



MONITORAGGIO DELLE AREE GEOTERMICHE TOSCANE

CONCENTRAZIONI DI H₂S e Hg NELLE AREE GEOTERMICHE TOSCANE.

MONITORAGGI ARPAT E VALIDAZIONE DATI ENEL. REPORT ANNO 2017

AREA VASTA SUD SETTORE GEOTERMIA

Area Vasta Sud, 31/5/2018

REPORT

Sistemi
produttivi 



Monitoraggio delle aree geotermiche toscane:
Concentrazioni di H₂S e Hg nelle aree geotermiche toscane. Monitoraggi ARPAT e
validazione dati Enel . Report anno 2017

A cura di:

Dott. Alessandro Bagnoli – ARPAT - Dipartimento Piombino Elba

Responsabile della Struttura
Dott. Ivano Gartner

Collaboratori:

Personale del Settore Geotermia di ARPAT

© ARPAT 2018



Indice

| | |
|--|-----------|
| PRESENTAZIONE | 4 |
| 1 Sintesi dei risultati ENEL | 5 |
| 2 Introduzione e finalità del monitoraggio | 8 |
| 3 Indicatori | 9 |
| 3.1 Idrogeno solforato | 9 |
| 3.1.1 - Valori di riferimento per la tutela sanitaria | 9 |
| 3.2 Vapori di Mercurio | 10 |
| 3.2.1 - Valori di riferimento per la tutela sanitaria | 10 |
| 4 Stazioni di rilevamento ENEL per l'H₂S | 11 |
| 4.1 Stazioni Q.A. di Arcidosso, Santa Fiora, Bagnore e Merigar | 11 |
| 4.1.1 - Media mobile calcolata su 24 ore | 12 |
| 4.1.2 - Media mobile calcolata su 14 giorni | 12 |
| 4.1.3 - Media mobile calcolata su 90 giorni | 13 |
| 4.1.4 - Media annuale (2010-2017) | 13 |
| 4.2 Stazioni Q.A. di Piancastagnaio e Piancastagnaio 2 | 14 |
| 4.2.1 - Media mobile calcolata su 24 ore | 15 |
| 4.2.2 - Media mobile calcolata su 14 giorni | 15 |
| 4.2.3 - Media mobile calcolata su 90 giorni | 16 |
| 4.2.4 - Media annuale (2010-2017) | 16 |
| 4.3 Stazioni Q.A. di Canneto, Lustignano, Serrazzano | 17 |
| 4.3.1 - Media mobile calcolata su 24 ore | 18 |
| 4.3.2 - Media mobile calcolata su 14 giorni | 18 |
| 4.3.3 - Media mobile calcolata su 90 giorni | 19 |
| 4.3.4 - Media annuale (2010-2017) | 19 |
| 4.4 Stazioni Q.A. di Sasso Pisano e Monterotondo Marittimo | 20 |
| 4.4.1 - Media mobile calcolata su 24 ore | 21 |
| 4.4.2 - Media mobile calcolata su 14 giorni | 21 |
| 4.4.3 - Media mobile calcolata su 90 giorni | 22 |
| 4.4.4 - Media annuale (2010-2017) | 22 |
| 4.5 Stazioni Q.A. di Larderello, Castelnuovo e Montecerboli | 23 |
| 4.5.1 - Media mobile calcolata su 24 ore | 24 |
| 4.5.2 - Media mobile calcolata su 14 giorni | 24 |
| 4.5.3 - Media mobile calcolata su 90 giorni | 25 |
| 4.5.4 - Media annuale (2010-2017) | 25 |
| 4.6 Stazioni Q.A. di Belforte, Travale, Montalcinello e Chiodino | 26 |
| 4.6.1 - Media mobile calcolata su 24 ore | 27 |
| 4.6.2 - Media mobile calcolata su 14 giorni | 27 |
| 4.6.3 - Media mobile calcolata su 90 giorni | 28 |
| 4.6.4 - Media annuale (2010-2017) | 28 |
| 5 MEZZI ARPAT e confronto con dati ENEL | 29 |
| 5.1 Stazione fissa ARPAT di Pomarance (PI), Loc. Montecerboli | 29 |
| 5.2 Mezzo ARPAT GEO 1 | 33 |
| 5.2.1 - Monitoraggio 2016 in località Bagnoli, Arcidosso (GR) | 33 |
| 5.3 Mezzo ARPAT GEO 2 | 35 |
| 5.3.1 - Monitoraggio in loc. Serrazzano, Pomarance (PI). Periodo 31/01 al 21/03/2017 | 36 |
| 5.3.2 - Monitoraggio a Piancastagnaio (SI). Periodo 25/03 al 17/10/2017 | 37 |
| 5.3.3 - Monitoraggio a Arcidosso (GR) Loc. Bagnore. 26/10/2017-31/01/2018 | 38 |
| 6 CONCLUSIONI | 41 |



PRESENTAZIONE

La Toscana nelle zone delle Colline Metallifere e del Monte Amiata presenta particolari anomalie geotermiche, con caratteristiche tali da renderne particolarmente conveniente lo sfruttamento. Ad oggi sono attivi 36 gruppi produttivi (centrali geotermoelettriche) gestiti da ENEL GREEN POWER (ENEL GP) e dislocati nelle seguenti aree territoriali: Larderello, Lago (Val di Cornia), Radicondoli (nel loro insieme indicate come Area “tradizionale”) e le aree di Bagnore e di Piancastagnaio (queste ultime due, nel loro insieme, indicate come Area “Amiata”).

In queste aree sono presenti sia emissioni puntuali di origine antropica, originate dai gruppi di produzione, sia emissioni, generalmente diffuse, costituite dalle manifestazioni geotermiche naturali (soffioni, fumarole, putizze, sorgenti di acque caldissime, laghetti, etc.), non sempre di immediata individuazione.

Le emissioni di origine geotermica sono caratterizzate da alte percentuali di vapor acqueo e percentuali nettamente inferiori di altri microinquinanti, tra cui l'idrogeno solforato (H_2S), percepibile dall'olfatto umano già a concentrazioni molto basse (circa $7\mu g/m^3$) e, anche per questo, adottato generalmente come tracciante di attività geotermica.

Nelle Centrali geotermiche, per mitigarne gli impatti, sono state introdotte sia la pratica della reiniezione del fluido geotermico, che permette di contrastare l'impoverimento del serbatoio, sia l'installazione di un sistema di abbattimento del mercurio e dell'idrogeno solforato (H_2S), denominato AMIS, finalizzato, come dice anche il nome, all'riduzione dell' H_2S e dell'Hg gassoso nella frazione dei gas incondensabili emessi dalla Centrale. L'efficienza di abbattimento dell'AMIS, installato in tutte le Centrali della Toscana, è molto alta (circa del 97-99% per H_2S e il 90-95% per il Hg).

Nel corso degli anni, in occasione del rilascio dell'autorizzazione all'esercizio dell'impianto, la Regione Toscana ha prescritto alla Società ENEL GREEN POWER l'installazione di centraline fisse destinate al monitoraggio dell' H_2S , che ad oggi costituiscono una rete di 18 stazioni di monitoraggio localizzate sul territorio toscano dove vi è attività di utilizzo della risorsa geotermica.

Tali dati, che sono mensilmente trasmessi a Regione Toscana e ad ARPAT, sono verificati e integrati dalle indagini condotte autonomamente dalla stessa ARPAT, utilizzando una centralina fissa per il controllo della qualità dell'aria di Montecerboli e soprattutto attraverso i due mezzi mobili GEO1 e GEO2.

Scopo del presente report è quello di raccogliere, analizzare e verificare la congruità dei dati ENEL GP, anche alla luce dei monitoraggi ARPAT.

1 SINTESI DEI RISULTATI ENEL GREEN POWER

Nelle tabelle sottostanti è riportata una sintesi delle concentrazioni in aria di H₂S elaborate attraverso i dati registrati nel 2017 dalle centraline di monitoraggio qualità aria di ENEL GP, espressi come valori massimi (mensili e annuali) delle medie mobili della concentrazione di H₂S (in µg/m³), calcolate rispettivamente su intervalli di 24 ore, di 14 giorni e di 90 giorni, in coerenza con le indicazioni del World Health Organization (WHO), riportate nelle "Air Quality Guidelines" for Europe, second Edition (ed. 2000) e nel "Concise International Chemical Assessment Document 53. Hydrogen sulfide: human health aspects" (ed. 2003).

In tutte le seguenti tabelle il valore massimo mensile riscontrato nel 2017 è stato evidenziato in grassetto e i dati presentati sono messi a confronto con il massimo registrato nei due anni precedenti (2015 e 2016).

L'esame della sottostante tabella 1 permette di dedurre direttamente l'assenza di superamenti del limite fissato per la media mobile calcolata sul periodo di riferimento di 24 ore, pari a 150 µg/m³, e, cautelativamente, anche per il caso di media mobile calcolata sul periodo di riferimento di 2-14 giorni, con limite pari a 100 µg/m³.

tab.1: Media mobile H₂S in aria, calcolata su 24 h (LR=150 µg/m³). Max mensili (2017) e annuali (2015, 2016, 2017)

| Massimo mensile della media mobile su 24 ore/Mese/Stazione | | 2017-01 | 2017-02 | 2017-03 | 2017-04 | 2017-05 | 2017-06 | 2017-07 | 2017-08 | 2017-09 | 2017-10 | 2017-11 | 2017-12 | MAX 2015 | MAX 2016 | MAX 2017 |
|--|-------|--------------|--------------|--------------|---------|---------|---------|--------------|---------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|----------|----------|
| Canneto | CANN | 18,87 | 29,79 | 11,56 | 25,91 | 9,25 | 7,62 | 3,71 | 4,71 | 8,03 | 7,47 | 9,16 | 18,84 | 66,33 | 41,20 | 29,79 |
| Lustignano | LUST | 11,43 | 10,20 | 11,19 | 21,89 | 9,20 | 27,00 | 10,00 | 21,80 | 11,80 | 35,90 | 15,57 | 11,06 | 35,45 | 25,43 | 35,90 |
| Serrazzano | SEZA | 13,17 | 10,40 | 13,66 | 17,36 | 7,23 | 11,14 | 8,24 | 8,60 | 8,10 | 19,97 | 14,66 | 18,03 | 17,90 | 14,24 | 19,97 |
| Sasso_Pisano | SAPI | 21,61 | 11,87 | 30,72 | 17,38 | 11,24 | 12,00 | 10,87 | 12,58 | 8,28 | 21,29 | 13,52 | 24,04 | 21,01 | 18,32 | 30,72 |
| Monterotondo | MORO | 25,67 | 15,29 | 12,92 | 21,23 | 11,53 | 11,10 | 12,90 | 14,77 | 13,75 | 24,71 | 14,97 | 24,53 | 19,70 | 29,34 | 25,67 |
| Montecerboli | MONT | 45,68 | 31,79 | 15,56 | 15,36 | 15,41 | 22,80 | 11,26 | 17,41 | 10,71 | 20,11 | 24,96 | 28,47 | 21,33 | 30,19 | 45,68 |
| Castelnuovo VdC | CANU | 13,41 | 11,34 | 16,43 | 9,58 | 7,28 | 10,68 | 5,48 | 8,55 | 6,80 | 12,45 | 19,20 | 15,77 | 11,36 | 14,18 | 19,20 |
| Larderello | LARD | 48,85 | 19,47 | 16,42 | 25,79 | 11,66 | 13,96 | 10,97 | 10,09 | 6,64 | 14,23 | 10,40 | 20,77 | 38,96 | 39,03 | 48,85 |
| Belforte | BEFO | 6,71 | 8,39 | 4,52 | 8,49 | 3,94 | 7,13 | 6,03 | 7,36 | 5,37 | 11,98 | 10,47 | 13,52 | 13,96 | 10,39 | 13,52 |
| Montalcinello | MOAL | 6,87 | 16,00 | 6,35 | 6,43 | 10,11 | 6,08 | 7,37 | 9,15 | | | | | 21,54 | 10,77 | 16,00 |
| Travale | TRVL | 15,70 | 13,18 | 8,98 | 10,52 | 6,17 | 8,87 | 8,99 | 13,35 | 8,71 | 18,22 | 18,75 | 16,92 | 12,65 | 20,16 | 18,75 |
| Chiusdino | CHIU | 35,96 | 59,98 | 19,22 | 27,13 | 16,59 | 20,93 | 32,74 | 17,98 | 11,03 | 35,31 | 16,72 | 25,27 | 56,15 | 35,76 | 59,98 |
| Arcidosso | ARCI | 7,42 | 17,26 | 3,44 | 5,33 | 4,33 | 2,72 | 6,76 | 5,49 | 4,52 | 5,57 | 10,01 | 3,19 | 14,20 | 9,17 | 17,26 |
| Santa_Fiora | SAFI | 7,08 | 4,65 | 3,04 | 4,49 | 3,09 | 2,67 | 2,67 | 2,63 | 7,73 | 5,31 | 3,34 | 4,06 | 8,34 | 11,01 | 7,73 |
| Bagnore | BAGN | 11,64 | 4,80 | 3,31 | 3,82 | 6,79 | 2,84 | 2,58 | 2,70 | 5,31 | 3,44 | 3,82 | 3,37 | 6,71 | 13,03 | 11,64 |
| Merigar | MERI | 7,15 | 6,78 | 6,57 | 5,73 | 8,97 | 6,25 | 24,39 | 3,20 | 3,45 | 2,67 | 3,32 | 12,40 | 12,52 | 27,09 | 24,39 |
| Piancastagnaio | PICA | 12,92 | 9,10 | 8,08 | 31,50 | 13,64 | 11,38 | 15,58 | 17,94 | 13,87 | 48,52 | 10,29 | 6,54 | 34,63 | 22,62 | 48,52 |
| Piancastagnaio2 | PICA2 | 4,01 | 2,98 | 3,13 | 5,49 | 4,18 | 2,06 | 3,60 | 5,00 | 5,33 | 7,75 | 5,84 | 11,39 | 6,25 | 4,96 | 11,39 |

Si fa presente che in questa tabella ed in quelle che seguono l'assenza di dati relativi alla postazione di Montalcinello per l'ultimo quadrimestre del 2017 è da imputarsi ai danni subiti a causa dell'incendio boschivo, avvenuto ad agosto e che ha distrutto anche la stazione di monitoraggio.

L'esame della seguente tabella 2 conferma l'assenza di superamenti del limite fissato per la media mobile calcolata sul periodo di riferimento di 2-14 giorni, pari a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e, cautelativamente, anche per la media mobile calcolata sul periodo di riferimento fino a 90 giorni, con limite pari a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$:

tab.2: Media mobile H_2S in aria, calcolata su 14 D (LR= $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Max mensili (2017) e annuali (2015, 2016, 2017)

| Massimo mensile della media mobile su 14 giorni Mese/Stazione | | 2017-01 | 2017-02 | 2017-03 | 2017-04 | 2017-05 | 2017-06 | 2017-07 | 2017-08 | 2017-09 | 2017-10 | 2017-11 | 2017-12 | MAX 2015 | MAX 2016 | MAX 2017 |
|---|-------|--------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------|--------------|-------------|--------------|----------|----------|----------|
| Canneto | CANN | 9,11 | 10,81 | 7,17 | 5,54 | 3,16 | 3,56 | 2,71 | 2,61 | 3,39 | 2,72 | 3,54 | 5,90 | 20,56 | 15,18 | 10,81 |
| Lustignano | LUST | 8,17 | 6,19 | 5,96 | 9,25 | 5,48 | 10,01 | 8,48 | 8,06 | 7,49 | 12,37 | 10,02 | 7,10 | 19,50 | 11,44 | 12,37 |
| Serrazzano | SEZA | 5,67 | 5,84 | 6,21 | 6,21 | 3,58 | 5,37 | 3,96 | 4,53 | 4,80 | 9,15 | 7,98 | 8,09 | 8,57 | 5,98 | 9,15 |
| Sasso_Pisano | SAPI | 9,57 | 5,71 | 9,45 | 10,76 | 5,70 | 7,27 | 6,46 | 7,58 | 7,00 | 9,48 | 8,20 | 11,25 | 12,95 | 8,76 | 11,25 |
| Monterotondo | MORO | 13,80 | 6,34 | 5,92 | 7,32 | 5,88 | 5,94 | 7,40 | 7,71 | 7,94 | 10,34 | 9,69 | 9,60 | 10,20 | 13,23 | 13,80 |
| Montecerboli | MONT | 17,39 | 17,53 | 8,48 | 7,88 | 4,10 | 7,80 | 6,29 | 6,73 | 5,44 | 10,77 | 13,52 | 15,21 | 11,09 | 12,11 | 17,53 |
| Castelnuovo VdC | CANU | 6,63 | 3,85 | 5,07 | 6,49 | 3,37 | 5,86 | 3,28 | 5,94 | 5,38 | 7,85 | 6,75 | 9,54 | 5,24 | 6,48 | 9,54 |
| Larderello | LARD | 16,23 | 16,27 | 9,16 | 10,38 | 6,06 | 7,41 | 4,53 | 5,69 | 5,69 | 7,14 | 6,53 | 10,95 | 14,69 | 14,47 | 16,27 |
| Belforte | BEFO | 2,06 | 3,06 | 3,16 | 2,93 | 1,69 | 3,21 | 3,14 | 3,24 | 3,20 | 4,08 | 4,21 | 4,23 | 5,94 | 5,29 | 4,23 |
| Montalcinello | MOAL | 6,57 | 4,15 | 3,59 | 3,63 | 4,03 | 4,69 | 3,13 | 4,56 | | | | | 7,26 | 7,25 | 6,57 |
| Travale | TRVL | 7,78 | 5,89 | 5,36 | 5,93 | 3,84 | 5,24 | 4,57 | 5,93 | 5,68 | 7,07 | 9,28 | 6,70 | 5,09 | 9,19 | 9,28 |
| Chiusdino | CHIU | 12,28 | 8,41 | 8,47 | 11,12 | 5,01 | 7,50 | 12,10 | 8,31 | 5,77 | 8,20 | 7,91 | 7,09 | 15,53 | 10,80 | 12,28 |
| Arcidosso | ARCI | 3,43 | 5,19 | 2,11 | 1,95 | 2,23 | 1,79 | 2,19 | 2,11 | 2,15 | 2,73 | 3,27 | 1,93 | 4,31 | 3,28 | 5,19 |
| Santa_Fiora | SAFI | 3,13 | 2,22 | 2,05 | 2,89 | 2,32 | 1,38 | 1,53 | 2,10 | 4,36 | 4,45 | 2,75 | 2,79 | 3,20 | 3,49 | 4,45 |
| Bagnore | BAGN | 3,03 | 2,29 | 1,76 | 2,03 | 2,31 | 1,87 | 1,91 | 2,00 | 2,00 | 1,92 | 1,87 | 2,09 | 4,23 | 5,43 | 3,03 |
| Merigar | MERI | 4,64 | 2,77 | 2,86 | 3,28 | 3,08 | 2,70 | 3,32 | 1,48 | 1,54 | 1,75 | 1,87 | 3,05 | 4,10 | 5,55 | 4,64 |
| Piancastagnaio | PICA | 4,57 | 4,63 | 3,82 | 5,75 | 5,31 | 6,77 | 6,37 | 7,27 | 6,08 | 8,18 | 7,79 | 3,36 | 14,46 | 9,30 | 8,18 |
| Piancastagnaio2 | PICA2 | 2,04 | 2,59 | 2,10 | 2,01 | 1,92 | 1,89 | 2,36 | 2,74 | 4,66 | 2,00 | 2,92 | 3,53 | 4,07 | 3,28 | 4,66 |

