

ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

Dipartimento Provinciale di Grosseto

58100 GROSSETO via Fiume,35

Tel. 0564/422411

Fax 0564/422460

Attività di monitoraggio della qualità dell'aria, effettuata tramite Laboratorio mobile, relativa alle immissioni derivanti dagli impianti per la produzione di energia dai fluidi geotermici.

Territorio provinciale di Grosseto.

Comuni di S.Fiora e Montieri.

Anno 2005

(Tecnico Protezione Ambientale – Marco Pierazza)



Laboratorio mobile

Il Laboratorio mobile per la rilevazione della qualità dell'aria è di proprietà della Provincia di Grosseto e viene gestito dal Dipartimento ARPAT di Grosseto.

Nell'anno 2005 il mezzo è stato impegnato, secondo un programma concordato fra Provincia e ARPAT, in alcune campagne di misurazione, tra le quali quella sul monitoraggio in aree geotermiche nelle stazioni di Travale (Montieri) e Bagnore (S.Fiora), (il comune di Arcidosso non è stato in grado di fornire una postazione idonea).

Di seguito ne vengono esposti gli esiti.

Dotazione strumentale del laboratorio mobile

- n° 1 analizzatore per monossido di carbonio API mod. 300
- n° 1 analizzatore per biossido di zolfo API mod. 100
- n° 1 analizzatore per ossidi di azoto di cui API mod. 200A
- n° 1 analizzatore per idrogeno solforato API mod. 100A
- n° 1 centralina di comando della TECORA mod. Sentinel
- n°3 rampe per campionamenti sequenziali ad 8 ingressi della TECORA
- n°3 teste di campionamento della TECORA mod. Bravo

Il mezzo mobile è quindi in grado di monitorare i seguenti inquinanti:

Benzene, Toluene, Xileni	(BTX)
Polveri totali sospese	(PTS)
Metalli nelle polveri	(piombo, cadmio, arsenico, mercurio, etc...)
Biossido di zolfo	(SO ₂)
Ossidi di azoto	(NO _x)
Idrogeno solforato	(H ₂ S)
Monossido di carbonio	(CO)

Monitoraggio in aree geotermiche

Il monitoraggio è stato realizzato per valutare le ricadute in ambiente di inquinanti connessi allo sfruttamento dei fluidi geotermici nei Comuni Amiatini e del comprensorio delle Colline Metallifere interessati dall'attività geotermica.

Le stazioni di rilevamento utilizzate sono state quelle localizzate nei comuni di S. Fiora (Bagnore) e Montieri (Travale). Il monitoraggio costituisce la prosecuzione dell'attività di controllo avviata dall'anno 2000 nell'area del Monte Amiata versante grossetano e, più recentemente, nel comune di Montieri.

I parametri indagati sono acido solfidrico (H₂S), mercurio (Hg) e Arsenico (As) nelle polveri.

I dati sono espressi in µg/m³ (10⁻⁶ g/m³) per l'H₂S, ed in ng/m³ (10⁻⁹ g/m³) per Hg e As.

Nella normativa italiana sulla qualità dell'aria non esistono limiti di riferimento per l'acido solfidrico, mercurio e arsenico, in quanto inquinanti che normalmente non sono presenti in atmosfera se non collegati a fenomeni vulcanici, termali e, appunto, geotermici.

Pertanto come valori di riferimento in aria sono stati utilizzati quelli riportati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (O.M.S.) e qui sotto riportati :

Acido solfidrico: 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media su 30 minuti per l'inquinamento olfattivo.
150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media giornaliera per prevenire l'irritazione degli occhi.

La concentrazione media oraria di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sembra invece essere in grado di proteggere in maniera sufficiente la vegetazione più sensibile (*E. Bacci- Energia Geotermica- ARPAT 1998*).

Mercurio: 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale per la tutela sanitaria alle esposizioni a lungo termine negli ambienti di vita;

Per questi elementi l'assunzione di tali valori è stata argomentata nel rapporto ARPAT 2000-2002, a cui si rimanda per consultare in dettaglio quanto indicato dall'OMS <http://www.who.dk/document/e71922.pdf> e dalla guida "Air quality guidelines for Europe ; second edition" (WHO regional publications. European series ; No. 91- Copenhagen) del 2000.

1. Esiti delle misure

Bagnore: H₂S - indagini 2005

In località Bagnore (S. Fiora) è stata individuata una stazione di misura in via Prati (*vedi foto 1*), nelle vicinanze della centrale geotermica ENEL "Bagnore 3" (*foto 1 e 2*). Le misurazioni sono avvenute nel periodo 1 gennaio – 7 febbraio e 6 – 17 agosto 2005.

