

Fig. 31. Mappa del flusso di CO<sub>2</sub> dal suolo dell'area Torre Alfina-Castel Giorgio con background a 48 g/m<sup>2</sup>giorno.

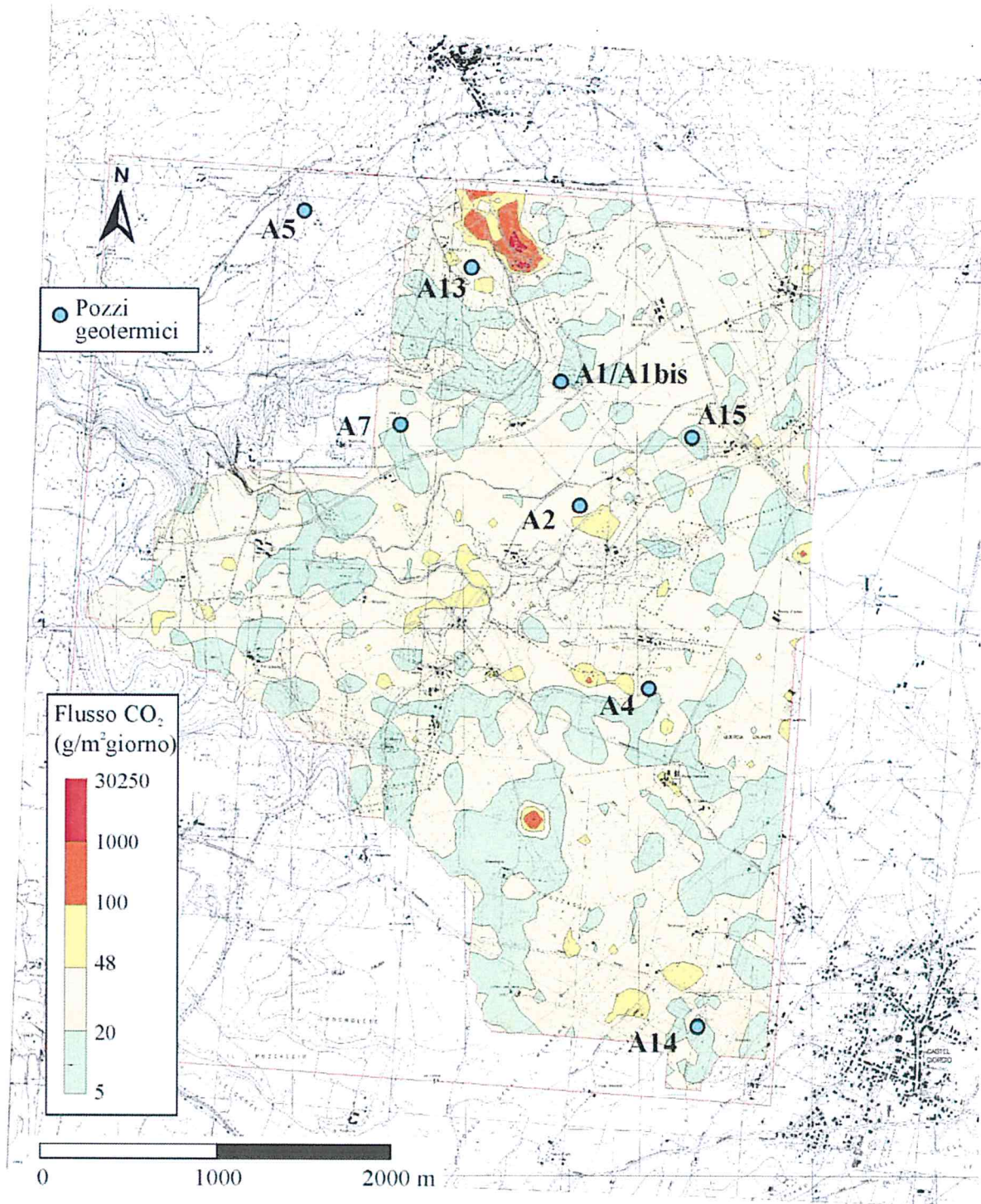


Fig. 32. Mappa del flusso di CO<sub>2</sub> dal suolo dell'area Torre Alfina-Castel Giorgio con background a 20 g/m<sup>2</sup>giorno.

## 6.6. PROSPEZIONE DEL FLUSSO DI H<sub>2</sub>S DAL SUOLO

Nel corso della prospezione del flusso di CO<sub>2</sub> dal suolo del Maggio – Giugno 2011 sono state eseguite anche 331 misure del flusso di H<sub>2</sub>S dal suolo. La posizione dei punti di misura è visibile nella Fig. 33. I risultati sono presentati nella Tab. I. La maggior parte delle misure (90,9 %) è inferiore al limite determinabile con la camera di accumulo impiegata (0,01 g/m<sup>2</sup> giorno) e il flusso di H<sub>2</sub>S relativo può essere considerato nullo. Solo tre misure hanno dato valori superiori a 0,1 g/m<sup>2</sup> giorno (max 1,63, vedi Tab. I) e sono tutte ubicate nella zona delle manifestazioni a sud di Torre Alfina (Fig.33). La presenza di un seppur debole flusso di H<sub>2</sub>S in questa zona è sorprendente perché le analisi Enel non avevano trovato H<sub>2</sub>S nel gas di queste manifestazioni (Buonasorte et al., 1988). Valori misurabili di flusso di H<sub>2</sub>S, tra 0,01 e 0,1 g/m<sup>2</sup> giorno sono stati trovati nella zona fittamente indagata vicino al pozzo A14 (Fig.33).

