



**ARPAT**

Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana

Regione Toscana



**Dott. Marco Pellegrini**  
*Coordinatore Area Vasta Sud*

# Geotermia e Salute incontro pubblico Dati aggiornati sulla qualità dell'aria

Cinema Teatro Amiata - Abbadia San Salvatore  
4 novembre 2015

Alessandro Bagnoli, Simonetta Castellani, Ivano Gartner, Simone Magi



**ARPAT**

Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana

Regione Toscana



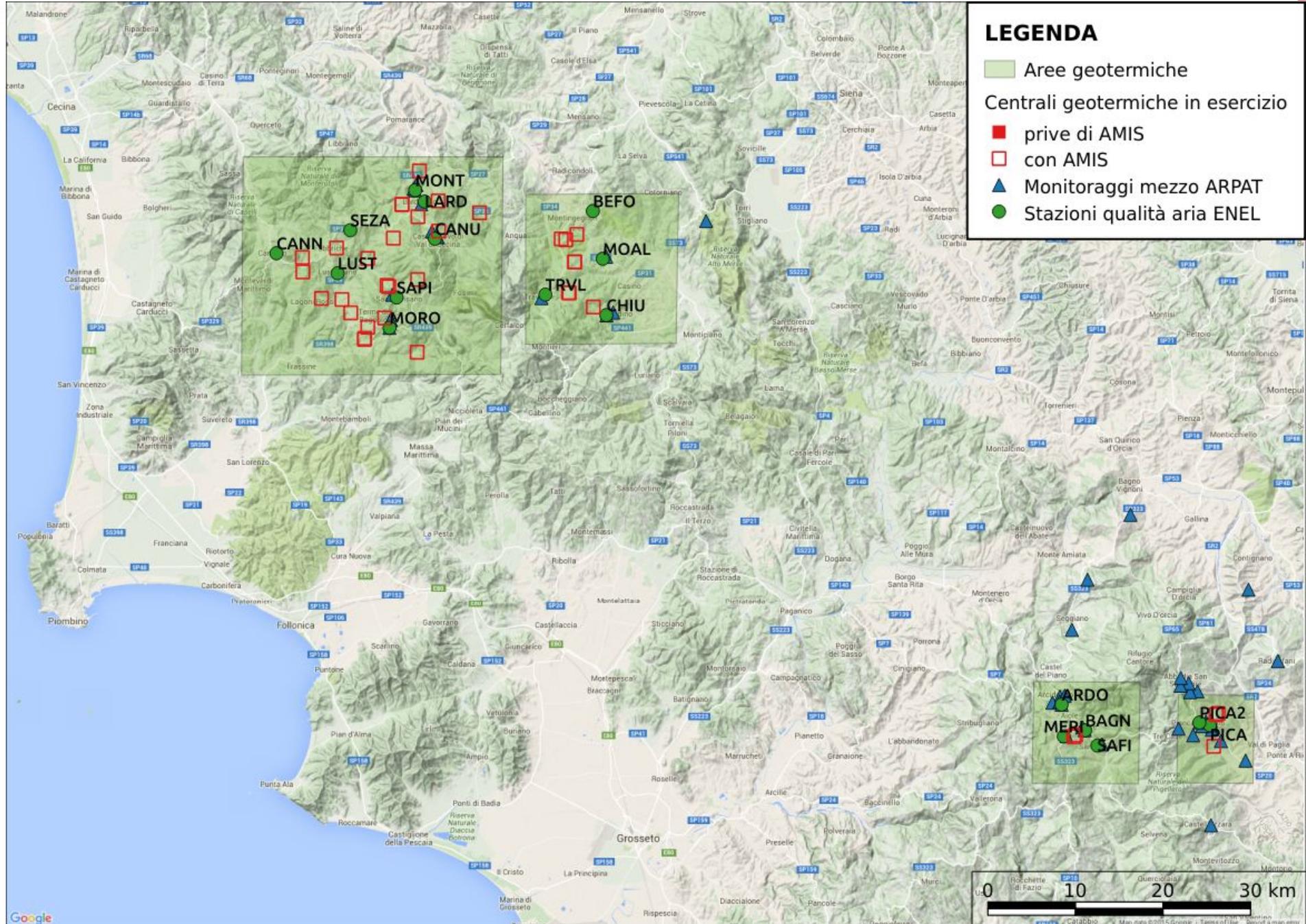
## Il sistema di rilevamento della qualità dell'aria nelle aree geotermiche

$H_2S$  (acido solfidrico) è l'inquinante più significativo nelle aree geotermiche

Il monitoraggio avviene tramite stazioni automatiche fisse e mobili

Nell'area geotermica sono presenti:

- 18 stazioni di qualità dell'aria di ENEL GP
- 1 stazione di qualità aria della rete regionale gestita da ARPAT (ubicata Montecerboli)
- 2 mezzi mobili ARPAT (Geo1 e Geo2)





Altri inquinanti monitorati nelle zone geotermiche sono:

- mercurio (Hg)
- ammoniaca ( $\text{NH}_3$ )
- arsenico (As)
- boro (B)
- antimonio (Sb)
- polveri fini ( $\text{PM}_{10}$ )
- RADON

La stazione ARPAT di Montecerboli monitora anche gli inquinanti tradizionali ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ) di scarso interesse nelle aree geotermiche.



## Le concentrazioni di riferimento

La normativa europea e quella nazionale non stabiliscono valori limite, soglie di allarme e/o valori obiettivo di qualità dell'aria per le sostanze inquinanti emesse dalle centrali geotermoelettriche (acido solfidrico, boro, ammoniaca, antimonio, mercurio, ecc.), nonostante l'attenzione rivolta dalla Comunità Europea ai rischi connessi all'esposizione di queste ultime due sostanze (riferimento al recente D. Lgs. 152/2007 che recepisce la direttiva 2004/107/CE). La normativa indica comunque che le emissioni di arsenico e mercurio devono essere ridotte, per quanto possibile, dal punto di vista tecnico e dell'esercizio.

In mancanza di riferimenti normativi è una prassi consolidata, a livello nazionale ed internazionale, riferirsi ai valori guida indicati dalla OMS-WHO.



# Valori di riferimento

Parametro	Concentrazione	Riferimento individuato
Idrogeno Solforato (H <sub>2</sub> S)	150 µg/m <sup>3</sup> (media 24 ore)	WHO Guidelines ed. 2000
	100 µg/m <sup>3</sup> (>1-14d – media)	WHO-IPCS
	20 µg/m <sup>3</sup> (>90d – media)	WHO-IPCS
Arsenico (As)	6 ng/m <sup>3</sup> (media annuale)	Il valore indicato costituisce il valore obiettivo della Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2004/107/CE del D.Lgs. 152 del 3/8/2007, di recepimento della suddetta direttiva.
Mercurio (Hg)	0,2 µg/m <sup>3</sup> (media annuale)	MRLs Minimal Risk level - Livelli guida significativi per la salute elaborati dalla Agenzia governativa USA ATSDR, in analogia ai valori soglia EPA, per effetti non cancerogeni delle sostanze chimiche nell'ambiente ad uso della stessa ATSDR per valutare i siti contaminati (fonte lista aggiornata a novembre 2007). Valore aggiornato al 2001 <a href="http://www.atsdr.cdc.gov/">http://www.atsdr.cdc.gov/</a>
Boro (B)	20 µg/m <sup>3</sup> (media 24 ore)	Adottando un valore di confidenza pari a 100 rispetto al Valore di 2mg/m <sup>3</sup> riferito al TLV-TWA (Time Weighted Average) dello ACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienists) ed. 2006 (borati inorganici).
	10 µg/m <sup>3</sup> (>1-14d – media)	MRLs Minimal Risk level - Livelli guida significativi per la salute, elaborati dalla Agenzia governativa USA ATSDR, in analogia ai valori soglia EPA, per effetti non cancerogeni delle sostanze chimiche nell'ambiente ad uso della stessa ATSDR per valutare i siti contaminati (fonte lista aggiornata a novembre 2007).
Ammoniaca (NH <sub>3</sub> )	170 µg/m <sup>3</sup> (media 24 ore)	Adottando un valore di confidenza pari a 100 rispetto al Valore di 17 mg/m <sup>3</sup> riferito al TLV-TWA (Time Weighted Average) dello ACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienists) ed.2006 (ammoniaca).
	70 µg/m <sup>3</sup> (>1-14d – media)	MRLs Minimal Risk level - Livelli guida significativi per la salute, elaborati dalla Agenzia governativa USA ATSDR, in analogia ai valori soglia EPA, per effetti non cancerogeni delle sostanze chimiche nell'ambiente ad uso della stessa ATSDR per valutare i siti contaminati (fonte lista aggiornata a novembre 2007). Il valore per ammoniaca è aggiornato al 2004 <a href="http://www.atsdr.cdc.gov/">http://www.atsdr.cdc.gov/</a>
Antimonio (Sb)	5 µg/m <sup>3</sup> (media 24 ore)	Adottando un valore di confidenza pari a 100 rispetto al Valore di 0,5 mg/m <sup>3</sup> riferito al TLV-TWA (Time Weighted Average) dello ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) ed. 2006 (antimonio).
Radon (Rn)	200 Bq/m <sup>3</sup> (media annuale)	Raccomandazione 90/143/Euratom per edifici di nuova costruzione (indoor)

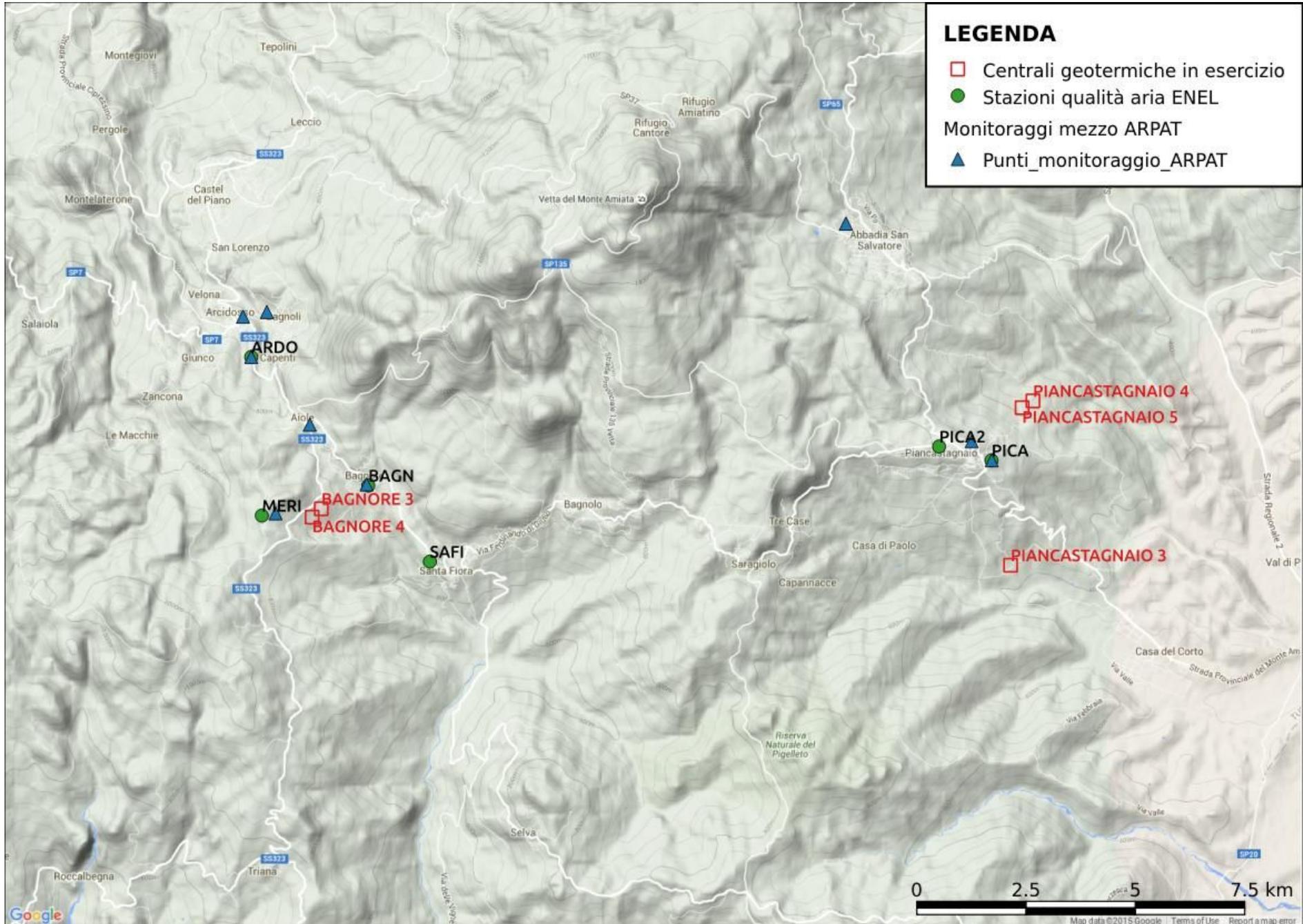


Concentrazione H <sub>2</sub> S in aria	H <sub>2</sub> S – Media annuale in µg/m <sup>3</sup>					Percentuale concentrazioni > 7 µg/m <sup>3</sup>				
	2010	2011	2012	2013	2014	2010	2011	2012	2013	2014
10_canneto	7,07	5,11	4,37	4,72	5,33	27,4%	19,8%	16,5%	19,0%	23,7%
11_lustignano	14,53	13,76	11,07	9,72	9,14	62,3%	55,9%	51,1%	49,2%	49,7%
12_serrazzano	7,82	8,52	6,48	3,67	4,31	35,6%	35,5%	26,3%	14,8%	17,3%
13_sasso_pisano	10,24	10,42	7,93	8,22	8,65	44,6%	50,5%	40,4%	40,8%	45,6%
14_monterotondo	11,33	10,33	6,81	6,06	5,56	45,6%	43,2%	29,9%	27,7%	26,8%
15_montecerboli	ND	ND	6,69	5,39	3,46	ND	ND	34,2%	20,9%	14,0%
16_castelnuovo	7,86	8,97	7,28	7,72	4,54	43,0%	44,6%	35,7%	42,9%	18,0%
17_larderello	4,92	10,43	9,14	4,88	2,97	20,5%	47,1%	47,1%	19,7%	7,3%
18_belforte	3,52	3,82	2,5	2,13	2,75	9,4%	13,9%	8,9%	5,5%	6,3%
19_montalcinello	3,31	4,56	3,93	2,58	1,93	12,7%	19,7%	17,7%	6,4%	3,6%
20_travale	3,03	4,39	3,63	3,02	3,67	10,8%	18,5%	14,7%	9,7%	12,2%
21_chiusdino	ND	ND	6,78	6,46	6,43	ND	ND	22,8%	23,0%	18,9%
<b>6_arcidosso</b>	<b>2,87</b>	<b>2,11</b>	<b>1,16</b>	<b>1,11</b>	<b>1,95</b>	<b>10,3%</b>	<b>7,2%</b>	<b>0,6%</b>	<b>0,9%</b>	<b>2,9%</b>
<b>7_santa_fiora</b>	<b>2,07</b>	<b>1,87</b>	<b>1,23</b>	<b>1,46</b>	<b>1,37</b>	<b>2,4%</b>	<b>3,6%</b>	<b>1,0%</b>	<b>1,4%</b>	<b>0,4%</b>
<b>8_bagnore</b>	<b>1,94</b>	<b>1,99</b>	<b>0,96</b>	<b>1,19</b>	<b>1,59</b>	<b>5,1%</b>	<b>4,7%</b>	<b>0,6%</b>	<b>0,5%</b>	<b>0,9%</b>
<b>23_merigar</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>NS</b>	<b>1,94</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>NS</b>	<b>1,3%</b>
<b>9_piancastagnaio</b>	<b>10,56</b>	<b>13,75</b>	<b>4,78</b>	<b>8,52</b>	<b>6,6</b>	<b>34,6%</b>	<b>40,2%</b>	<b>13,9%</b>	<b>26,1%</b>	<b>21,7%</b>
<b>22_piancastagnaio2</b>	<b>ND</b>	<b>NS</b>	<b>3,31</b>	<b>4,45</b>	<b>3,47</b>	<b>ND</b>	<b>NS</b>	<b>7,9%</b>	<b>15,2%</b>	<b>8,0%</b>

ND = Dati non disponibili

NS = Dati non significativi, in quanto la data di messa in servizio della centralina, non permette di avere una distribuzione uniforme sull'anno.