Nella seguente tabella 3 è infine riportato il valore massimo mensile della media mobile della concentrazione in aria di H_2S mediata su un intervallo di 90 giorni:

tab.3: Media mobile H_2S in aria, calcolata su 90 D (LR= $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Max mensili (2017) e annuali (2015, 2016, 2017)

| Massimo mensile della media mobile su 90 giorni Mese/Stazione | | 2017-01 | 2017-02 | 2017-03 | 2017-04 | 2017-05 | 2017-06 | 2017-07 | 2017-08 | 2017-09 | 2017-10 | 2017-11 | 2017-12 | MAX 2015 | MAX 2016 | MAX 2017 |
|---|-------|-------------|-------------|--------------|---------|-------------|---------|---------|-------------|---------|---------|-------------|-------------|----------|----------|----------|
| Canneto | CANN | 8,00 | 8,12 | 8,10 | 5,96 | 4,54 | 3,11 | 2,74 | 2,51 | 2,36 | 2,31 | 2,64 | 3,18 | 9,85 | 9,89 | 8,12 |
| Lustignano | LUST | 7,92 | 6,91 | 6,37 | 6,04 | 5,93 | 6,44 | 6,35 | 6,59 | 6,68 | 8,11 | 8,14 | 8,12 | 10,97 | 7,92 | 8,14 |
| Serrazzano | SEZA | 4,69 | 4,72 | 4,64 | 4,84 | 3,85 | 3,71 | 3,20 | 3,36 | 3,42 | 4,96 | 5,50 | 6,41 | 6,37 | 4,87 | 6,41 |
| Sasso_Pisano | SAPI | 4,95 | 5,13 | 6,13 | 6,72 | 6,79 | 6,98 | 6,16 | 6,16 | 6,03 | 5,85 | 5,67 | 7,12 | 9,96 | 4,72 | 7,12 |
| Monterotondo | MORO | 6,38 | 6,57 | 6,20 | 5,21 | 5,40 | | | 5,87 | 6,04 | 7,11 | 7,06 | 7,27 | 6,83 | 6,03 | 7,27 |
| Montecerboli | MONT | 10,94 | 11,89 | 11,90 | 10,77 | 7,29 | 5,55 | 4,53 | 4,87 | 4,49 | 5,23 | 7,49 | 10,48 | 6,58 | 7,22 | 11,90 |
| Castelnuovo VdC | CANU | 4,09 | 4,25 | 4,12 | 4,00 | 3,87 | 4,11 | 3,68 | 3,84 | 3,98 | 5,53 | 5,78 | 6,92 | 4,57 | 4,41 | 6,92 |
| Larderello | LARD | 7,42 | 7,63 | 9,10 | 8,92 | 7,22 | 6,21 | 5,65 | 4,25 | 4,22 | 4,71 | 5,10 | 6,80 | 9,63 | 10,61 | 9,10 |
| Belforte | BEFO | 2,10 | 2,15 | 2,17 | 2,31 | 2,22 | 2,19 | 2,30 | 2,76 | 2,74 | 3,01 | 3,04 | 3,26 | 4,30 | 4,84 | 3,26 |
| Montalcinello | MOAL | 4,45 | 4,21 | 4,05 | 3,09 | 2,95 | 3,14 | 2,73 | 2,91 | | | | | 4,47 | 4,44 | 4,45 |
| Travale | TRVL | 4,70 | 5,16 | 5,10 | 4,66 | 4,41 | 4,24 | 4,16 | 4,14 | 4,14 | 5,01 | 5,33 | 5,09 | 3,91 | 4,28 | 5,33 |
| Chiusdino | CHIU | 5,64 | 6,31 | 5,65 | 5,76 | 5,77 | 5,75 | 6,07 | 6,80 | 6,77 | 5,52 | 5,10 | 5,51 | 8,64 | 6,81 | 6,80 |
| Arcidosso | ARCI | 1,94 | 2,52 | 2,55 | 2,53 | 2,12 | 1,75 | 1,70 | 1,70 | 1,77 | 1,90 | 2,15 | 2,10 | 3,28 | 3,03 | 2,55 |
| Santa_Fiora | SAFI | 2,67 | 2,65 | 2,45 | | | | | 1,53 | 2,15 | 2,90 | 3,10 | 3,07 | 2,62 | 2,79 | 3,10 |
| Bagnore | BAGN | 2,44 | 2,41 | 2,27 | 1,86 | 1,71 | 1,76 | 1,75 | 1,66 | 1,61 | 1,62 | 1,68 | 1,71 | 3,29 | 3,76 | 2,44 |
| Merigar | MERI | 2,44 | 2,51 | 2,60 | 2,46 | 2,66 | 2,65 | 2,34 | 2,17 | 1,76 | 1,69 | 1,43 | 1,73 | 2,93 | 2,90 | 2,66 |
| Piancastagnaio | PICA | 5,01 | 4,86 | 3,93 | 3,71 | 3,80 | 4,23 | 4,50 | 4,90 | 4,88 | 4,92 | 4,72 | 4,23 | 8,04 | 8,49 | 5,01 |
| Piancastagnaio2 | PICA2 | 1,64 | 1,82 | 1,70 | 1,63 | 1,49 | 1,43 | 1,49 | 1,59 | 2,35 | 2,44 | 2,62 | 2,37 | 3,57 | 2,55 | 2,62 |

Nella seguente tabella 4 si riporta la media calcolata mensilmente e sull'intero anno solare della concentrazione oraria di H₂S, rilevate dalle centraline di monitoraggio qualità aria di ENEL GP, espressi in µg/m³ (microgrammi su metro cubo):

tab.4: valori medi mensili di H₂S in aria registrati nel 2017.

| Medie mensili Mese/Stazione | | 2017-01 | 2017-02 | 2017-03 | 2017-04 | 2017-05 | 2017-06 | 2017-07 | 2017-08 | 2017-09 | 2017-10 | 2017-11 | 2017-12 | MEDIA 2015 | MEDIA 2016 | MEDIA 2017 |
|-----------------------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|------------|------------|
| Canneto | CANN | 6,83 | 7,33 | 2,89 | 3,48 | 2,62 | 2,79 | 2,00 | 2,08 | 2,21 | 2,38 | 3,15 | 4,08 | 5,81 | 5,04 | 3,49 |
| Lustignano | LUST | 5,34 | 5,25 | 5,22 | 6,99 | 4,81 | 7,33 | 4,76 | 7,52 | 5,97 | 10,76 | 6,47 | 5,98 | 7,37 | 5,98 | 6,38 |
| Serrazzano | SEZA | 4,83 | 4,62 | 4,34 | 2,54 | 3,04 | 3,53 | 2,99 | 3,55 | 3,59 | 7,23 | 5,29 | 6,52 | 4,21 | 3,28 | 4,38 |
| Sasso_Pisano | SAPI | 4,79 | 4,49 | 7,97 | 6,97 | 5,29 | 6,13 | 5,44 | 6,85 | 3,43 | 7,01 | 5,09 | 8,88 | 7,34 | 3,89 | 6,03 |
| Monterotondo | MORO | 4,60 | 4,67 | 5,12 | 5,88 | 4,82 | 5,16 | 5,07 | 7,00 | 5,59 | 8,52 | 5,39 | 7,51 | 4,95 | 4,26 | 5,87 |
| Montecerboli | MONT | 15,09 | 9,92 | 7,08 | 5,14 | 3,62 | 4,91 | 4,92 | 4,38 | 3,29 | 8,07 | 11,03 | 12,17 | 3,82 | 3,98 | 7,45 |
| Castelnuovo VdC | CANU | 3,97 | 2,93 | 4,38 | 4,00 | 3,14 | 3,89 | 2,50 | 5,14 | 4,15 | 7,14 | 5,84 | 7,55 | 3,72 | 3,48 | 4,56 |
| Larderello | LARD | 12,10 | 6,35 | 7,33 | 7,59 | 3,73 | 5,64 | 3,14 | 4,10 | 3,46 | 6,49 | 5,22 | 8,77 | 5,03 | 5,63 | 6,13 |
| Belforte | BEFO | 1,80 | 2,48 | 1,90 | 2,08 | 1,56 | 2,94 | 2,49 | 2,78 | 2,38 | 3,77 | 2,39 | 3,55 | 3,34 | 2,50 | 2,52 |
| Montalcinello | MOAL | 2,69 | 3,26 | 2,74 | 2,80 | 3,29 | 1,86 | 2,59 | 5,95 | | | | | 3,27 | 3,24 | 2,82 |
| Travale | TRVL | 4,32 | 4,31 | 4,13 | 4,56 | 3,34 | 4,41 | 3,45 | 4,49 | 3,22 | 6,67 | 3,37 | 4,63 | 3,17 | 2,95 | 4,28 |
| Chiusdino | CHIU | 4,05 | 4,98 | 4,66 | 6,64 | 3,89 | 6,18 | 7,04 | 6,79 | 2,46 | 6,00 | 4,43 | 5,81 | 6,18 | 4,78 | 5,25 |
| Arcidosso | ARCI | 3,03 | 2,94 | 1,70 | 1,80 | 1,64 | 1,48 | 1,79 | 1,82 | 1,65 | 2,21 | 2,30 | 1,69 | 2,53 | 2,02 | 1,99 |
| Santa_Fiora | SAFI | 2,48 | 1,90 | 2,22 | 2,54 | 1,78 | 1,27 | 1,41 | 1,89 | 3,39 | 3,65 | 2,28 | 2,54 | 2,29 | 2,38 | 2,27 |
| Bagnore | BAGN | 2,55 | 1,68 | 1,33 | 1,81 | 1,90 | 1,53 | 1,55 | 1,55 | 1,70 | 1,49 | 1,69 | 1,78 | 2,40 | 2,24 | 1,71 |
| Merigar | MERI | 1,99 | 2,21 | 2,63 | 2,59 | 2,67 | 1,69 | 2,17 | 1,37 | 1,32 | 1,47 | 1,45 | 2,16 | 2,28 | 2,18 | 1,98 |
| Piancastagnaio | PICA | 4,01 | 3,01 | 3,07 | 4,23 | 4,00 | 4,25 | 5,11 | 5,12 | 3,73 | 5,59 | 3,20 | 2,53 | 5,50 | 3,93 | 4,00 |
| Piancastagnaio2 | PICA2 | 1,30 | 1,83 | 1,44 | 1,22 | 1,62 | 1,08 | 1,76 | 1,84 | 3,35 | 1,82 | 2,03 | 2,69 | 2,33 | 1,64 | 1,83 |

La soglia di 7 µg/m³ viene usualmente presa come riferimento per stimare il disturbo olfattivo. Nella seguente tabella 5 sono indicate il numero di ore mensili e annuali in cui è stata registrata una concentrazione in aria superiore a 7 µg/m³, espresse in valore percentuale rispetto alle ore rilevate. Si rileva una situazione sostanzialmente invariata rispetto ai due ultimi anni precedenti; le situazioni più critiche si sono verificate anche quest'anno a Lustignano, Larderello e Montecerboli, dove si registrano valori mensili anche superiori al 50%.

tab.5: Percentuale mensile ed annuale delle ore con concentrazione > 7µg/m³.

| % ore con Concentrazione > 7µg/m ³ - Stazione | | 2017-01 | 2017-02 | 2017-03 | 2017-04 | 2017-05 | 2017-06 | 2017-07 | 2017-08 | 2017-09 | 2017-10 | 2017-11 | 2017-12 | INTERO 2015 | INTERO 2016 | INTERO 2017 |
|--|-------|-------------|------------|---------|---------|------------|---------|---------|-------------|------------|-------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Canneto | CANN | 26,2 | 22,7 | 8,7 | 10,4 | 6,9 | 4,9 | 0,9 | 2,5 | 7,3 | 9,1 | 11,5 | 14,9 | 16,2 | 13,9 | 10,6 |
| Lustignano | LUST | 25,9 | 25,2 | 24,3 | 29,9 | 21,8 | 29,1 | 22,5 | 35,5 | 30,3 | 50,0 | 34,6 | 34,3 | 30,9 | 28,7 | 30,3 |
| Serrazzano | SEZA | 10,4 | 12,4 | 14,7 | 7,5 | 12,1 | 15,4 | 10,0 | 13,1 | 12,7 | 31,4 | 22,8 | 35,7 | 15,4 | 8,9 | 16,9 |
| Sasso_Pisano | SAPI | 20,8 | 21,0 | 40,5 | 38,7 | 28,4 | 33,0 | 26,3 | 39,9 | 14,0 | 36,4 | 25,4 | 45,9 | 37,9 | 13,3 | 30,8 |
| Monterotondo | MORO | 16,0 | 17,9 | 20,4 | 19,9 | 21,6 | 25,7 | 22,3 | 34,1 | 24,5 | 41,6 | 23,8 | 35,5 | 21,1 | 15,9 | 25,9 |
| Montecerboli | MONT | 62,4 | 43,8 | 37,4 | 23,8 | 14,8 | 21,8 | 19,2 | 18,1 | 8,6 | 41,7 | 62,3 | 60,5 | 11,5 | 10,4 | 34,4 |
| Castelnuovo VdC | CANU | 11,1 | 6,0 | 12,8 | 12,3 | 5,4 | 13,8 | 5,5 | 17,7 | 9,9 | 36,6 | 22,8 | 40,1 | 9,6 | 8,3 | 16,2 |
| Larderello | LARD | 51,9 | 28,9 | 37,2 | 31,2 | 15,8 | 24,8 | 11,6 | 17,9 | 8,8 | 34,3 | 22,3 | 50,1 | 17,8 | 24,7 | 27,8 |
| Belforte | BEFO | 1,4 | 3,2 | 1,5 | 6,3 | 2,2 | 7,4 | 3,3 | 4,9 | 2,7 | 11,1 | 4,8 | 9,1 | 8,5 | 3,4 | 4,9 |
| Montalcinello | MOAL | 3,9 | 7,4 | 7,2 | 6,3 | 9,5 | 4,9 | 7,6 | 35,0 | | | | | 8,4 | 6,2 | 7,4 |
| Travale | TRVL | 15,6 | 14,4 | 11,5 | 14,9 | 5,1 | 14,0 | 7,1 | 13,5 | 11,4 | 29,0 | 9,1 | 18,0 | 7,4 | 6,9 | 13,8 |
| Chiusdino | CHIU | 10,3 | 11,6 | 16,5 | 23,4 | 14,9 | 24,2 | 23,8 | 26,0 | 7,8 | 23,2 | 16,9 | 25,6 | 22,6 | 17,5 | 18,7 |
| Arcidosso | ARCI | 4,4 | 5,8 | 0,9 | 1,4 | 1,2 | 0,9 | 2,9 | 3,1 | 1,0 | 1,9 | 2,7 | 0,1 | 2,6 | 1,3 | 2,1 |
| Santa_Fiora | SAFI | 3,1 | 0,6 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 5,0 | 1,8 | 0,2 | 0,3 | 0,9 | 1,2 | 1,0 |
| Bagnore | BAGN | 2,6 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 1,5 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 1,6 | 0,4 | 0,5 | 0,3 | 1,7 | 2,0 | 0,7 |
| Merigar | MERI | 2,2 | 2,9 | 2,8 | 2,3 | 5,9 | 2,6 | 1,1 | 0,4 | 0,0 | 0,1 | 1,4 | 3,7 | 2,3 | 3,3 | 2,1 |
| Piancastagnaio | PICA | 14,4 | 3,9 | 3,7 | 7,3 | 11,7 | 12,7 | 16,3 | 18,9 | 10,6 | 13,9 | 4,4 | 5,3 | 17,1 | 11,2 | 10,4 |
| Piancastagnaio2 | PICA2 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | 1,3 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 0,6 | 1,8 | 1,6 | 6,3 | 0,8 | 0,4 | 1,2 |

PARTE PRIMA

2 INTRODUZIONE E FINALITÀ DEL MONITORAGGIO

Il monitoraggio della qualità dell'aria è svolto, sotto la supervisione ARPAT, da ENEL GP mediante la gestione di 18 Stazioni fisse di Qualità Aria (o SQA) e un mezzo mobile:

| N | DENOMINAZIONE (SIGLA) | COMUNE | QUOTA | EST (GB) | NORD (GB) |
|----|-------------------------------------|----------------------|-------|----------|-----------|
| 6 | Arcidosso (ARDO) | Arcidosso (GR) | 718 | 1707880 | 4748910 |
| 7 | Santa Fiora (SAFI) | S. Fiora (GR) | 718 | 1710980 | 4745600 |
| 8 | Bagnore (BAGN) | SantaFiora (GR) | 763 | 1709910 | 4746830 |
| 23 | Merigar (MERI) | Arcidosso (GR) | 897 | 1708136 | 4746280 |
| 9 | Piancastagnaio (PICA) | Piancastagnaio (SI) | 725 | 1720360 | 4747580 |
| 22 | Piancastagnaio 2 (PICA2) | Piancastagnaio (SI) | 791 | 1719470 | 4747780 |
| 10 | Canneto (CANN) | Monteverdi (PI) | 308 | 1641280 | 4784510 |
| 11 | Lustignano (LUST) | Pomarance (PI) | 398 | 1646420 | 4782980 |
| 12 | Serrazzano (SEZA) | Pomarance (PI) | 530 | 1647400 | 4786550 |
| 13 | Sasso Pisano (SAPI) | Castelnuovo V.C (PI) | 490 | 1651390 | 4781090 |
| 14 | Monterotondo (MORO) | Monterotondo (GR) | 507 | 1650850 | 4778580 |
| 15 | Montecerboli (dal 24/4/2012) (MONT) | Pomarance (PI) | 410 | 1652730 | 4789960 |
| 16 | Castelnuovo V.C. (CANU) | Castelnuovo V.C (PI) | 580 | 1654460 | 4786000 |
| 17 | Larderello (LARD) | Pomarance (PI) | 441 | 1653540 | 4789040 |
| 18 | Belforte (BEFO) | Radicondoli (SI) | 528 | 1667580 | 4788590 |
| 19 | Montalcinello (MOAL) | Chiusdino (SI) | 360 | 1668500 | 4784680 |
| 20 | Travale (TRVL) | Montieri (GR) | 511 | 1663790 | 4781610 |
| 21 | Chiusdino (CHIU) | Chiusdino (SI) | 521 | 1668910 | 4780040 |

Il controllo da parte di ARPAT dell'attività di monitoraggio svolta da ENEL GP è effettuata attraverso i mezzi e la strumentazione di seguito elencata:

- **mezzo mobile ARPAT Geo1**, attrezzato per la rilevazione di H₂S e di Hg oltre che dei dati meteo di base. Trattandosi di un mezzo di più difficile manovrabilità, è impiegato per monitoraggi su periodi temporali più lunghi, usualmente in aree non servite dalle altre stazioni di monitoraggio;
- **mezzo mobile ARPAT Geo2**. Oltre che per le normali campagne di monitoraggio, il Geo2 viene utilizzato anche per il controllo dei dati misurati dalle stazioni ENEL GP mediante il suo posizionamento in prossimità di una centralina ENEL GP presa a campione, in modo che le due stazioni, di ARPAT ed ENEL GP, effettuino un rilevamento in parallelo per un periodo variabile, compreso tra 15 e 30 gg.. Dal 2014 il mezzo GEO2 è stato dotato di un analizzatore di Hg gassoso;
- **centralina fissa presso l'abitato di Montecerboli**, nel Comune di Pomarance (PI); questa centralina fa parte della rete regionale per il monitoraggio della qualità dell'aria ed è stata attrezzata per il monitoraggio di H₂S, oltre che di ozono (O₃), diossido di azoto (NO₂) e particolato (PM₁₀).

In linea generale, i due mezzi mobili ARPAT sono impiegati per monitorare le aree non servite da stazioni fisse e per verificare periodicamente i dati forniti dalle stazioni di monitoraggio gestite da ENEL GP, mediante campagne brevi, svolte in parallelo.

3 INDICATORI

3.1 Idrogeno solforato

L'acido solfidrico è una sostanza dotata di odore. Relativamente alla soglia di percezione umana dell'odore dell'acido solfidrico la vasta letteratura evidenzia il ruolo fondamentale assunto dalla "variabilità individuale", che ha portato a proporre di volta in volta campi di valori molto diversificati fra loro. Usualmente si distingue:

- **soglia di rilevazione:** è la minima concentrazione che suscita una risposta sensoriale;
- **soglia di riconoscimento:** è la minima concentrazione di identificazione del tipo di odore.

Esse non corrispondono a valori definiti e costanti ma piuttosto sono degli intervalli, generalmente abbastanza ampi, di concentrazione che dipendono dal gruppo di individui presi a riferimento e dal metodo utilizzato per la loro individuazione.

In considerazione del fatto che l'H₂S è chiaramente percepibile dall'olfatto umano già in concentrazioni molto più basse rispetto a quelle per il quale può ritenersi pericoloso per la salute umana e tenuto presente che la normativa regionale e le Linee guida internazionali non prevedono un valore limite percentuale da rispettare, per il suo monitoraggio è prassi consolidata, anche in considerazione delle tecnologie disponibili, determinare il numero di ore in cui è stata rilevata una concentrazione superiore al valore di riferimento di 7 µg/m³, sebbene sia noto che, almeno su una parte della popolazione esposta, possano verificarsi fenomeni di molestia olfattiva già per esposizioni di 30 minuti.

3.1.1 Valori di riferimento per la tutela sanitaria

Per quanto riguarda l'individuazione di valori di riferimento per la tutela sanitaria, coerentemente a quanto indicato nella Delibera di Giunta della Regione Toscana n. 344 del 22 marzo 2010, la concentrazione oraria di idrogeno solforato rilevata in aria è mediata sui seguenti tre periodi di osservazione:

1. 24 ore (Valore di riferimento per "singola esposizione ad alta concentrazione": 150 µg/m³)
2. 2 giorni – 14 giorni (Valore di riferimento per esposizione a "breve termine": 100 µg/m³)
3. 15 giorni – 90 giorni (Valore di riferimento per esposizione a "medio termine": 20 µg/m³)

I valori di riferimento tra parentesi sono ricavati dai due documenti del World Health Organization:

- Air Quality Guidelines for Europe, Second Edition (2000).
- Concise International Chemical Assessment Document 53. HYDROGEN SULFIDE: HUMAN HEALTH ASPECTS (2003).

Nel corso del "Meeting report" organizzato dal WHO, che si è svolto a Bonn nel 2015, sulla base delle più recenti evidenze scientifiche, sono state riviste le priorità e valutata l'opportunità di aggiornare i limiti di riferimento sanitari per alcuni inquinanti.

In particolare l'H₂S, inquinante di tipo inorganico, è stato inserito nel Gruppo 3, ossia quello con priorità di aggiornamento inferiore (il Gruppo 4 è relativo agli inquinanti per cui le nuove conoscenze non giustificano una revisione dei documenti attuali, mentre i Gruppi 3, 2 e 1 sono inquinanti per i quali è richiesto un aggiornamento delle conoscenze scientifiche, rispettivamente con ordine di priorità crescente).