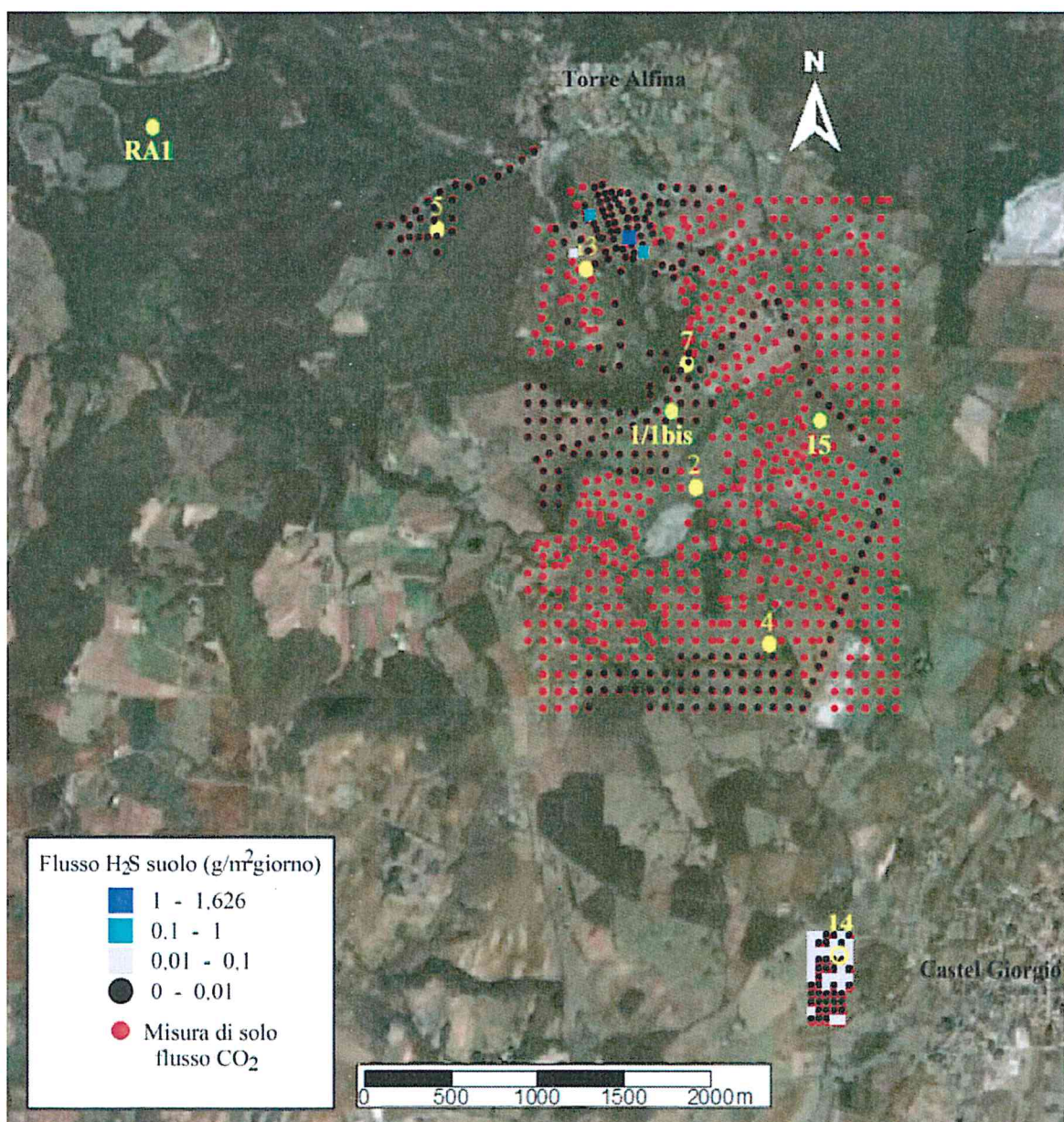


Fig. 33. Ubicazione dei punti di misura del flusso di H<sub>2</sub>S dal suolo e risultati.

Tabella I. Misure del flusso di H<sub>2</sub>S dal suolo nell'area Torre  
Alfina-Castel Giorgio

Classe g/m <sup>2</sup> giorno	Misure nr.	Frequenza %	Media g/m <sup>2</sup> giorno
0-0,01	301	90,9	0
0,01-0,1	27	8,2	0,02
0,1-1	2	0,6	0,217
1-1,626	1	0,3	1,626
<b>Totale</b>	<b>331</b>	<b>100,0</b>	<b>0,09*</b>

\*media delle 30 misure non nulle

## 7. RISULTATI DEI POZZI GEOTERMICI

Il campo geotermico di Torre Alfina- Castel Giorgio è costituito da una cappa di gas sovrastante un acquifero (Fig. 34).

I pozzi A1, A1 bis, A13, che hanno incontrato fratture nella parte più alta del serbatoio, producono solo CO<sub>2</sub> ed hanno una pressione di chiusura di circa 40 Bar.

I pozzi A2, A4, A7, RA1, invece, che hanno incontrato il serbatoio in zone più depresse, attingono da un acquifero la cui temperatura è compresa tra 125 e 150 °C ed hanno un livello in pozzo alla quota di circa 350 s.l.m.

Il pozzo A13 si trova alla sommità della struttura e può produrre circa 250 t/h di CO<sub>2</sub>. Questo pozzo è stato utilizzato da Enel per produrre CO<sub>2</sub> per almeno un decennio

Il pozzo A7 attinge all'interfaccia gas/acqua per cui produce acqua e gas in proporzioni variabili in funzione della posizione dell'interfaccia in quel momento. È previsto che, in seguito ad erogazione prolungata, tenda a produrre praticamente solo acqua (portata prevista circa 250 t/h di H<sub>2</sub>O).

Il pozzo A4 attinge alla zona ad acqua ed ha una buona capacità produttiva (250 t/h). Può essere usato anche come pozzo di reiniezione con capacità assorbenti paragonabili a quelle di produzione.

Il pozzo A14 è del tutto simile all'A4, se ne distingue per una maggiore produttività e iniettività.

Il pozzo RA1 ha raggiunto l'acquifero alla maggiore profondità (1930 m) sotto il livello del mare. A causa della bassa quota di boccapozzo, produce spontaneamente, mentre gli altri necessitano di innesco. Si stima una portata di circa 100 t/h.

Nell'area geotermica di Torre Alfina-Castel Giorgio è stato perforato da Enel negli anni 1987-1988 anche un pozzo molto profondo (Alfina 15, 4.826 m, Buonasorte et al., 1991). Lo scopo del pozzo era quello di cercare un serbatoio geotermico profondo in rocce metamorfiche paleozoiche-triassiche, come avviene nei campi geotermici toscani. In realtà il pozzo si è esteso fino a quasi 5.000 m di profondità senza aver incontrato le successioni di rocce metamorfiche. Il pozzo ha attraversato tre scaglie tettoniche a Serie Toscana non metamorfica, che si sovrappongono ad una successione di tipo "umbro" (Buonasorte et al., 1991).

In definitiva il pozzo ha dimostrato che esiste un unico serbatoio geotermico in rocce carbonatiche, di spessore molto rilevante (>3700 m).

Il gradiente geotermico è molto basso (0.2 – 0.3°C/10m) ed è stata misurata una temperatura di 207 °C a 4557 m. Si ricorda che la temperatura nella parte alta del serbatoio geotermico esplorata dai pozzi Enel è circa costante (intorno a 140 °C) fatto che indica la presenza di una efficace circolazione convettiva.

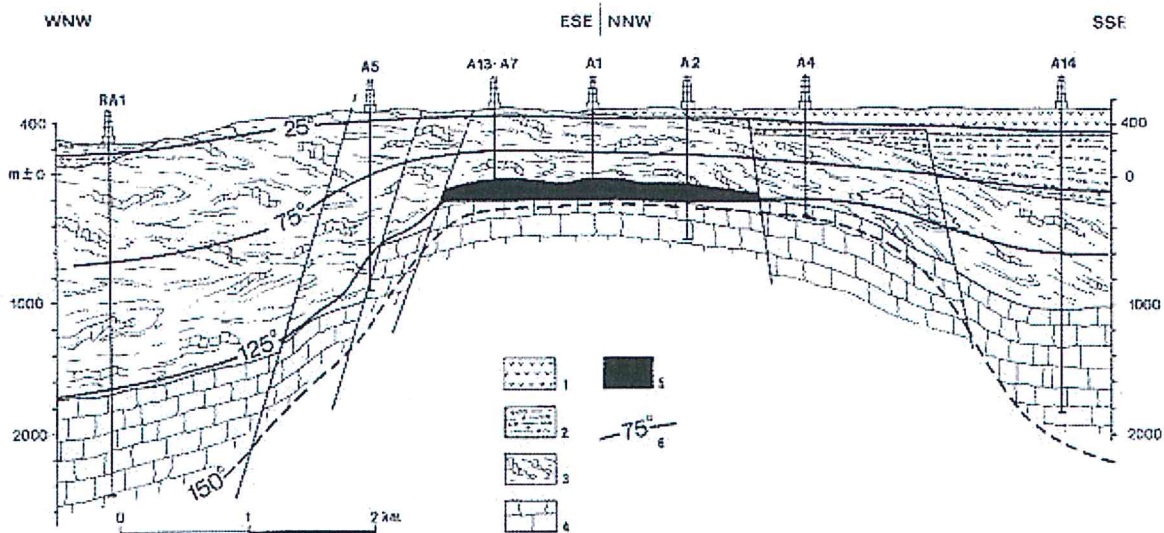


Fig. 34. Modello geologico del campo geotermico di Torre Alfina-Castel Giorgio Spiegazione dei simboli:  
 1) Complesso vulcanico; 2) Complesso dei depositi marini pliocenici; 3) Complessi di facies ligure ed austral-pina interna; 4) Complesso di facies toscana; 5) Estensione della cappa di gas; 6) isoterme in °C. (da Buonasorte et al., 1988)

### 7.1. I POZZI PROFONDI NEL TERRITORIO DI CASTEL GIORGIO

Nella zona oggetto della richiesta nel territorio del Comune di Castel Giorgio, sono stati perforati da Enel negli anni '70 due pozzi profondi: A4 e A14 (vedi Fig. 1b per l'ubicazione). Questi pozzi potrebbero venire riutilizzati nel presente progetto e per questo se ne riassumono le caratteristiche.