*nnn* Valori ricavati su una frazione ritenuta significativa dell'intero anno  
 (21\_chiusdino: 1/3/2012; 15\_montecerboli: 19/04/2012)





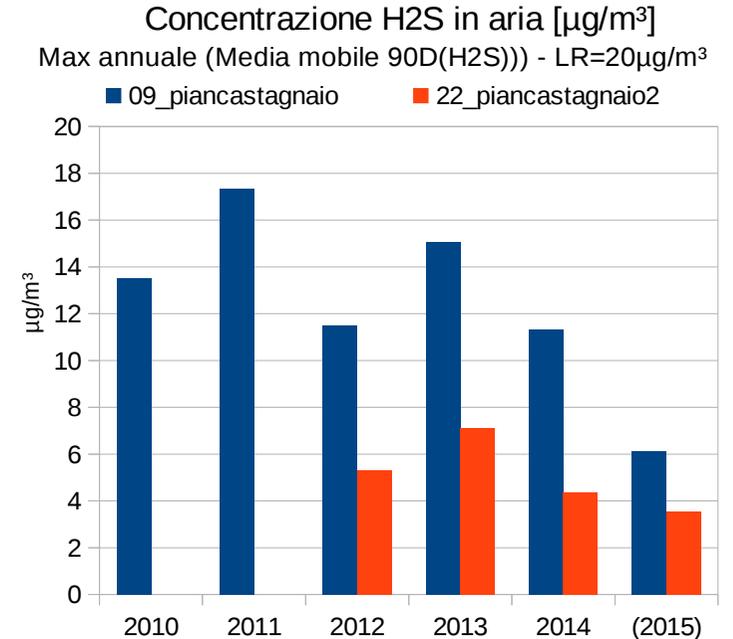
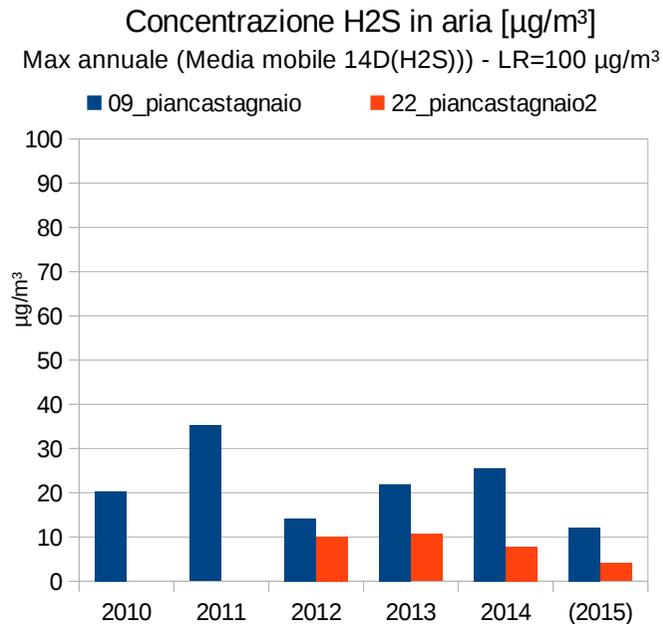
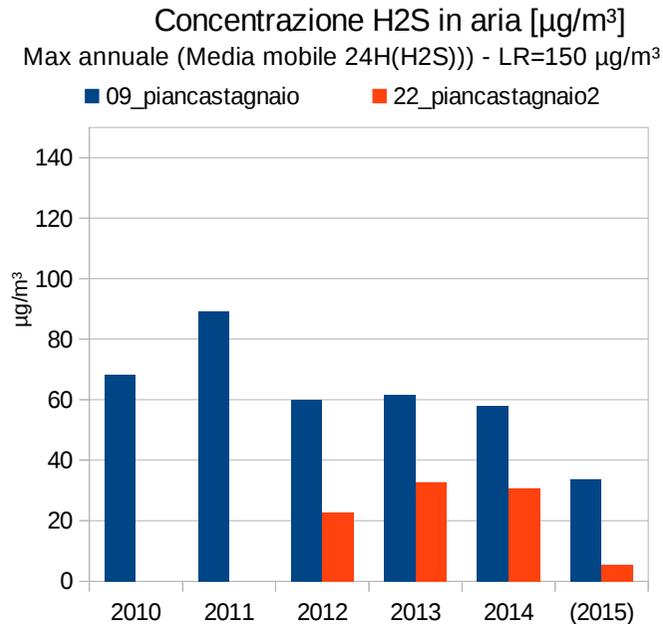
# AREA AMIATA (SI)

H <sub>2</sub> S in aria. Max annuale di:	Media mobile su 24 ore (µg/m <sup>3</sup> )						Media mobile su 14 giorni (µg/m <sup>3</sup> )						Media mobile su 90 giorni (µg/m <sup>3</sup> )					
	L.R.* = 150 µg/m <sup>3</sup>						L.R.* = 100 µg/m <sup>3</sup>						L.R.* = 20 µg/m <sup>3</sup>					
stazione	2010	2011	2012	2013	2014	(2015)	2010	2011	2012	2013	2014	(2015)	2010	2011	2012	2013	2014	(2015)
09_piancastagnaio	68,35	89,25	59,87	61,54	57,87	33,52	20,36	35,23	14,23	21,97	25,64	12,11	13,53	17,35	11,49	15,06	11,31	6,12
22_piancastagnaio2	ND	NS	22,59	32,83	30,77	5,26	ND	NS	10,08	10,65	7,83	4,06	ND	NS	5,32	7,13	4,36	3,57

\* = WHO-OMS "Air Quality Guidelines" for Europe, 2°ed. (2000)

ND = Dati non disponibili

NS = Dati non significativi, in quanto la data di messa in servizio della centralina, Non permette di avere una distribuzione uniforme sull'anno.

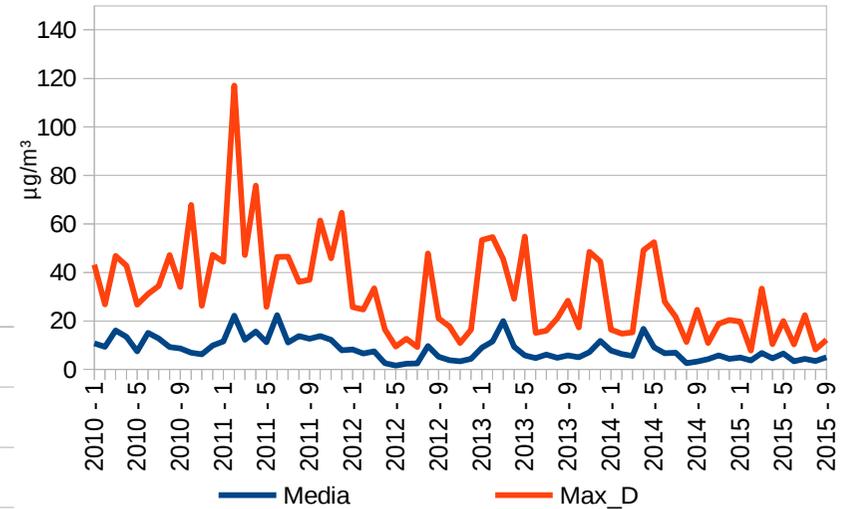




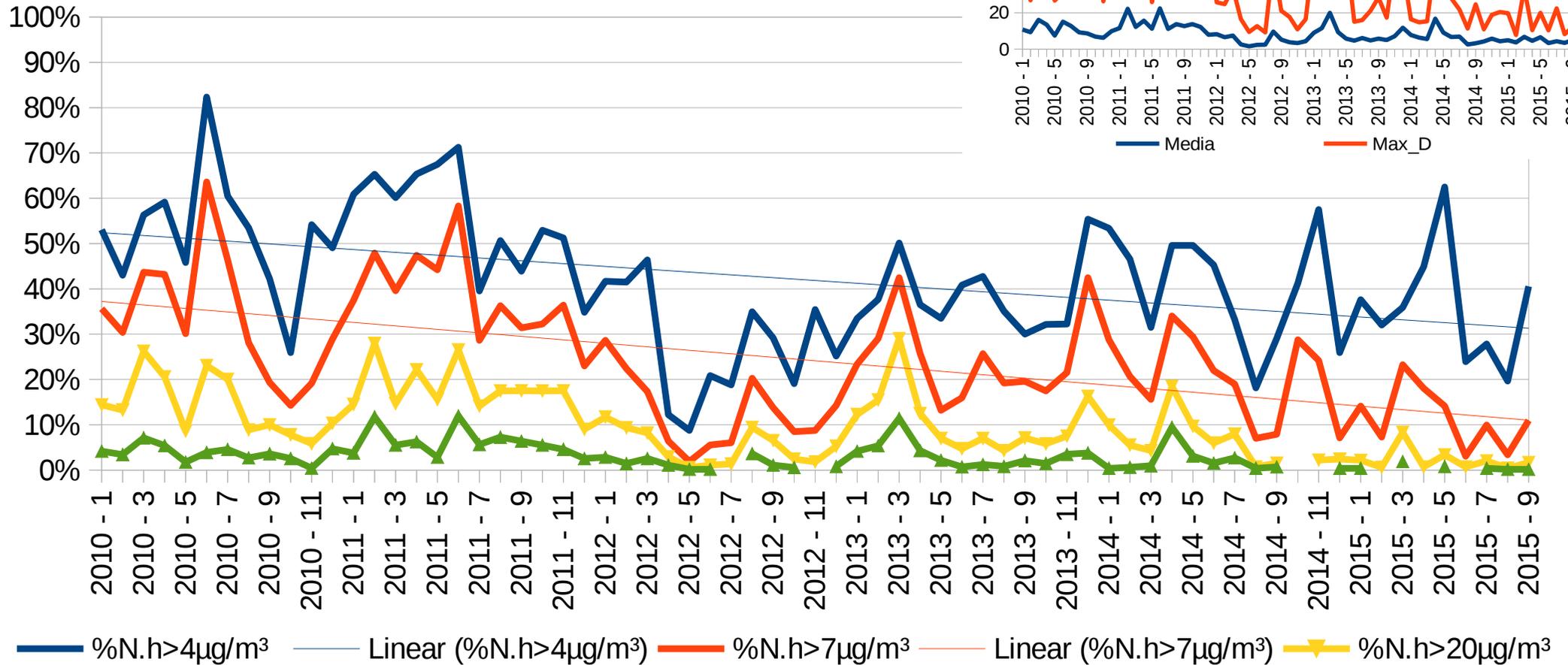
# AREA AMIATA (SI)



Stazione Piancastagnaio (9)  
 massima media giornaliera e media mensile



Stazione Piancastagnaio (9)  
 Percentuale ore H2S > 4,7,20,50 µg/m³



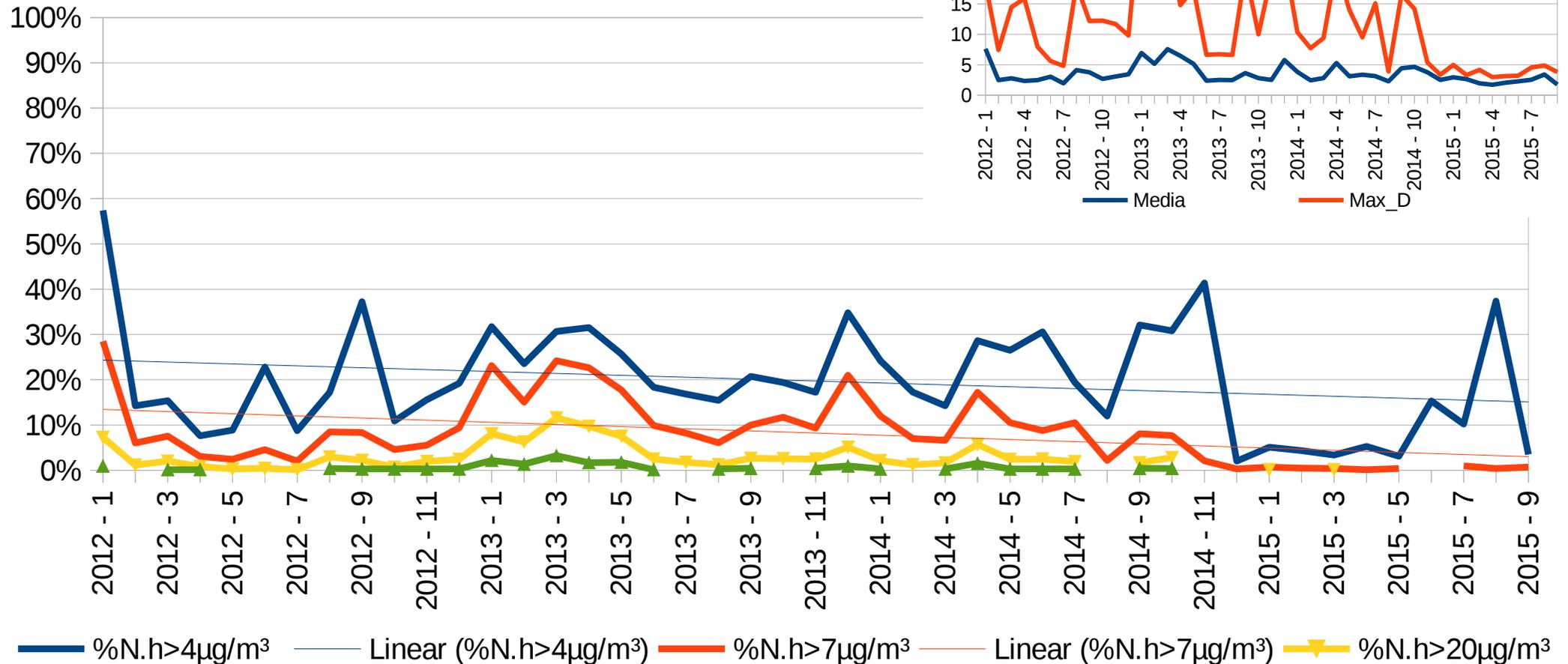


# AREA AMIATA (SI)

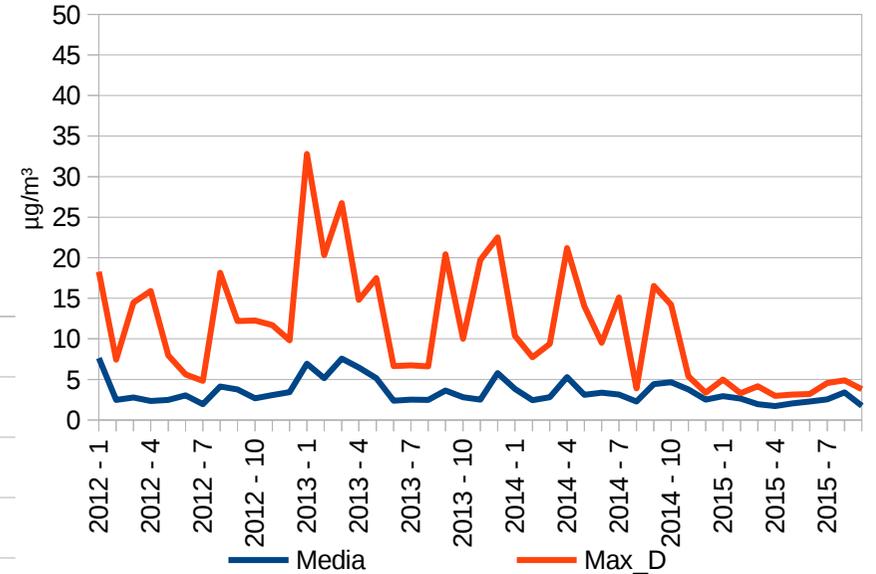


Piancastagnaio 2:  
 Avviata nel dicembre 2011

Stazione Piancastagnaio 2 (22)  
 Percentuale ore H<sub>2</sub>S > 4,7,20,50 µg/m<sup>3</sup>



Stazione Piancastagnaio 2 (22)  
 massima media giornaliera e media mensile





# Approfondimento: Piancastagnaio

La chiusura della centrale PC2, avvenuta nel luglio 2011, ha comportato un significativo miglioramento della qualità dell'aria.

Gli effetti positivi tuttavia si sono registrati con un certo ritardo:

In seguito allo spegnimento di PC2 sono state avviate le prove per attivare la stazione di scambio calore a PC3 (agosto-settembre 2011).

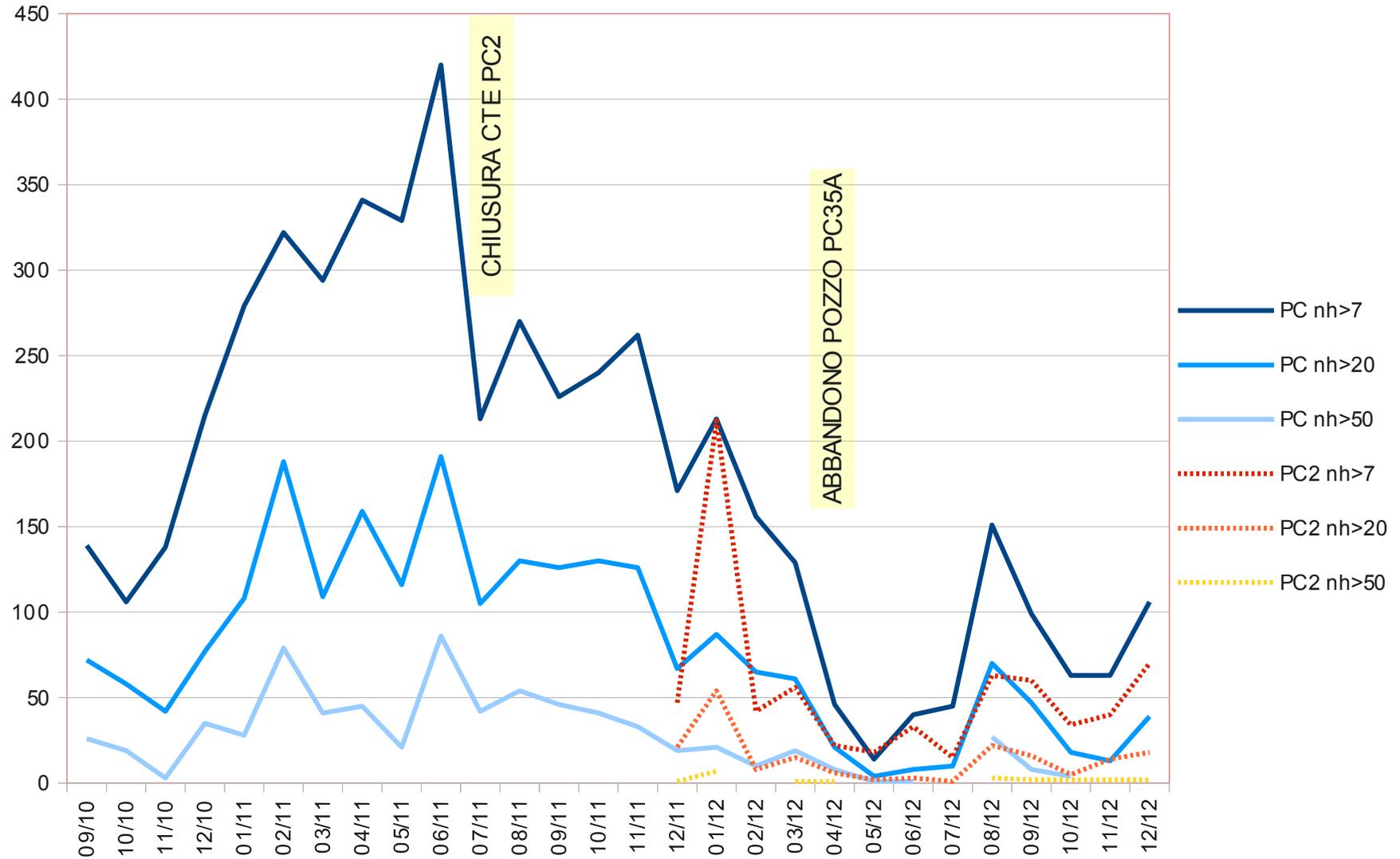
Nell'ambito di questo progetto ENEL ha tentato di mettere in esercizio un nuovo pozzo "PC35A" che ha causato diversi problemi ed è stato causa di ripetute extra emissioni.