Foto 1



Il monitoraggio ha permesso di rilevare che:

1. le massime medie giornaliere sono risultate molto inferiori ai valori di riferimento indicati dall'OMS per la tutela sanitaria alle esposizioni a lungo termine negli ambienti di vita di 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e a quello di protezione della vegetazione pari a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

2. anche le massime medie orarie presentano valori molto distanti da $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrando un valore massimo medio orario del periodo monitorato pari a $38,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (alle ore 03.00 del 02 gennaio);
3. i superamenti della soglia olfattiva di $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sono stati registrati dai valori medi giornalieri, soltanto una volta (01 gennaio), mentre i valori medi orari hanno superato la soglia olfattiva per il 4,6% del tempo di rilevazione;

Pur nella limitatezza dell'indagine, si può affermare che :

- a) ai livelli di concentrazione atmosferica di acido solfidrico è associabile un fenomeno d'inquinamento "olfattivo". I risultati delle misure dimostrano che l'inquinamento olfattivo, tenuto anche conto del basso valore della soglia olfattiva di tale inquinante, è un fenomeno che assume particolare rilievo per quanto attiene gli aspetti legati alla qualità della vita (disturbi sensoriali). A tale fenomeno concorrono sia le sorgenti naturali, sia l'attività di coltivazione dei fluidi geotermici, che ha contribuito ad innalzare sensibilmente i livelli del fondo naturale;
- b) il fenomeno olfattivo a Bagnore risulta comunque più contenuto in confronto con le altre postazioni monitorate in anni recenti;
- c) i risultati confermano che l'attività di coltivazione dei fluidi geotermici costituisce un determinante in grado di indurre modificazioni dello stato di qualità dell'aria.

I grafici 1 e 2 riportano le concentrazioni medie orarie di H_2S misurate nei due periodi di campionamento effettuati nell'anno 2005; nelle Tabelle 1 e 2 vengono invece mostrati tutte le elaborazioni dei dati misurati nell'anno 2005