Il pozzo A4 è stato perforato alla quota di 530 m s.l.m. ed ha raggiunto la profondità di 834 m. Ha attraversato dall'alto verso il basso (Fig. 35): 170 m di vulcaniti, 55 m di argille e argille sabbiose del Complesso neoautoctono, 511 m dei terreni flyschodi della Formazione di S. Fiora, 98 m di rocce della Serie Toscana (Scaglia e Calcare selcifero). È risultato produttivo con ~ 250 t/h di acqua con T ~140°C. È possibile che abbia incontrato una frattura in profondità.

Il pozzo A14 si trova meno di 2 km a SO da Castel Giorgio. È stato perforato alla quota di 535 m s.l.m. e ha raggiunto la profondità di 2368 m. Ha attraversato dall'alto verso il basso (Fig. 36) 260 m di vulcaniti, 550 m di argille del Complesso neoautoctono, 750 m dei terreni flyschodi della Formazione di S. Fiora; alla profondità di 1560 m è entrato nelle rocce della Serie Toscana e vi è rimasto fino a fondo pozzo, incontrando 95 m di Scaglia (scisti policromi), 325 m di calcare massiccio e 388 m di calcari e marne a Rhaetevicula Contorta del Retico. È risultato produttivo con ~ 250 t/h di acqua con T ~ 136 °C.

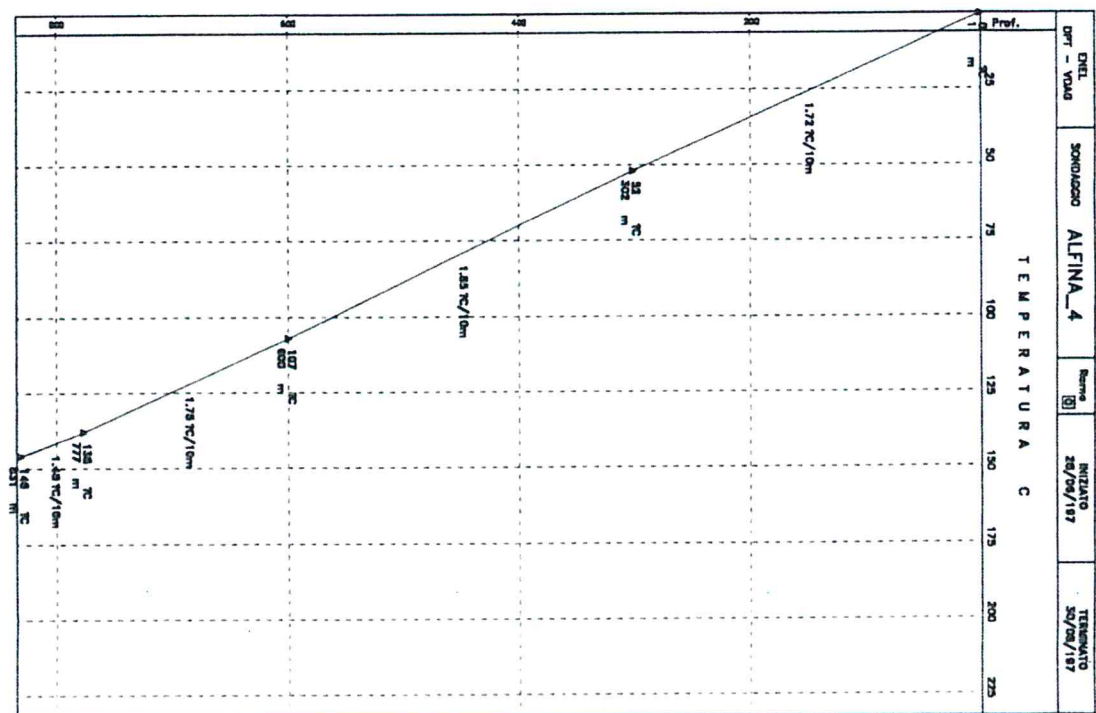
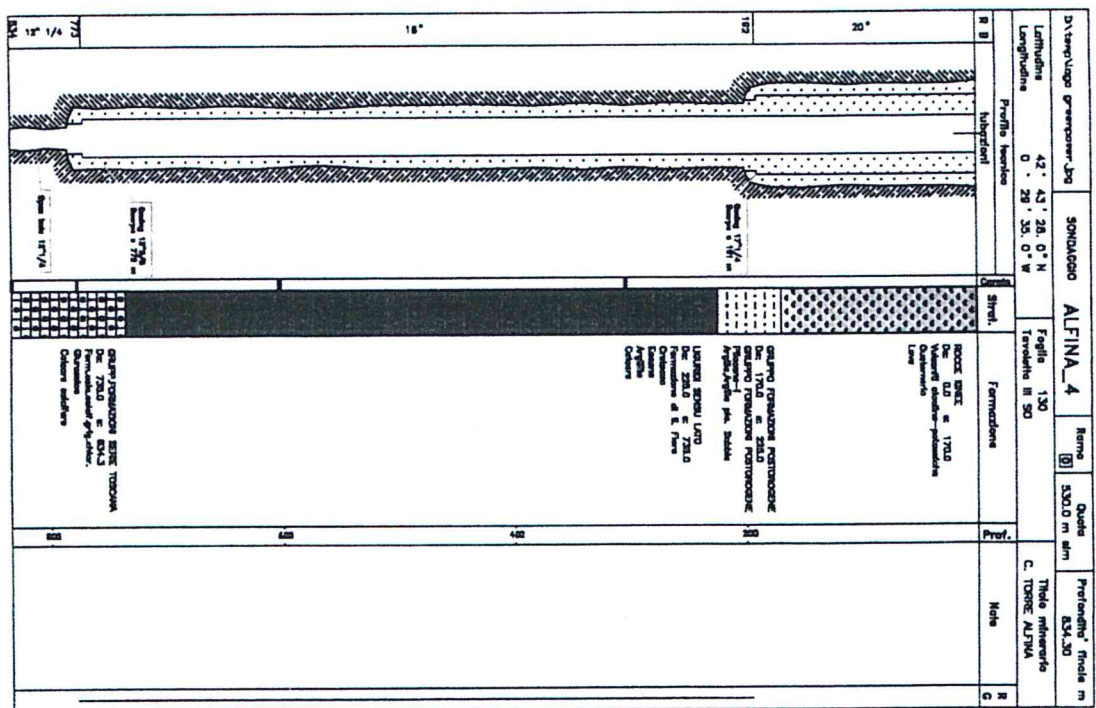