In relazione ai valori di riferimento sopra indicati, è opportuno osservare che, mentre per il primo intervallo il confronto tra i valori rilevati è pressoché immediato, per quelli di cui ai punti 2 e 3, risulta cautelativamente più semplice effettuare una verifica condotta assumendo il periodo di osservazione immediatamente minore a quello inferiore dell'intervallo indicato, piuttosto che calcolare la serie di medie indicate dalla citata Delibera 344/2010.

In altre parole se il valore medio della concentrazione mediata su tale periodo di osservazione, inferiore a quello indicato per il confronto con il valore di riferimento, risulta sempre inferiore al

valore di riferimento, si ha la matematica certezza del non superamento. Diversamente è necessario effettuare puntualmente la verifica su tutti gli intervalli di tempo previsti dalla Delibera.

In termini esemplificativi: se la media mobile delle concentrazioni di H₂S determinata su 24 ore risulta sempre inferiore a 100 µg/m³, si è matematicamente sicuri che lo sono anche le medie determinate sui periodi di riferimento di durata superiore (2 giorni, 3 giorni, ..., 14 giorni).

In modo analogo se la media mobile delle concentrazioni di H₂S determinata su 14 giorni risulta sempre inferiore a 20 µg/m³ si è matematicamente sicuri che lo sono anche le medie determinate sui periodi di riferimento di durata superiore, in particolare con durata compresa tra 15 e 90 giorni.

Bisogna inoltre tenere presente che un dato è ritenuto rappresentativo del periodo di osservazione considerato, quando sono disponibili almeno il 75% dei dati che lo compongono: il dato relativo alla media calcolata su 24 ore richiede la conoscenza di almeno 18 ore (24 x 75%).

In conclusione, per verificare il rispetto dei limiti di riferimento indicati dalla Delibera di Giunta della Regione Toscana n. 334/2010, invece che calcolare le medie mobili su 24 ore, 2 giorni, 3 giorni, ..., 90 giorni, risulta più semplice e cautelativo determinare i valori delle medie mobili calcolati su 24 ore e 14 giorni.

Si osserva infine che il valore ottenuto su medie mobili di 90 giorni, così come la media annuale, sono un utile riferimento per valutare l'esposizione della popolazione su periodi di lungo termine.

3.2 Vapori di Mercurio

Come noto il mercurio è un metallo fortemente tossico; l'introduzione nell'organismo può avvenire sia per ingestione, sia per inalazione dei vapori, sia per semplice contatto.

Essendo un costituente naturale della crosta terrestre anche in aree remote i livelli di mercurio sotto forma di vapore in atmosfera sono di circa 2–4 ng/m³, fino a 10 ng/m³ in aree urbane.

Come evidenziato dallo stesso WHO, tale causa di assunzione può comunque ritenersi trascurabile rispetto ai quantitativi assimilati dall'organismo umano per assunzione diretta tramite il cibo ingerito (soprattutto pesce con rischio di bio-accumulo) e per altri cause (otturazioni dentali, antisettici, vernici, cere per pavimenti, nei lucidanti per mobili, ammorbidenti, etc.).

3.2.1 Valori di riferimento per la tutela sanitaria

Sulla base degli effetti osservati sugli esseri umani a causa dei vapori di mercurio, le già richiamate linee guida pubblicate dal WHO suggeriscono di rispettare una concentrazione di 1 µg/m³, mediata su un periodo di riferimento annuale.

Cautelativamente e in accordo con la DGRT n.344/2010, nel presente rapporto è stato scelto di riferirsi al valore di riferimento di 0,2 µg/m³ (200 ng/m³), anch'esso mediato su un periodo di riferimento di 1 anno, coerentemente alle 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 (novembre 2007).

PARTE SECONDA

4 STAZIONI DI RILEVAMENTO ENEL PER L'H₂S

Per un confronto immediato nell'ultimo anno dell'andamento della concentrazione di idrogeno solforato in aria con i limiti sanitari precedentemente richiamati, nei paragrafi seguenti sono rappresentati i grafici dei valori massimi registrati giorno per giorno delle medie mobili calcolate rispettivamente su intervalli temporali di 24 ore, di 14 giorni e di 90 giorni.

Per sintesi di rappresentazione e per agevolarne la lettura le diverse stazioni di rilevamento sono state raggruppate in 6 gruppi, in base al criterio di vicinanza geografica.

4.1 Stazioni Q.A. di Arcidosso, Santa Fiora, Bagnore e Merigar

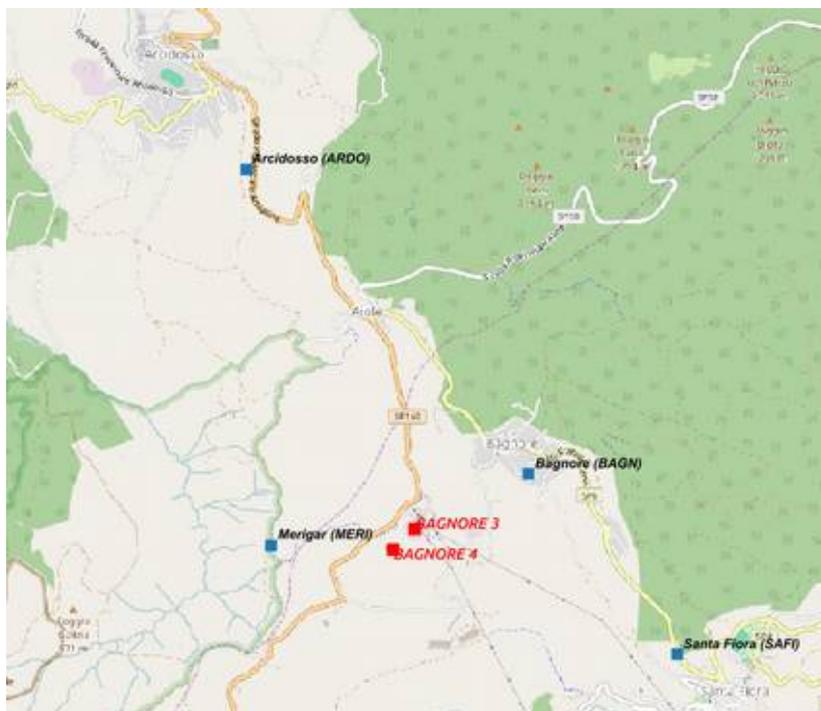


Fig. 1: ubicazione delle CGTE di Bagnore 3 e Bagnore 4 e delle SQA di Arcidosso (ARCI), Bagnore (BAGN), Santa Fiora (SAFI) e Merigar (MERI)

Le quattro stazioni di monitoraggio ENEL GP ubicate nei Comuni di Arcidosso e Santa Fiora presidiano le centrali produttive di Bagnore 3 e Bagnore 4. In località Bagnoli, nel Comune di Arcidosso, è presente da maggio 2013, salvo una breve pausa per manutenzione nel dicembre 2014, il mezzo mobile ARPAT GEO1.

Su richiesta della Regione Toscana e dei Comuni interessati, nel settembre 2016 è stata avviata la pubblicazione sul sito web di ARPAT di un bollettino mensile con lo scopo di rendere pubblici i livelli di idrogeno solforato registrato nell'intera area Amiata (<http://www.arpato.toscana.it/datiemappe/bollettini/bollettino-della-qualita-dellaria-nella-zona-geotermica-del-monte-amiata/bollettino-della-qualita-dellaria-nella-zona-geotermica-del-monte-amiata>).

Nel 2018, alla luce dei risultati rassicuranti rilevati nei mesi precedenti, la frequenza di pubblicazione del bollettino è stata ridotta a trimestrale.

I dati rilevati in quest'area, anche dopo la messa in esercizio della nuova centrale Bagnore 4, si confermano come i più bassi di tutta l'area geotermica toscana.

L'esame dei dati disponibili permette di affermare che, pur essendosi verificati ripetuti superamenti della soglia olfattiva che possono aver determinato disturbi alla popolazione, i dati registrati dalle 4

centraline di monitoraggio ENEL GP e dei 2 mezzi mobili ARPAT si sono sempre mantenuti al di sotto dei valori di riferimento per la tutela sanitaria: le tre medie mobili calcolate sui tre intervalli di mediazione (24 ore, 2-14 giorni e 15-90 giorni) sono tutte ampiamente inferiori ai rispettivi limiti di riferimento.

Dalla seconda metà di ottobre fino a gennaio 2018, il mezzo ARPAT GEO2 è stato affiancato alla Centralina ENEL GP di Bagnore (BAGN), per verificarne la funzionalità. I risultati del confronto sono presentati nei paragrafi successivi.

4.1.1 Media mobile calcolata su 24 ore

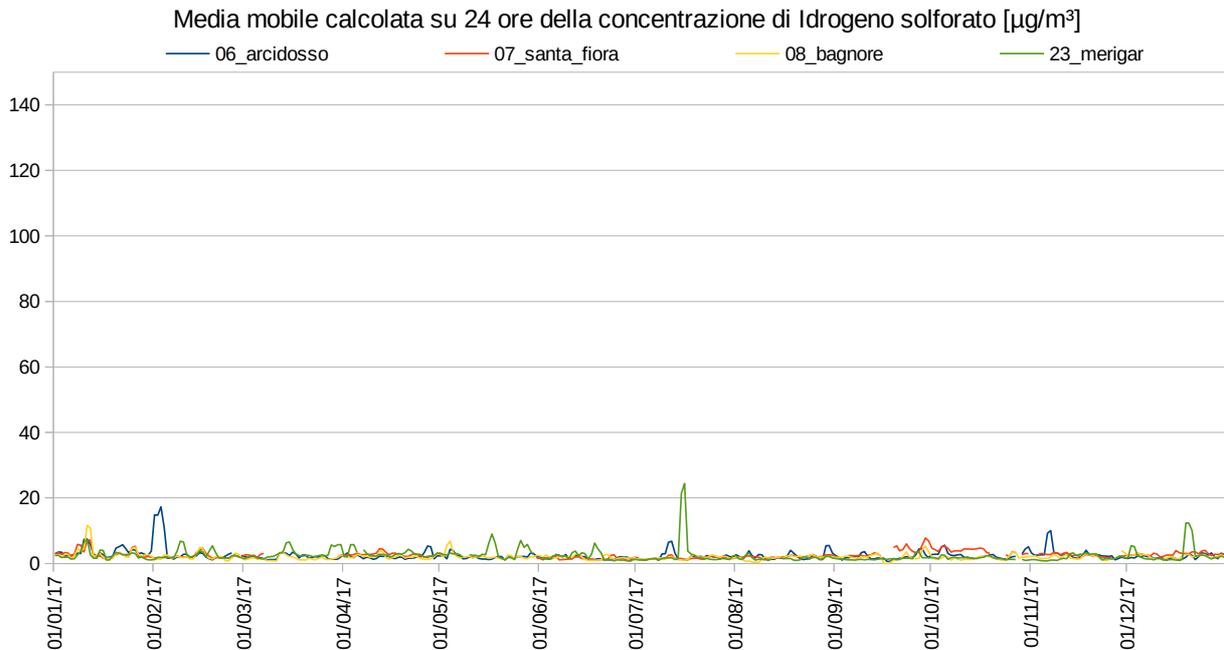


Grafico del massimo giornaliero, nel 2017, della media mobile calcolata su 24 ore (Valore di riferimento = $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.1.2 Media mobile calcolata su 14 giorni

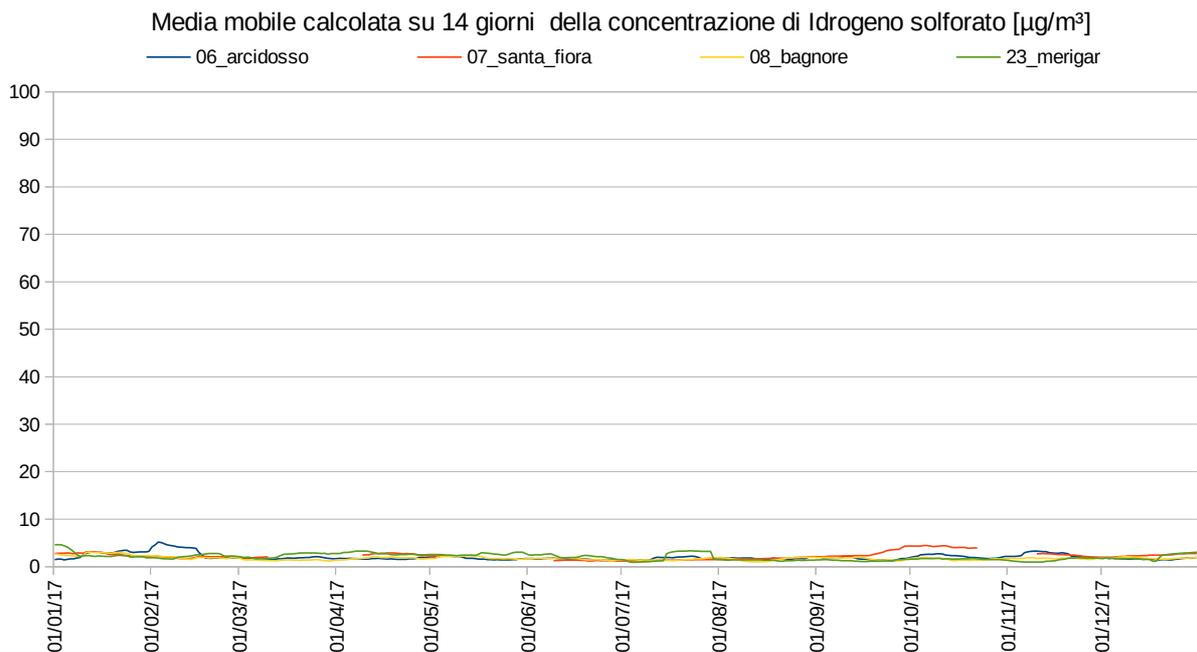


Grafico del massimo giornaliero, nel 2017, della media mobile calcolata su 14 giorni (V.R. = $20/100 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.1.3 Media mobile calcolata su 90 giorni

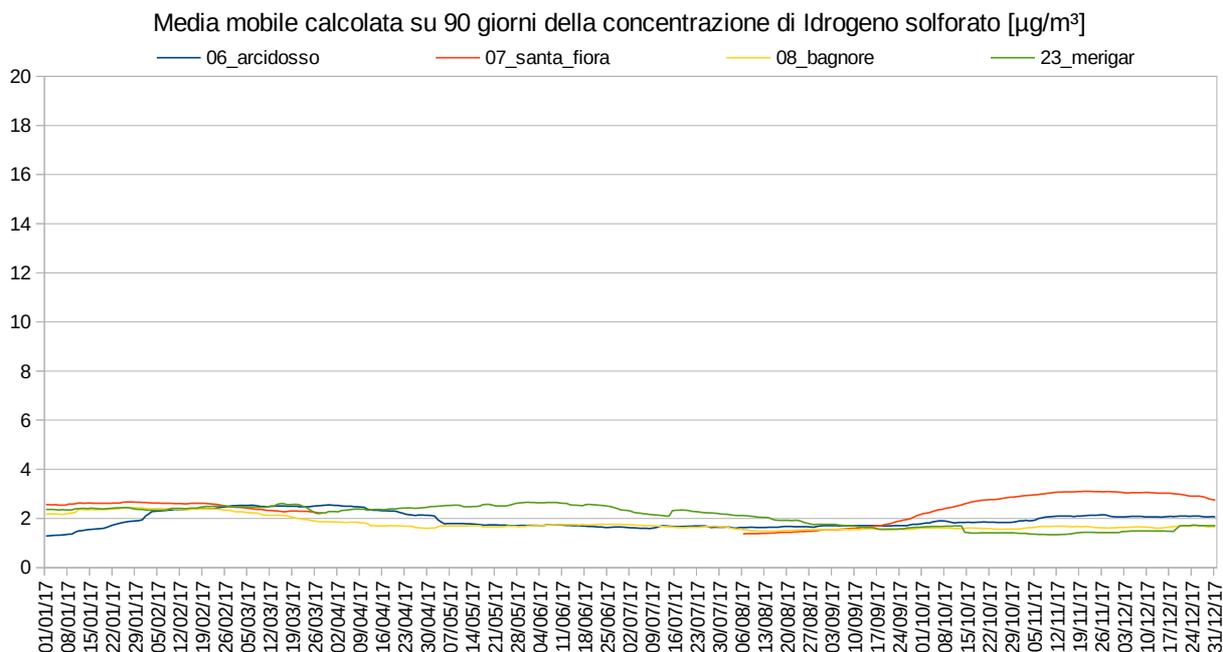
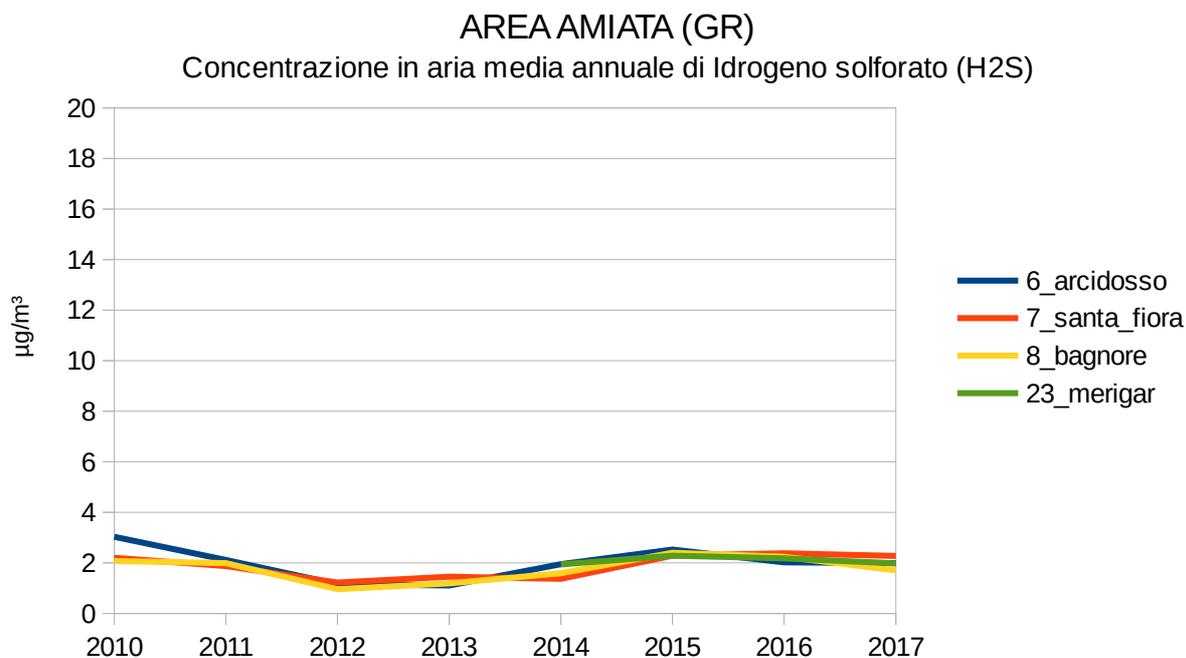


Grafico del massimo giornaliero, nel 2017, della media mobile calcolata su 90 giorni (Valore di riferimento = $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.1.4 Media annuale (2010-2017)

I dati storici relativi alla concentrazione di H_2S in aria mostrano, per il periodo preso in esame, una situazione di sostanziale stazionarietà della concentrazione di idrogeno solforato in aria, anche dopo l'entrata in servizio della Centrale di Bagnore 4, che ha comportato un aumento di potenzialità produttiva di 40 MW.



4.2 Stazioni Q.A. di Piancastagnaio e Piancastagnaio 2

Le due stazioni di monitoraggio ENEL GP sono prossime al centro abitato di Piancastagnaio e in posizione baricentrica rispetto alle tre centrali omonime.



Fig.2: ubicazione delle tre CGTE di Piancastagnaio 3, Piancastagnaio 4 e Piancastagnaio 5 e delle due SQA di Piancastagnaio (PICA) e Piancastagnaio 2 (PICA2)

Dopo le criticità riconducibili all'esercizio della vecchia Centrale PC2, negli anni successivi al 2012, è stato osservato un progressivo miglioramento, che tuttavia deve essere ancora perseguito con continuità.

Su richiesta della Regione Toscana e dei Comuni interessati, nel settembre 2016 è stata avviata la pubblicazione sul web di ARPAT di un bollettino mensile con lo scopo di rendere pubblici i livelli di idrogeno solforato registrato nell'intera area Amiata (<http://www.arpato.toscana.it/datiemappe/bollettini/bollettino-della-qualita-dellaria-nella-zona-geotermica-del-monte-amiata/bollettino-della-qualita-dellaria-nella-zona-geotermica-del-monte-amiata>).

Nel 2018, alla luce dei risultati rassicuranti rilevati nei mesi precedenti, la frequenza di pubblicazione del bollettino è stata ridotta a trimestrale.

Dalla seconda metà di marzo fino ad ottobre 2017, il mezzo ARPAT GEO2 è stato affiancato ad una delle due centraline ENEL GP di Piancastagnaio (PICA), per verificarne la funzionalità. I risultati del confronto sono presentati nel paragrafo specifico, relativo ai controlli effettuati con il mezzo GEO2.

I valori anomali registrati nei mesi di aprile e ottobre sono imputabili rispettivamente alla manutenzione programmata dell'AMIS della Centrale di PC4 (11-13/4) e al fuori servizio, per manutenzione, dello stesso (24-28/10).