L'ultimo tentativo di impiegare tale pozzo è avvenuto nell'aprile 2012. Da allora la qualità dell'aria appare stabilizzata e si verifica un netto miglioramento.

Infine è opportuno tenere conto anche di alcuni blocchi all'AMIS e in particolare a PC4 (20/7/2011-25/7; 22/9-23/9; 27/11-9/12/2011) e a PC3 (10/10/2011-15/10), che possono aver influito negativamente sulla qualità dell'aria degli ultimi mesi del 2011.



# Approfondimento: Piancastagnaio





# AREA AMIATA (GR)

H <sub>2</sub> S in aria.Max annuale di:	Media mobile su 24 ore (µg/m <sup>3</sup> )						Media mobile su 14 giorni (µg/m <sup>3</sup> )						Media mobile su 90 giorni (µg/m <sup>3</sup> )					
	L.R.* = 150 µg/m <sup>3</sup>						L.R.* = 100 µg/m <sup>3</sup>						L.R.* = 20 µg/m <sup>3</sup>					
stazione	2010	2011	2012	2013	2014	(2015)	2010	2011	2012	2013	2014	(2015)	2010	2011	2012	2013	2014	(2015)
06_arcidosso	27,51	14,41	13,11	8,39	24,28	8,16	8,35	5,69	2,60	1,99	6,99	4,15	6,68	3,29	2,72	1,59	3,45	3,28
07_santa_fiora	20,40	11,38	6,53	7,93	4,75	5,42	5,07	4,43	2,62	2,50	3,23	2,94	4,17	2,57	2,24	1,99	2,31	2,58
08_bagnore	21,50	10,32	16,33	4,07	8,69	5,83	5,85	4,16	2,93	2,53	4,33	2,89	5,06	2,74	2,24	1,99	3,07	2,47
23_merigar	ND	ND	ND	NS	11,59	9,36	ND	ND	ND	NS	4,03	3,41	ND	ND	ND	NS	2,47	2,69

\* = WHO-OMS "Air Quality Guidelines" for Europe, 2°ed. (2000)

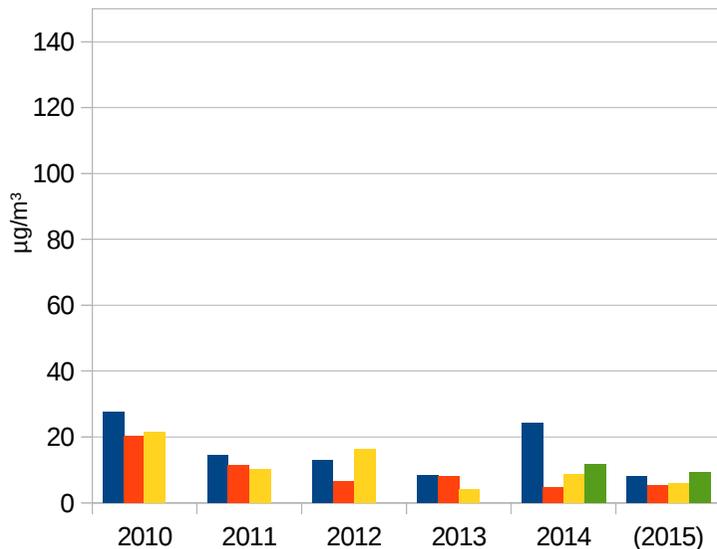
ND = Dati non disponibili

NS = Dati non significativi, in quanto la data di messa in servizio della centralina, non permette di avere una distribuzione uniforme sull'anno.

## Concentrazione H<sub>2</sub>S in aria [µg/m<sup>3</sup>]

Max annuale (Media mobile 24H(H<sub>2</sub>S)) - LR=150 µg/m<sup>3</sup>

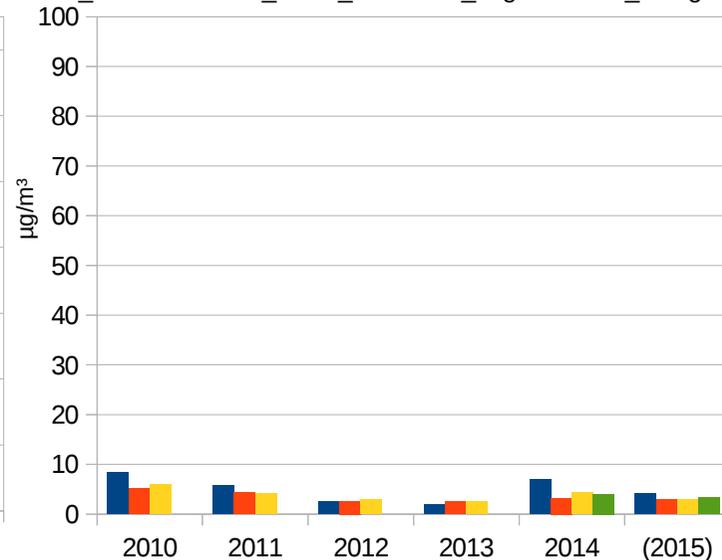
■ 06\_arcidosso ■ 07\_santa\_fiora ■ 08\_bagnore ■ 23\_merigar



## Concentrazione H<sub>2</sub>S in aria [µg/m<sup>3</sup>]

Max annuale (Media mobile 14D(H<sub>2</sub>S)) - LR=100 µg/m<sup>3</sup>

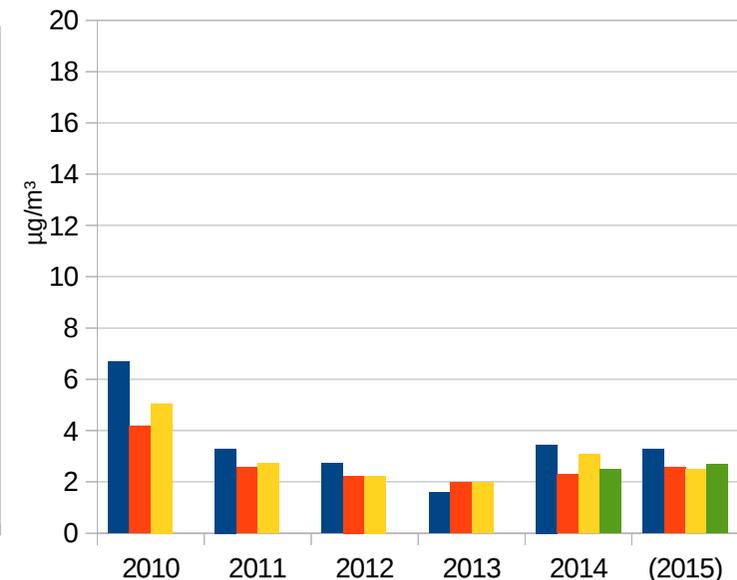
■ 06\_arcidosso ■ 07\_santa\_fiora ■ 08\_bagnore ■ 23\_merigar



## Concentrazione H<sub>2</sub>S in aria [µg/m<sup>3</sup>]

Max annuale (Media mobile 90D(H<sub>2</sub>S)) - LR=20µg/m<sup>3</sup>

■ 06\_arcidosso ■ 07\_santa\_fiora ■ 08\_bagnore ■ 23\_merigar

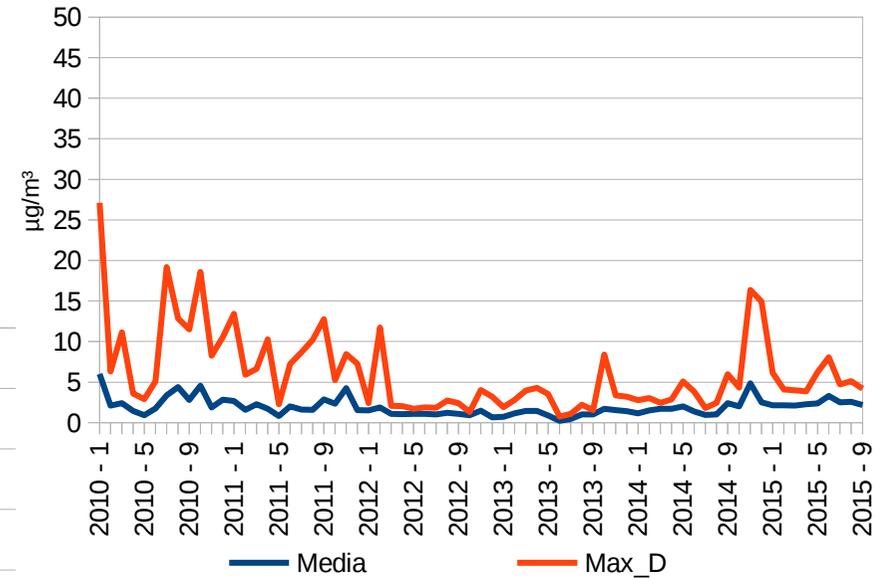




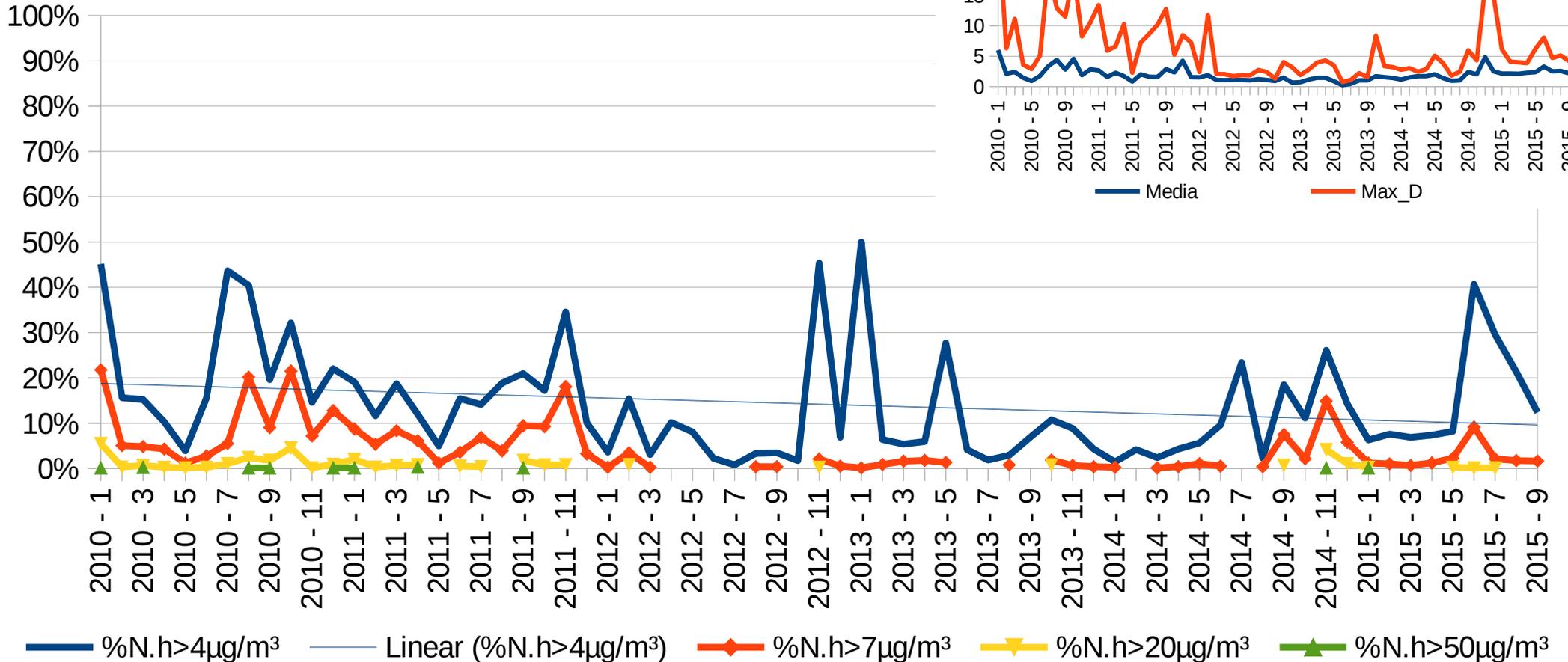
# AREA AMIATA (GR)



Stazione Arcidosso (6)  
 massima media giornaliera e media mensile



Stazione Arcidosso (6)  
 Percentuale ore H<sub>2</sub>S > 4,7,20,50 µg/m<sup>3</sup>



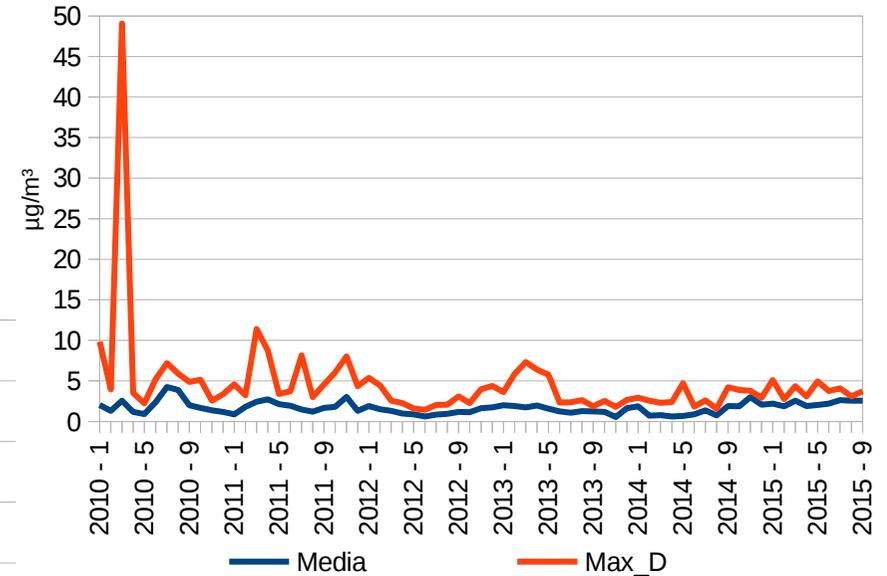


# AREA AMIATA (GR)

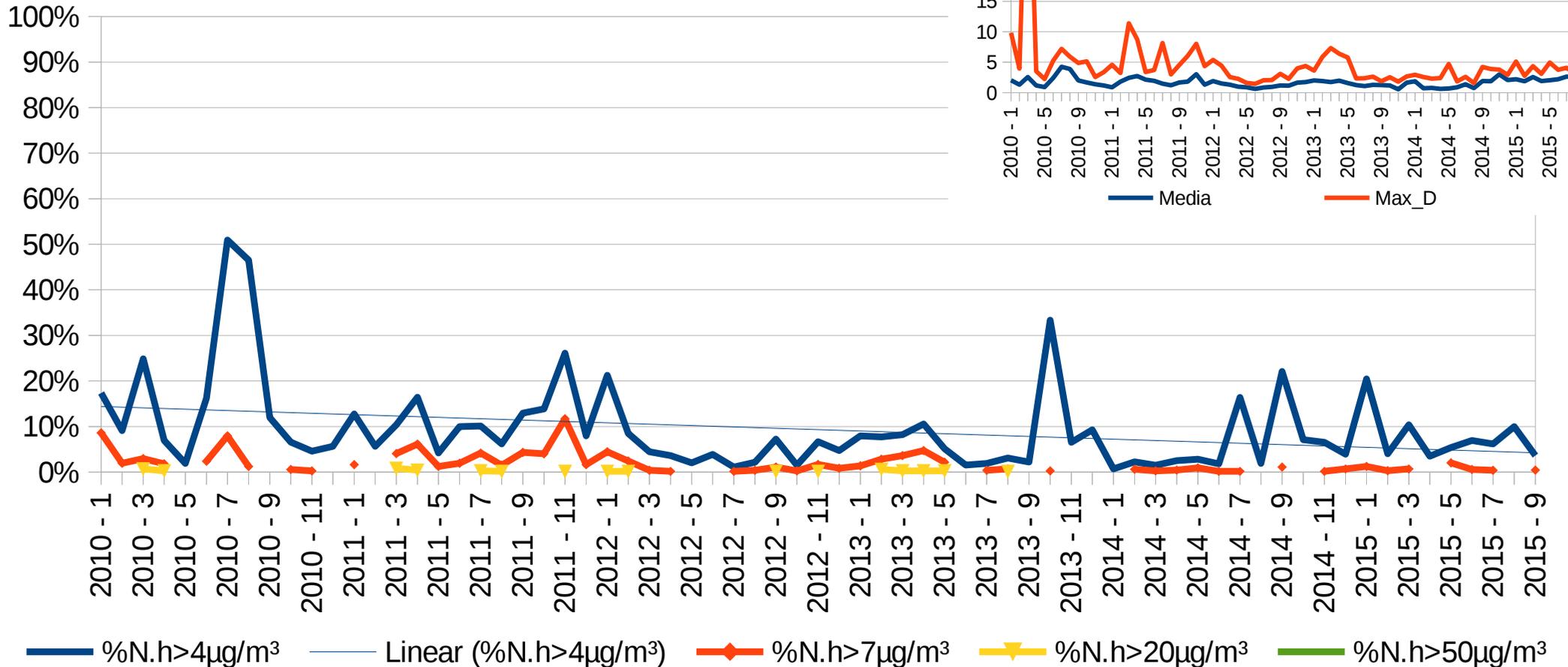


Stazione Santa Fiora (7)