Fig. 35. Profilo tecnico, stratigrafia e temperatura del pozzo A4 (dati Enel forniti da Regione Umbria)



## 8. MODELLO GEOTERMICO DI TORRE ALFINA-CASTEL GIORGIO

L'area di Torre Alfina-Castel Giorgio è caratterizzata da un alto strutturale del serbatoio geotermico ospitato in rocce carbonatiche della Serie Toscana fortemente permeabili per fratturazione. Il tetto del serbatoio si trova a profondità minime di 550-650 m dal piano campagna e si approfondisce sia in direzione SSE verso Castel Giorgio (i pozzi A4 e A14 lo incontrano rispettivamente a 736 m e a 1560 m di profondità) sia in direzione ONO (Figg. 10, 30 e 31). La temperatura al tetto del serbatoio è dell'ordine di 125-150°C e non mostra un incremento sensibile con la profondità, fatto che indica la presenza di un efficace circolazione convettiva. Il livello piezometrico dell'acquifero del serbatoio è a circa 350 m s.l.m. (circa 200 m dal piano campagna). Nella parte alta della struttura, alla sommità del serbatoio, è stata incontrata una cappa di CO<sub>2</sub> al di sopra dell'acquifero geotermico. Il pozzo A13 è stato a lungo utilizzato da Enel per produrre il gas. All'inizio della coltivazione mineraria (maggio 1993) la pressione a boccapozzo era di 48,3 bar. Dopo dieci anni (maggio 2003) erano state estratte un totale di 350.000 tonnellate di gas e la pressione era scesa a circa 39 bar. L'acqua nel serbatoio ha salinità di circa 5.000 ppm e un contenuto di circa il 2% di CO<sub>2</sub> disciolta. Data l'alta concentrazione di ioni calcio (200 ppm) nelle acque del serbatoio, l'erogazione del fluido con rilascio di CO<sub>2</sub> ha determinato, nelle prove eseguite da Enel, incrostazioni di carbonato di calcio nei pozzi e negli impianti.

La copertura impermeabile del campo geotermico è fornita dalle rocce flyschoidi delle unità ligure e austroalpina interna e delle sovrastanti argille neogeniche. La coltre vulcanica superficiale ospita un acquifero freddo superficiale.

Il modello concettuale del campo (da Barelli et al., 1976 e Buonasorte et al., 1988) è schematizzato nella Fig. 37 dove con G sono indicati i pozzi che attingono alla zona gas, e con A i pozzi che attingono alla zona ad acqua. L'erogazione di CO<sub>2</sub> dei pozzi di tipo G provoca un abbassamento della pressione  $p$  del gas (proporzionale al quantitativo estratto). Contemporaneamente nei pozzi di tipo A si ha un abbassamento del livello dell'acqua causato dalla diminuzione della pressione nell'acquifero.

Dato che l'abbassamento di pressione nel gas è maggiore di quello misurato nell'acquifero, l'interfaccia gas-acqua si deve sollevare perché sia rispettato il bilancio idrostatico. Questo innalzamento dell'interfaccia è stato sperimentalmente osservato nei pozzi A1bis e A7 che sono stati invasi dall'acqua durante la prima erogazione.

La Fig. 37 rappresenta la parte più alta del serbatoio. La sua interazione con il resto del serbatoio è rappresentata dai blocchi RG e  $\Delta V = \alpha \Delta l$  dove RG indica una "ricarica" di gas costante nel tempo. Questa è stata introdotta per spiegare la lenta tendenza al ritorno del sistema allo stato iniziale dopo erogazioni di gas e  $\Delta V = \alpha \Delta l$  è stato introdotto per rendere possibile l'innalzamento dell'interfaccia.



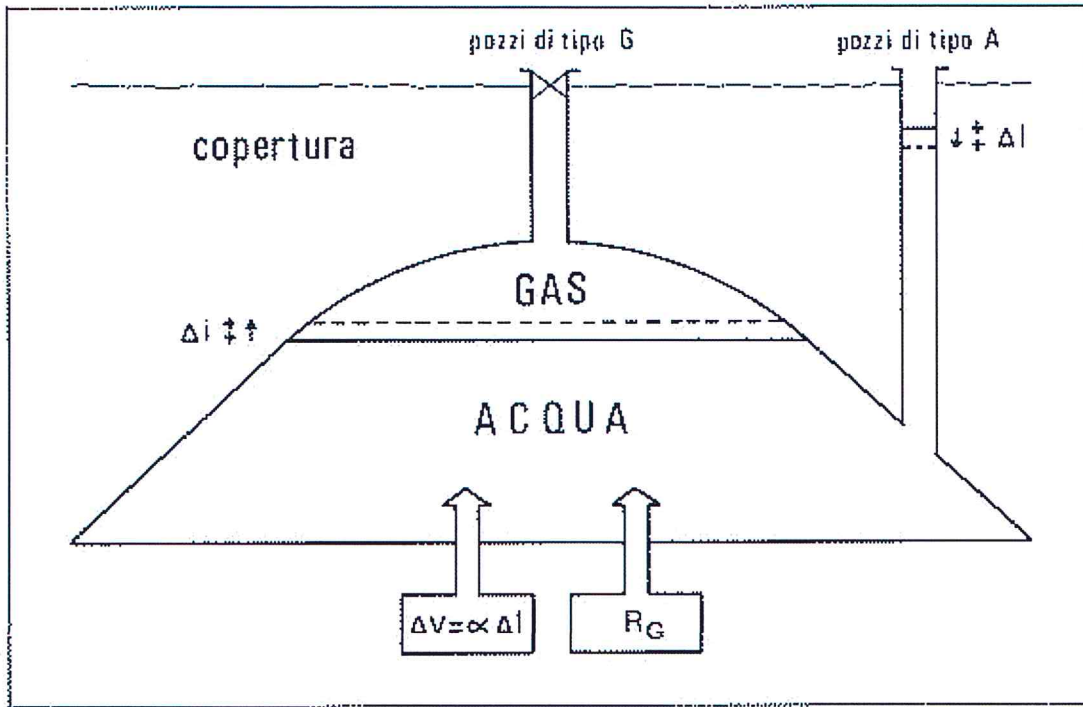


Fig. 37. Modello concettuale del campo geotermico di Torre Alfina-Castel Gogio (da Buonasorte et al., 1988).

**Allegato 1.****Sismicità registrata nell'area di Torre Alfina-Castel Giorgio-Bolsena nel periodo 1983-2004 (da banca dati INGV)**