Anche in questa area l'esame dei dati disponibili permette di affermare che, pur essendosi registrati ripetuti superamenti della soglia olfattiva che possono aver determinato disturbi alla popolazione, i dati registrati dalle 2 centraline di monitoraggio ENEL GP e dal mezzo mobile ARPAT si sono sempre mantenuti al di sotto dei valori di riferimento per la tutela sanitaria.

4.2.1 Media mobile calcolata su 24 ore

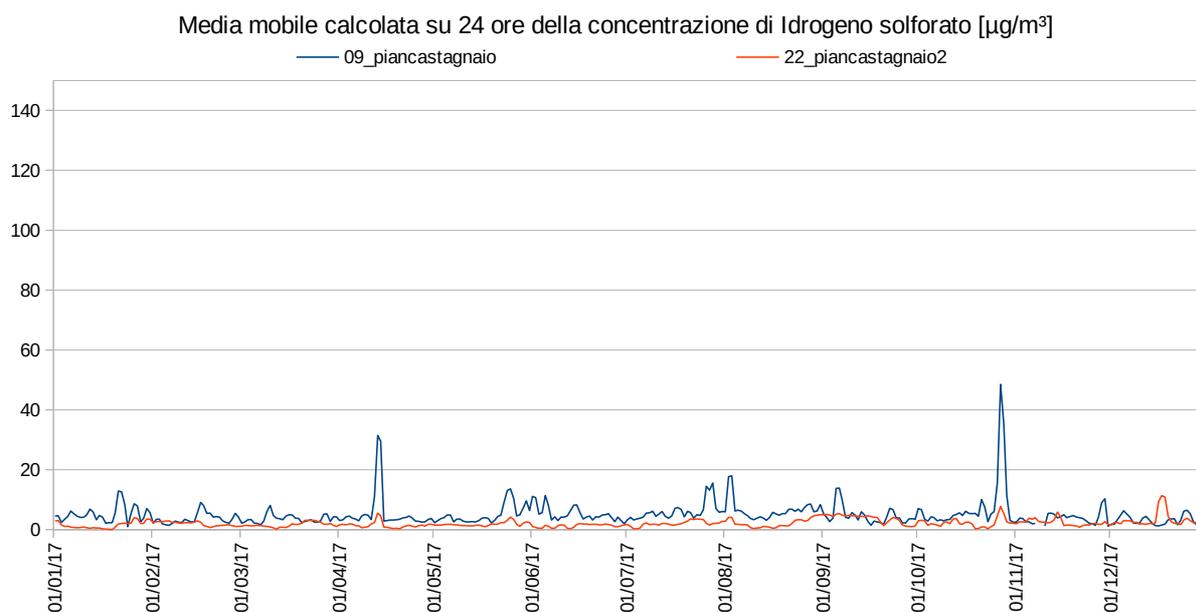


Grafico del massimo giornaliero, nel 2017, della media mobile calcolata su 24 ore (Valore di riferimento = $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.2.2 Media mobile calcolata su 14 giorni

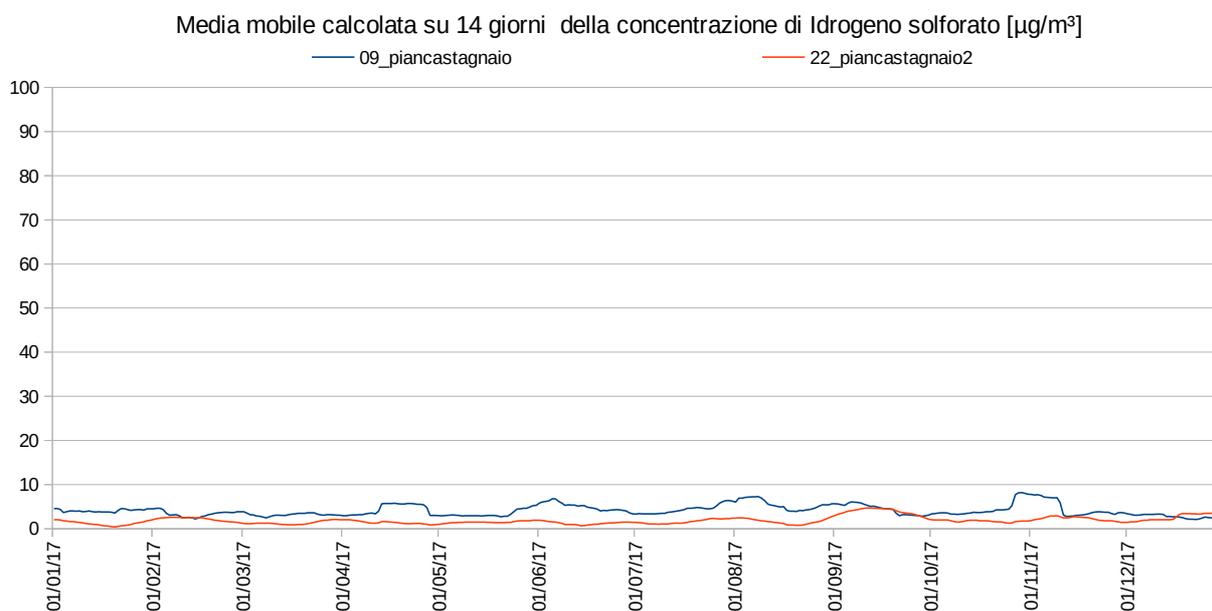


Grafico del massimo giornaliero, nel 2017, della media mobile calcolata su 14 giorni (V.R. = $20/100 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.2.3 Media mobile calcolata su 90 giorni

Media mobile calcolata su 90 giorni della concentrazione di Idrogeno solforato [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

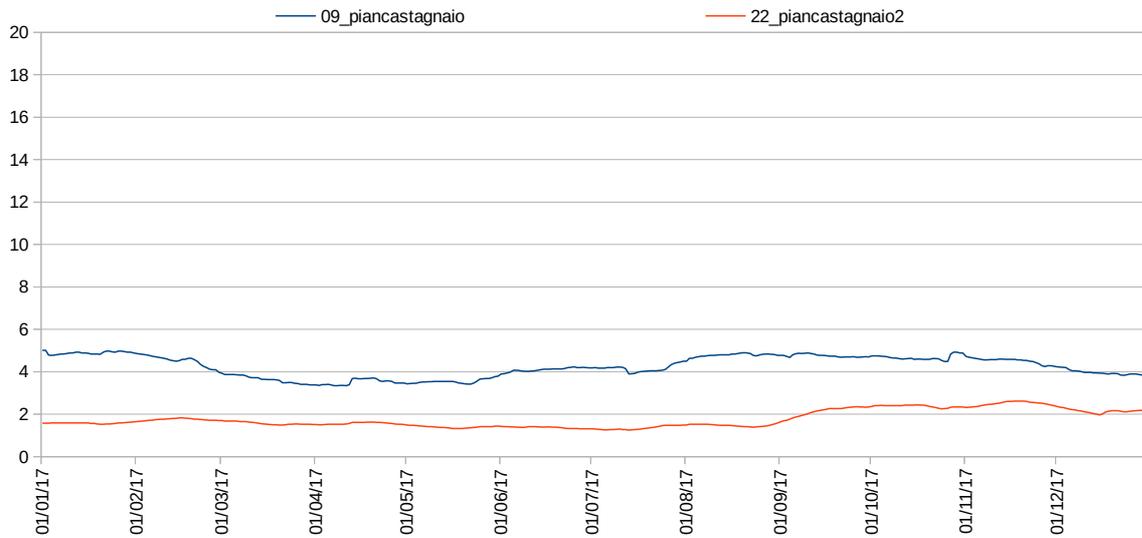


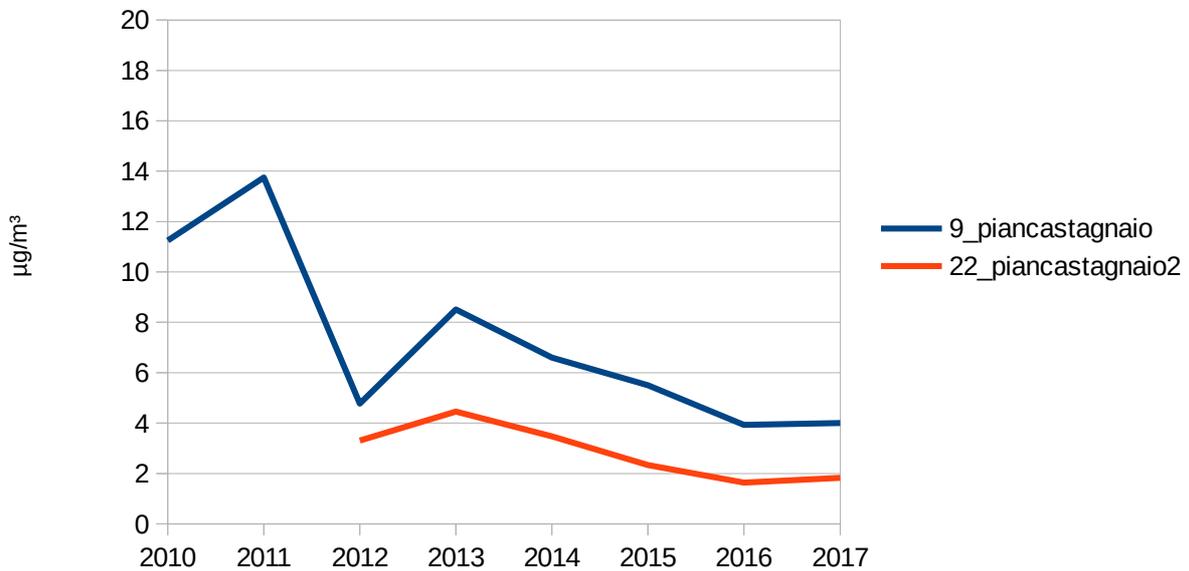
Grafico del massimo giornaliero, nel 2017, della media mobile calcolata su 90 giorni (Valore di riferimento = $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.2.4 Media annuale (2010-2017)

I dati storici relativi alla concentrazione di H_2S in aria mostrano un progressivo miglioramento del parametro, certamente da relazionare alla dismissione degli impianti più vecchi e all'ammodernamento effettuato da ENEL GP sulla rete vapore.

AREA AMIATA (SI)

Concentrazione media annuale in aria di Idrogeno solforato (H_2S)



4.3 Stazioni Q.A. di Canneto, Lustignano, Serrazzano

Le tre SQA di Canneto, Lustignano e Serrazzano si trovano in un'area di utilizzo intensivo della risorsa geotermica, in quanto in prossimità delle seguenti centrali geotermiche: Monteverdi 1 e 2, Nuova Serrazzano, Lagoni Rossi, Cornia 2 e La Prata.

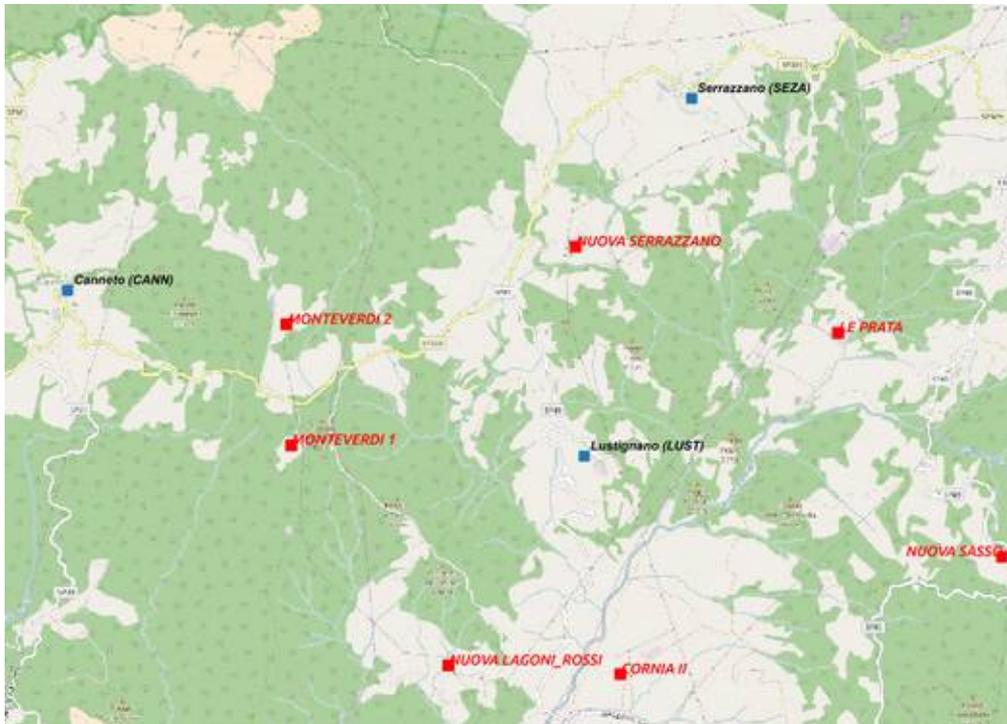


Fig.3: ubicazione delle diverse CGTE dell'area e delle tre SQA di Canneto (CANN), Serrazzano (SEZA) e Lustignano (LUST)

Le tre stazioni mostrano generalmente un andamento abbastanza simile, presumibilmente condizionato dalla vicinanza alle centrali indicate, da probabili manifestazioni gassose naturali e da condizioni meteo-climatiche che comportano una bassa dispersione dell'idrogeno solforato.

Il completamento del piano di installazione dei AMIS nelle centrali dell'area tradizionale, avvenuto nel 2015, ha portato un'evidente riduzione della concentrazione in aria di H₂S.

Nel primi mesi dell'anno, nel periodo compreso tra fine gennaio fino al 21 marzo 2017, il mezzo ARPAT GEO2 è stato affiancato alla centralina ENEL GP di Serrazzano (SEZA), per verificarne la funzionalità. I risultati del confronto sono presentati nei paragrafi successivi.

Nel 2017, l'esame dei dati disponibili permette di affermare che, pur essendosi registrati ripetuti superamenti della soglia olfattiva che possono aver determinato disturbi alla popolazione, i dati registrati dalle 3 centraline di monitoraggio ENEL si sono sempre mantenuti al di sotto dei valori di riferimento per la tutela sanitaria.

4.3.1 Media mobile calcolata su 24 ore

Media mobile calcolata su 24 ore della concentrazione di Idrogeno solforato [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

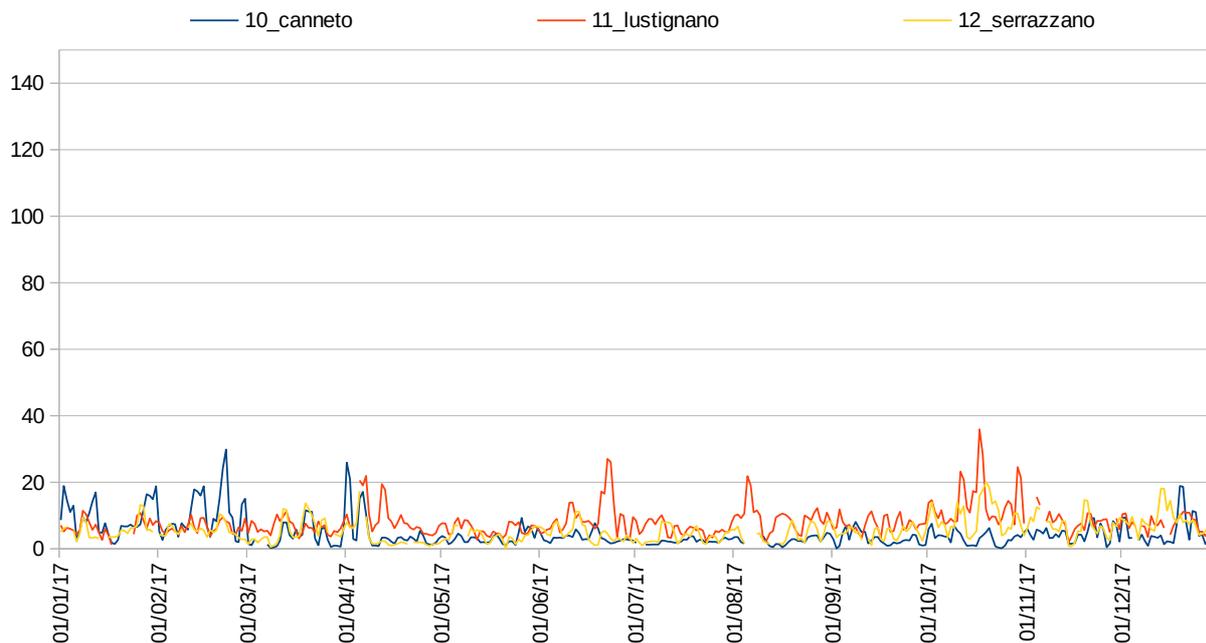


Grafico del massimo giornaliero, nel 2017, della media mobile calcolata su 24 ore (Valore di riferimento = $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.3.2 Media mobile calcolata su 14 giorni

Media mobile calcolata su 14 giorni della concentrazione di Idrogeno solforato [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

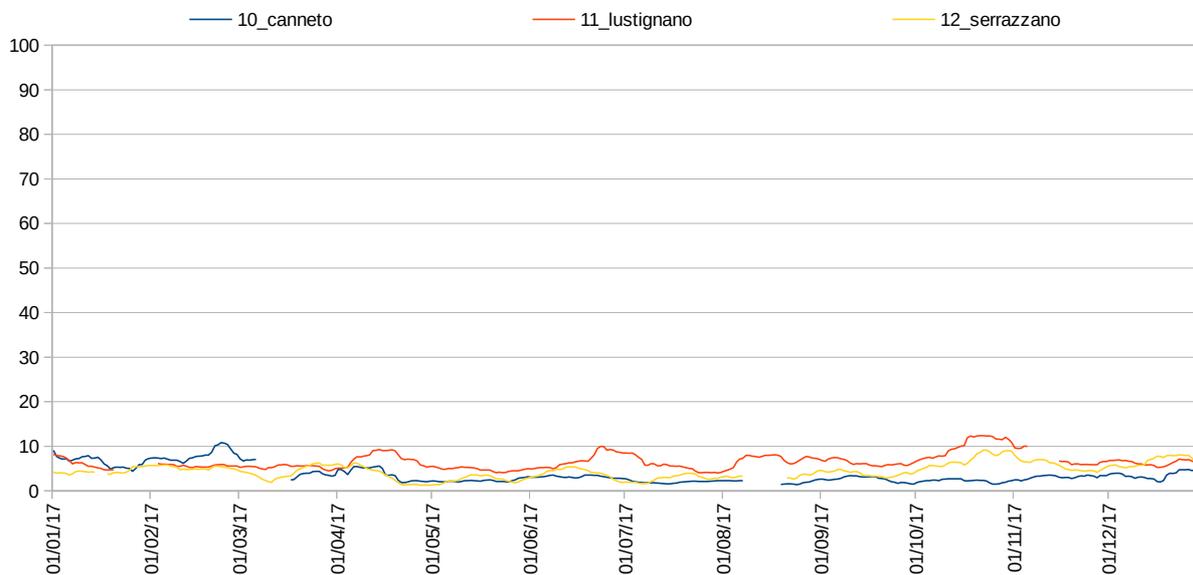


Grafico del massimo giornaliero, nel 2017, della media mobile calcolata su 14 giorni (V.R. = $20/100 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.3.3 Media mobile calcolata su 90 giorni

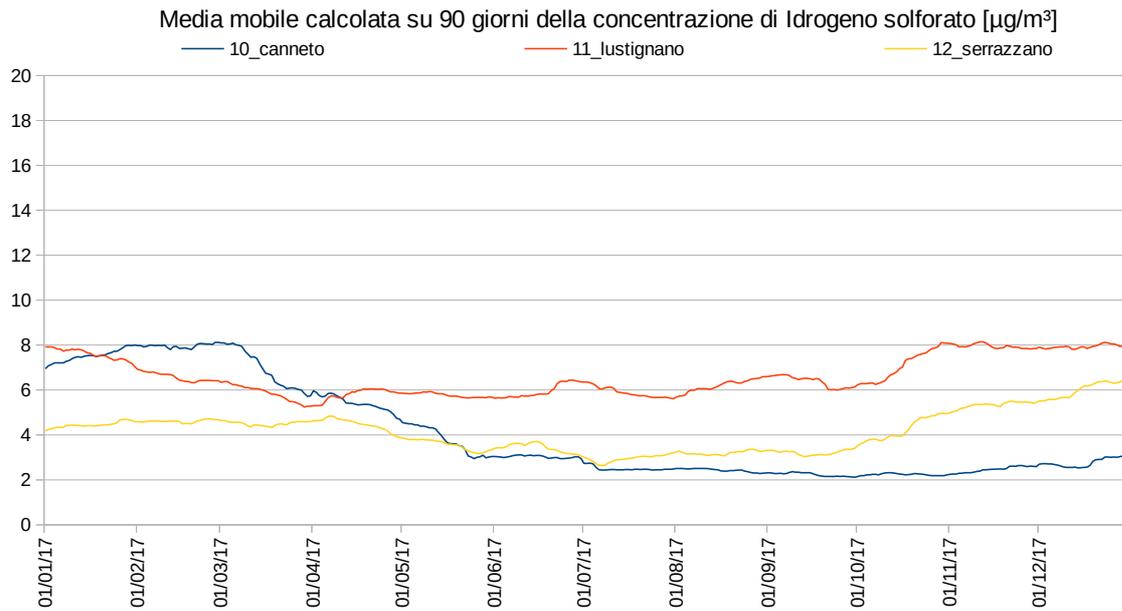
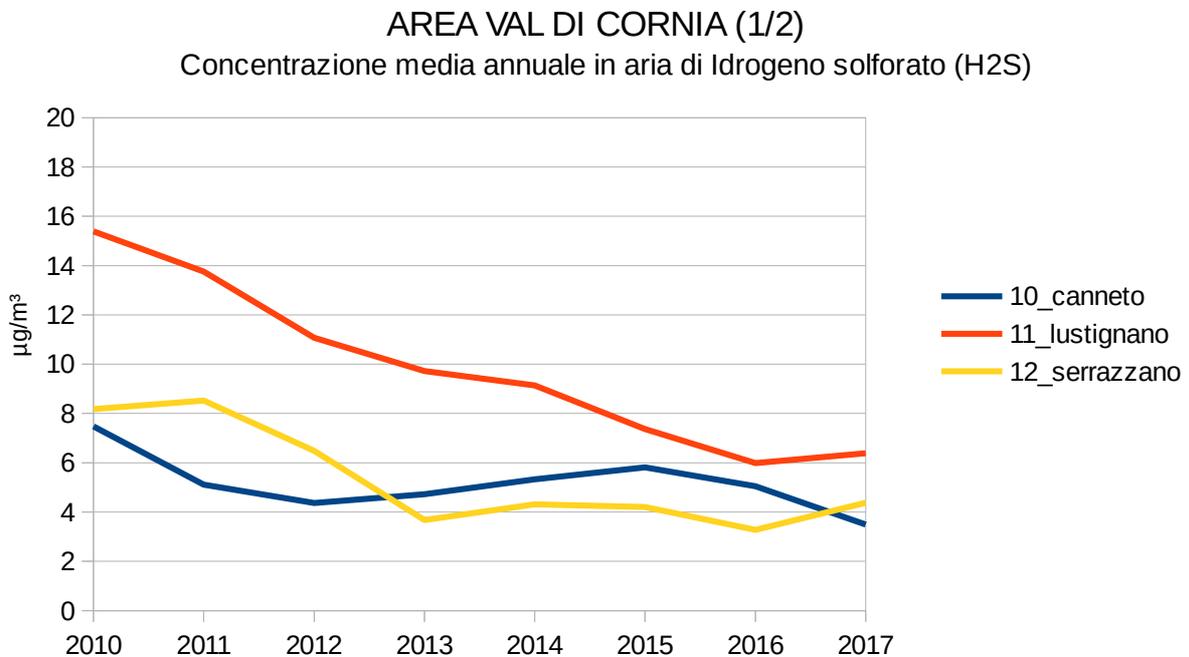


Grafico del massimo giornaliero, nel 2017, della media mobile calcolata su 90 giorni.