massima media giornaliera e media mensile



Stazione Santa Fiora (7)  
 Percentuale ore H2S > 4,7,20,50 µg/m³



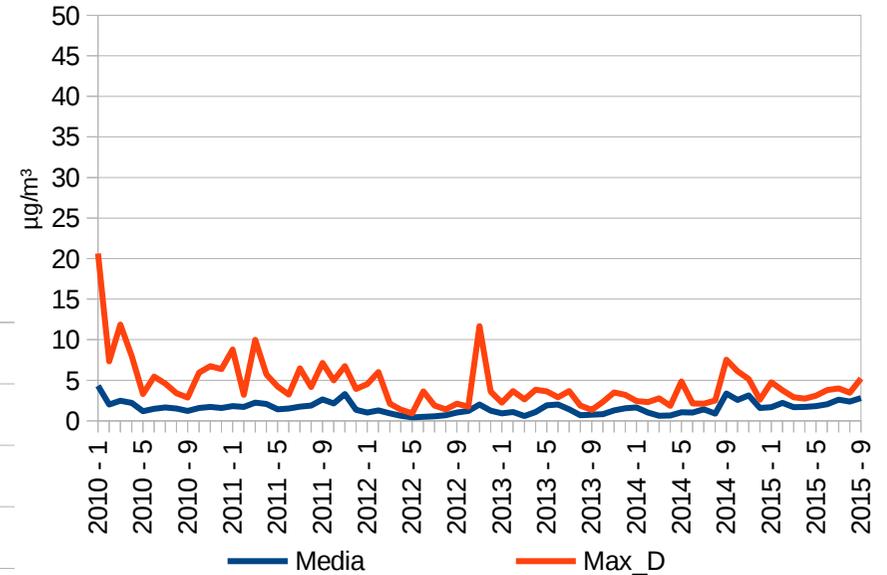


# AREA AMIATA (GR)

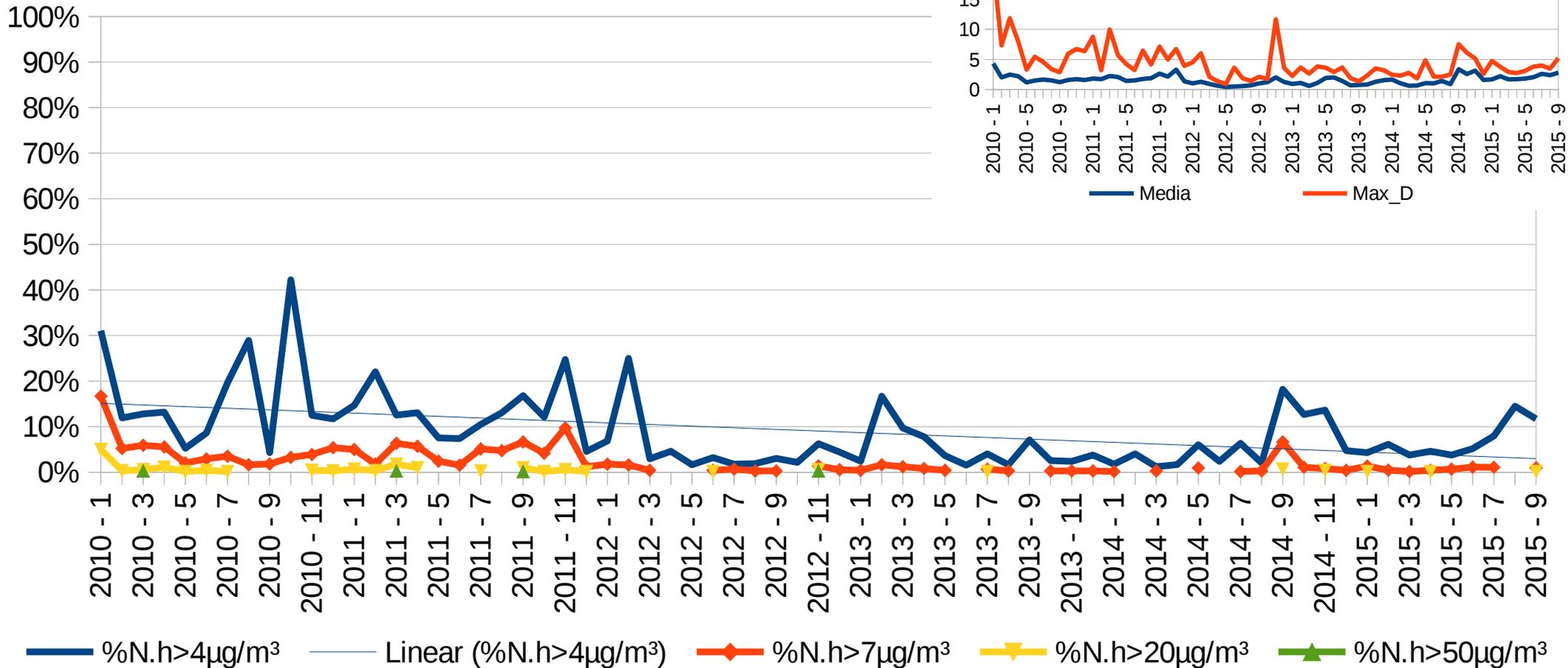


Stazione Bagnore (8)

massima media giornaliera e media mensile



Stazione Bagnore (8)  
 Percentuale ore H<sub>2</sub>S > 4,7,20,50 µg/m<sup>3</sup>





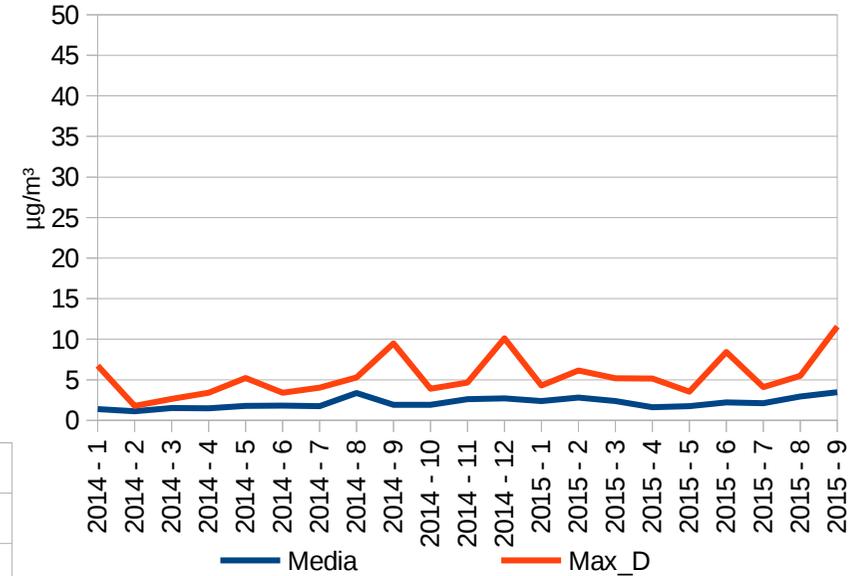
# AREA AMIATA (GR)



Merigar:  
 Avviata nel novembre 2013

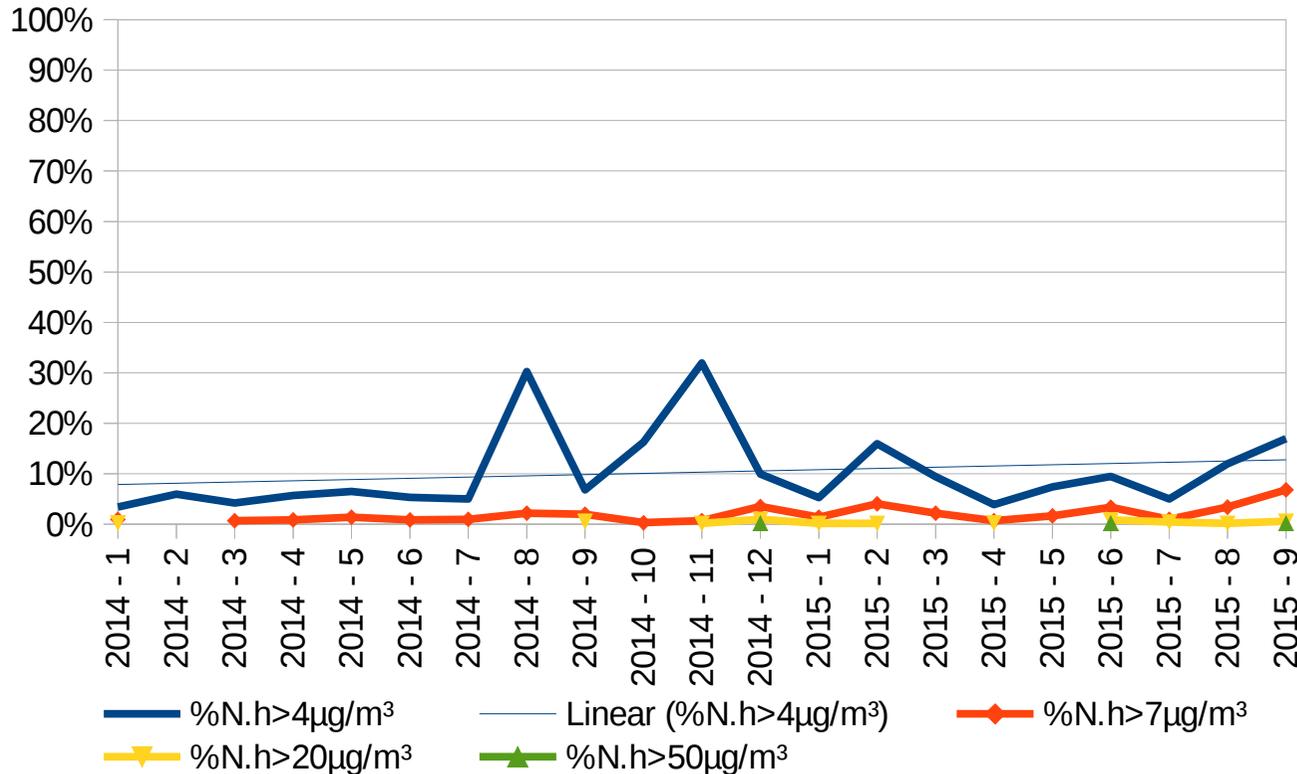
Stazione Merigar (23)

massima media giornaliera e media mensile



Stazione Merigar (23)

Percentuale ore H<sub>2</sub>S > 4,7,20,50 µg/m<sup>3</sup>





# Approfondimento: Avvio della Centrale Bagnore 4

La costruzione, l'avvio e la messa in funzione della Centrale di Bagnore 4, se ha comportato un aumento della produzione regionale di energia elettrica da fonti rinnovabili, ha inevitabilmente comportato alcuni disagi in questa prima fase (settembre 2014 – settembre 2015).

Nell'ambito del cantiere è stata realizzata anche un'interconnessione per lo smistamento vapore tra le due centrali, in modo che in caso di blocco di una, parte del vapore può essere smistato all'altra centrale attiva.

Bagnore 4 dispone di due gruppi produttivi, ciascuno dotato di proprio AMIS, ma interconnessi per trattare parte del gas dell'altro in caso di fermo di uno dei due gruppi.



# Approfondimento: Avvio della Centrale Bagnore 4

Le Centrali di Bagnore 3 e 4 sono dotate di un sistema di abbattimento dell'ammoniaca.

L'emissione di ammoniaca dalle due centrali è inferiore a quella che precedentemente derivava dalla sola Centrale di Bagnore 3.

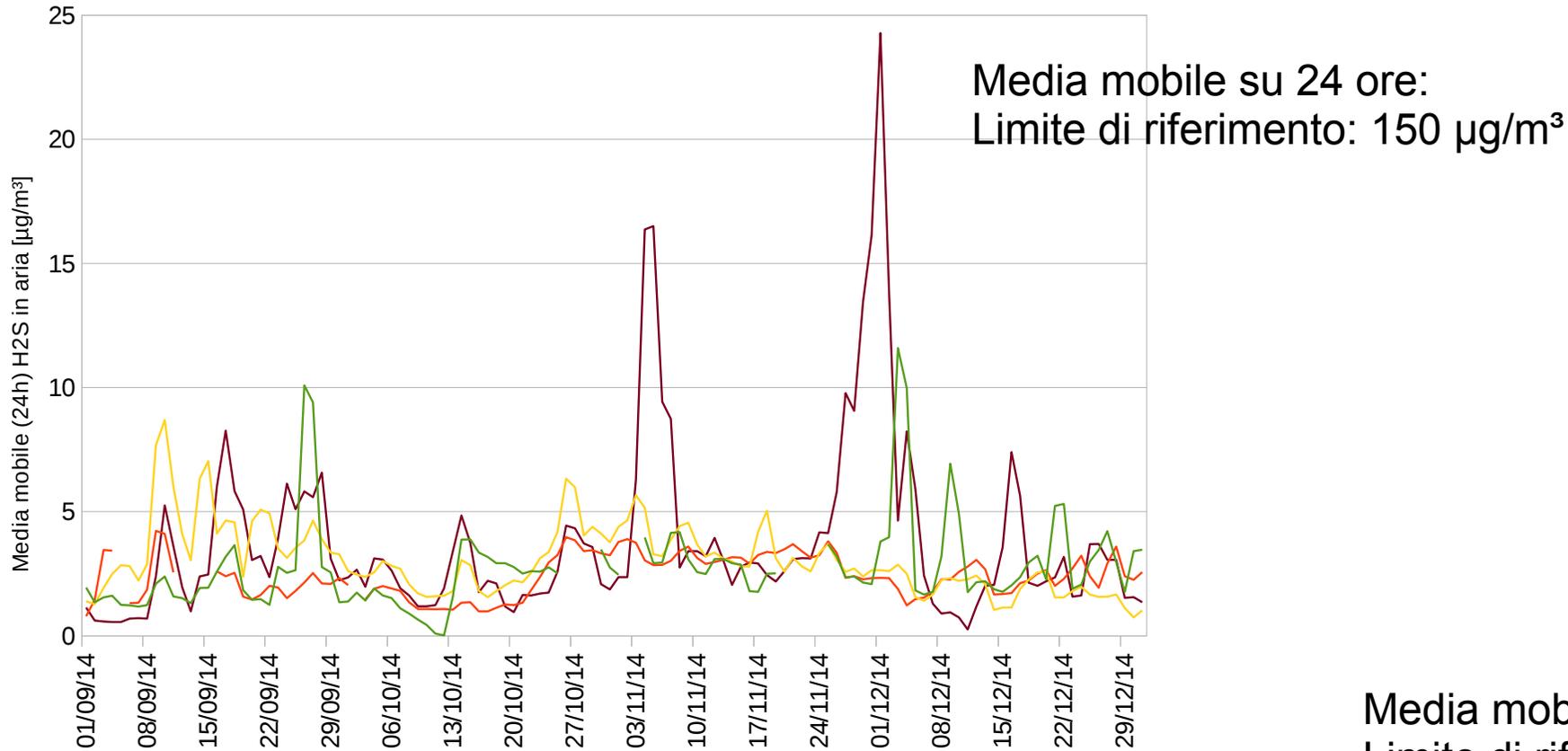
A regime, il complesso delle due Centrali Bagnore 3 e Bagnore 4 garantirà una miglior gestione degli eventi accidentali.