Grafico 1

H₂S dal 01 gennaio al 07 febbraio 2005
medie orarie

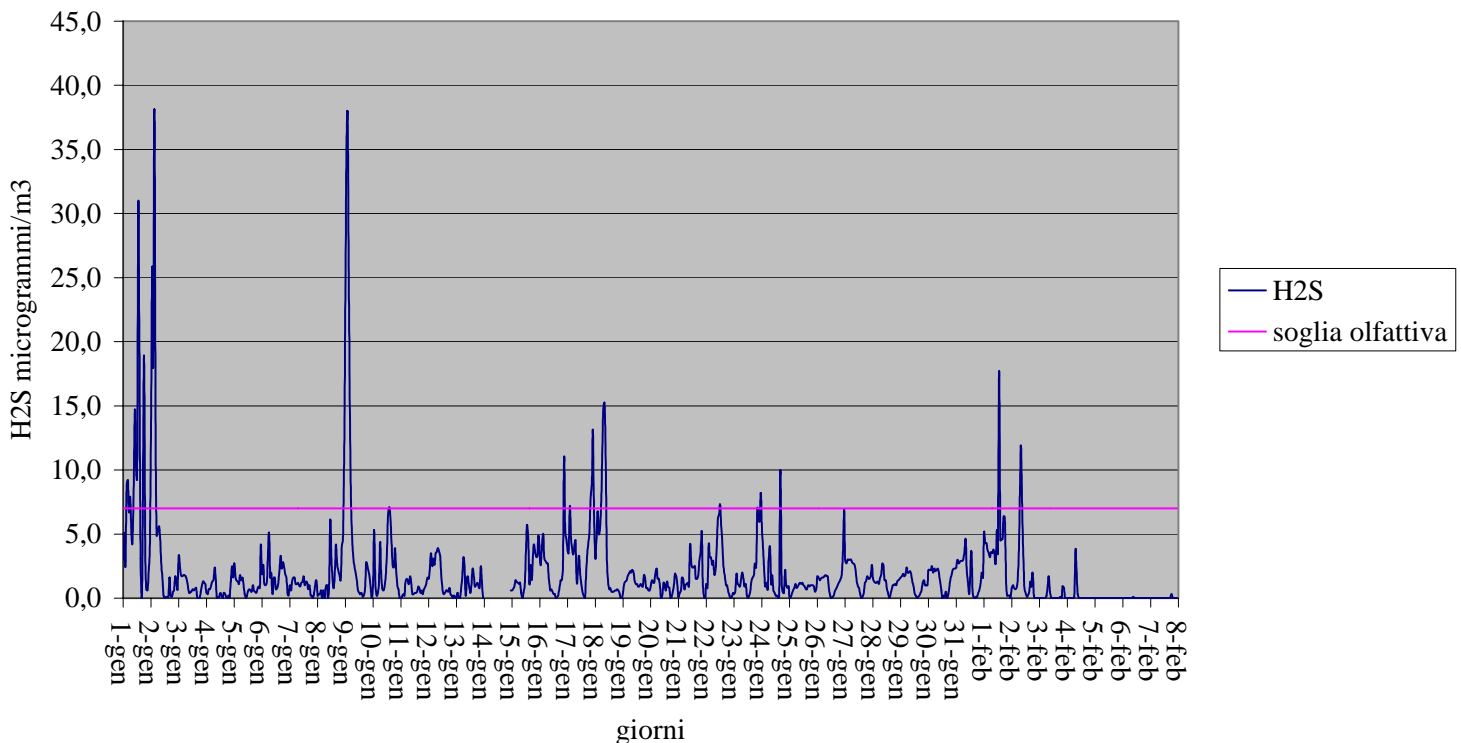


Grafico 2

Bagnore H₂S dal 06/08 al 17/08/2005
medie orarie

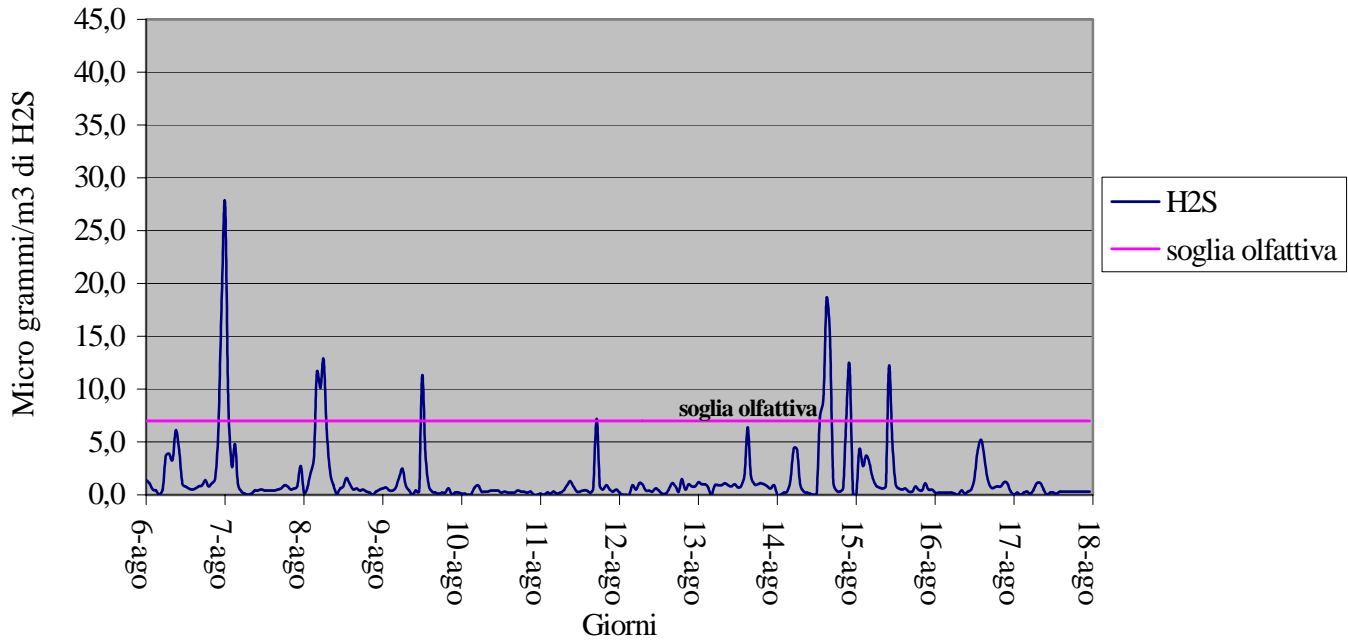
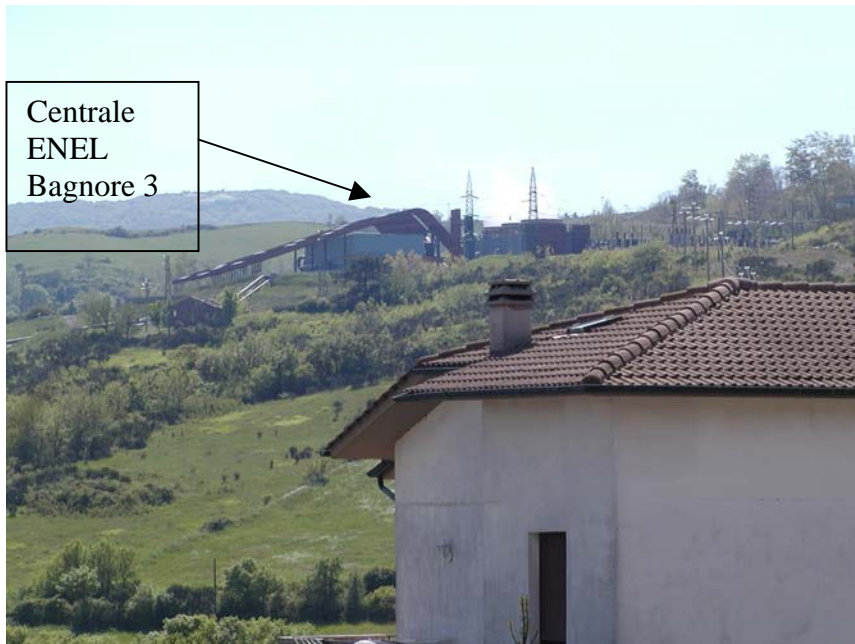
**Foto 2**