4.3.4 Media annuale (2010-2017)

I dati storici relativi alla concentrazione di H_2S in aria confermano la tendenza di progressivo miglioramento del parametro, dovuto, in buona misura, al completamento del piano di installazione del sistema AMIS presso le Centrali dell'area tradizionale, avvenuto nel corso del 2015.



4.4 Stazioni Q.A. di Sasso Pisano e Monterotondo Marittimo

Anche queste due postazioni si trovano in una zona d'intenso utilizzo della risorsa geotermica.

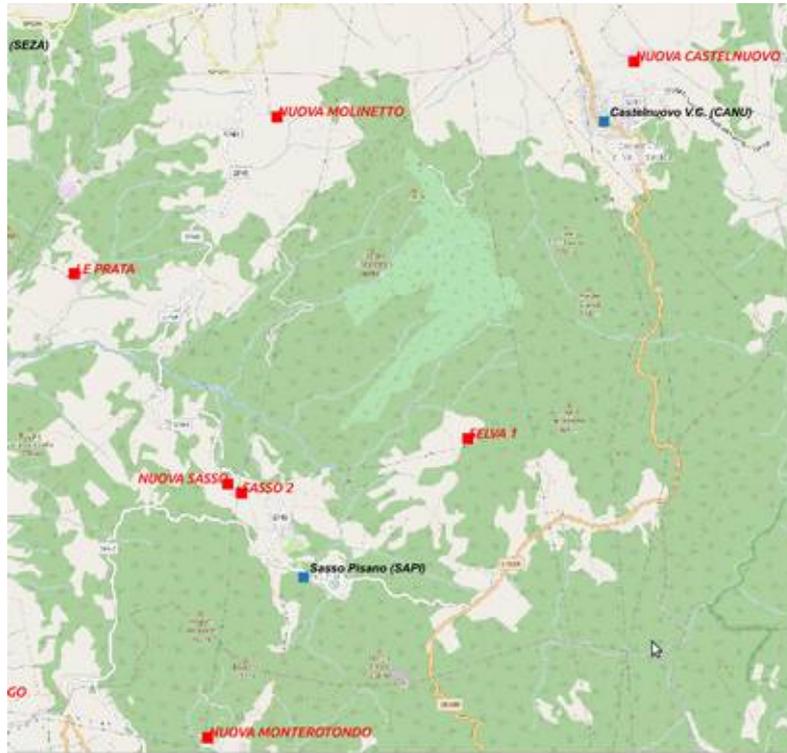


Fig.4: Ubicazione delle diverse CGTE dell'area e delle due SQA di Sasso Pisano (SAPI) e Monterotondo Marittimo (MORO)

Le due stazioni di Sasso Pisano e Monterotondo Marittimo mostrano un andamento temporale decisamente molto simile, presumibilmente condizionato dalle stesse condizioni ambientali e meteo climatiche, nonché dalle centrali prossime ad entrambe le stazioni: Nuova Monterotondo, Nuova San Martino, Sasso2 e Nuova Sasso, Carboli 1 e 2.

Il completamento del piano di installazione degli AMIS nelle centrali dell'area tradizionale ha permesso una visibile riduzione della concentrazione in aria di H₂S.

L'assenza di dati dei mesi marzo, aprile e maggio nella postazione di Monterotondo è da imputarsi a blocchi dell'alimentazione elettrica che hanno causato malfunzionamenti e anomalie del software e dell'hardware di gestione. Tali inconvenienti hanno portato ENEL GP ad effettuare l'aggiornamento del sistema di comunicazione dati nel mese di giugno.

Nel 2017 l'esame dei dati disponibili permette di affermare che, pur essendosi registrati ripetuti superamenti della soglia olfattiva che possono aver determinato disturbi alla popolazione, i dati registrati dalle 2 centraline di monitoraggio ENEL GP si sono sempre mantenuti al di sotto dei valori di riferimento per la tutela sanitaria.

4.4.1 Media mobile calcolata su 24 ore

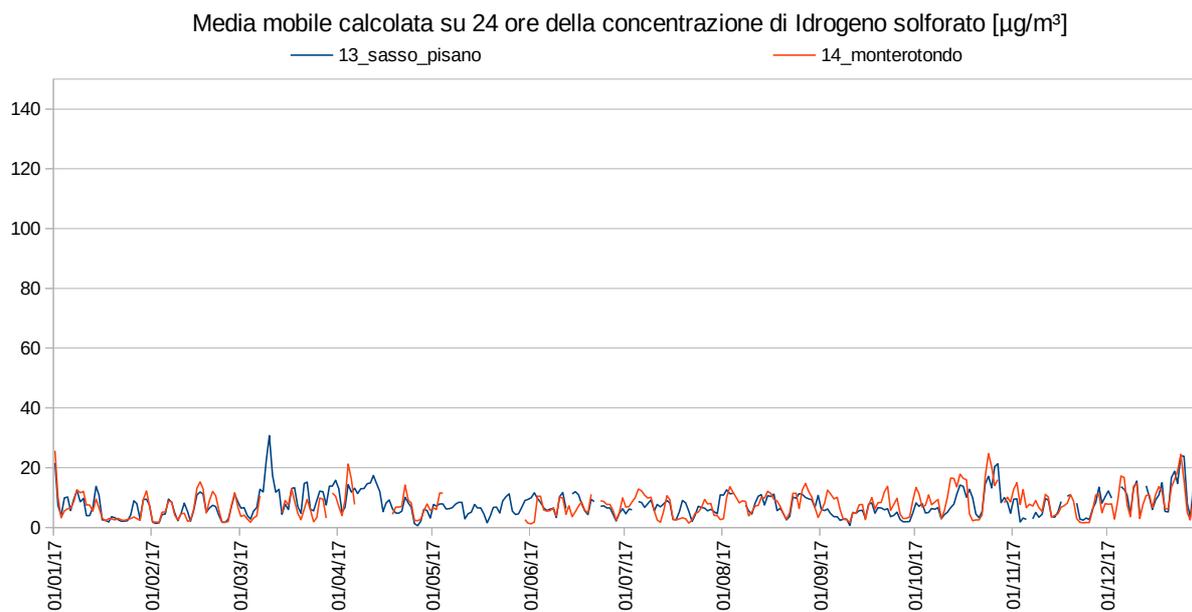


Grafico del massimo giornaliero, nel 2017, della media mobile calcolata su 24 ore (Valore di riferimento = $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.4.2 Media mobile calcolata su 14 giorni

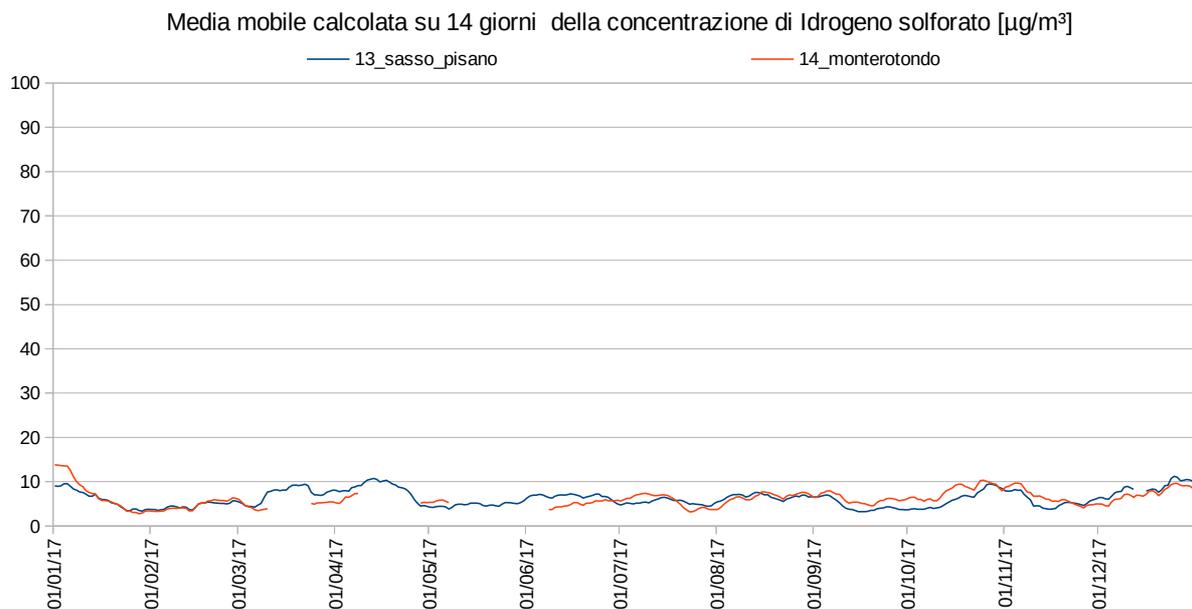


Grafico del massimo giornaliero, nel 2017, della media mobile calcolata su 14 giorni (Valore di riferimento = $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.4.3 Media mobile calcolata su 90 giorni

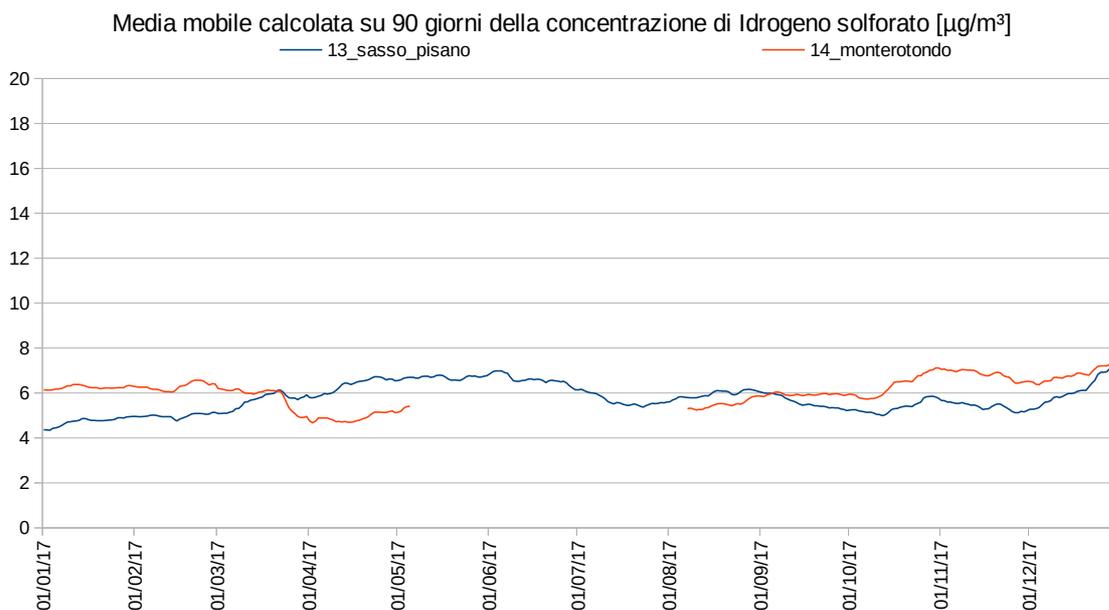
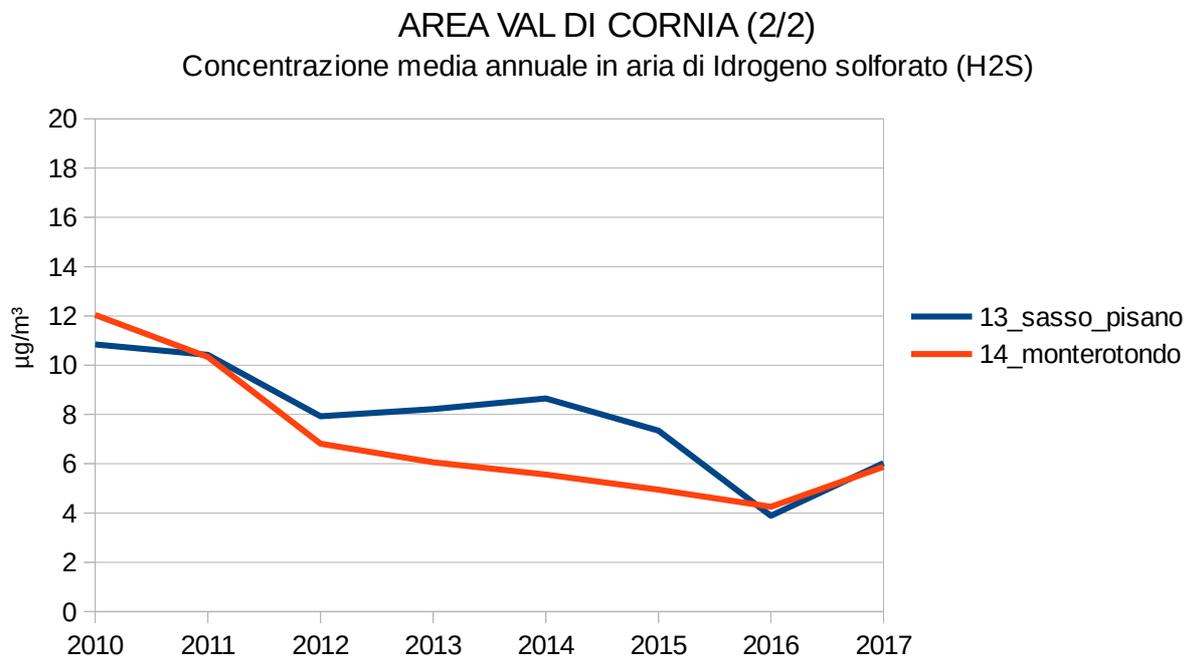


Grafico del massimo giornaliero, nel 2017, della media mobile calcolata su 90 giorni (Valore di riferimento = $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.4.4 Media annuale (2010-2017)

I dati storici relativi alla concentrazione di H_2S in aria confermano la tendenza di progressivo miglioramento del parametro, dovuto, in buona misura, al completamento del piano d'installazione del sistema AMIS presso le Centrali dell'area tradizionale.



4.5 Stazioni Q.A. di Larderello, Castelnuovo e Montecerboli

Le tre stazioni Qualità dell'Aria di Castelnuovo, Montecerboli e Lardello son ubicate in prossimità delle centrali di Vallesecolo 1 e 2, Farinello, Nuova Gabbro, Nuova Larderello e Nuova Castelnuovo.

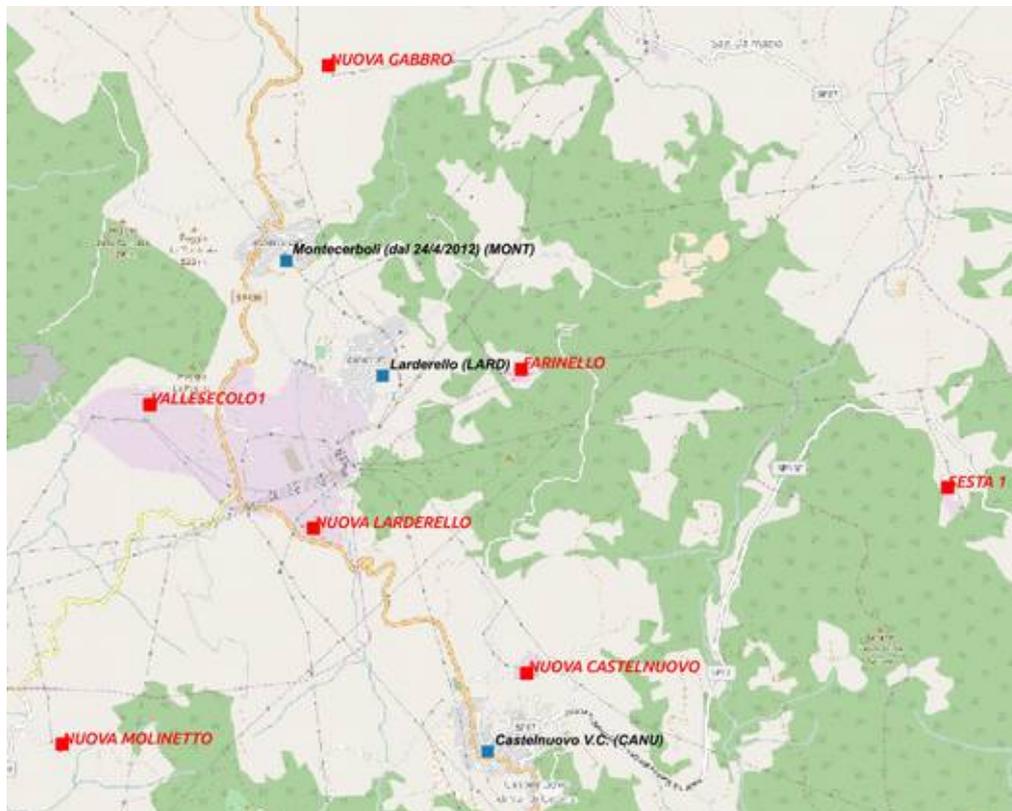


Fig.5: ubicazione delle diverse CGTE dell'area, delle tre SQA di Larderello (LARD), Montecerboli (MONT) e Castelnuovo (CANU). La postazione fissa ARPAT di Montecerboli è adiacente a quella ENEL.

Nel 2017 l'esame dei dati disponibili permette di affermare che, pur essendosi registrati ripetuti superamenti della soglia olfattiva che possono aver determinato disturbi alla popolazione, i dati registrati dalle 3 centraline di monitoraggio ENEL GP si sono sempre mantenuti al di sotto dei valori di riferimento per la tutela sanitaria.

I valori superiori a quelli ordinari registrati nella prima parte dell'anno nelle stazioni di Larderello e Monte Cerboli possono essere ricondotti a indisponibilità degli impianti AMIS delle Centrali di Farinello e Nuova Castelnuovo, avvenuti in condizioni meteorologiche sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti. Tali condizioni si sono ripresentate, in misura minore durante gli ultimi due mesi dell'anno.