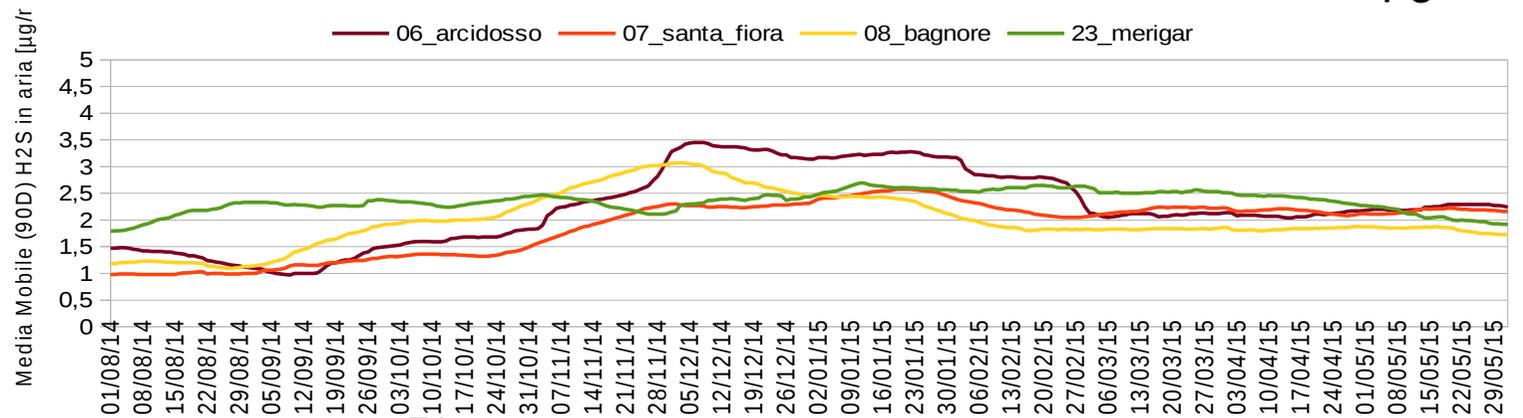
# SQA Arcidosso



06\_arcidosso 07\_santa\_fiora 08\_bagnore 23\_merigar



Media mobile su 90 giorni:  
 Limite di riferimento: 20 µg/m<sup>3</sup>





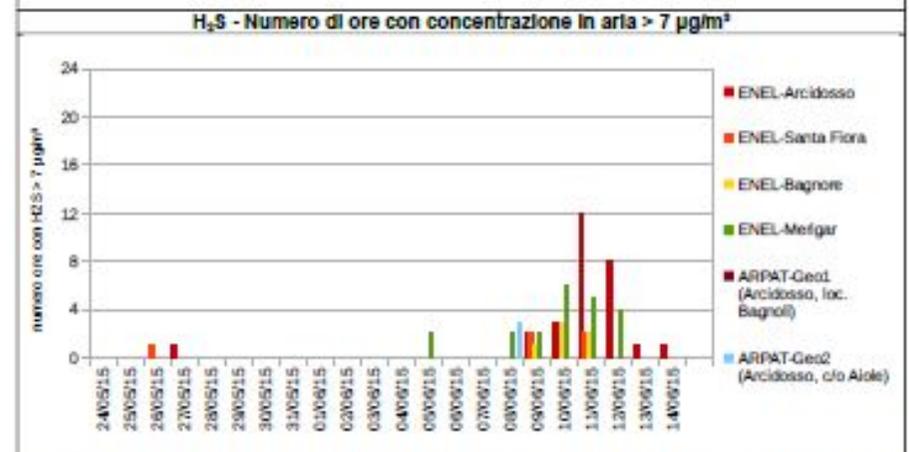
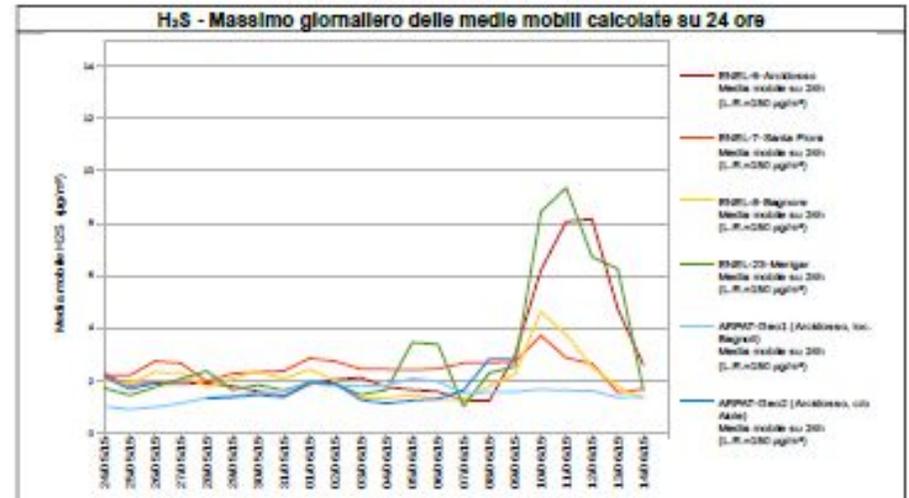
# Avvio della Centrale Bagnore 4

Durante l'intera fase di avvio della Centrale ARPAT ha emesso un bollettino a cadenza settimanale relativo all'andamento della qualità dell'aria:



**DATI DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO ARCIDOSSO, BAGNORE, MERIGAR E SANTA FIORA**

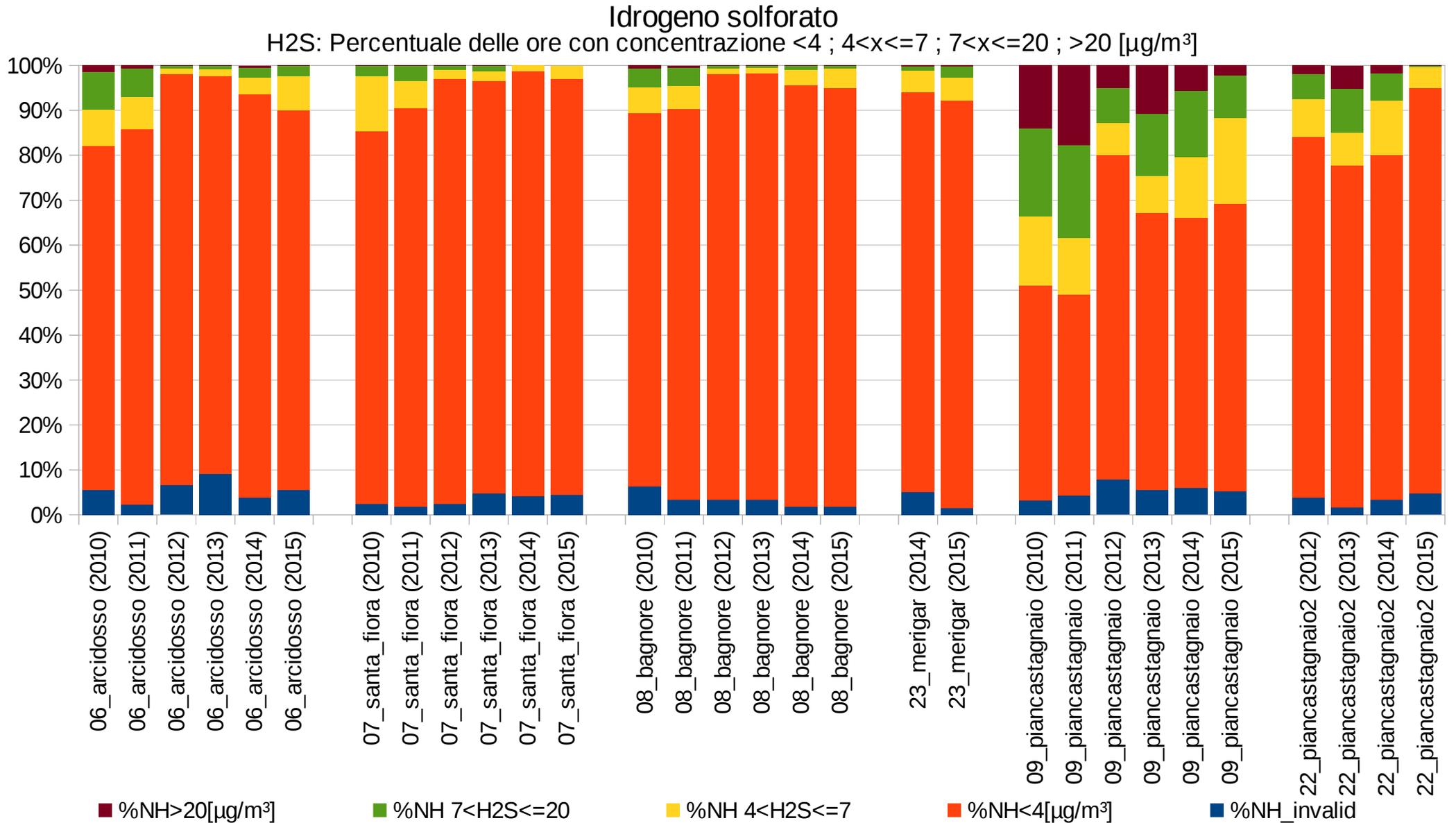
Periodo: dal 08/06/2015 al 14/06/2015



Nel periodo dal giorno 8/6 al 14/06/2015, in relazione agli interventi di manutenzione ed ai fuori servizio AMIS della Centrali di Bagnore 3 e 4, la concentrazione di H<sub>2</sub>S in aria, pur con picchi orari significativamente più elevati di quelli consueti, non presenta particolari criticità ambientali ed il limite di riferimento indicato dalle Linee Guida del WHO (150 µg/m<sup>3</sup>) è stato sempre rispettato in tutte le stazioni monitorate. A partire dal giorno 8/6, in tutte le stazioni monitorate, si sono certamente verificate molestie olfattive a causa del superamento della soglia di percezione dell'H<sub>2</sub>S, con valori massimi orari dell'ordine di 20 µg/m<sup>3</sup> nella stazione di Arcidosso e di 50 µg/m<sup>3</sup> nella stazione di Merigar. E' quindi probabile che si siano avute, su brevi periodi, maleodoranze molto intense.



# Idrogeno solforato in aria





# Monitoraggi ARPAT

Le prime misurazioni sono state condotte da ARPAT a partire dal 1997, con l'utilizzo di un laboratorio mobile su varie postazioni dislocate nel territorio geotermico regionale.

Dall'Aprile 2000 si è aggiunto un ulteriore laboratorio mobile, dotato di strumentazione per la misura in continuo dell'acido solfidrico.

Da Gennaio 2003 è operativa una cabina, per la misura in continuo dell' $\text{H}_2\text{S}$ , ubicata nella postazione fissa in loc. Montecerboli, Pomarance (PI).



# Mezzo mobile ARPAT

I mezzi **Geo1** e **Geo2** sono impiegati per:

- monitorare aree non servite da stazioni fisse;
- verificare i dati forniti dalle Stazioni di Qualità dell'aria (SQA) gestite da Enel.

Poiché non è mai possibile esaminare lo stesso campione, è importante soprattutto verificare la “somiglianza” tra i due grafici e che i dati Enel non sottostimino (eccessivamente) i valori rilevati dal mezzo ARPAT.

Negli ultimi anni i mezzi sono stati impiegati prevalentemente nelle aree dell'Amiata:



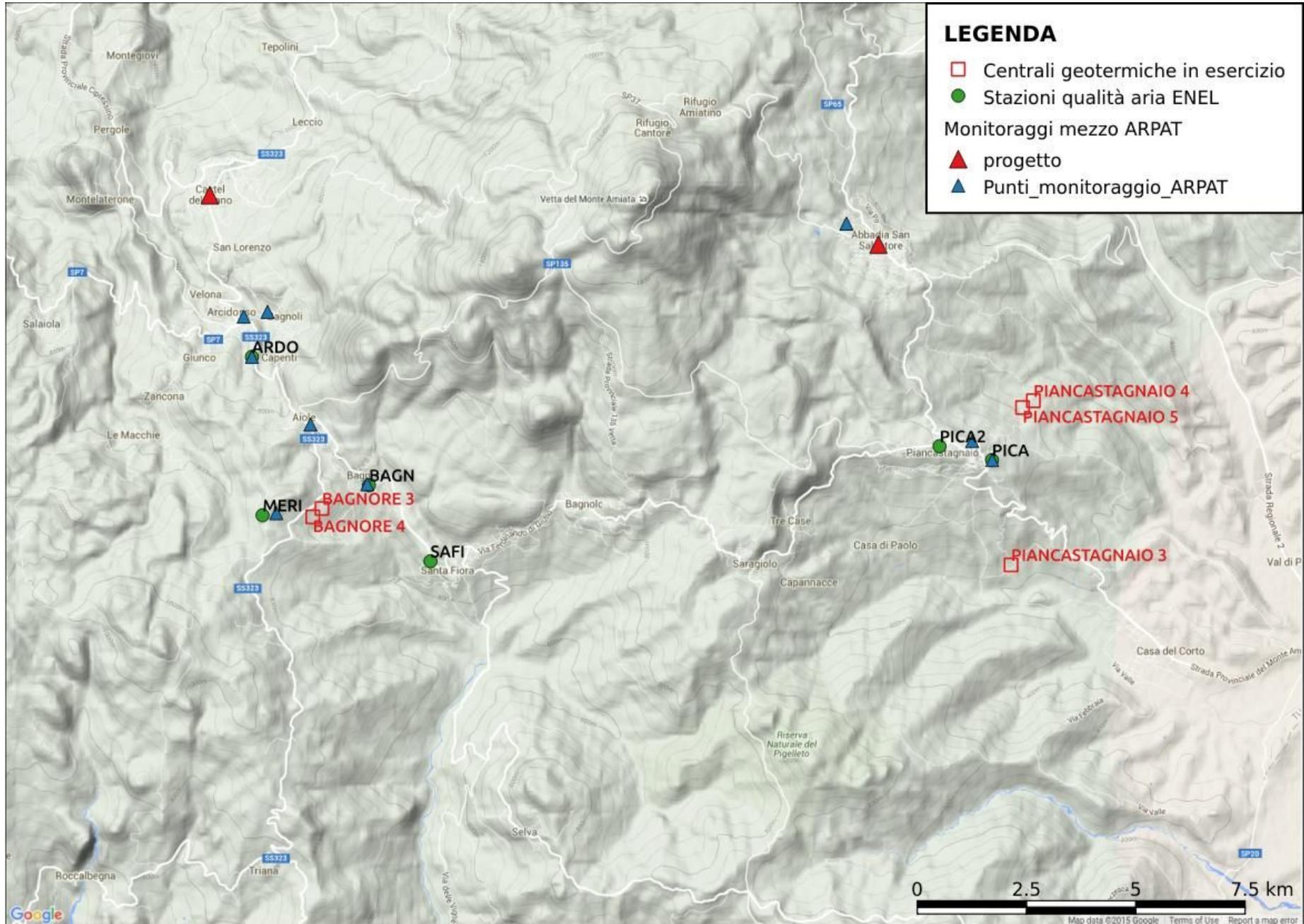
# Mezzi mobile ARPAT

Sintesi dei monitoraggi effettuati dal 2011:

ZONA	COMUNE	LOCALITA'	INIZIO	FINE	MEZZO	GB_EST	GB_NORD
LARDERELLO	POMARANCE	VIA MANZONI - MONTECERBOLI	02/01/2011		SQA fissa	1652719	4789948
LARDERELLO	MONTEROTONDO MARITTIMO	PALAZZETTO DELLO SPORT	01/01/2011	17/01/2011	Geo1	1650928	4779234
LARDERELLO	CASTELNUOVO DI VAL DI CECINA	CIMITERO	19/01/2011	01/02/2011	Geo1	1654201	4786592
AMIATA_SI	ABBADIA SAN SALVATORE	VIA STRADA PRIVATA MONTE AMIATA	04/02/2011	23/02/2011	Geo1	1717792	4751429
AMIATA_SI	PIANCASTAGNAIO	SCUOLE ELEMENTARI	25/02/2011	17/03/2011	Geo1	1720018	4747885
AMIATA_GR	ARCIDOSSO	PODERE NUOVISSIMO	19/03/2011	12/04/2011	Geo1	1708366	4746324
AMIATA_GR	ARCIDOSSO	PARCO PUBBLICO "SCOIATTOLO"	14/04/2011	17/05/2011	Geo1	1707719	4749572
AMIATA_SI	PIANCASTAGNAIO	SCUOLE ELEMENTARI	19/05/2011	06/06/2011	Geo1	1720018	4747885
AMIATA_SI	ABBADIA SAN SALVATORE	VIA STRADA PRIVATA MONTE AMIATA	08/06/2011	29/06/2011	Geo1	1717792	4751429
RADICONDOLI	CHIUSDINO	PALESTRA	01/07/2011	18/07/2011	Geo1	1669472	4780275
LARDERELLO	MONTEROTONDO MARITTIMO	PALAZZETTO DELLO SPORT	20/07/2011	02/08/2011	Geo1	1650928	4779234
LARDERELLO	CASTELNUOVO DI VAL DI CECINA	CIMITERO	04/08/2011	28/08/2011	Geo1	1654201	4786592
AMIATA_GR	ARCIDOSSO	PARCO PUBBLICO "SCOIATTOLO"	30/08/2011	22/09/2011	Geo1	1707719	4749572
AMIATA_SI	PIANCASTAGNAIO	SCUOLE ELEMENTARI	24/09/2011	10/11/2011	Geo1	1720018	4747885
AMIATA_GR	ARCIDOSSO	PARCO PUBBLICO "SCOIATTOLO"	12/11/2011	07/05/2013	Geo1	1707719	4749572
AMIATA_GR	ARCIDOSSO	CONFINE TRA ARCIDOSSO E S.FIORA	14/03/2012	01/05/2012	GeoS	1707880	4748910
LARDERELLO	MONTEROTONDO	C/O SQA ENEL 14 (MORO)	20/12/2012	26/03/2013	GeoS	1650840	4778580
RADICONDOLI	CHIUSDINO	C/O SQA ENEL 21 (CHIU)	28/03/2013	03/07/2013	GeoS	1668915	4780040
AMIATA_GR	ARCIDOSSO	ARCIDOSSO, LOC. BAGNOLI	09/05/2013	01/12/2014	Geo1	1708118	4749661
AMIATA_SI	RADICONDOLI	LOC. BELFORTE, C/O SQA ENEL 18 (BEFO)	12/07/2013	31/07/2013	GeoS	1720365	4747580
AMIATA_SI	PIANCASTAGNAIO	C/O SQA ENEL 22 (PICA2)	23/10/2013	13/02/2014	GeoS	1721331	4746315
AMIATA_GR	SANTA FIORA	C/O SQA BAGNORE	14/02/2014	30/04/2014	GeoS	1709906	4746834
AMIATA_GR	ARCIDOSSO	ARCIDOSSO, C/O SQA ARCI	07/10/2014	01/12/2014	GeoS	1707880	4748910
AMIATA_GR	ARCIDOSSO	ARCIDOSSO, LOC. AIUOLE, C/O P.CIVILE	03/12/2014	09/06/2015	GeoS	1708895	4747812
AMIATA_GR	ARCIDOSSO	ARCIDOSSO, LOC. BAGNOLI	19/12/2014		Geo1	1708118	4749661
AMIATA_GR	ARCIDOSSO	ARCIDOSSO, LOC. AIUOLE, C/O P.CIVILE	26/07/2015		GeoS	1708895	4747812