Tabella 1

Monitoraggio immissioni da attività geotermica loc. Bagnore comune di S.Fiora

postazione di rilevamento	via Prati
monitoraggio effettuato dal	01/01 al 07/02/2005
e dal	06/08 al 17/08/2005
Inquinante	acido solfidrico
unità di misura	micro grammo / metro cubo

Dati relativi all'anno 2005

H2S

Stazione	N° dati	Mediana	90° pc	95° pc	98° pc	Media	S	N° val.	% val.	Max media	Max media	Medie
								med or	med or	oraria	giornaliera	giornaliere
								>7µg/mc	>7µg/mc	H2S µg/mc	H2S µg/mc	>7 µg/mc
Bagnore (S.Fiora)	1173	0,9	4,3	6,6	12,1	1,9	3,5	54	4,6	38,1	7,7	1

Valore convenzionale soglia olfattiva : 7µg/m³

Legenda:

N. dati	Numero delle medie orarie o giornaliere validate
Media	Valore medio delle concentrazioni medie giornaliere validate
S	Deviazione standard
µg/m ³	Micro grammi per metro cubo
Mediana	Valore del dato centrale delle concentrazioni espresse in ordine crescente
90° pc	Allineati i dati in ordine crescente, il 90°percentile è il valore del dato che occupa la posizione corrispondente al 90% di tutti i dati
95° pc	Allineati i dati in ordine crescente, il 95°percentile è il valore del dato che occupa la posizione corrispondente al 95% di tutti i dati
98° pc	Allineati i dati in ordine crescente, il 98°percentile è il valore del dato che occupa la posizione corrispondente al 98% di tutti i dati
N° val med or >7	Numero delle medie orarie superiori alla soglia olfattiva
% med or >7µg/m ³	Percentuale delle medie orarie superiori alla soglia olfattiva sui dati validati

Tabella 2

**Monitoraggio immissioni da attività geotermica
loc. Bagnore comune di S.Fiora**

postazione di rilevamento
monitoraggio effettuato dal
e dal

Inquinante
unità di misura

via Prati
01/01 al 07/02/2005
06/08 al 17/08/2005
acido solfidrico
micro grammo / metro cubo

data	Max media oraria giornaliera H ₂ S µg/m ³	Media giornaliera H ₂ S µg/ m ³	data	Max media oraria giornaliera H ₂ S µg/ m ³	Media giornaliera H ₂ S µg/ m ³
01-gen-05	30,7	7,7	01-feb-05	17,7	4,0
02-gen-05	38,1	5,7	02-feb-05	11,9	1,9
03-gen-05	3,3	1,1	03-feb-05	1,7	0,2
04-gen-05	2,5	0,7	04-feb-05	3,8	0,3
05-gen-05	4,2	1,1	05-feb-05	0,0	0,0
06-gen-05	5,1	1,8	06-feb-05	0,1	0,0
07-gen-05	1,7	1,0	07-feb-05	0,3	0,0
08-gen-05	11,1	2,1	06-ago-05	19,0	2,5
09-gen-05	37,7	7,0	07-ago-05	27,6	2,3
10-gen-05	7,1	2,5	08-ago-05	12,8	2,4
11-gen-05	1,7	0,7	09-ago-05	11,3	1,1
12-gen-05	3,9	1,8	10-ago-05	0,9	0,3
13-gen-05	3,2	1,1	11-ago-05	7,2	0,7
14-gen-05	nv	nv	12-ago-05	1,5	0,6
15-gen-05	5,7	2,0	13-ago-05	6,4	1,2
16-gen-05	11,0	2,4	14-ago-05	18,6	3,5
17-gen-05	13,1	3,9	15-ago-05	12,2	1,8
18-gen-05	15,2	4,2	16-ago-05	5,2	1,0
19-gen-05	2,2	1,3	17-ago-05	1,1	0,3
20-gen-05	2,3	1,0			
21-gen-05	5,2	1,7			
22-gen-05	7,3	2,6			
23-gen-05	8,2	2,1			
24-gen-05	10,0	1,8			
25-gen-05	1,2	0,8			
26-gen-05	6,9	1,5			
27-gen-05	3,0	1,8			
28-gen-05	2,7	1,2			
29-gen-05	2,4	1,2			
30-gen-05	2,5	1,5			
31-gen-05	4,6	1,8			