4.5.1 Media mobile calcolata su 24 ore

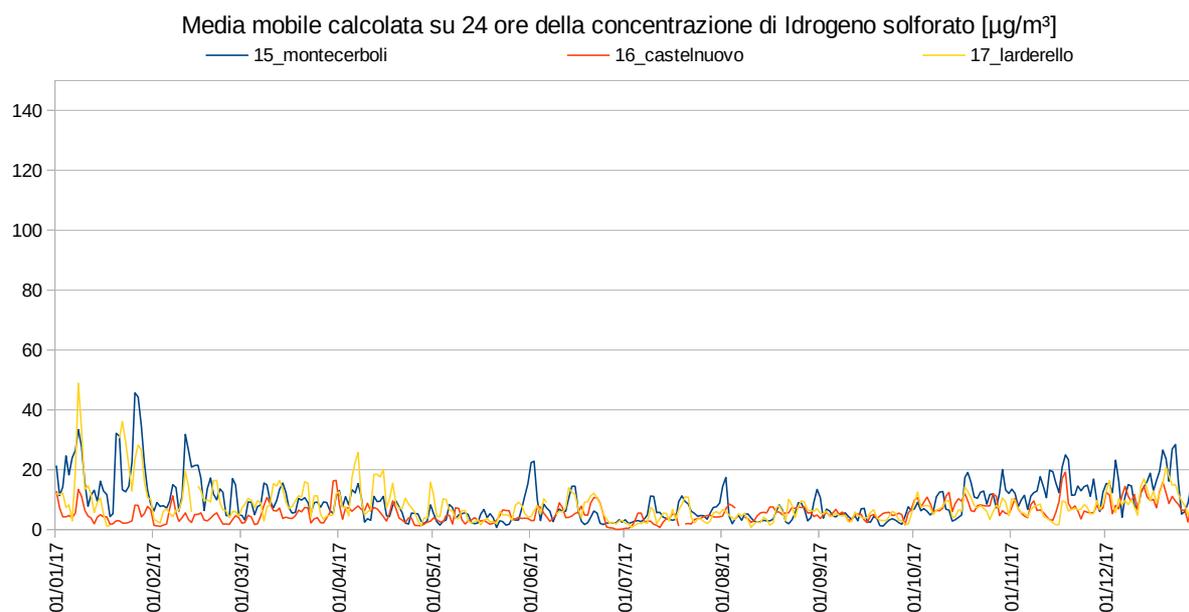


Grafico del massimo giornaliero, nel 2017, della media mobile calcolata su 24 ore (Valore di riferimento = $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.5.2 Media mobile calcolata su 14 giorni

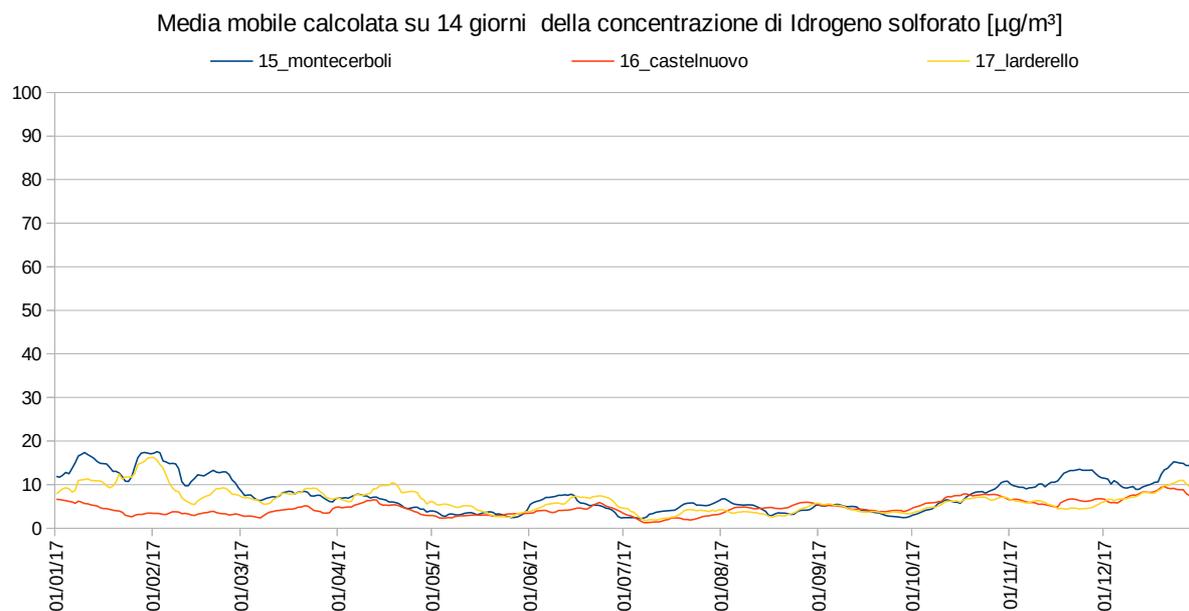


Grafico del massimo giornaliero, nel 2017, della media mobile calcolata su 14 giorni (Valore di riferimento = $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.5.3 Media mobile calcolata su 90 giorni

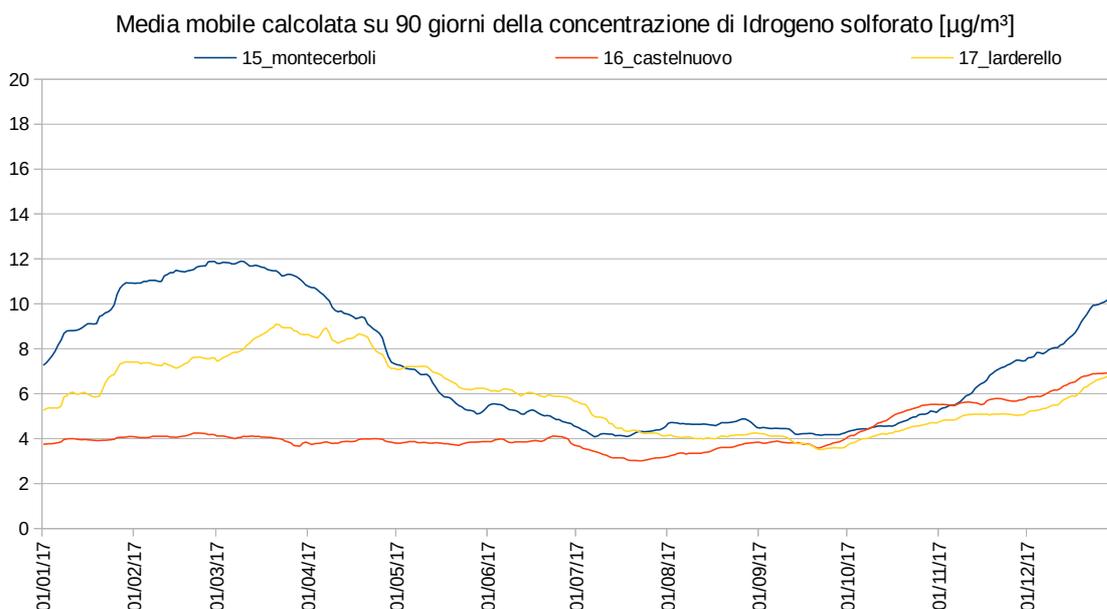
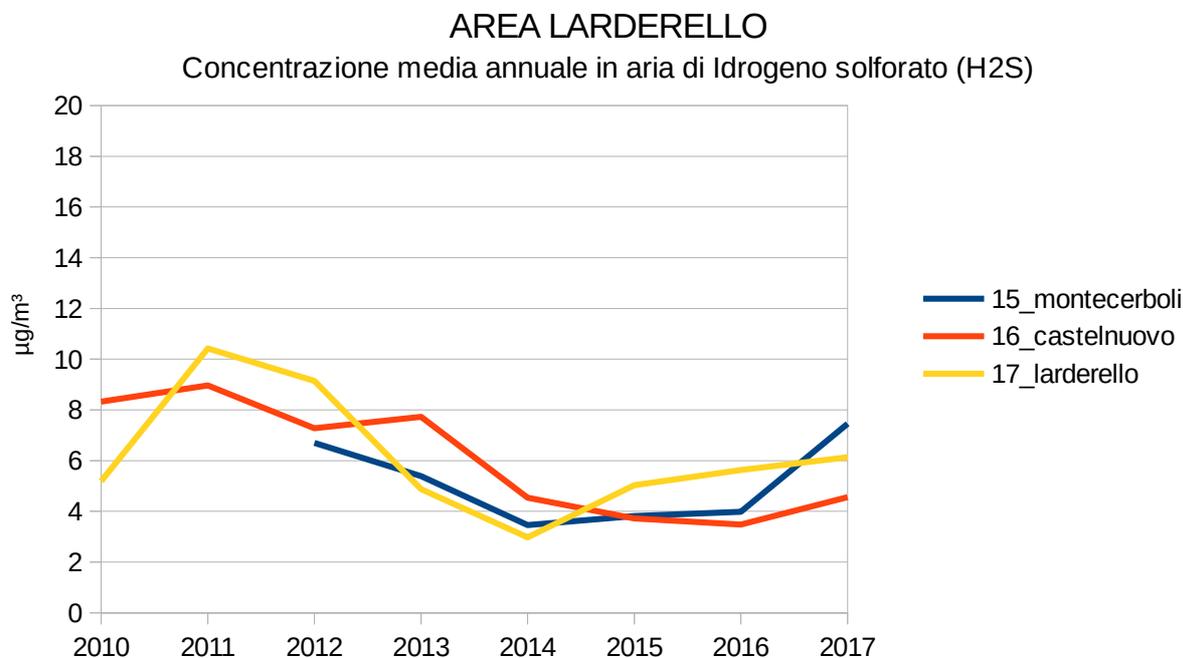


Grafico del massimo giornaliero, nel 2017, della media mobile calcolata su 90 giorni (Valore di riferimento = $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.5.4 Media annuale (2010-2017)

I dati del 2017 relativi alla concentrazione media di H_2S in aria mostrano un peggioramento rispetto ai valori registrati nel 2016, pur trattandosi comunque condizioni di sostanziale stazionarietà se raffrontate con i dati disponibili nel medio periodo.



4.6 Stazioni Q.A. di Belforte, Travale, Montalcinello e Chiusdino

Queste postazioni sono ubicate perimetralmente all'area occupata dalle Centrali di Rancia 1 e 2, Pianacce, Nuova Radicondoli, Travale 3 e 4, Chiusdino 1.

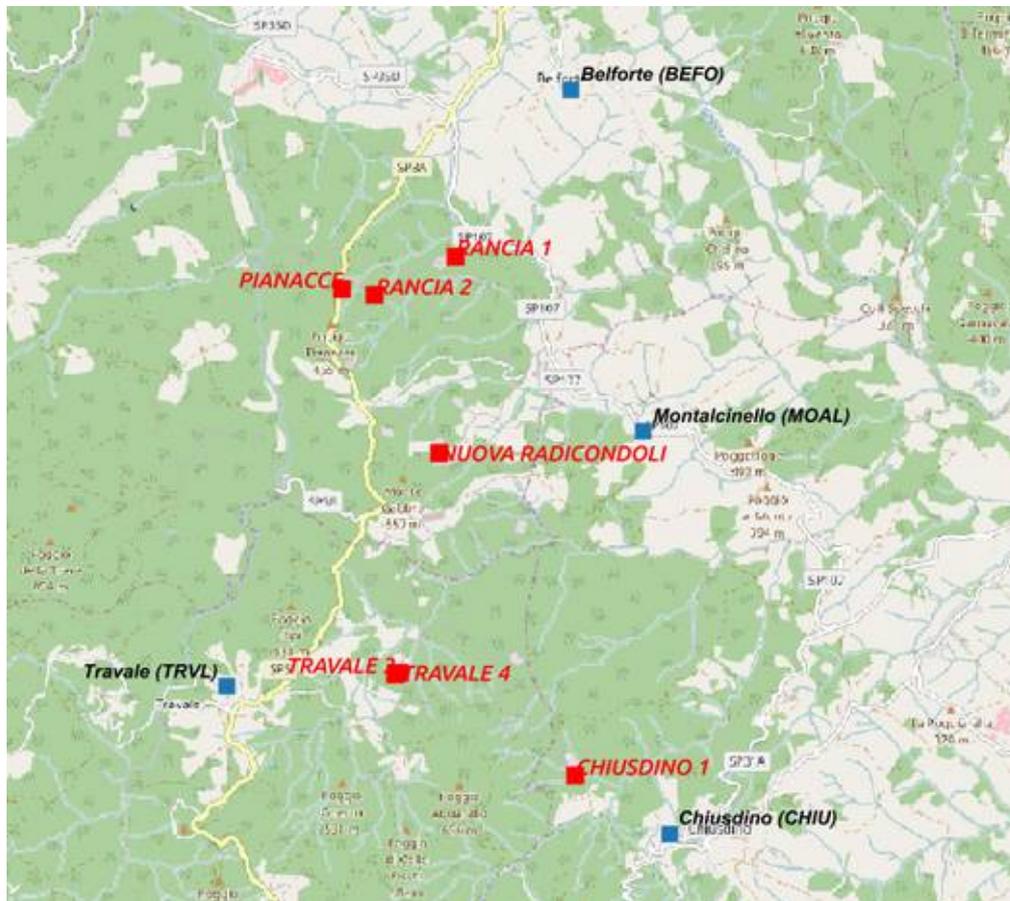


Fig.6: ubicazione delle diverse CGTE dell'area, delle quattro SQA di Belforte (BEFO), Montalcinello (MOAL), Travale (TRVL) e Chiusdino (CHIU).

Nel 2017 l'esame dei dati disponibili permette di affermare che, pur essendosi registrati ripetuti superamenti della soglia olfattiva che possono aver determinato disturbi alla popolazione, i dati registrati dalle 4 centraline di monitoraggio ENEL GP si sono sempre mantenuti al di sotto dei valori di riferimento per la tutela sanitaria.

I valori anomali registrati a Chiusdino nel mese di febbraio possono essere ricondotti al blocco AMIS di Rancia e Travale e alla fermata della Centrale e dell'AMIS di Nuova Radicondoli.

4.6.1 Media mobile calcolata su 24 ore

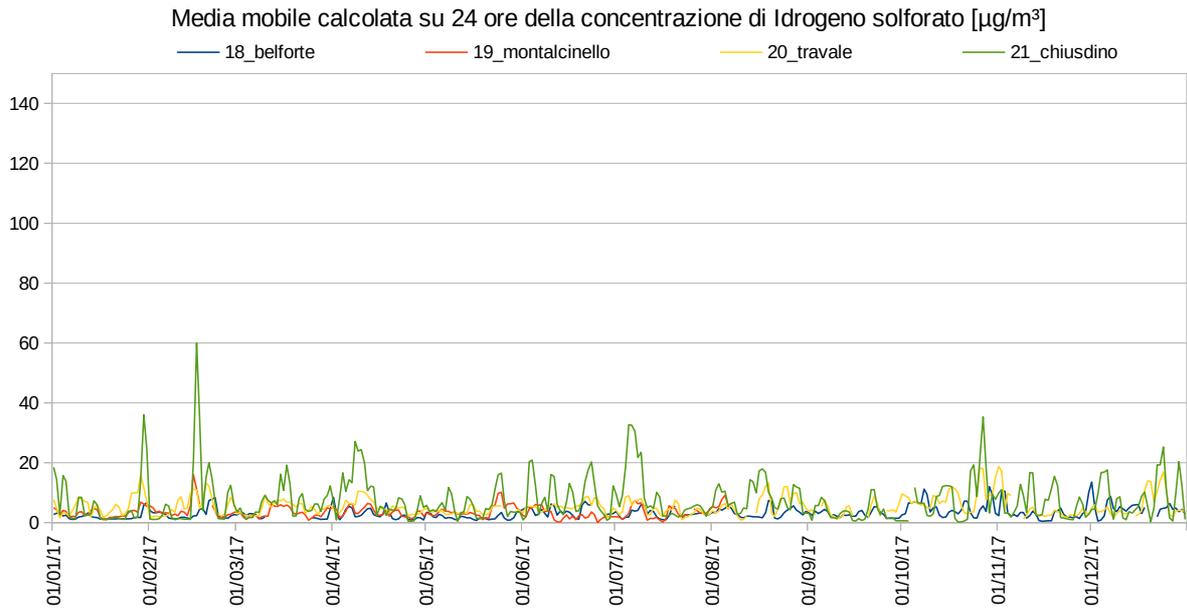


Grafico del massimo giornaliero, nel 2017, della media mobile calcolata su 24 ore (Valore di riferimento = $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.6.2 Media mobile calcolata su 14 giorni

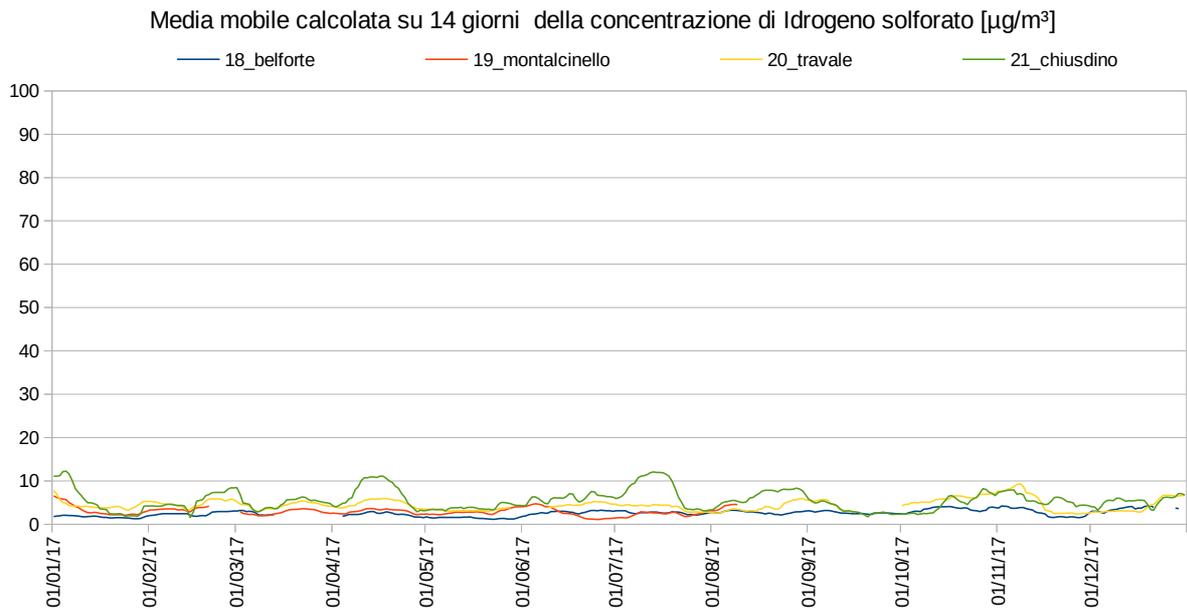


Grafico del massimo giornaliero, nel 2017, della media mobile calcolata su 14 giorni (Valore di riferimento = $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.6.3 Media mobile calcolata su 90 giorni

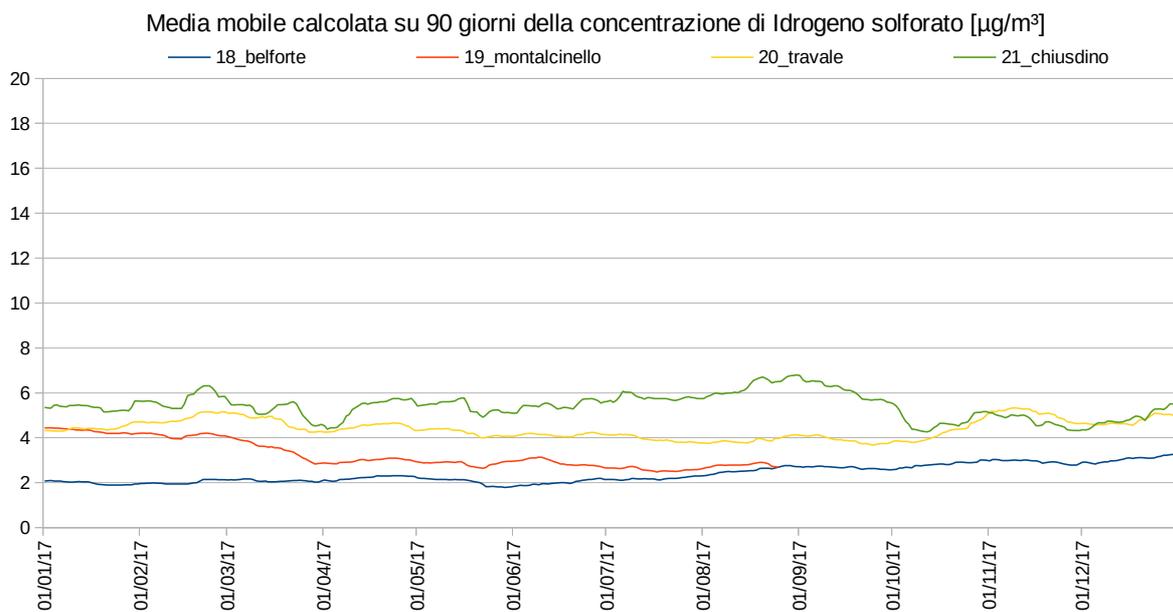
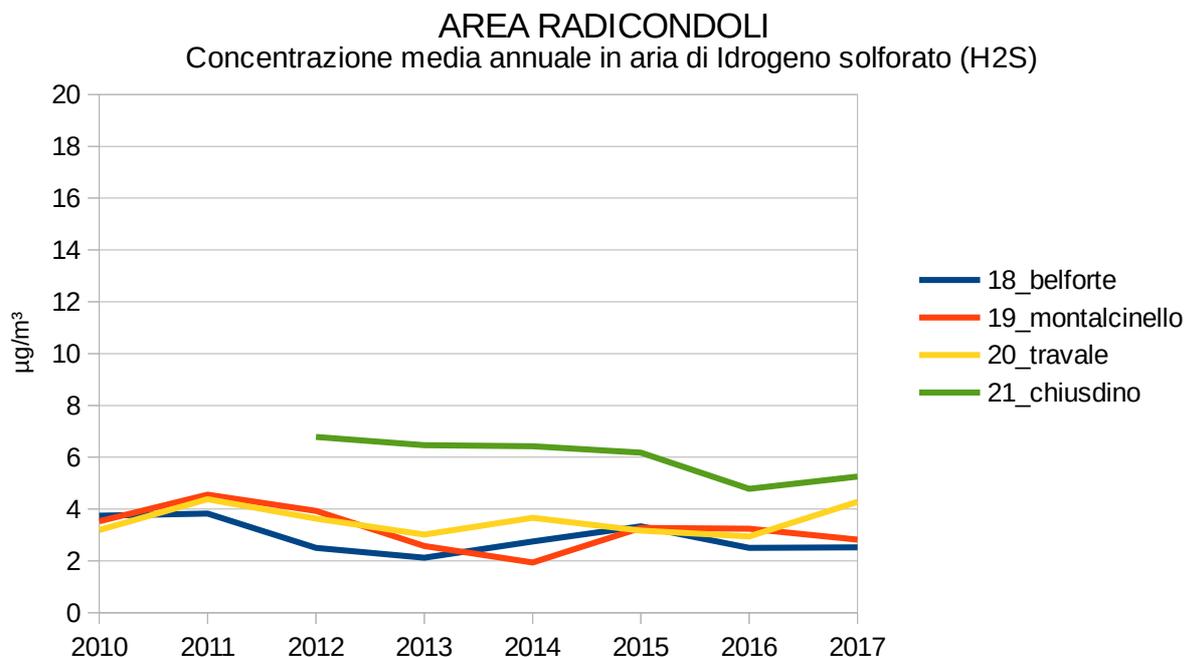


Grafico del massimo giornaliero, nel 2017, della media mobile calcolata su 90 giorni (Valore di riferimento = $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.6.4 Media annuale (2010-2017)

Il grafico della media annuale della concentrazione di H_2S in aria registrata negli ultimi 8 anni, grazie all'introduzione nel 2012 degli AMIS nelle Centrali di Rancia 1-2 e Chiusdino, mostra un leggero miglioramento. Le concentrazioni relative alle stazioni di Belforte, Montalcinello e Travale sono modeste, mentre valori di entità maggiore, comunque accettabili, sono registrati per la stazione di Chiusdino.