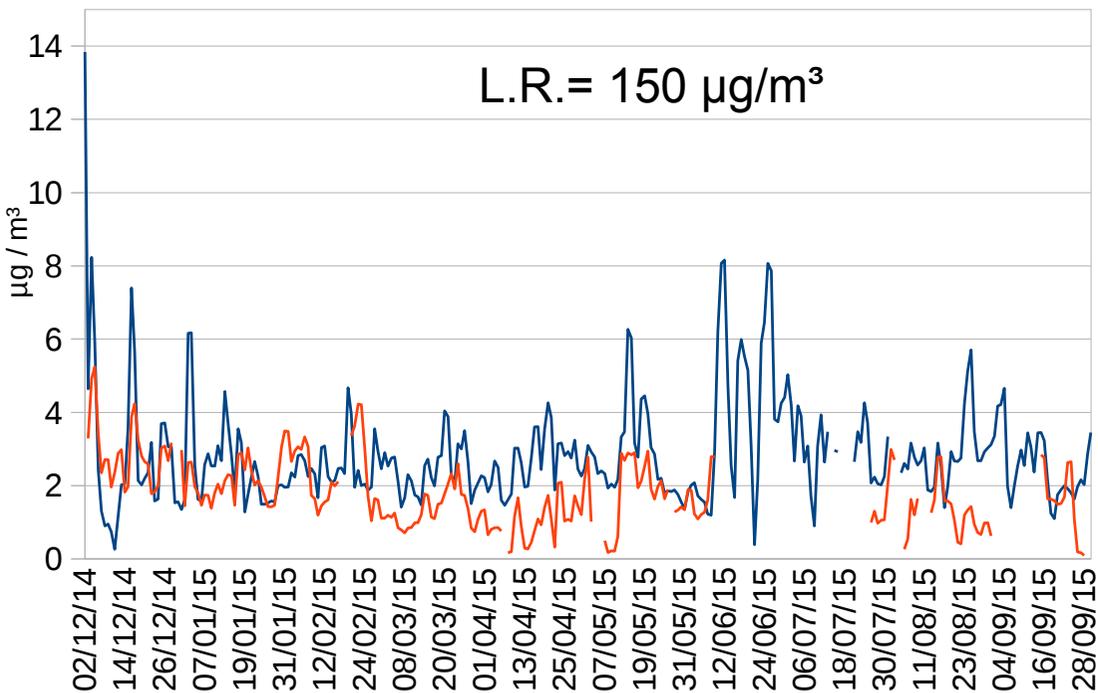


# PROSSIMI MONITORAGGI



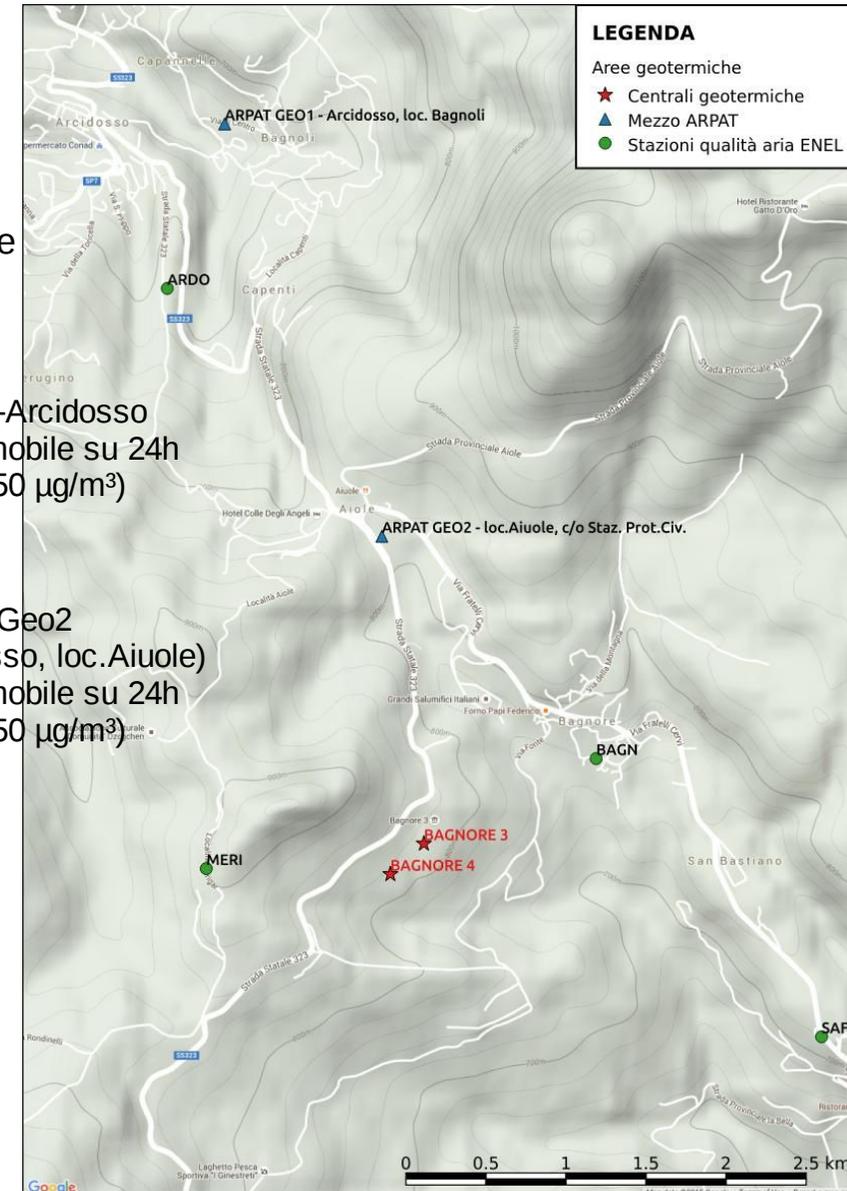
# GEO 2: Monitoraggio ad Aiuole, Arcidosso (GR) c/o Prot. Civile

Arcidosso, loc. Aiuole: ARPAT Geo2 - ENEL SQA 06 (ARCI)  
 Idrogeno solforato - Massimo giornaliero della media mobile su 24 ore



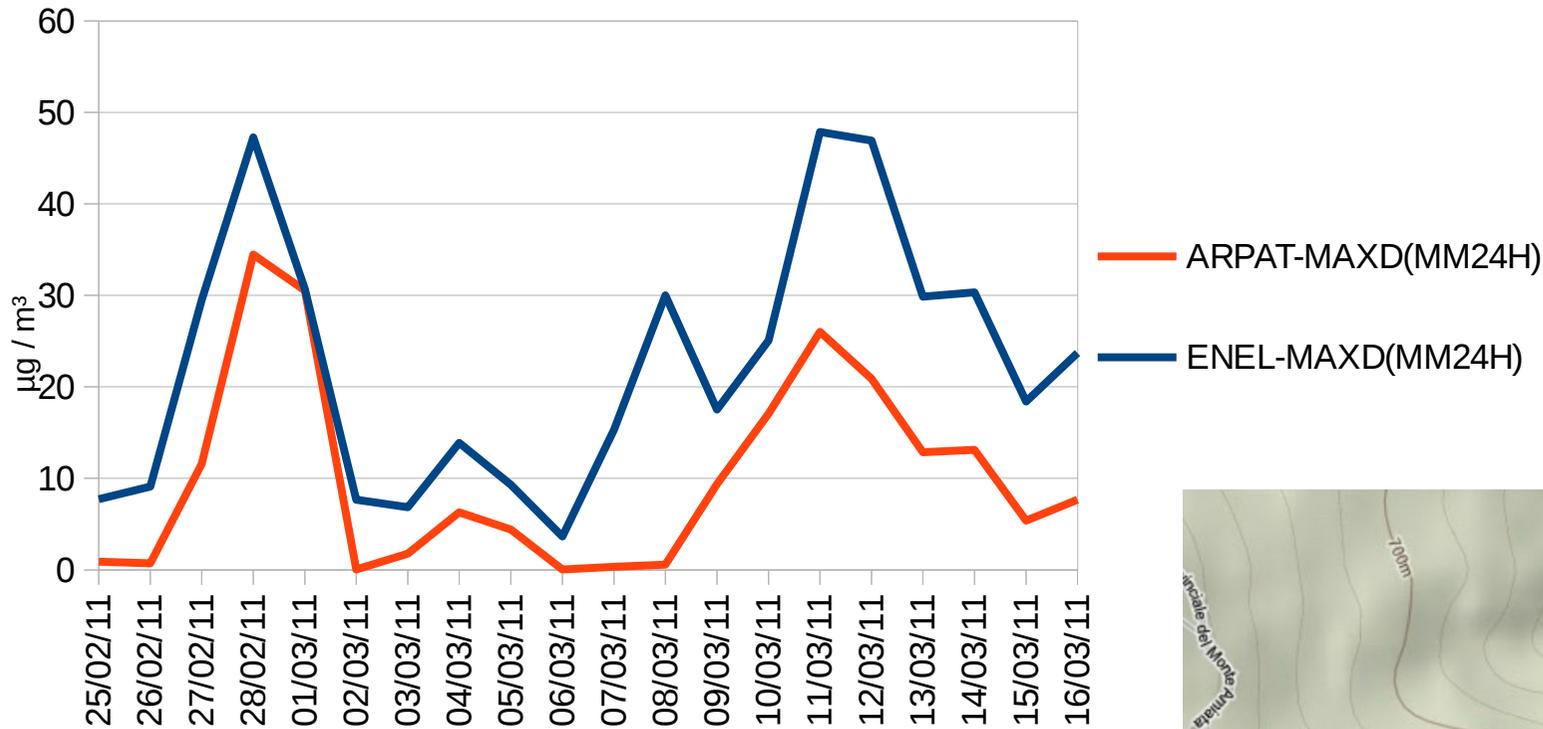
— ENEL-6-Arcidosso  
 Media mobile su 24h  
 (L.R.=150 µg/m<sup>3</sup>)

— ARPAT-Geo2  
 (Arcidosso, loc. Aiuole)  
 Media mobile su 24h  
 (L.R.=150 µg/m<sup>3</sup>)

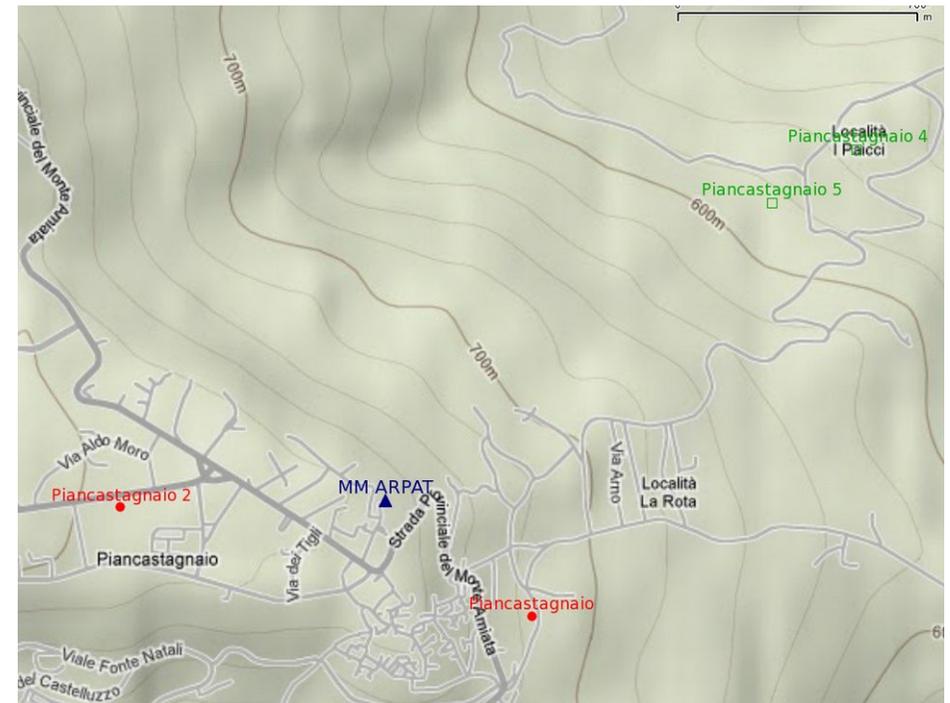




## Mezzo ARPAT GEO1 - Piancastagnaio, c/o Scuole Elementari Monitoraggio H2S - 25/02/2011-16/03/2011



fonte	Arpat	Enel
inizio	25/02/11	25/02/11
fine	16/03/11	16/03/11
giorni	19	19
ore	456	456
Ore_valide	456	453
Numero superamenti WHO-OMS	0	0
media del periodo	6,42	15,58
Max concentrazione media su 24h	34,46	47,87
Massima concentrazione media giornaliera	30,63	47,14
Numero giorni con concentrazione media >7	7	15
n° ore con concentrazione >7	83	220
massima oraria del periodo	153,65	150,36





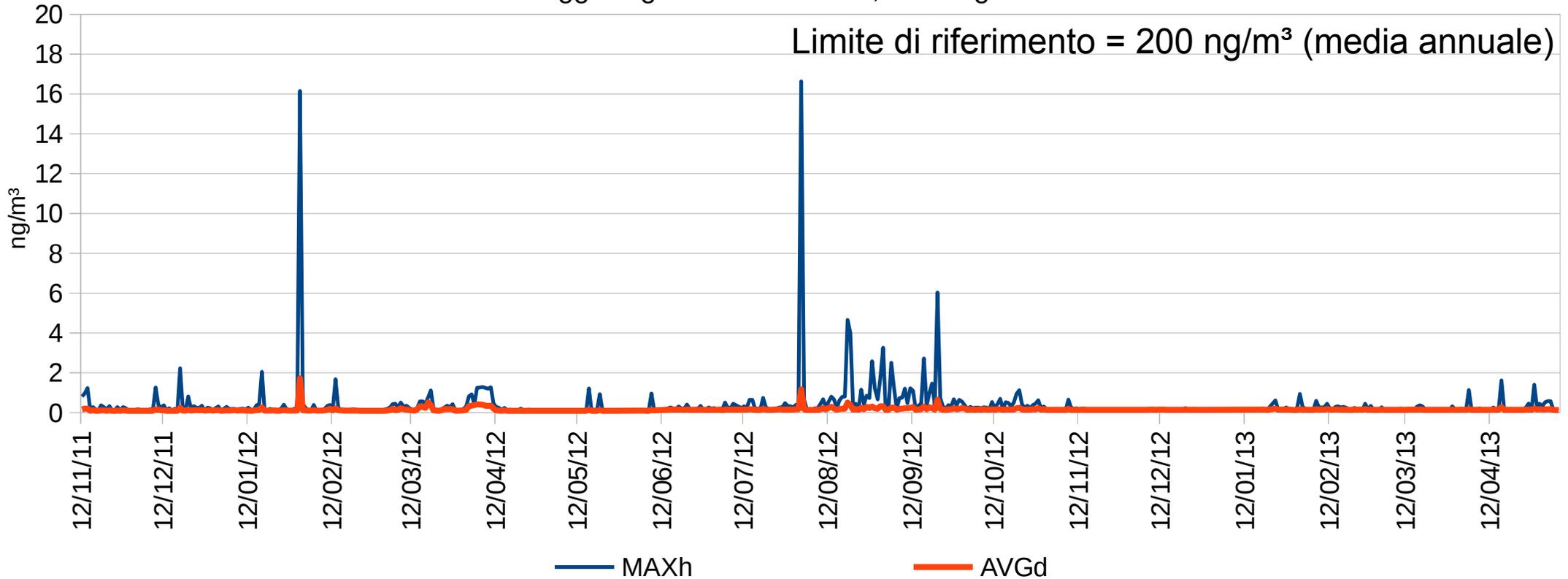
# ARPAT GEO1 e GEO2 - Hg

- I mezzi mobili di ARPAT sono attrezzati anche per la rilevazione del mercurio (Hg).
- I valori assunti dall'indicatore concentrazione media del periodo risultano notevolmente inferiori al valore di riferimento MRLs della ATSDR (pari a  $200 \text{ ng/m}^3$  su media annuale).
- Inoltre, considerando che il MRLs della ATSDR è più restrittivo del valore guida WHO-OMS (pari a  $1000 \text{ ng/m}^3$ ), ne consegue che anche quest'ultimo è rispettato.