Bagnore: Arsenico e mercurio nelle polveri – indagine 2005

Pur nella premessa che la limitatezza del numero di dati disponibili rispetto a quanto necessario per una mediazione annuale e considerato che i dati sono stati rilevati sul particolato, i valori di mercurio riscontrati sono tutti inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale, quindi al di sotto della concentrazione limite di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prevista in atmosfera dall'OMS per la tutela sanitaria alle esposizioni a lungo termine negli ambienti di vita;

L'arsenico si mantiene anch'esso sempre inferiore ai limiti di rilevabilità strumentale e quindi al di sotto dei limiti indicati per questo metallo in bibliografia per le aree remote ($9 \text{ ng}/\text{m}^3$) (vedi Tabella 3).

Tabella 3

**Monitoraggio immissioni da attività geotermica
loc. Bagnore comune di S.Fiora**

**postazione di rilevamento
monitoraggio effettuato dal
e dal
Inquinanti
unità di misura As-Hg**

via Prati
10/01 al 16/01/2005
03/08 al 09/08/2005
Mercurio e Arsenico nelle polveri
nano grammo / metro cubo

data	Nm3 aspirati	Polv. $\mu\text{g}/\text{mc}$	As ng/mc	Hg ng/mc
10-gen-05	21,18	15,11	< 1,00	< 0,10
11-gen-05	20,59	11,66	< 1,00	< 0,10
12-gen-05	20,85	10,07	< 1,00	< 0,10
13-gen-05	20,22	8,90	< 1,00	< 0,10
14-gen-05	20,43	12,73	< 1,00	< 0,10
15-gen-05	20,01	19,99	< 1,00	< 0,10
16-gen-05	20,89	14,36	< 1,00	< 0,10
03-ago-05	20,91	35,87	< 1,00	< 0,10
04-ago-05	21,00	23,33	< 1,00	< 0,10
05-ago-05	20,99	20,49	< 1,00	< 0,10
06-ago-05	20,59	19,91	< 1,00	< 0,10
07-ago-05	21,21	19,80	< 1,00	< 0,10
08-ago-05	20,98	14,78	< 1,00	< 0,10
09-ago-05	19,81	22,72	< 1,00	< 0,10

Travale: H₂S – indagine 2005

In località Travale, nel comune di Montieri, è stata individuata una postazione presso i giardini pubblici (vedi foto 3). Tale postazione è posizionata a circa 2,5 Km in linea d'aria dalle centrali ENEL di Travale 3 e Travale 4 poste a nord-nord est rispetto ad essa. Le misurazioni sono avvenute nel periodo 21 aprile – 26 maggio 2005.



Foto 3

Il monitoraggio ha permesso di rilevare che:

1. le massime medie giornaliere sono risultate molto inferiori al valore di tutela sanitaria di $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e, invece, talvolta prossime a quello di protezione della vegetazione pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
2. al contrario, le massime medie orarie presentano valori anche superiori a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrando un valore massimo medio orario nel periodo monitorato pari a $178,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (alle ore 10.00 del 28 aprile);
3. superamenti della soglia olfattiva di $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sono stati registrati dai valori medi giornalieri per poco meno della metà dei giorni di rilevamento, mentre i valori medi orari hanno superato la soglia olfattiva per circa il 27,7 % del tempo di rilevazione;
4. il fenomeno olfattivo a Travale risulta più frequente in confronto con le altre postazioni monitorate in anni recenti;

Da quanto sopra riportato, pur nella limitatezza della campagna d'indagine, si può osservare che le emissioni di acido solfidrico determinano frequenti episodi di molestie di tipo olfattivo nel centro abitato di Travale. Come precedentemente ricordato, l'inquinamento olfattivo è un fenomeno che assume particolare rilievo per quanto attiene gli aspetti legati alla qualità della vita (*disturbi sensoriali*).