PARTE TERZA

5 MEZZI ARPAT E CONFRONTO CON DATI ENEL

Come anticipato nei paragrafi precedenti, per valutare la correttezza dei dati forniti da ENEL GP, ARPAT effettua ogni anno specifiche campagne brevi di misura, i cui dati sono confrontati con i valori rilevati dalle stazioni di monitoraggio ENEL GP.

Un primo confronto tra dati ENEL GP e quelli di ARPAT è effettuato in corrispondenza della postazione di Montecerboli (fissa e ricompresa nella rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria) ubicata in adiacenza alla postazione ENEL GP n.15 (MONT).

Ulteriori controlli sono stati effettuati grazie ai mezzi mobili ARPAT GEO1 e GEO2 (o GEOS): il primo, GEO1, su richiesta del Comune di Arcidosso, è attiva dal mese di maggio 2013 nel Comune di Arcidosso (in località Bagnoli) con una sola breve pausa effettuata nel dicembre 2014, dovuta alla necessità di effettuare la manutenzione del mezzo.

Il mezzo GEO2 invece è stato affiancato, nel periodo 27/01/2017-21/03/2017, alla postazione ENEL GP di Serrazzano (SEZA), dal 23/03/2017 fino al 17/10/2017 alla postazione ENEL GP di Piancastagnaio (PICA) e dal 17/10/2017 fino al 01/02/2018 alla postazione ENEL GP di Bagnore (BAGN).

Di seguito si riporta una tabella che sintetizza i monitoraggi effettuati:

| AREA | COMUNE | POSTAZIONE | INIZIO | FINE | MEZZO |
|---------------|---------------------|---|------------|------------|-------|
| Larderello_PI | Pomarance (PI) | Postazione fissa di Montecerboli | 01/01/2017 | 31/12/2017 | - |
| Amiata_GR | Arcidosso (GR) | Loc. Bagnoli | 01/01/2017 | 31/12/2017 | GEO1 |
| Larderello_PI | Pomarance (PI) | Serrazzano, c/o Scuola st. M. TABARRINI | 27/01/2017 | 21/03/2017 | GEO2 |
| Amiata_SI | Piancastagnaio (SI) | Piancastagnaio c/o SQA ENEL GP PICA | 23/03/2017 | 17/10/2017 | GEO2 |
| Amiata_GR | Arcidosso (GR) | Bagnore c/o SQA ENEL GP BAGN | 17/10/2017 | 2018/02/01 | GEO2 |

Per i due mezzi mobili GEO 1 e GEO 2, in considerazione della finalità primaria di controllo dei dati ENEL attraverso monitoraggi di breve durata, di seguito si riportano soltanto i grafici relativi al confronto del massimo giornaliero delle medie mobili calcolate su un arco di 24 ore, omettendo per semplicità le medie mobili calcolate su periodi di riferimento più lunghi.

5.1 Stazione fissa ARPAT di Pomarance (PI), Loc. Montecerboli

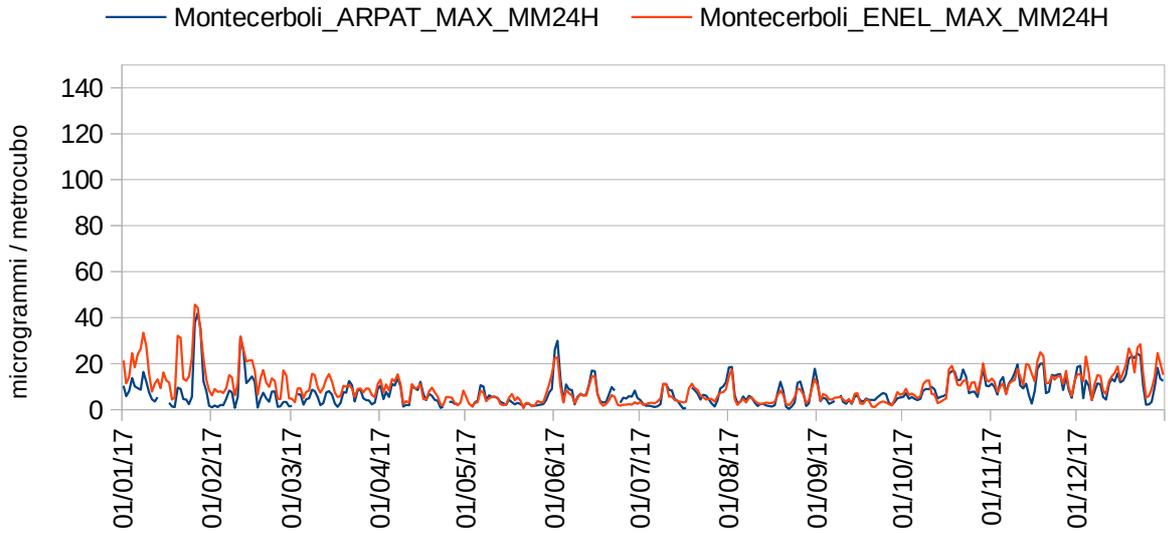
La stazione fissa di Montecerboli fa parte della rete pubblica di monitoraggio della Qualità dell'Aria, che è gestita, per conto della Regione¹, da ARPAT tramite il Settore Centro Regionale Tutela Qualità dell'Aria (CRTQA).

La stazione è situata in via Manzoni, Loc. Montecerboli - Pomarance (PI), a circa 353 metri slm, ed è stata attrezzata per il monitoraggio, oltre che di O₃, NO₂ e PM₁₀, anche di H₂S.

Di seguito si riportano i grafici elaborati dai dati ricavati dalla stazione fissa ARPAT per il massimo giornaliero delle medie mobili rispettivamente calcolate su 24 ore, 14 giorni e 90 giorni, messi a confronto con gli analoghi rilevati dalla stazione di ENEL GP.

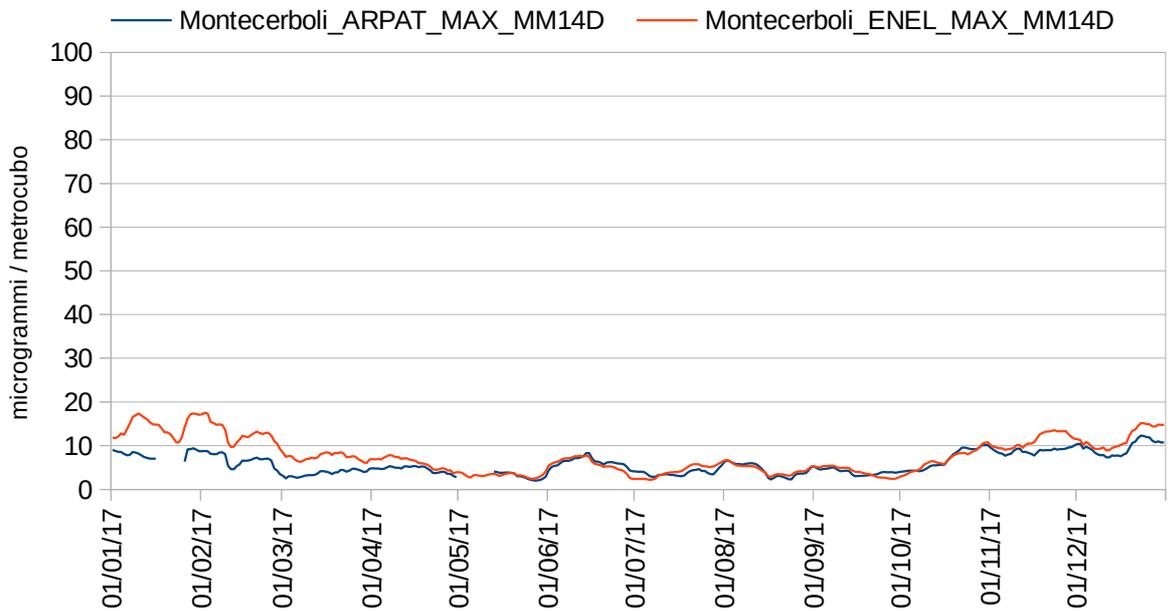
Montecerboli

Max giornaliero della media mobile su 24 ore



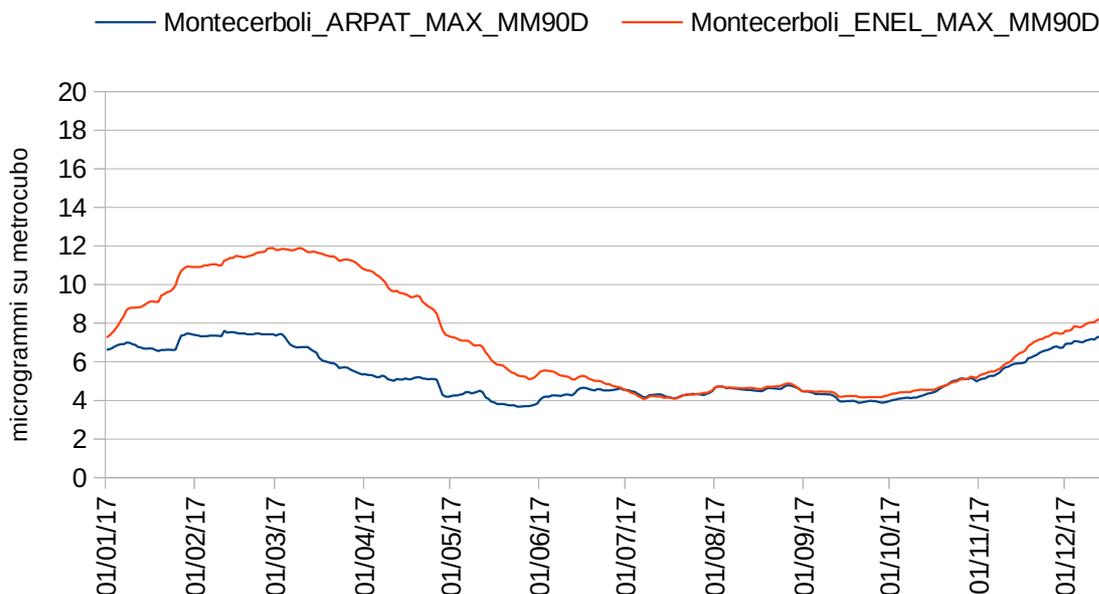
Montecerboli

Massimo giornaliero della media mobile 14 giorni



Montecerboli

Massimo giornaliero della media mobile 90 giorni



La differenza tra i dati rilevati dalle due centraline osservata negli anni precedenti durante i mesi invernali, è andata progressivamente riducendosi fino a registrare valori sostanzialmente analoghi, così come confermato anche dai dati registrati dal mezzo GEO2 durante l'affiancamento effettuato dal 2/11/2016 al 24/01/2017, meglio esaminato nello specifico paragrafo del report relativo all'anno 2016.

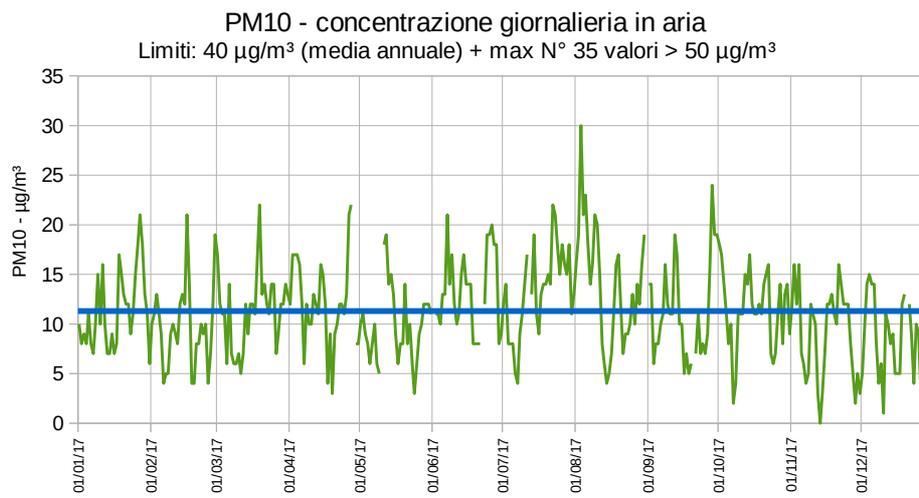
Entrambe le stazioni di rilevamento registrano valori inferiori ai limiti di riferimento individuati nelle Linee Guida del WHO.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei valori orari della concentrazione di idrogeno solforato (H_2S) rilevati da ARPAT nel 2017, messi a raffronto con quelli della vicina stazione ENEL GP:

| Stazioni fisse in Loc. Montecerboli, Pomarance (PI) | Arpat | Enel | Note |
|--|----------|----------|---------------------|
| data inizio monitoraggio H_2S | 01/01/17 | 01/01/17 | |
| data fine monitoraggio | 31/12/17 | 31/12/17 | |
| giorni monitoraggio | 365 | 365 | |
| ore | 8760 | 8760 | |
| ore valide | 8049 | 8577 | |
| numero superamenti WHO-OMS | 0 | 0 | |
| media del periodo [$\mu g/m^3$] | 5,61 | 7,45 | |
| max media mobile su 24h [$\mu g/m^3$] | 41,98 | 45,68 | Lim=150 $\mu g/m^3$ |
| max concentrazione media giornaliera [$\mu g/m^3$] | 37,78 | 44,57 | |
| numero giorni con concentrazione media >7 | 107 | 147 | |
| n° ore con concentrazione >7 | 2012 | 2952 | |
| massima oraria del periodo [$\mu g/m^3$] | 123,2 | 92,96 | |

Tabella di riepilogo delle concentrazioni orarie di Idrogeno solforato (H_2S) rilevate dalle due postazioni ARPAT ed ENEL

Infine si riporta il grafico giornaliero delle concentrazioni di PM_{10} in aria rilevate dalla centralina di monitoraggio ARPAT a Montecerboli, dove con linea blu orizzontale è stato indicato il valore medio dei dati registrati e da cui si deduce il rispetto dei limiti vigenti:



5.2 Mezzo ARPAT GEO 1

In considerazione dell'ampliamento della area produttiva di Bagnore, negli ultimi anni il mezzo mobile GEO1 ha effettuato alcuni monitoraggi di lungo periodo nell'area di Arcidosso. Nella figura sono riportate le posizioni delle centrali geotermoelettriche di Bagnore 3 e Bagnore 4 (quadrato rosso), l'attuale localizzazione del mezzo mobile ARPAT Geo1 (cerchio verde, in loc. Bagnoli) e delle stazioni QA di ENEL GP (quadrati celeste).



Fig. 07: Area Bagnore: CGTE ENEL (rosso), SQA (celeste) e la postazione del mezzo ARPAT GEO1 (verde)

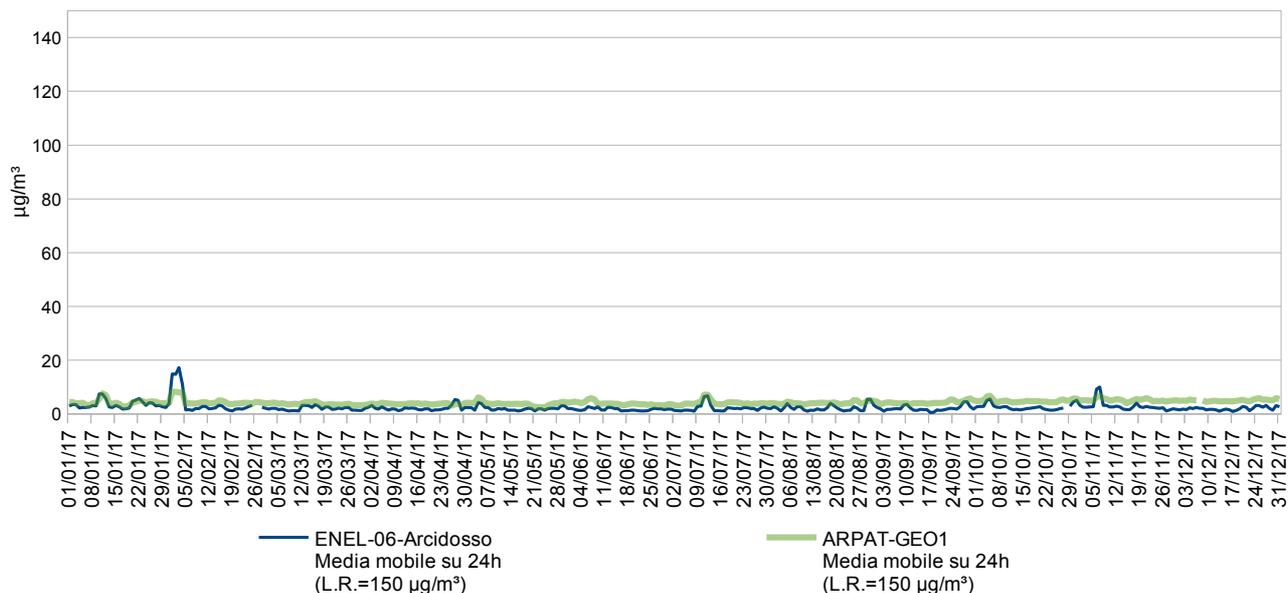
Dall'8 maggio 2013, su richiesta del Comune di Arcidosso, il mezzo GEO1 di ARPAT è stato spostato nella frazione "Bagnoli" (Arcidosso) per verificare i livelli di H₂S anche in tale località. Con riferimento a un intervento manutentivo programmato, lo stesso mezzo è stato rimosso il 1° dicembre 2014 e riposizionato, nel medesimo sito, il 18 dicembre 2014, dove staziona tuttora.

5.2.1 Monitoraggio 2017 in località Bagnoli, Arcidosso (GR)

I dati rilevati dal mezzo ARPAT nel 2017 sono stati messi a confronto con i dati registrati dalla stazione di qualità dell'aria ENEL GP di Arcidosso, non molto distante e ubicata a circa 1000 m a sud rispetto alla postazione del mezzo GEP1.

Arcidosso, Loc. Bagnoli - ARPAT GEO1

Massimo giornaliero della media mobile su 24 ore di H2S in aria



L'esame del grafico mostra come le due stazioni di monitoraggio abbiano un andamento simile, ampiamente inferiore al limite di riferimento di 150 µg/m³, con la stazione di ARPAT che rileva valori di entità poco inferiori alla centralina ENEL GP nella prima metà dell'anno e leggermente superiori nella seconda metà dell'anno.