Tempo Origine (UTC)	Longitudine	Latitudine	profondità	Magnitudo
1983-04-02 19:13:10	11.993	42.833	10	0
1985-03-18 00:19:55	11.838	42.699	4.9	0
1985-05-07 03:06:07	11.931	42.678	16.8	0
1985-05-30 19:09:39	11.953	42.675	10	0
1986-03-07 13:14:29	11.929	42.736	5.0	0
1986-03-07 13:16:02	11.925	42.690	10	0
1986-03-07 13:22:52	11.871	42.711	10.5	0
1986-08-04 05:04:08	11.996	42.680	5.0	0
1987-05-16 09:10:53	12.082	42.641	5.0	0
1989-07-03 01:52:57	11.955	42.677	14.6	1.8
1989-07-03 03:27:30	11.990	42.696	5.0	2.1
1989-07-21 13:22:32	12.014	42.679	10	2.0
1990-08-03 22:36:24	12.013	42.665	5.0	2.0
1990-08-05 09:20:14	12.007	42.645	5.0	1.7
1991-05-29 00:04:21	11.980	42.787	10	0
1991-08-01 13:44:05	11.957	42.700	5.0	2.0
1992-02-07 22:20:02	11.972	42.707	5.0	2.2
1992-02-07 22:56:56	12.026	42.660	5.0	1.9
1992-02-07 22:59:37	12.068	42.725	5.0	1.5
1992-02-07 23:17:52	11.991	42.692	5.0	2.8
1992-02-07 23:31:35	11.958	42.712	5.0	2.1
1992-02-07 23:37:14	11.990	42.686	5.0	2.3
1992-02-07 23:43:58	11.957	42.696	5.0	2.4
1992-02-08 00:33:45	11.956	42.675	5.0	2.4
1992-02-08 00:49:01	12.069	42.772	5.0	1.9
1992-02-08 01:10:08	11.967	42.692	5.0	2.4
1992-02-08 01:19:52	12.011	42.758	5.0	1.5
1992-02-08 02:41:45	12.054	42.715	5.0	1.7
1992-02-08 03:05:23	11.968	42.696	5.0	1.9
1992-02-08 06:50:18	11.975	42.690	5.0	2.2
1992-02-08 10:25:02	12.024	42.686	10.2	2.1
1992-02-08 15:32:48	11.957	42.712	5.0	2.0
1992-02-08 17:29:28	11.991	42.687	5.0	1.7
1992-02-08 17:40:20	11.947	42.706	5.0	2.4
1992-02-08 17:47:02	11.949	42.713	5.0	1.7
1992-02-08 18:59:40	11.942	42.702	5.0	1.5
1992-02-08 22:13:46	12.000	42.684	10	2.0
1992-02-09 03:01:05	11.983	42.780	5.0	1.6
1992-02-09 03:26:03	12.008	42.795	5.0	0
1992-02-09 05:37:01	12.015	42.729	5.0	1.7
1992-02-09 06:09:36	12.069	42.725	5.0	1.6
1992-02-09 07:20:47	12.060	42.673	10.0	1.7
1992-02-09 07:29:32	11.963	42.727	5.0	2.1
1992-02-09 08:04:47	11.961	42.673	5.0	0
1992-02-09 08:12:51	12.026	42.688	5.0	2.1

1992-02-09 20:22:48	11.988	42.685	5.0	2.0
1992-02-09 21:04:16	11.977	42.686	5.0	1.8
1992-02-09 23:30:51	11.997	42.741	5.0	1.8
1992-02-10 01:51:55	11.982	42.728	5.0	1.8
1992-02-10 08:58:00	11.973	42.734	5.0	2.3
1992-02-11 00:54:31	11.984	42.755	5.0	2.0
1992-02-11 02:46:50	12.061	42.794	5.0	1.7
1992-02-11 07:50:02	11.919	42.700	10.0	1.6
1992-02-12 10:03:56	12.046	42.722	5.0	1.5
1993-03-17 13:30:29	11.961	42.697	10.0	0
1993-03-17 14:05:07	11.980	42.643	10.0	1.6
1993-03-17 14:06:43	11.938	42.652	5.0	2.0
1993-03-17 14:19:49	11.905	42.651	5.0	1.5
1993-10-01 11:20:02	12.029	42.674	10.0	1.7
1993-10-11 23:20:33	11.885	42.724	10.0	1.8
1994-02-09 21:44:54	11.941	42.670	5.0	1.6
1994-02-09 21:49:11	12.009	42.704	5.0	2.8
1994-02-09 22:07:55	12.013	42.691	5.0	1.9
1994-02-09 22:20:57	12.011	42.675	5.0	2.9
1994-02-09 22:51:29	12.037	42.691	5.0	1.7
1994-02-09 22:52:42	12.009	42.692	5.0	1.9
1994-02-10 02:44:01	11.956	42.699	5.0	1.7
1994-02-10 03:37:09	12.006	42.684	5.0	1.8
1999-06-17 21:26:40	11.823	42.703	5.0	1.6
1999-08-01 10:58:26	11.894	42.735	5.0	0
2000-02-03 17:40:40	11.836	42.672	10.0	0
2000-07-01 22:25:13	11.987	42.764	5.0	2.3
2000-07-01 22:43:58	11.941	42.714	10.0	0
2000-07-02 03:49:31	12.023	42.744	10.0	0
2001-07-09 01:32:44	11.896	42.742	5.0	0
2004-03-22 20:55:22	11.960	42.854	5.0	0
2004-04-05 21:43:53	11.884	42.862	10.0	1.6
2004-10-17 01:30:58	11.864	42.854	5.0	2.2
2004-10-17 03:06:48	11.847	42.859	5.0	1.8
21/04/2005 09:18:05	11.823	42.674	9.3	2.5
27/05/2005 04:35:46	11.92	42.671	7.2	2.3
06/07/2006 21:47:31	12.064	42.649	3.1	3.2
06/07/2006 21:50:14	12.028	42.651	9.1	1.9
06/07/2006 21:53:02	12.043	42.653	6.5	2.2
06/07/2006 21:55:16	12.049	42.651	5.0	2.7
06/07/2006 22:27:22	12.05	42.657	7.4	2
06/07/2006 23:47:17	12.031	42.668	10.0	1.1
06/07/2006 23:48:35	12.038	42.667	7.6	1.8
07/07/2006 00:02:50	12.028	42.671	11.0	1.7
07/07/2006 00:34:43	12.074	42.658	5.0	1.5
07/07/2006 01:59:20	12.073	42.673	5.0	1.2
07/07/2006 02:09:46	12.085	42.654	3.6	1.5
07/07/2006 04:19:49	12.002	42.695	10.0	1.5

30/08/2006 13:02:21	12.048	42.671	10.0	1.4
17/10/2006 09:20:54	11.866	42.672	7.3	1.8
07/01/2007 23:07:27	11.882	42.678	11.0	1.4
24/04/2007 10:23:08	12.05	42.756	10.0	1.3
24/05/2007 04:02:07	11.9	42.818	7.5	1.8
04/06/2007 09:02:06	12.055	42.718	5.0	1.2
11/06/2007 05:27:19	11.816	42.787	8.8	0.5
02/09/2007 21:16:32	11.914	42.68	9.6	1.2
01/10/2007 20:13:18	11.852	42.801	5.3	1.3
03/10/2007 03:22:33	11.837	42.805	5.6	1.3
17/04/2008 06:14:35	12.023	42.742	3.0	1.2
17/04/2008 06:18:22	12.012	42.738	3.0	1.4
23/04/2008 05:00:30	11.848	42.83	23.1	1.5
02/05/2008 06:48:39	12.007	42.738	3.0	1.2
08/05/2008 05:08:59	11.982	42.737	10.5	1
12/05/2008 04:54:33	11.969	42.787	9.0	1.1
13/05/2008 05:07:20	11.864	42.833	22.6	1.4
14/05/2008 06:37:04	11.839	42.849	21.7	1.3
16/05/2008 04:51:54	11.973	42.741	5.0	1.1
16/05/2008 06:31:49	12.002	42.734	5.0	0.9
22/05/2008 04:59:29	11.957	42.745	5.0	1.1
23/05/2008 04:54:00	11.953	42.771	5.0	1.1
28/05/2008 04:53:31	11.838	42.846	22.3	1.2
03/06/2008 05:08:49	11.969	42.738	0.8	1.1
03/06/2008 12:55:17	11.879	42.817	6.0	1.2
03/06/2008 18:22:19	11.843	42.814	6.9	1.1
03/06/2008 20:49:23	11.872	42.809	6.2	0.8
09/06/2008 07:11:46	11.833	42.824	22.2	1.4
10/06/2008 21:09:01	11.888	42.801	4.3	0.4
11/06/2008 07:20:13	11.989	42.681	5.4	1.3
16/06/2008 05:05:15	11.839	42.835	20.7	1.3
27/06/2008 07:18:29	11.824	42.854	22.3	1.1
02/07/2008 09:55:54	11.97	42.738	10.5	1.3
10/07/2008 06:14:34	11.975	42.735	5.0	1.2
16/07/2008 06:21:19	11.916	42.727	20.0	1.4
18/07/2008 06:32:16	11.842	42.836	21.7	1.3
25/07/2008 06:19:38	11.83	42.835	21.4	1.5
28/07/2008 07:09:43	11.975	42.71	5.0	1.1
29/07/2008 06:32:07	11.958	42.765	5.0	1
31/07/2008 07:27:42	11.94	42.795	10.6	0.8
05/08/2008 06:36:25	11.843	42.806	23.1	0.6
03/09/2008 06:59:55	11.956	42.777	11.1	1.1
16/09/2008 06:14:39	11.824	42.876	21.6	1.4