## ARPAT GEO 1 - Parco Scoiattolo, Arcidosso (GR)

Monitoraggio Hg. Massima oraria, Media giornaliera

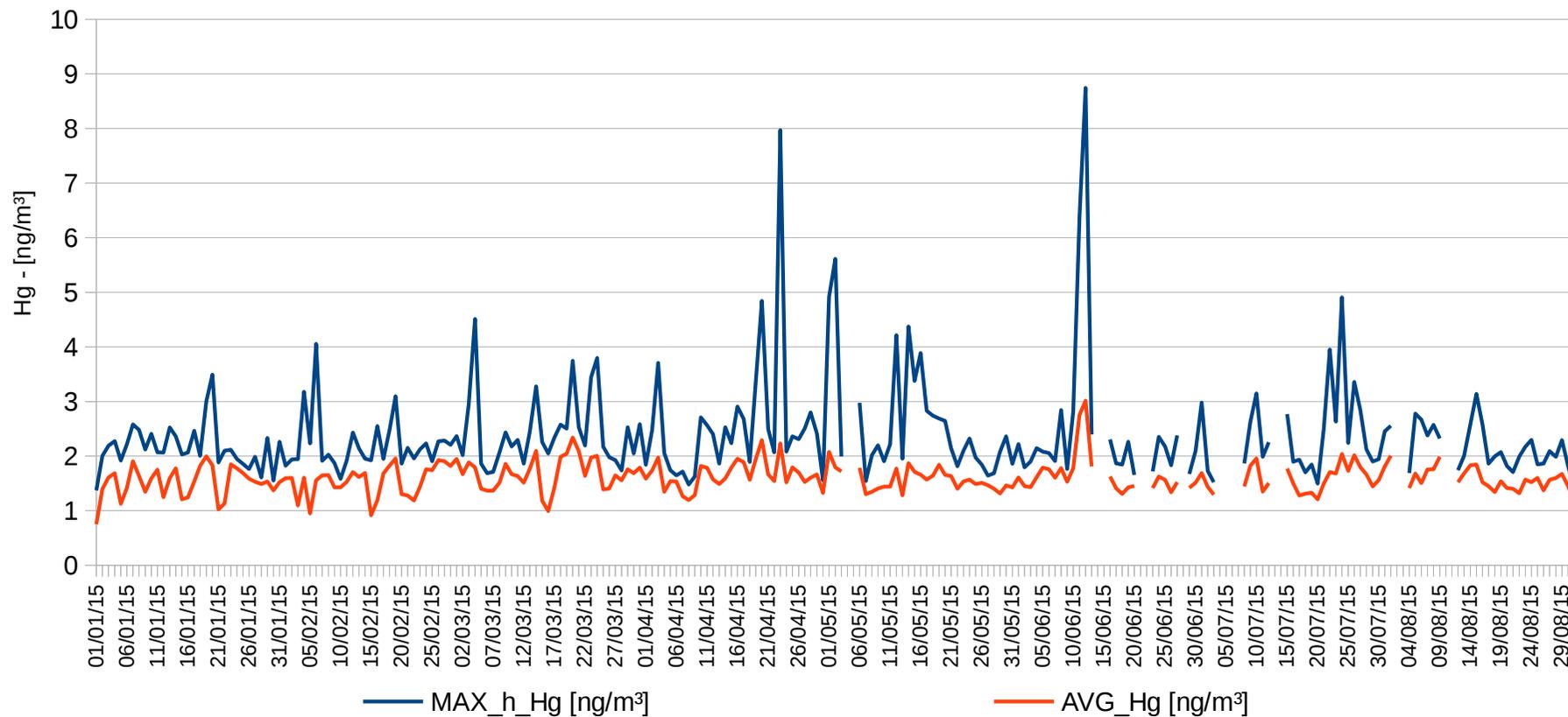


mes	novembre 2011	dicembre 2011	gennaio 2012	febbraio 2012	marzo 2012	aprile 2012	maggio 2012	giugno 2012	luglio 2012	agosto 2012	settembre 2012	ottobre 2012	novembre 2012	dicembre 2012	gennaio 2013	febbraio 2013	marzo 2013	aprile 2013	maggio 2013
validi	452	726	733	687	735	710	542	494	617	694	714	730	179	602	231	667	736	692	167
MAXh Hg [ng/m <sup>3</sup> ]	1,23	2,23	16,16	1,68	1,11	1,28	1,21	0,96	0,74	16,63	6,03	1,13	0,65	0,23	0,61	0,94	0,37	1,62	0,58
MAX(AVGd) Hg [ng/m <sup>3</sup> ]	0,20	0,24	1,72	0,22	0,52	0,42	0,15	0,16	0,18	1,17	0,65	0,24	0,19	0,15	0,20	0,18	0,16	0,28	0,17
AVGm Hg [ng/m <sup>3</sup> ]	0,11	0,11	0,16	0,11	0,17	0,18	0,09	0,14	0,15	0,24	0,21	0,16	0,15	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15



## ARPAT - GEO2 - c/o Prot. Civile Arcidosso, loc. Aiuole

Monitoraggio Hg - Limite=200 ng/m<sup>3</sup> (media annuale)



data	dati validi	MAX_H Hg [ng/m <sup>3</sup> ]	MAX(AVG_D) Hg [ng/m <sup>3</sup> ]	AVG_month Hg [ng/m <sup>3</sup> ]
gennaio 2015	744	3,49	1,99	1,52
febbraio 2015	672	4,06	1,96	1,54
marzo 2015	740	4,51	2,34	1,69
aprile 2015	687	7,97	2,29	1,66
maggio 2015	642	5,61	2,08	1,57
giugno 2015	512	8,74	3,01	1,66
luglio 2015	516	4,91	2,04	1,59
agosto 2015	594	3,14	2,01	1,57

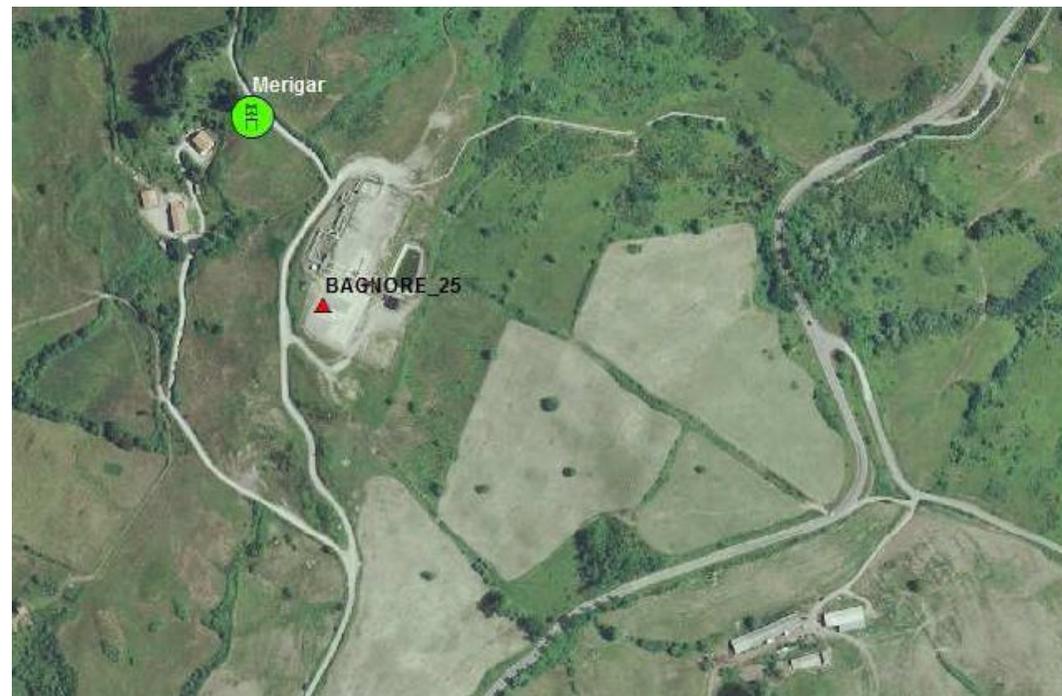
## Monitoraggio in Loc. Merigar

In seguito alla realizzazione della Centrale di Bagnore 4 la Regione Toscana ha chiesto ad ENEL di avviare il monitoraggio in località Merigar.

A fine 2013 è stata installata una **stazione di monitoraggio** della qualità dell'aria.

Con frequenza semestrale sono effettuate da ENEL ulteriori campagne volte a valutare:

- $H_2S$ ;
- Hg;
- PM10 (As, B, Sb)
- $NH_3$ ;



### Legenda

-  Stazione Q Aria
-  Pozzo Geotermico





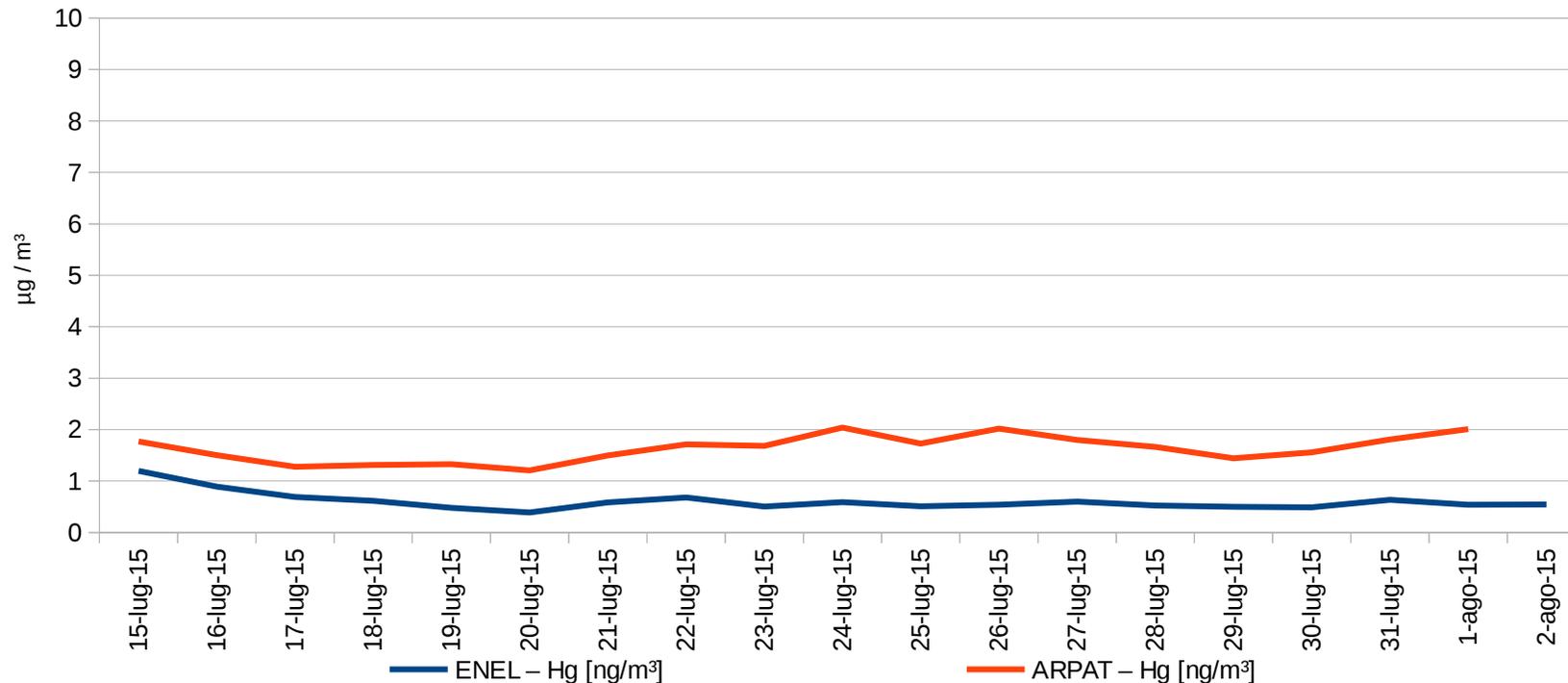
# Località Merigar



I vapori di mercurio (Hg) sono rilevati attraverso analizzatore in continuo. Di seguito riportiamo il confronto tra i dati rilevati da ENEL, in loc. Merigar) e da ARPAT, con il proprio mezzo Geo2, in loc. Aiuole:

Valori di Riferimento (MRLs, elaborati da ATSDR, USA): 200 ng/m<sup>3</sup> (media annuale)

**Concentrazione di Mercurio (Hg) in aria**  
ENEL (loc. Merigar) vs ARPAT (Geo2, loc. Aiuole)



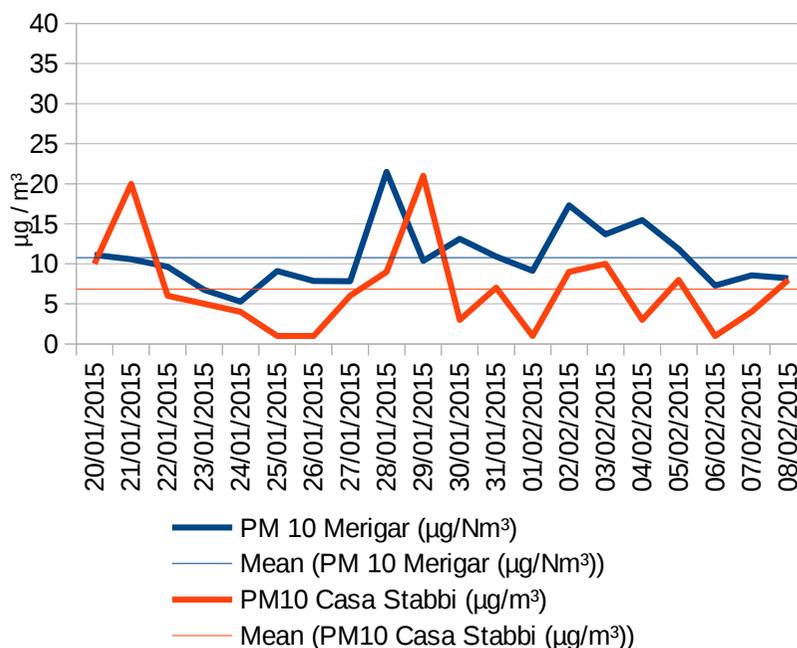


Il particolato fine (PM10) sono rilevati da ENEL attraverso auto campionatori sequenziali, con durata di campionamento pari a 24 ore/filtro.

Di seguito si riportano il grafici relativi alle campagne di monitoraggio svolte nel 2015, in loc. Merigar:

Monitoraggio PM10 - Località Merigar

1° Campagna anno 2015 - confronto con Casa Stabbi

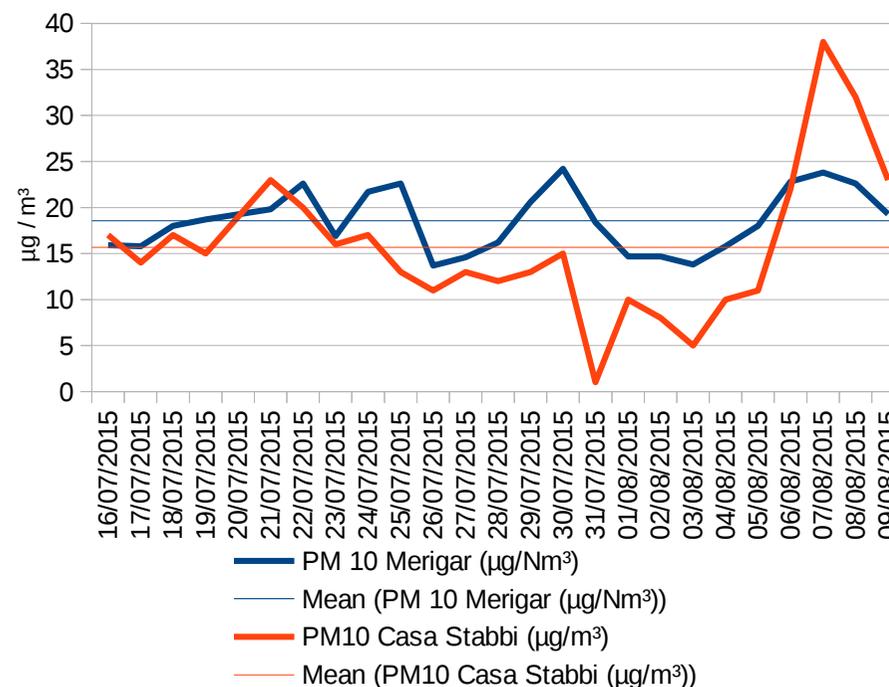


Media(PM10 Merigar) = 10,77 µg/m³  
 Media (PM10 Casa Stabbi) = 6,85 µg/m³

Media(PM10 Merigar) = 18,55 µg/m³  
 Media (PM10 Casa Stabbi) = 15,66 µg/m³

Monitoraggio PM10 - Località Merigar

1° Campagna anno 2015 - confronto con Casa Stabbi

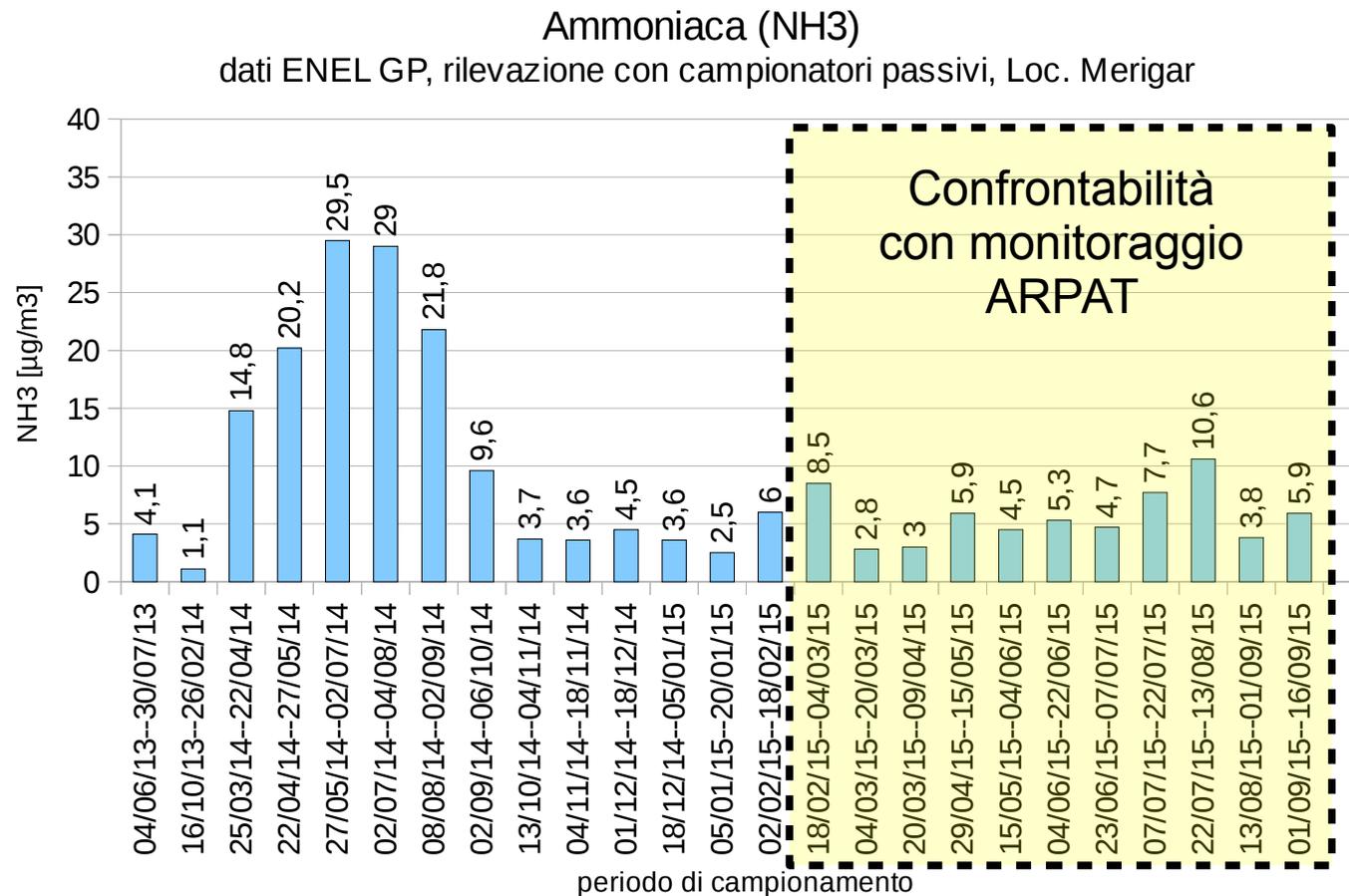




# Località Merigar



L'Ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ) viene controllata attraverso campionatori passivi, basati sul principio della diffusione molecolare su di un substrato appropriato durante il periodo di campionamento. Successivamente il substrato viene estratto e la soluzione analizzata (cromatografia ionica). Questi i dati rilevati da ENEL:





# Località Merigar

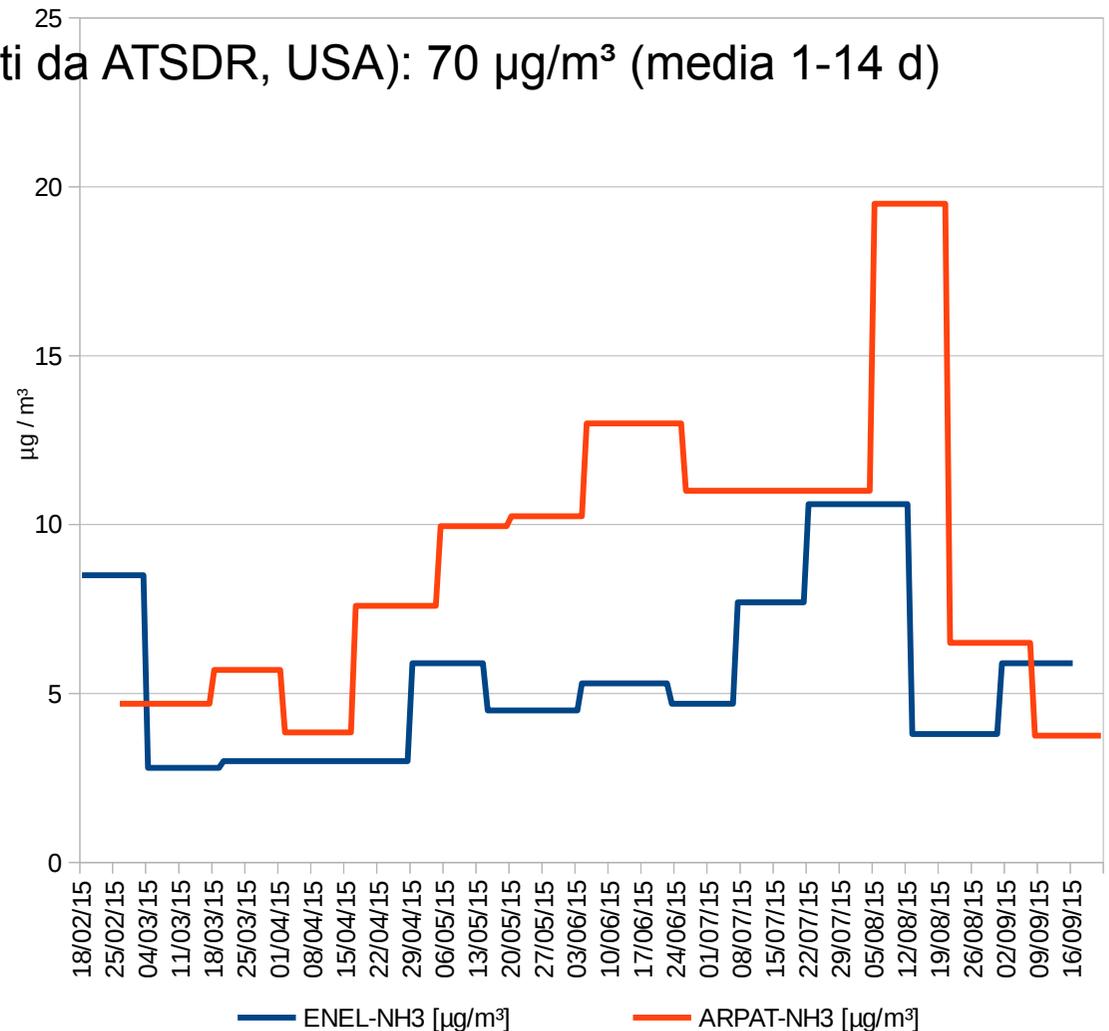
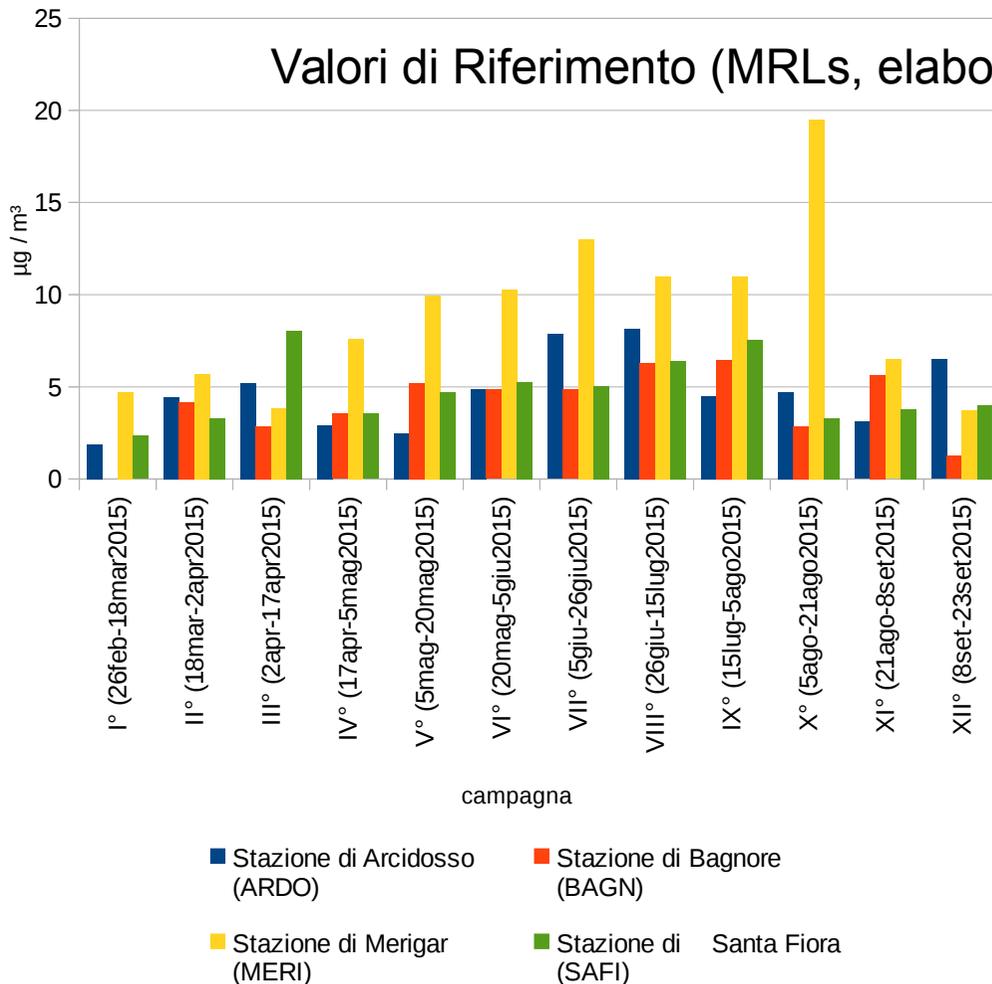


ARPAT sta effettuando un monitoraggio nell'area circostante la Centrale di Bagnore. Di seguito il confronto tra i dati rilevati da ENEL e da ARPAT nell'ultima campagna:

NH3 - Monitoraggio ARPAT con campionatori passivi

Loc. Merigar - Monitoraggio Ammoniaca (NH3) con campionatori passivi confronto tra valori rilevati da ENEL e da ARPAT

Valori di Riferimento (MRLs, elaborati da ATSDR, USA): 70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (media 1-14 d)





# Radon

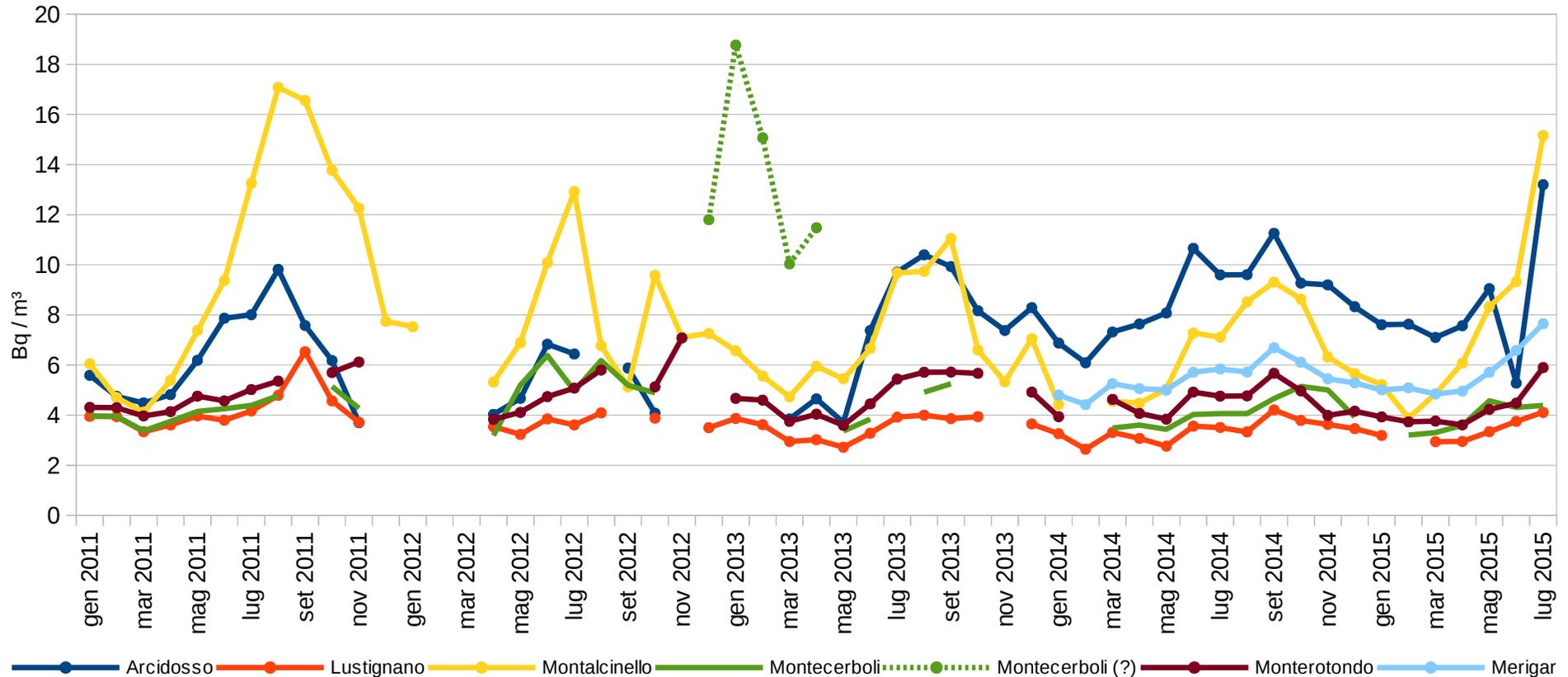
La rilevazione del radon viene effettuata attraverso dati orari.

Di seguito i dati medi rilevati negli ultimi 5 anni (dati parziali per il 2015).

Radon - [Bq/m <sup>3</sup> ]						
Anno di riferimento	Arcidosso	Lustignano	Montalcinello	Montecerboli	Monterotondo	Merigar
2011	6,28	3,98	9,81	4,19	4,82	
2012	5,22	3,67	8,06	6,15	5,1	
2013	7,39	3,54	7,06	9,35	4,78	
2014	8,78	3,38	6,48	4,07	4,51	5,45
2015 (parz)	8,23	3,38	7,6	3,9	4,23	5,7
2011-2015(p)	7,18	3,59	7,80	5,53	4,69	5,58

- Valore di fondo naturale 4-20 Bq/m<sup>3</sup>.
- Il contributo delle emissioni delle centrali geotermoelettriche ai valori misurati è minimo.
- Il rischio di esposizione al radon è relativo agli interni delle abitazioni: dalle indagini svolte da ARPAT nel Comune di Arcidosso è risultata una concentrazione media indoor pari a 143 Bq/m<sup>3</sup>

### RADON - medie mensili



- Valore di fondo naturale 4-20 Bq/m<sup>3</sup>.
- Il contributo delle emissioni delle centrali geotermoelettriche ai valori misurati è minimo. Più evidente l'effetto "stagionale"
- Il rischio di esposizione al radon è relativo agli interni delle abitazioni: dalle indagini svolte da ARPAT nel Comune di Arcidosso è risultata una concentrazione media indoor pari a 143 Bq/m<sup>3</sup>



## **Come perseguire una ulteriore riduzione delle emissioni**

**Migliorando l'efficienza e l'affidabilità degli impianti AMIS.**

**Riducendo i periodi di fermo centrale e di fermo dell'impianto AMIS.**

**Adottando strategie di interconnessione fra le centrali (e quando possibile fra gli impianti AMIS) che permettano di evitare che in caso di fermo centrale si abbia lo sfioro dei fluidi geotermici non depurati in atmosfera.**



# IL DRIFT



Il drift è costituito dalle gocce di condensazione del vapore (condense geotermiche) trascinate dal flusso d'aria nelle torri di raffreddamento.

L'acqua contiene le sostanze tipiche dei fluidi geotermici (principalmente B,  $\text{NH}_3$  e piccole quantità di

As, Hg, Sb) ma i quantitativi sono comunque piccoli.

La ricaduta del drift interessa le aree limitrofe alle centrali e ha una minima influenza sulla qualità dell'aria.

La quantità di drift dipende dal tipo di torri di raffreddamento e dal tipo di separatori di gocce presenti (sono ora disponibili separatori ad alta efficienza)



## LA DEPOSIZIONE DI ARSENICO

- Dovuta essenzialmente al drift (si depone As disciolto nel drift)
- Solo una parte (inferiore al 25%) di As emesso in fase gassosa si depone al suolo nelle aree di ricaduta
- Le emissioni di As dalle centrali (in tutte le forme gas+drift) sono molto inferiori a 5 g/h
- Le emissioni di As nel drift sono molto inferiori a 1 g/h



# LA DEPOSIZIONE DI AS NELL'AMIATA

Centrale	As tot	As drift
	g/h	g/h
PC3	1,1	0,054
PC4	0,54	0,086
PC5	0,39	0,059
Bagnore 3	0,4	0,012

Nella situazione futura Bagnore 3 + 4 la deposizione di As dal drift diminuisce, dato che diminuisce la quantità di drift per la maggiore efficienza dei separatori di gocce.



**ARPAT**

Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana

Regione Toscana



**Grazie per l'attenzione**