I grafici 3 e 4 riportano rispettivamente le concentrazioni medie orarie e quelle giornaliere di H₂S misurate nel periodo di campionamento; le Tabelle 4 e 5 vengono invece mostrati tutte le elaborazioni dei dati.

Grafico 3 – medie orarie di H₂S nel periodo monitorato

H₂S dal 21 aprile al 26 maggio 2005
medie orarie

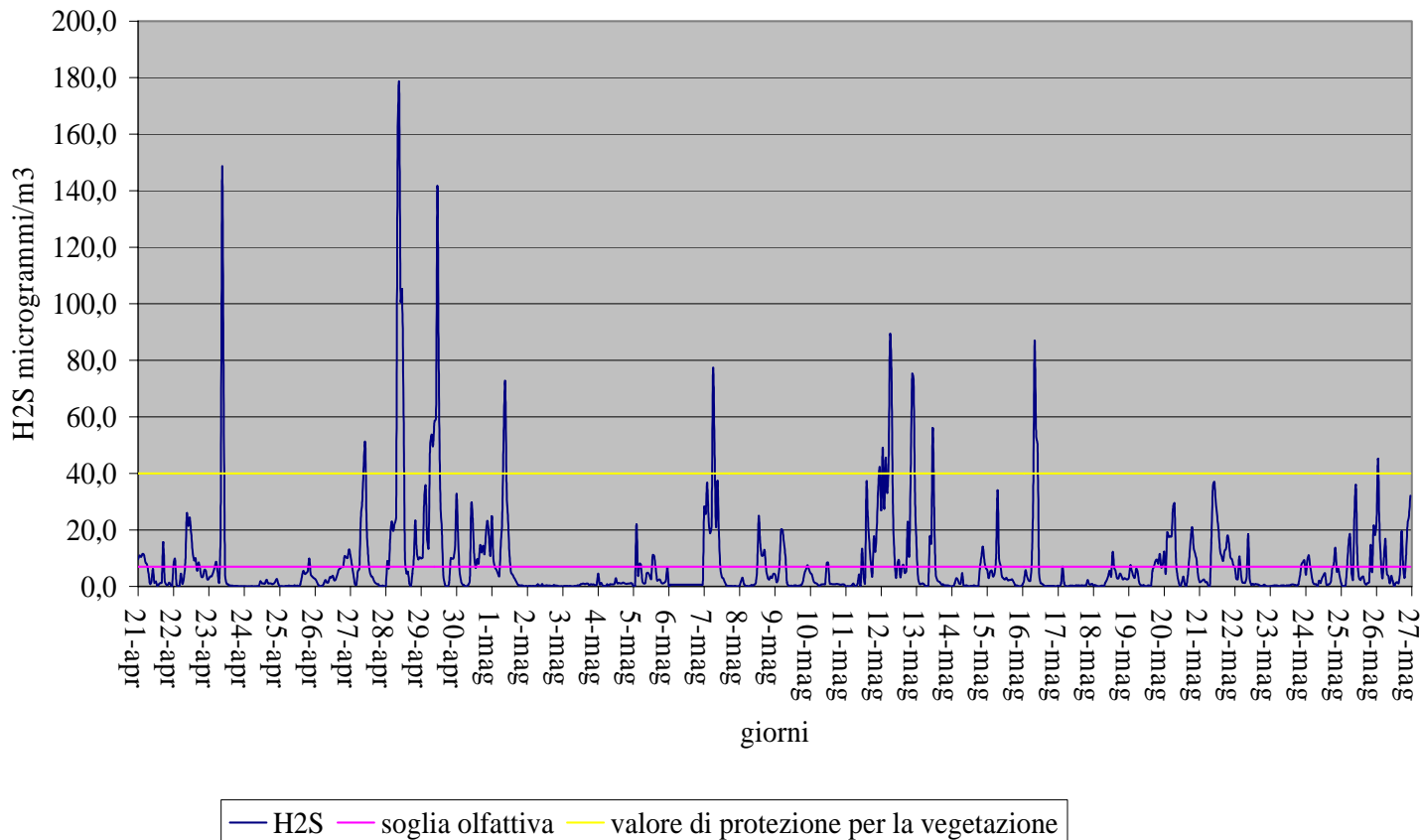


Grafico 4 – medie giornaliere di H₂S nel periodo monitorato

H₂S dal 21 aprile al 26 maggio 2005
medie giornaliere

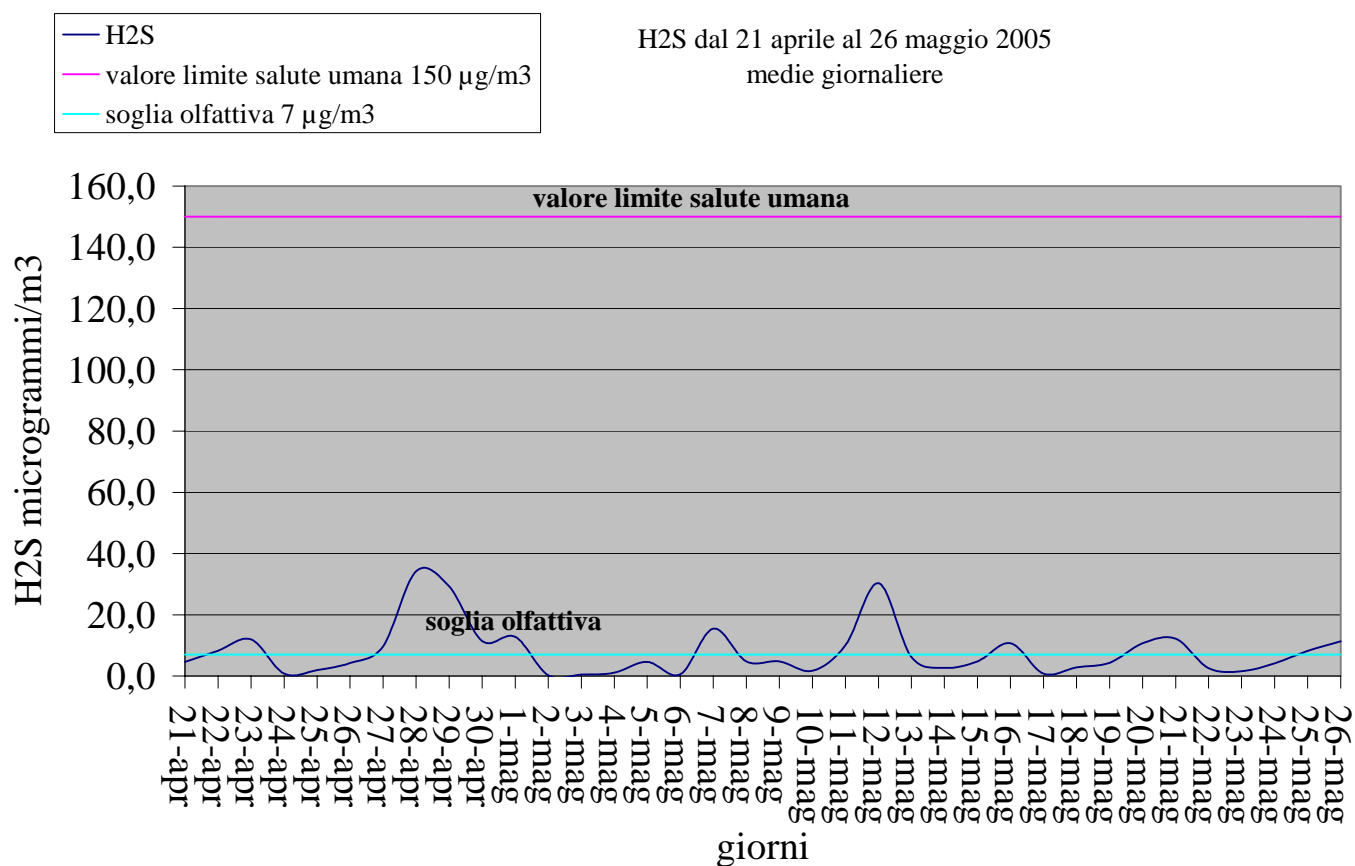


Tabella 4

Monitoraggio immissioni da attività geotermica loc. Travale comune di Montieri

postazione di rilevamento	Giardini Pubblici
monitoraggio effettuato dal	21/04 al 26/05/2005
Inquinante	acido solfidrico
unità di misura	micro grammo / metro cubo

Dati relativi all'anno 2005

H2S

Stazione	N° dati	Mediana	90° pc	95° pc	98° pc	Media	S	N° val.	% val.	Max media	Max media	Medie
								med or >7µg/mc	med or >7µg/mc	oraria H2S µg/mc	giornaliera H2S µg/mc	giornaliere >7 µg/mc
Travale (Montieri)	864	2,0	21,4	33,8	57,9	8,0	16,7	239	27,7	178,1	34,2	15

Valore convenzionale soglia olfattiva : 7µg/m³

Legenda:

N. dati	Numero delle medie orarie o giornaliere validate
Media	Valore medio delle concentrazioni medie giornaliere validate
S	Deviazione standard
µg/m ³	Micro grammi per metro cubo
Mediana	Valore del dato centrale delle concentrazioni espresse in ordine crescente
90° pc	Allineati i dati in ordine crescente, il 90°percentile è il valore del dato che occupa la posizione corrispondente al 90% di tutti i dati
95° pc	Allineati i dati in ordine crescente, il 95°percentile è il valore del dato che occupa la posizione corrispondente al 95% di tutti i dati
98° pc	Allineati i dati in ordine crescente, il 98°percentile è il valore del dato che occupa la posizione corrispondente al 98% di tutti i dati
N° val med or >7	Numero delle medie orarie superiori alla soglia olfattiva
% med or >7µg/m ³	Percentuale delle medie orarie superiori alla soglia olfattiva sui dati validati

Tabella 5

**Monitoraggio immissioni da attività geotermica
loc. Travale comune di Montieri**

**postazione di rilevamento
monitoraggio effettuato dal**

Giardini Pubblici
21/05 al 26/05/2005
acido solfidrico
micro grammo / metro cubo

**Inquinante
unità di misura**

data	Max media oraria giornaliera H ₂ S µg/m ³	Media giornaliera H ₂ S µg/m ³	data	Max media oraria giornaliera H ₂ S µg/m ³	Media giornaliera H ₂ S µg/m ³
21-apr-05	15,7	4,6	10-mag-05	8,4	1,8
22-apr-05	25,6	8,3	11-mag-05	42,1	10,1
23-apr-05	147,9	12,0	12-mag-05	88,8	30,3
24-apr-05	2,7	0,8	13-mag-05	56,0	6,3
25-apr-05	9,9	2,0	14-mag-05	14,1	2,6
26-apr-05	13,1	4,2	15-mag-05	34,0	4,7
27-apr-05	50,4	9,7	16-mag-05	86,8	10,7
28-apr-05	178,1	34,2	17-mag-05	7,0	0,8
29-apr-05	141,6	29,3	18-mag-05	12,3	2,8
30-apr-05	32,8	11,4	19-mag-05	11,6	4,3
01-mag-05	72,4	12,8	20-mag-05	29,4	10,7
02-mag-05	0,8	0,3	21-mag-05	37,1	12,2
03-mag-05	1,0	0,5	22-mag-05	18,4	2,6
04-mag-05	4,6	1,1	23-mag-05	9,3	1,6
05-mag-05	22,0	4,6	24-mag-05	13,8	4,2
06-mag-05	0,6	0,6	25-mag-05	35,6	8,2
07-mag-05	76,9	15,5	26-mag-05	45,2	11,3
08-mag-05	24,9	4,8			
09-mag-05	20,2	4,7			

Travale: Arsenico e mercurio nelle polveri- indagine 2005

Sempre considerando la limitatezza del numero di dati disponibili rispetto a quanto necessario per una mediazione annuale e valutato che i dati sono stati rilevati sul particolato, i valori di mercurio e arsenico riscontrati sono tutti inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale, quindi al di sotto della concentrazione limite di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prevista in atmosfera dall'OMS per la tutela sanitaria alle esposizioni a lungo termine negli ambienti di vita per il mercurio e a $9 \text{ ng}/\text{m}^3$ per l'arsenico, valore limite indicato per questo metallo in bibliografia per le aree remote. Si riportano i risultati in tabella 6.

Tabella 6

**Monitoraggio immissioni da attività geotermica
loc. Travale comune di Montieri**

postazione di rilevamento
monitoraggio effettuato dal
e dal
Inquinanti
unità di misura As-Hg

Giardini Pubblici
21/04 al 27/04/2005
11/05 al 17/05/2005
Mercurio e Arsenico nelle polveri
ng/m³

data	Nm³ aspirati	Polv. $\mu\text{g}/\text{mc}$	As ng/mc	Hg ng/mc
21-apr-05	21,71	18,42	< 1,00	< 0,10
22-apr-05	24,99	24,01	< 1,00	< 0,10
23-apr-05	25,44	15,72	< 1,00	< 0,10
24-apr-05	25,35	19,72	< 1,00	< 0,10
25-apr-05	24,95	28,06	< 1,00	< 0,10
26-apr-05	25,20	27,78	< 1,00	< 0,10
27-apr-05	25,48	23,55	< 1,00	< 0,10
11-mag-05	22,41	4,46	< 1,00	< 0,10
12-mag-05	25,10	11,95	< 1,00	< 0,10
13-mag-05	26,26	7,62	< 1,00	< 0,10
14-mag-05	25,20	19,84	< 1,00	< 0,10
15-mag-05	25,12	11,94	< 1,00	< 0,10
16-mag-05	25,85	19,34	< 1,00	< 0,10
17-mag-05	25,58	3,91	< 1,00	< 0,10