18/09/2008 05:51:51	11.97	42.74	10.0	0.9
20/09/2008 12:37:23	11.976	42.666	7.8	2.1
20/09/2008 12:42:04	11.95	42.684	17.5	1.2
20/09/2008 12:47:04	11.988	42.671	7.0	1.7
20/09/2008 13:12:27	11.894	42.696	21.7	1
20/09/2008 13:16:47	11.927	42.683	19.0	1.7
20/09/2008 13:20:04	11.898	42.692	21.0	1.2
20/09/2008 13:24:42	11.897	42.69	21.3	1.3
07/10/2008 10:54:16	11.849	42.836	19.8	1.2
08/10/2008 05:55:29	11.842	42.835	17.6	1.4
12/10/2008 17:43:16	11.824	42.705	4.1	2
14/10/2008 19:15:22	11.831	42.726	10.1	0.7
15/10/2008 06:30:19	11.875	42.794	18.4	1.3
17/10/2008 06:28:52	11.834	42.857	17.9	1.1
20/10/2008 19:52:15	11.873	42.677	17.6	0.9
20/10/2008 20:40:00	11.847	42.683	18.1	0.9
27/10/2008 08:40:23	11.963	42.798	10.0	1.2
28/10/2008 05:45:38	11.831	42.85	22.3	1.4
07/11/2008 08:57:21	11.836	42.806	22.0	1.3
23/12/2008 11:55:22	11.927	42.771	19.2	1.1
23/01/2009 06:49:00	11.869	42.823	27.0	1
05/02/2009 13:06:34	11.952	42.728	19.3	1
05/02/2009 13:09:14	12.02	42.711	9.0	1.1
16/02/2009 07:51:25	11.902	42.783	21.5	1
27/02/2009 06:44:49	11.859	42.842	21.5	1.8
04/03/2009 08:46:28	11.862	42.794	20.6	1.6
19/03/2009 08:53:16	11.964	42.743	10.3	1.2
25/03/2009 06:35:07	11.956	42.785	10.0	1.2
01/04/2009 15:35:16	11.877	42.72	21.1	0.6
03/04/2009 04:01:51	11.996	42.697	9.4	1
03/04/2009 07:53:20	12.009	42.724	5.0	1
23/04/2009 05:45:29	11.856	42.814	22.5	1.5
11/05/2009 06:20:45	11.891	42.817	20.7	1.6
19/05/2009 06:35:36	11.872	42.822	20.3	1.7
21/05/2009 07:50:44	11.858	42.813	16.0	1.2
26/05/2009 05:58:42	11.988	42.759	9.5	1.2
14/06/2009 21:48:44	11.951	42.698	5.2	1.3
29/06/2009 06:47:15	11.853	42.832	19.2	1.5
09/07/2009 07:30:43	11.88	42.822	21.7	1.6
16/07/2009 08:42:30	11.918	42.676	15.7	1.3
22/07/2009 06:56:59	11.991	42.725	7.4	1.5
27/07/2009 08:19:09	11.961	42.73	8.9	1.4
01/08/2009 08:41:39	11.998	42.709	10.0	1.4

05/08/2009 07:48:20	11.843	42.803	22.2	1.7
07/08/2009 08:39:30	11.847	42.856	15.0	1.5
27/08/2009 07:08:16	11.833	42.844	21.1	1.7
05/10/2009 07:28:29	11.903	42.771	21.2	1.6
07/10/2009 13:14:55	12.019	42.661	6.8	1.5
20/11/2009 14:05:41	11.927	42.706	10.0	0.3
04/02/2010 15:25:21	11.831	42.677	6.7	1.6
29/03/2010 07:19:54	11.89	42.732	20.2	1.6
09/04/2010 08:14:24	11.912	42.782	18.9	1.5
21/04/2010 07:53:23	11.879	42.842	22.5	1.4
08/05/2010 00:08:17	11.838	42.819	8.2	1.1
08/05/2010 00:22:28	11.858	42.812	8.2	1.1
08/05/2010 09:18:20	11.843	42.813	7.4	0.9
08/05/2010 09:26:01	11.839	42.822	8.4	1
17/05/2010 07:48:38	11.829	42.84	22.1	1.2
26/05/2010 06:52:09	11.839	42.836	20.4	1.3
28/05/2010 06:25:30	11.831	42.84	21.8	1.4
28/05/2010 18:06:03	11.869	42.736	19.2	1.1
05/06/2010 18:03:24	11.814	42.75	7.3	0.7
05/06/2010 23:50:23	11.891	42.699	18.9	1.2
05/06/2010 23:56:21	11.899	42.693	18.7	1
06/06/2010 00:15:47	11.894	42.694	18.1	1
06/06/2010 00:20:50	11.941	42.695	7.4	1.5
06/06/2010 05:07:21	11.909	42.695	19	1.2
14/06/2010 06:15:47	12.024	42.789	25.8	1.4
14/06/2010 18:01:42	11.92	42.691	9.7	1.6
14/06/2010 19:02:58	11.974	42.681	10.0	1.6
15/06/2010 06:16:11	11.93	42.691	15.9	1.5
22/06/2010 13:37:57	11.98	42.676	6.2	1.3
25/06/2010 01:42:04	11.967	42.686	10.0	0.7
01/07/2010 06:09:43	11.831	42.849	22.1	1.5
08/07/2010 05:59:19	11.921	42.769	19.2	1.5
21/07/2010 06:10:51	12.017	42.674	5.0	1.8
21/07/2010 07:54:41	11.994	42.709	5.0	1.3
22/07/2010 07:57:12	11.961	42.745	12.8	1.2
01/08/2010 22:24:52	11.957	42.69	10.1	1.1
27/08/2010 06:42:41	11.9	42.789	17.9	1.4
08/09/2010 06:39:04	11.973	42.711	10.7	1.4
25/11/2010 06:27:17	11.853	42.763	10.6	1.2
25/11/2010 07:29:39	11.83	42.708	4.4	2.2
25/11/2010 07:36:05	11.872	42.757	9.0	1.7
25/11/2010 07:41:00	11.874	42.765	5.4	1.9
25/11/2010 07:56:20	11.86	42.748	5.9	2

