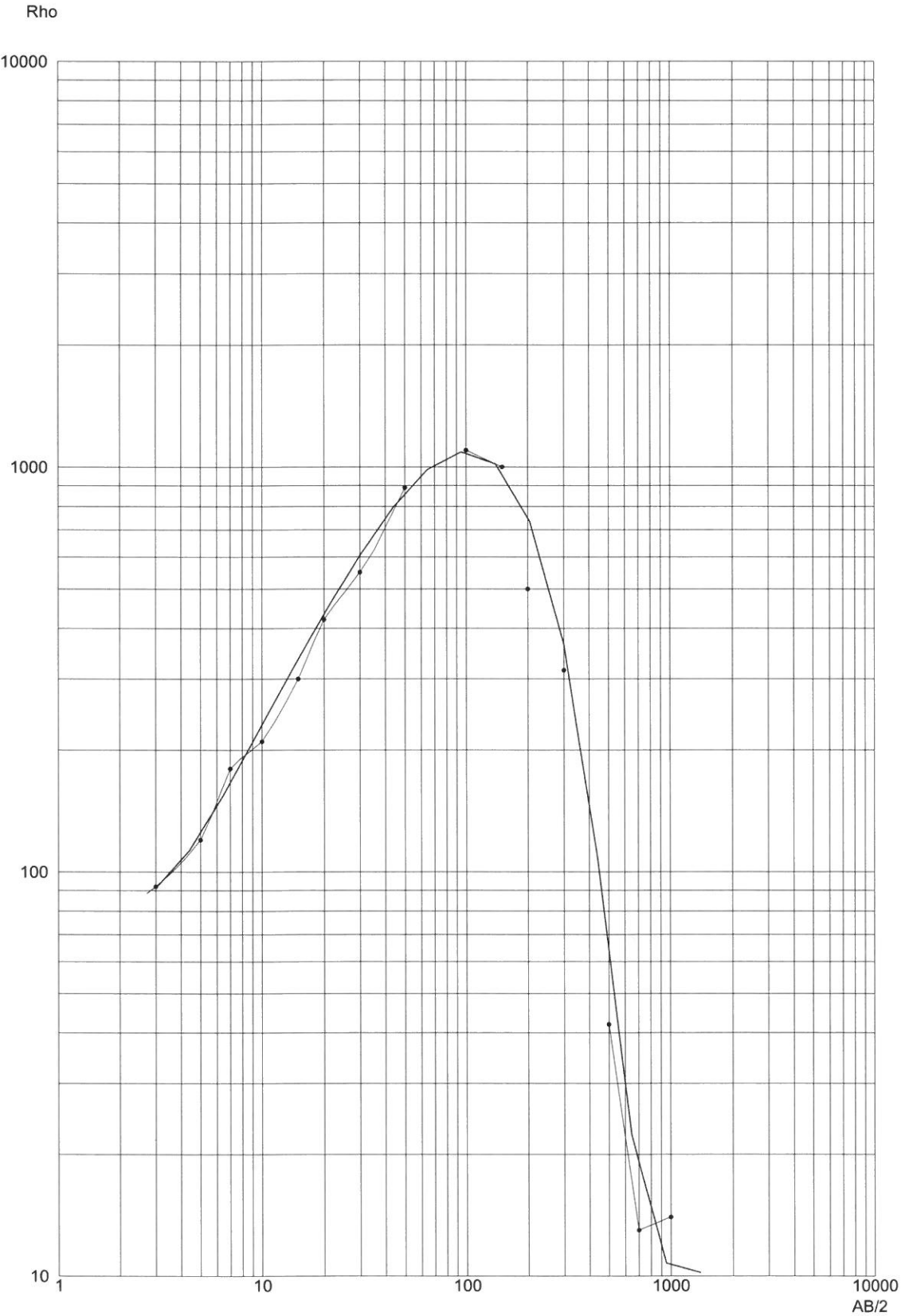
Quota:525

Dir.AB:80

Data:

Operatore:

NOTE:



76,4	687,3	3932,1	30	10,0
3	4		37 46	

Studio:TORRE ALFINA

SEV N.4

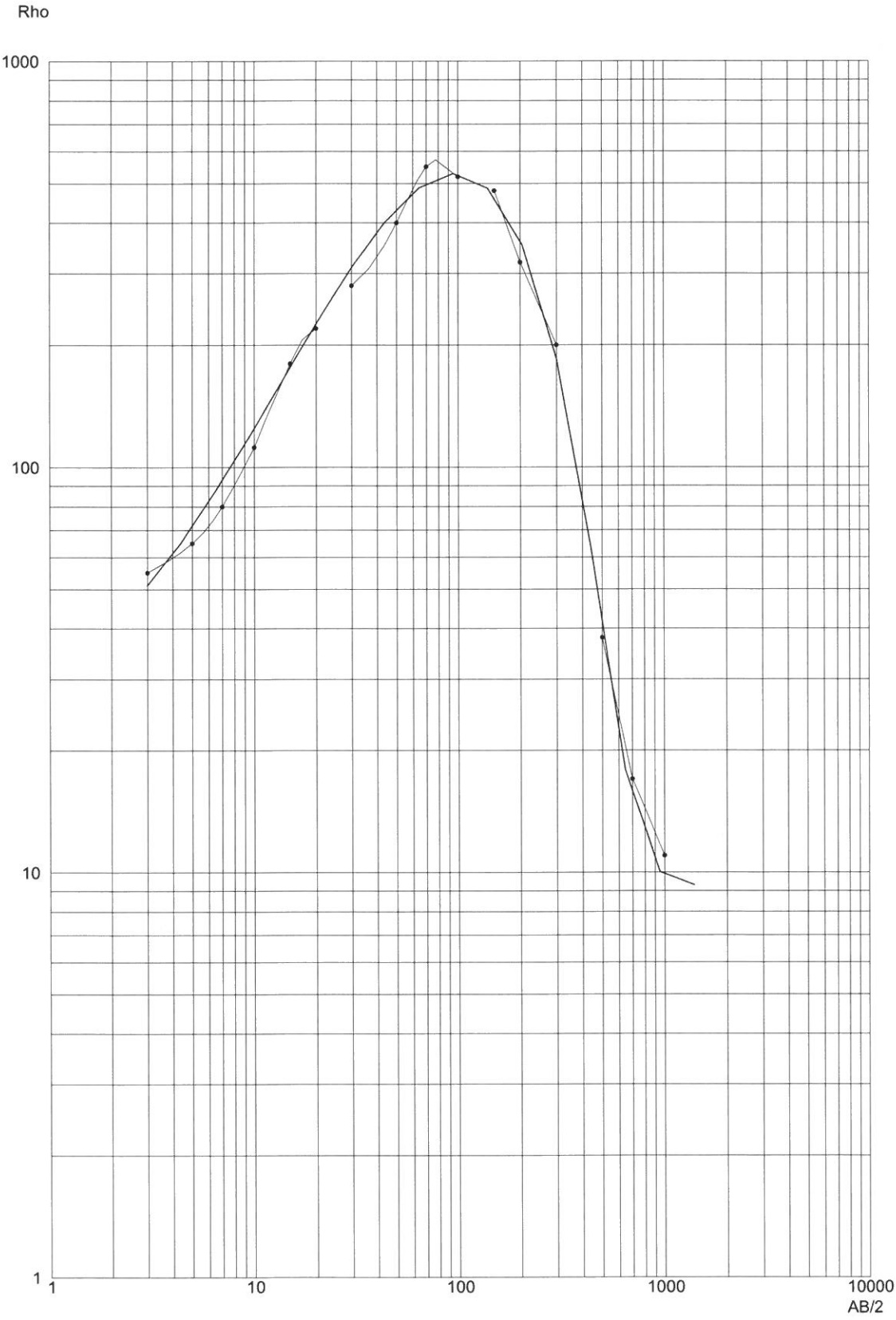
Quota:533

Dir.AB:70

Data:

Operatore:

NOTE:



38,2	166,8	1584,9	150	9,2
2	6	38	127	

Studio:TORRE ALFINA

SEV N.5

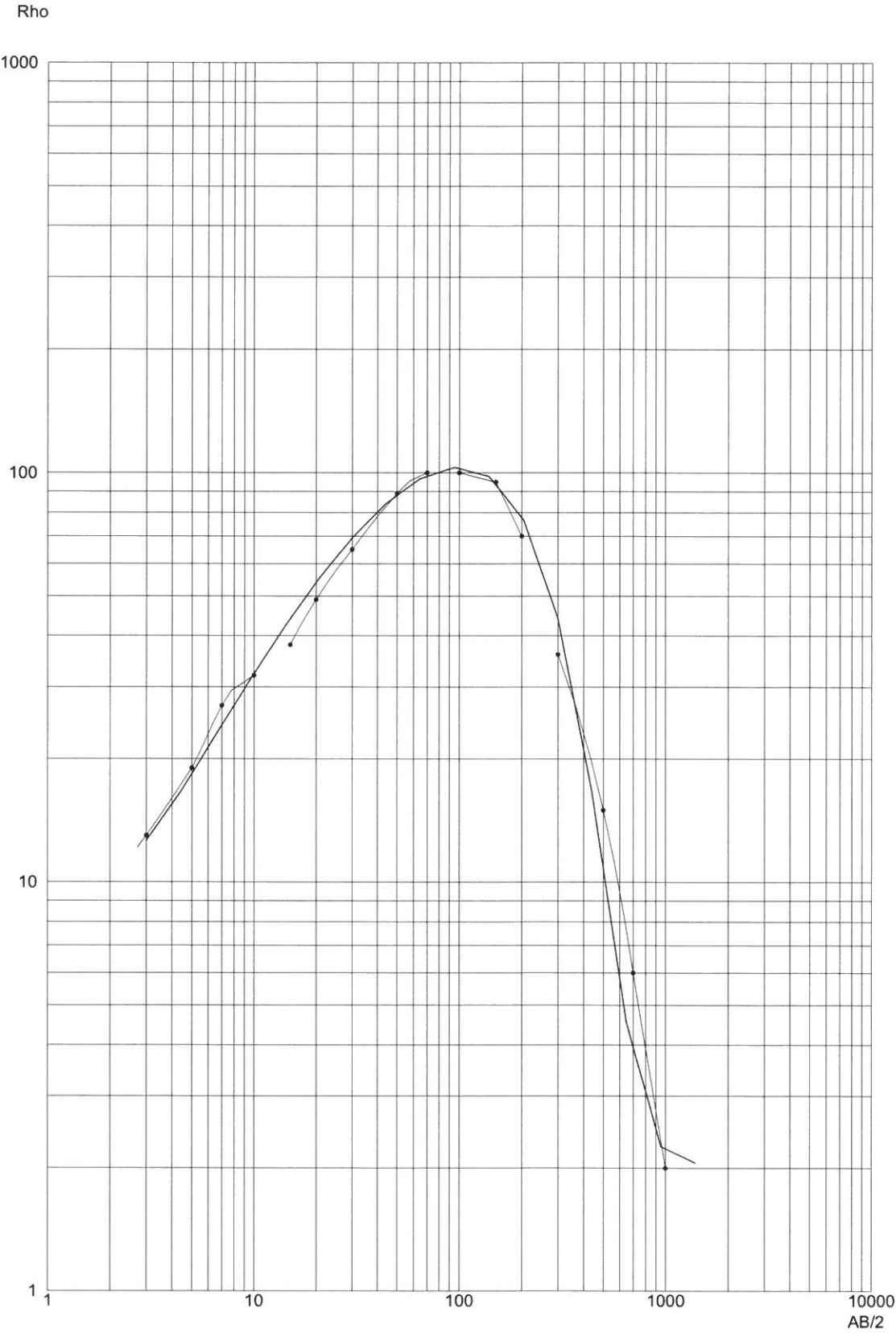
Quota:532

Dir.AB:65

Data:

Operatore:

NOTE:



9	50	292,8	138,2	2,7
2	4	5	104	