25/11/2010 08:03:18	11.847	42.767	6.3	1.9
25/11/2010 08:04:46	11.865	42.755	7.8	1.9
25/11/2010 08:12:14	11.863	42.74	10.0	2.1
25/11/2010 08:17:45	11.875	42.751	2.1	0.9
25/11/2010 08:22:28	11.847	42.759	8.9	1.3
25/11/2010 08:56:50	11.903	42.754	6.3	1.6
25/11/2010 09:01:47	11.854	42.757	9.7	1.6
25/11/2010 09:03:51	11.875	42.764	7.1	1.5
25/11/2010 09:56:22	11.86	42.76	5.0	1.9
25/11/2010 10:09:18	11.901	42.756	0.9	0.9
25/11/2010 10:44:21	11.863	42.752	10.0	1.6
25/11/2010 14:38:40	11.868	42.758	8.3	1.8
25/11/2010 14:47:03	11.863	42.763	6.7	1.9
25/11/2010 16:34:22	11.866	42.76	10.4	1.5
19/01/2011 00:50:20	11.907	42.712	10.0	1
19/01/2011 01:03:07	11.913	42.696	10.0	0.8
19/02/2011 01:20:30	11.822	42.711	8.9	2.1
19/02/2011 08:00:33	11.821	42.719	9.7	1.3
02/03/2011 07:50:47	11.957	42.678	8.7	1.8
02/03/2011 08:19:19	11.936	42.687	10.4	1.7
12/04/2011 06:45:17	11.886	42.813	23.1	1.5
06/06/2011 08:42:49	11.863	42.709	10.0	1.1

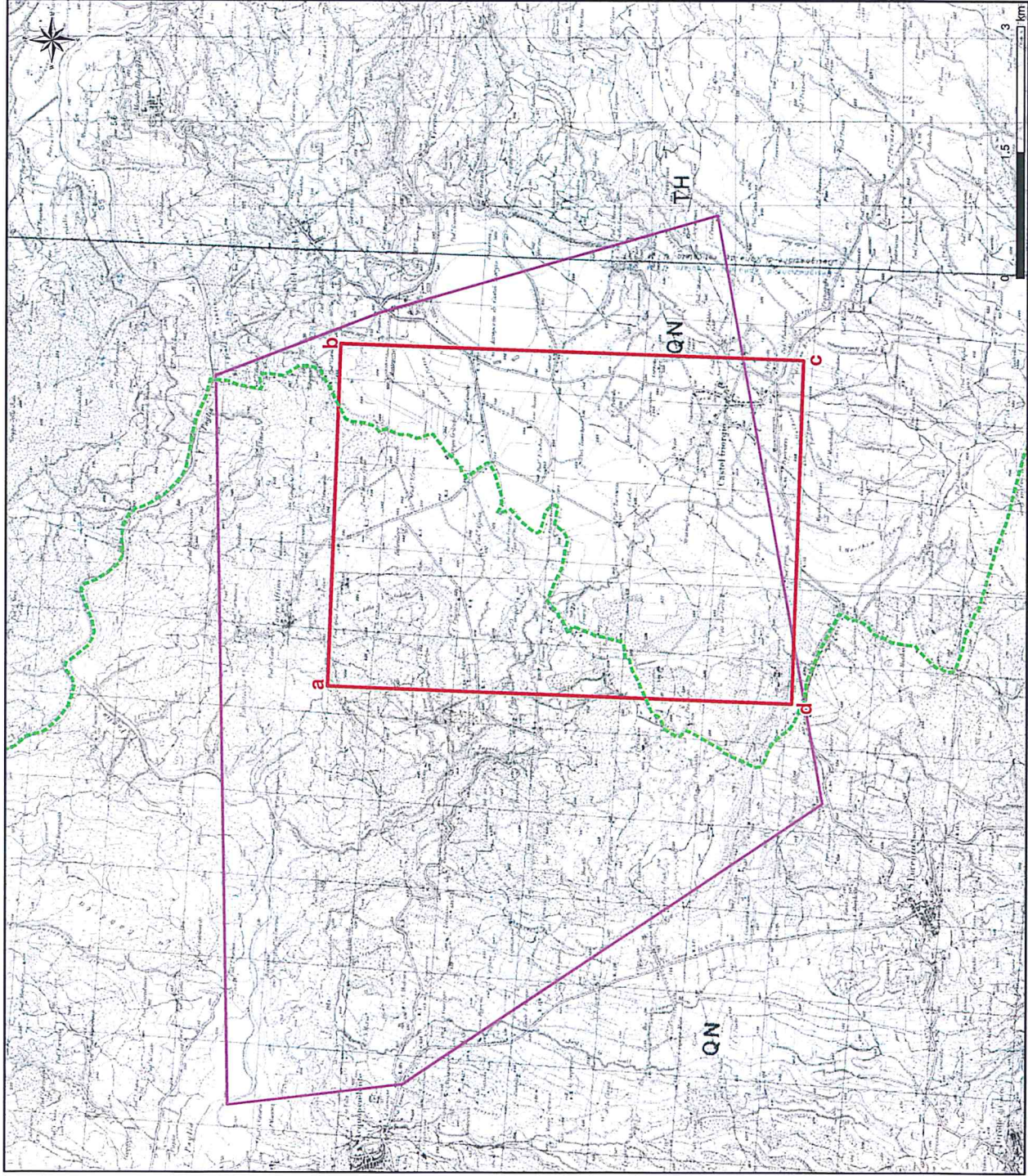
## Riferimenti Bibliografici

- ALBERTI A., BERTINI M., DEL BONO G.L., NAPPI G. & SALVATI L. (1970) – *Note illustrative della carta geologica d'Italia, F.136 "Tuscania". Serv. Geol. It.*
- AVRAHAMI M. & GOLDING R.M. (1968) – *The Oxidation of the Sulphide Ion at Very Low Concentrations in Aqueous Solutions.* Journal Chemical Society (A),647.
- BALDI P., DECANDIA F.A., LAZZAROTTO A. & CALAMAI A. (1974) – *Studio geologico del substrato della copertura vulcanica laziale nella zona dei laghi di Bolsena, Vico e Bracciano.* Mem.Soc.Geol.It., 13, 575-606.
- BARBERI F., INNOCENTI F., LANDI P., ROSSI U., SAITTA M., SANTACROCE R. & VILLA I.M. (1984) – *The evolution of Latera caldera (central Italy) in the light of subsurface data.* Bull. Volc., 47(1), 125-141.
- BARBERI F., BUONASORTE G., CIONI R., FIORDALISI A., FORESI L., IACCARINO S., LAURENZI M. A., SBRANA A., VERNIA L. & VILLA I.M., (1994) - *Plio-Pleistocene geological evolution of the geothermal area of Tuscany and Latium.* Mem. Descr. Carta Geol. It., 49, 77-134.
- BARBERI F., CARAPEZZA M. L., RANALDI M., RICCI T., TARCHINI L. (2010) - *Carbon Dioxide Diffuse Soil Degassing: A Precious Tool For Identifying Productive Geothermal Reservoirs.* COV6 (Cities on Volcanoes 6) , Puerto de la Cruz, Tenerife (Canary Island, Spain), from May 31 to June 4, 2010.
- BARRELLI A., CELATI R. & MANETTI G. (1976) – *Gas water interface rise during early exploration tests in Alfina geothermal field (Northern Latium, Italy).* Simp.Ital. sobre En. Geot. En America Latina, Guatemala.
- BATINI F., CAMELI G.M., CARABELLI E. & FIORELLI A. (1980) – *Seismic Monitoring in Italian Geothermal Areas : Il Seismic Activity in the Geothermal Fields During Exploration.* Second DOE-Enel Workshop for cooperative research in Geothermal Energy, Berkeley (California).
- BENCINI A., DUCHI V. & MARTINI N. (1977)- *Geochemistry of thermal springs of Tuscany.* Chemical Geology, 19 229-252.
- BOCCALETTI M. & SAGRI M. (1965) – *Strutture caotiche dell'Appennino. 1) Età, assetto e giacitura del complesso argilloso-calcareo affiorante nella parte occidentale del F° 129 "S.Fiora".* Boll.Soc.Geol.It., 83 (4), 1964, 461-523.
- BOCCALETTI M., COLI M., DECANDIA F.A., GIANNINI E. & LAZZAROTTO A. (1981) – *Evoluzione dell'Appennino Settentrionale secondo un nuovo modello strutturale.* Mem. Soc. Geol. It., 21, 1980, 359-373.
- Bodvarsson (1972) - *Thermal Problems in the siting of reinjection Wells.* Geothermics Vol1 N°2
- BURGASSI P.D., CERON., FERRARA G.C., SESTINI G. & TORO B. (1970) – *Geothermal gradient and heat flow in the radicefani region (East of Mt. Amiata, Italy).* Geothermics, special issue 2, Pisa.
- BUONASORTE G., CATALDI R., CECCARELLI A., COSTANTINI A., D'OFFIZZI S., LAZZAROTTO A., RIDOLFI A., BALDI P., BARELLI A., BERTINI G., BERTRAMI R., CALAMAI A., CAMELI G., CORSI R., DACQUINO C., FIORELLI A., GHEZZO A. & LOVARI F., (1988) – *Ricerca ed esplorazione nell'area geotermica di Torre Alfina (Lazio Umbria).* Boll. Soc. Geol. It. 107, 265-337.
- BUONASORTE G., ENRICO P. & ADOLFO F. (1991) – *The Alfina 15 well: deep geological data from northern Latium (Torre Alfina geothermal area).* Bll. Soc. Geol. It., 110, 823-831.
- CALAMAI A., CATALDI R., SQUARCI P. & TAFFI L. (1970) – *Geology, Geophysics an Hydrogeology of the Monte Amiata geothermal fields.* Geothermics, special issue 1, Pisa.
- CAMELI ET AL., 1988, *Carta Geofisica di sintesi in Buonasorte et al., (1988).*
- CARAPEZZA M.L., De Simone G., Gattuso A., Ranaldi M., Ricci T., Tarchini L., (2011) - *Studio del flusso diffuso di CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>S nell'area geotermica di Torre Alfina-Castel Giorgio (Lazio e Umbria).* Rapporto finale della Convenzione di ricerca tra ITW-Geotermia Italia e INGV.
- CATALDI R. & RENDINA M., (1973) - *Recent Discovery of a New Geotlmmrai Field in Italy: Aiflna.* Geothermics, Vol, 2 n°2-4, 106-116.
- CHIODINI G., BALDINI A., BARBERI F., CARAPEZZA M. L., CARDELLINI C., FRONDINI F., GRANIERI D., AND RANALDI M., (2007) - *Carbon dioxide degassing at Latera caldera (Italy): Evidence of*



- geothermal reservoir and evaluation of its potential Energy*. Journal of Geophysical research, VOL. 112, B12204, doi:10.1029/2006JB004896
- CORSI R., (1986) – *Scaling and Corrosion in geothermal equipment: problems and preventive measurements*. Geothermics, 15/5.
  - CORSI R. (1987) – *Engineering aspect of CaCO<sub>3</sub> and SiO<sub>2</sub> scaling*. NATO course on “Geothermal Reservoir Engineering”, Antalya, Turkey, July. 1987.
  - CORSI R., CULIVICCHI G., SABATELLI F. (1985) – *Laboratory and field testing of calcium carbonate scale inhibitors*. Symposium on Geothermal Energy, Haway, August 1985.
  - COSTANTINI A., LAZZAROTTO A. & MICHELUCCHINI M. (1978)- *Le formazioni liguri nell’area a sud del Monte Cetona (Toscana Meridionale)*. Atti Soc. Tosc. Sc.Nat., ser. A, 84, 25-60. Carta Geol.
  - DALLAN NARDI L., PIERETTI & RENDINA M. (1979) – *Stratigrafia dei terreni perforati dai sondaggi ENEL nell’area geotermica di Torre Alfina*. Boll.Soc. Geol. It., 96, 1977, 403-422.
  - DECANDIA F.A., GIANNINI E. & LAZZAROTTO A. (1981)- *Evoluzione paleogeografica del margine appenninico nella Toscana a Sud dell’Arno*. Mem. Soc. Geol. It., 21, 1980, 375-383.
  - FANCELLI R. & NUTI S. (1975) – *Studio sulle acque termali e minerali della parte orientale della provincia di Siena*. Boll. Soc. Geol. It., 94, 135-155.
  - FERRARA G. & STEFANI G. (1976) – *CO<sub>2</sub> distribution in the atmosphere and Noise Survey after blow-out in Alfina 1 Well, Northern Latium, Italy*. Simposio International Sobre Energia geotermica en America Latina – Città del Guatemala, 16-23 Ottobre, 803-821.
  - GIAQUINTO S., MARCHETTI G. & MATTIOLI B. (1982) – *Caratteri idrogeologici del bacino del F. Paglia ( Umbria – Toscana)*. In: *Bacino del F. Paglia ( Umbria – Toscana)*. Studi strutturali idrogeologici e geochemici. CNR P.F.E., Sottoprogetto Energia geotermica. RF-16.
  - HOLM P.M. & LOU S. (1982) – *Mineral chemistry of perpotassic lavas of the Vulsinian Distric, Roman province*. Mineral Mag., 47.
  - HOLM P.M., LOU S. & NIELSEN A. (1982) – *The geochemistry and petrogenesis of the lavas of the Vulsinian district, Roman Province, Central Italy*. Contrib. Mineral. Petrol. 89, 367-378.
  - PACES T. (1975) – *A systematic deviation from Na-K-Ca geothermometer below 75°C and above 10<sup>4</sup> atm P<sub>CO2</sub>*. Geochimica et Cosmochimica Acta, 39, 541-544.
  - PANICHI C., D’AMORE F., FANCELLI R., NOTO P. & NUTI S. (1977) – *Geochemical Survey of the Siena Province. Interpretation*. Seminar on Geothermal Energy, Bruxel EUR 5920, 2, 481-503.
  - PASSERI L. & PIALLI G. (1973) – *L’ambiente di sedimentazione dei calcari a Rhaetavicula contorta dell’Umbria occidentale e del Monte Cetona*. Geologica Romana, 12, 177-203.
  - PASSERINI P. (1965) – *Il Monte Cetona (Provincia di Siena)*. Boll. Soc. Geol. It. 83 (4), 1961, 219-338.
  - VAREKAMP J. C. (1979) – *Geology and Petrology of the Vulsini Volcanic Area (Lazio, Italy)*. Geol. Ultreetina, n° 22, 1-384.
  - VAREKAMP J. C. (1980) – *The geology of the Vulsinian area. Lazio, Italy*. Bull. Volcanol., 43, 487-503.

Figura 1a Perimetrazione Permesso di Ricerca di Ricerche Geotermiche Finalizzato alla Sperimentazione di Impianti Pilota (Scala 1:50.000)



**LEGENDA**

- Ex Concessione "Torre Allina"
- Permesso di Ricerca
- Confine Regionale

Coordinate Vertici (Monte Mario – Roma)		
ID	Longitudine (W)	Latitudine (N)
a	0°31'00"	42°45'00"
b	0°28'00"	42°45'00"
c	0°28'00"	42°42'00"
d	0°31'00"	42°42'00"