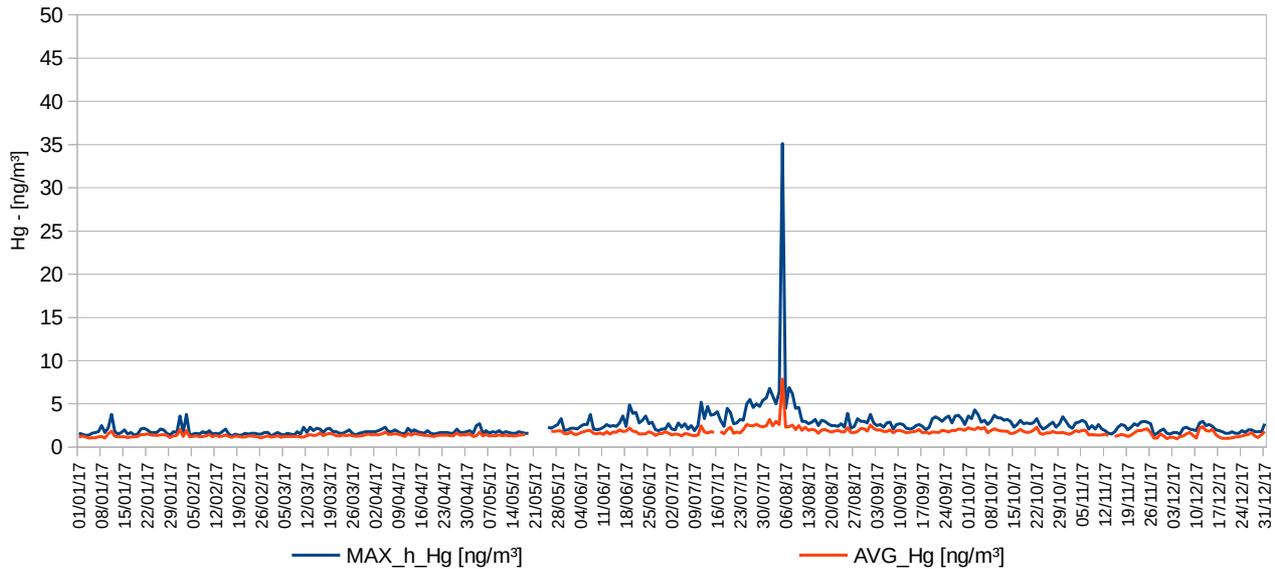
La tabella sottostante riporta una sintesi dei dati rilevati nel 2017 in località Bagnoli:

| Loc. Bagnoli (Arcidosso, GR) | ARPAT Geo1 | ENEL 6 (ARCI) | Note |
|---|------------|---------------|---------------------------|
| data inizio monitoraggio | 01/01/17 | 01/01/17 | |
| data fine monitoraggio | 31/12/17 | 31/12/17 | |
| giorni monitoraggio | 365 | 365 | |
| ore | 8760 | 8760 | |
| ore valide | 8361 | 8545 | |
| numero superamenti WHO-OMS | 0 | 0 | |
| media del periodo [µg/m ³] | 4,08 | 1,99 | |
| max media mobile su 24h [µg/m ³] | 8,26 | 17,26 | Lim=150 µg/m ³ |
| max concentrazione media giornaliera [µg/m ³] | 8,2 | 14,83 | |
| numero giorni con concentrazione media >7 | 4 | 5 | |
| n°ore con concentrazione >7 | 135 | 183 | |
| massima oraria del periodo [µg/m ³] | 20,6843 | 42,84 | |

Come si può osservare, durante tutto il 2017 non si sono rilevati superamenti dei valori suggeriti nelle Linee guida redatte dal WHO.

Pur essendo ubicate in due postazioni distinte, il monitoraggio svolto da ARPAT conferma la validità e le analogie con il monitoraggio effettuato da ENEL GP nella postazione di Arcidosso (ARCI) circa il rispetto dei limiti di cautela sanitaria.

Il mezzo GEO1 effettua anche il monitoraggio della concentrazione di mercurio gassoso in aria. Di seguito si riporta il grafico relativo alla massimo valore orario (HG_MAX_h) e la media giornaliera (HG_AVG_d) calcolati giorno per giorno:

ARPAT - GEO1 - c/o Arcidosso, Località Bagnoli
 Monitoraggio Hg - Limite=200 ng/m³ (come media annuale)


Non è stato possibile accertare esattamente la causa dei valori anomali registrati a cavallo di luglio-agosto (con valore massimo di picco orario registrato il 5 agosto 2017 (pari a 35,1 ng/m³), in quanto la stagione estiva è stata caratterizzata da temperature oltre la norma, incendi diffusi in tutta l'area e conseguenti malfunzionamenti degli impianti geotermici, fattori in grado, anche singolarmente, di incrementare la concentrazione di mercurio gassoso in aria (per volatilizzazione del mercurio naturalmente presente nel terreno e per extra emissione dagli impianti). Non potendo nemmeno escludere l'ipotesi di dato anomalo è comunque possibile verificare agevolmente dal grafico sopra riportato il rispetto del limite di riferimento individuato, pari a 200 ng/m³ come media annuale.

5.3 Mezzo ARPAT GEO 2

Nel 2017 il mezzo GEO2 ha effettuato per il Settore Geotermia i seguenti due monitoraggi:

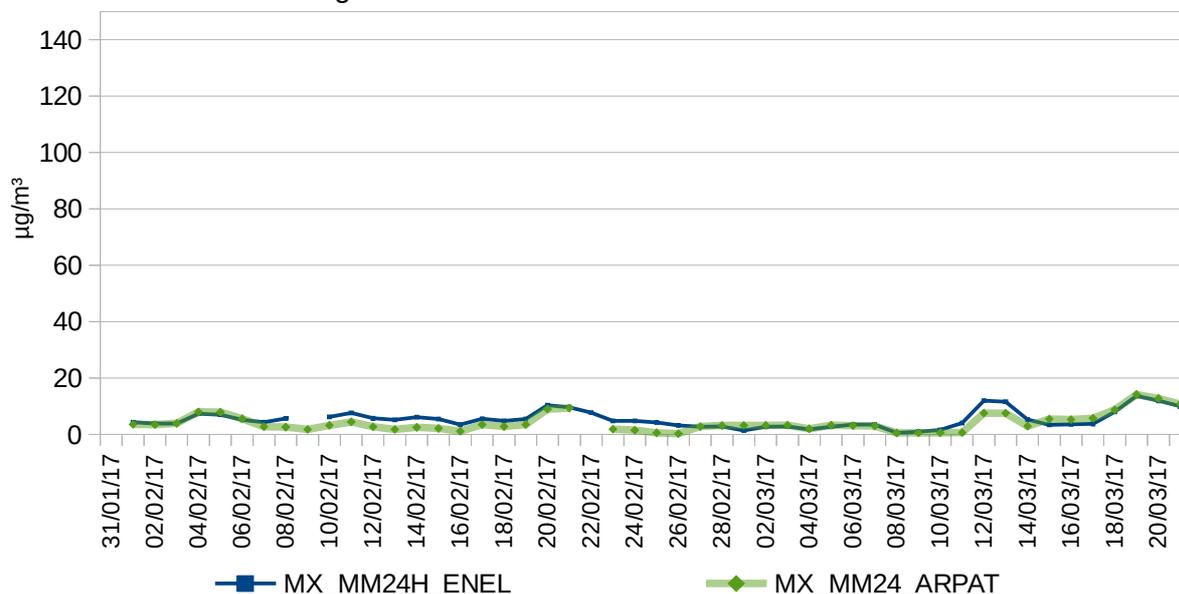
| | | | |
|---------------------|--|------------|------------|
| Pomarance (PI) | Serrazano, c/o Scuola st. M. TABARRINI | 27/01/2017 | 21/03/2017 |
| Piancastagnaio (SI) | Piancastagnaio c/o SQA ENEL GP PICA | 23/03/2017 | 17/10/2017 |
| Arcidosso (GR) | Bagnore c/o SQA ENEL GP BAGN | 17/10/2017 | 01/02/2018 |

Fino al 27/01/2017, il mezzo GEO2 è stato impiegato da ARPAT in altre attività istituzionali aventi carattere di urgenza.

I dati rilevati dal mezzo ARPAT, durante questi monitoraggi, sono stati messi a confronto con quelli registrati dalle corrispondenti stazioni di qualità dell'aria ENEL GP.

5.3.1 Monitoraggio in loc. Serrazzano, Pomarance (PI). Periodo 31/01 al 21/03/2017

Serrazzano, c/o ENEL SEZA - ARPAT GEO2
Massimo giornaliero della media mobile su 24 ore di H2S in aria

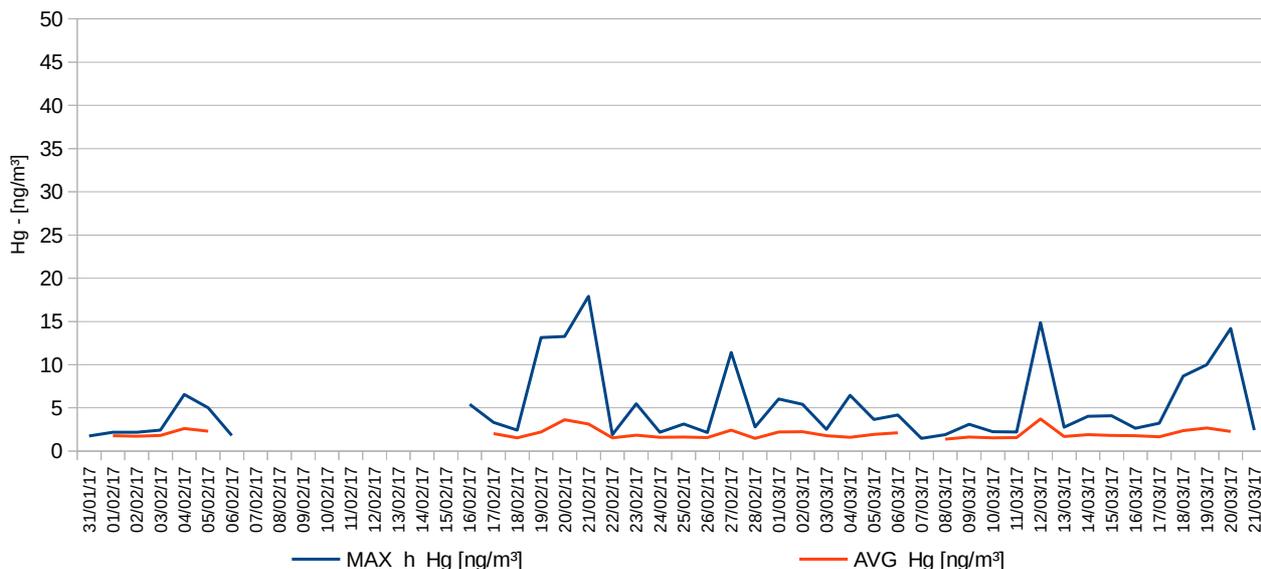


Dal grafico è possibile osservare una ottima coerenza tra dati registrati dal mezzo ARPAT e la stazione di monitoraggio della qualità dell'aria di ENEL GP "SEZA". La tabella sottostante riporta una sintesi dei dati rilevati durante il monitoraggio:

| Pomarance, Loc. Serrazzano (PI), C/o ENEL SEZA | ARPAT Geo2 | ENEL 12 (SEZA) | Note |
|---|---------------|-------------------|----------------------------------|
| data inizio monitoraggio | 31/01/17 | 31/01/17 | |
| data fine monitoraggio | 21/03/17 | 21/03/17 | |
| giorni monitoraggio | 50 | 49 | |
| ore | 1200 | 1200 | |
| ore valide | 1066 | 1114 | |
| numero superamenti WHO-OMS | 0 | 0 | |
| media del periodo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 3,31 | 4,47 | |
| max media mobile su 24h [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 14,19 | 13,66 | Lim=150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| max concentrazione media giornaliera [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 15,46 | 12,16 | |
| numero giorni con concentrazione media >7 | 8 | 8 | |
| n°ore con concentrazione >7 | 107 | 145 | |
| massima oraria del periodo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 53,1 | 50,7 | |

Il mezzo GEO2 è attrezzato anche per la misura della concentrazione di mercurio gassoso in aria. Il grafico relativo ai dati "massimo giornaliero della media oraria" e "media giornaliera" rilevati durante la campagna è il seguente:

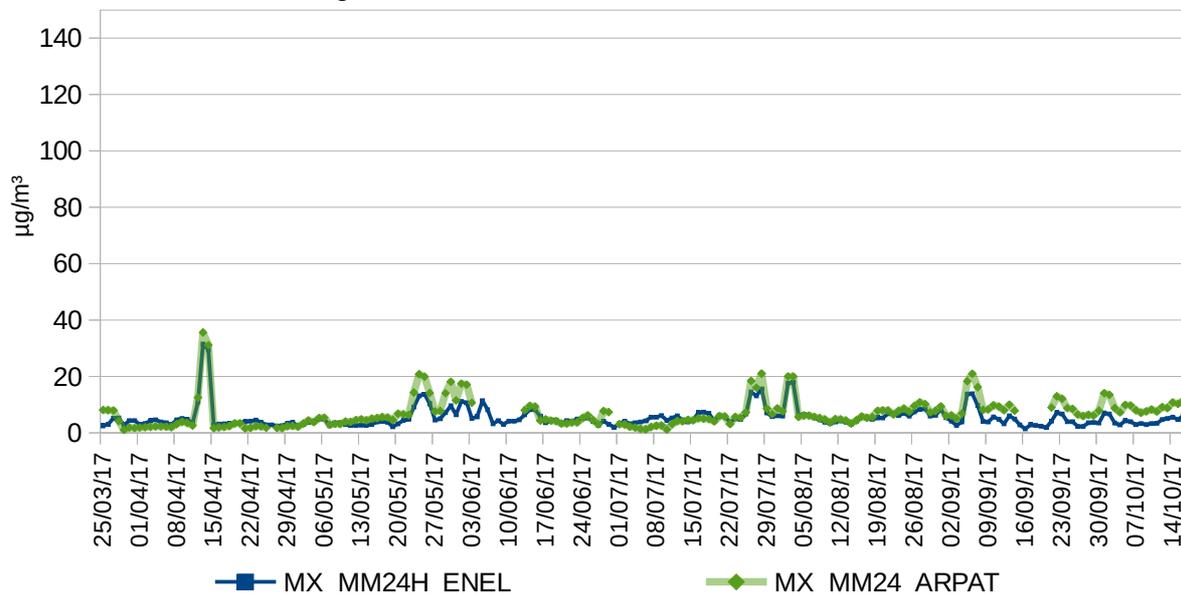
ARPAT GEO2 - Serrazzano c/o ENEL SEZA
 Monitoraggio Hg - Limite=200 ng/m³ (come media annuale)



Come è possibile osservare, tutti i valori orari rilevati si mantengono ampiamente al di sotto del valore limite di 200 ng/m³, indicato però come media annuale dei dati disponibili.

5.3.2 Monitoraggio a Piancastagnaio (SI). Periodo 25/03 al 17/10/2017

Piancastagnaio, c/o ENEL PICA - ARPAT GEO2
 Massimo giornaliero della media mobile su 24 ore di H₂S in aria

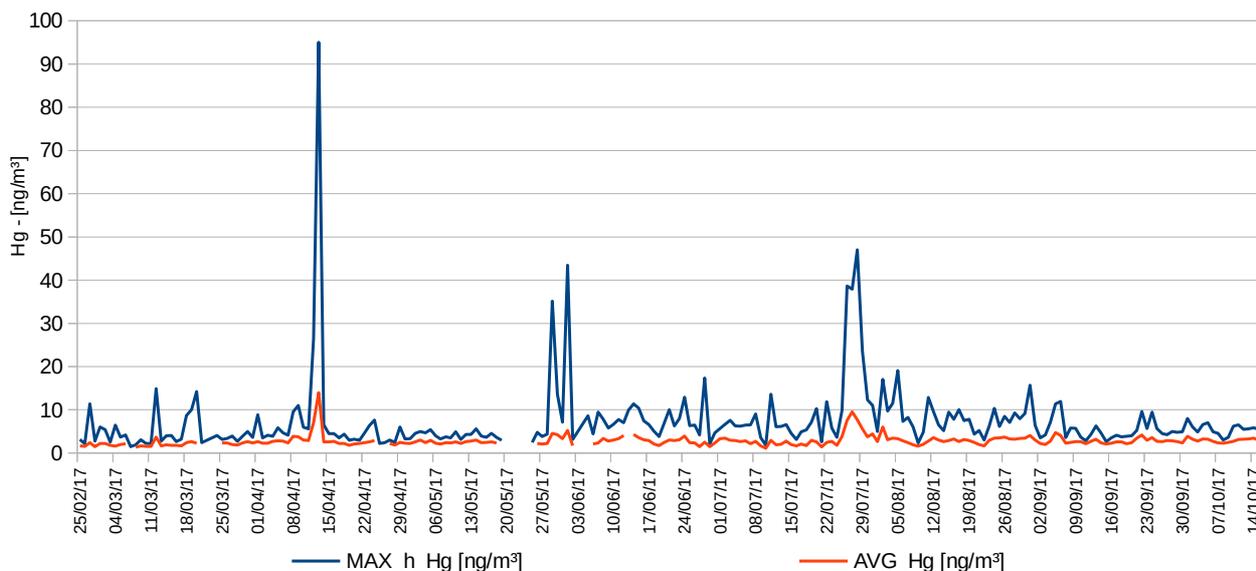


Dal grafico è possibile osservare una sostanziale coerenza tra dati registrati dal mezzo ARPAT e la stazione di monitoraggio della qualità dell'aria di ENEL GP "PICA", sebbene sia necessario osservare come ARPAT rilevi valori tendenzialmente superiori a quelli di ENEL GP e complessivamente un numero di ore superiori alla soglia di rilevabilità olfattiva superiore. La tabella sottostante riporta una sintesi dei dati rilevati durante il monitoraggio:

| Piancastagnaio (SI), C/o ENEL PICA | ARPAT Geo2 | ENEL 09 (PICA) | Note |
|---|---------------|-------------------|----------------------------------|
| data inizio monitoraggio | 25/03/17 | 25/03/17 | |
| data fine monitoraggio | 17/10/17 | 17/10/17 | |
| giorni monitoraggio | 207 | 206 | |
| ore | 4968 | 4968 | |
| ore valide | 4257 | 4867 | |
| numero superamenti WHO-OMS | 0 | 0 | |
| media del periodo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 5,77 | 4,32 | |
| max media mobile su 24h [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 35,6 | 31,5 | Lim=150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| max concentrazione media giornaliera [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 31,69 | 29,8 | |
| numero giorni con concentrazione media >7 | 58 | 19 | |
| n°ore con concentrazione >7 | 936 | 601 | |
| massima oraria del periodo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 286,6 | 132,4 | |

Il mezzo GEO2 è attrezzato anche per la misura della concentrazione di mercurio gassoso in aria. Il grafico relativo ai dati “massimo giornaliero della media oraria” e “media giornaliera” rilevati durante la campagna è il seguente:

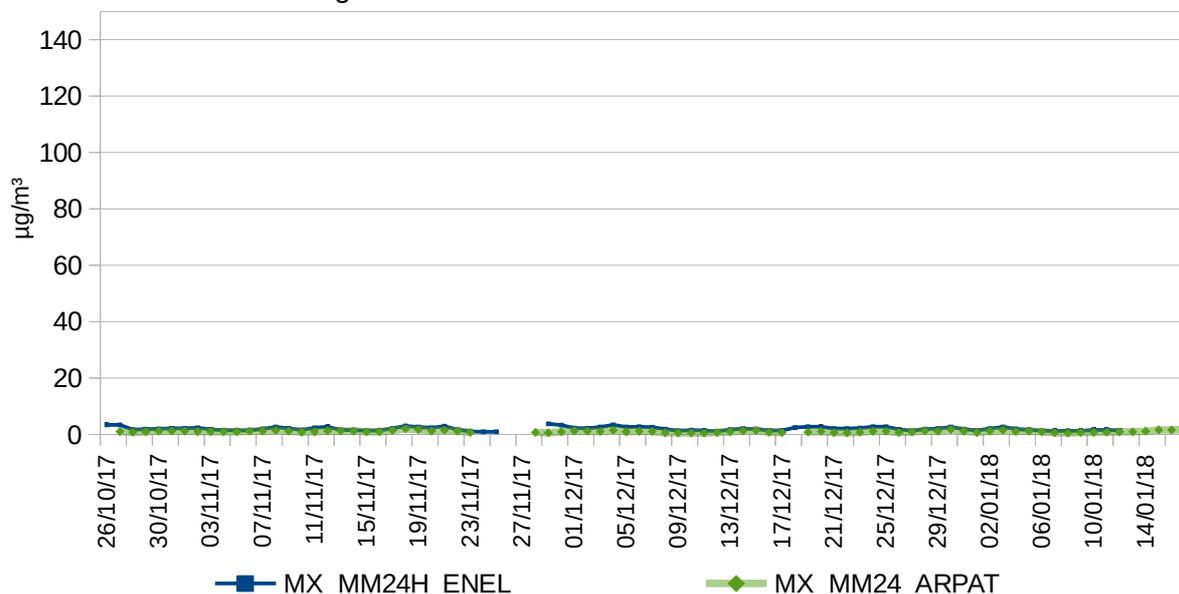
ARPAT GEO2 - Piancastagnaio c/o ENEL PICA
Monitoraggio Hg - Limite=200 ng/m^3 (come media annuale)



Pur non essendo stato possibile accertare la causa del picco orario registrato il 13 aprile 2017 e non potendo nemmeno escludere l'ipotesi di dato anomalo, dal grafico sopra riportato è possibile verificare agevolmente il rispetto del limite di riferimento individuato, pari a 200 ng/m^3 come media annuale.

5.3.3 Monitoraggio a Arcidosso (GR) Loc. Bagnore. 26/10/2017-31/01/2018

Bagnore, c/o ENEL BAGN - ARPAT GEO2
Massimo giornaliero della media mobile su 24 ore di H2S in aria



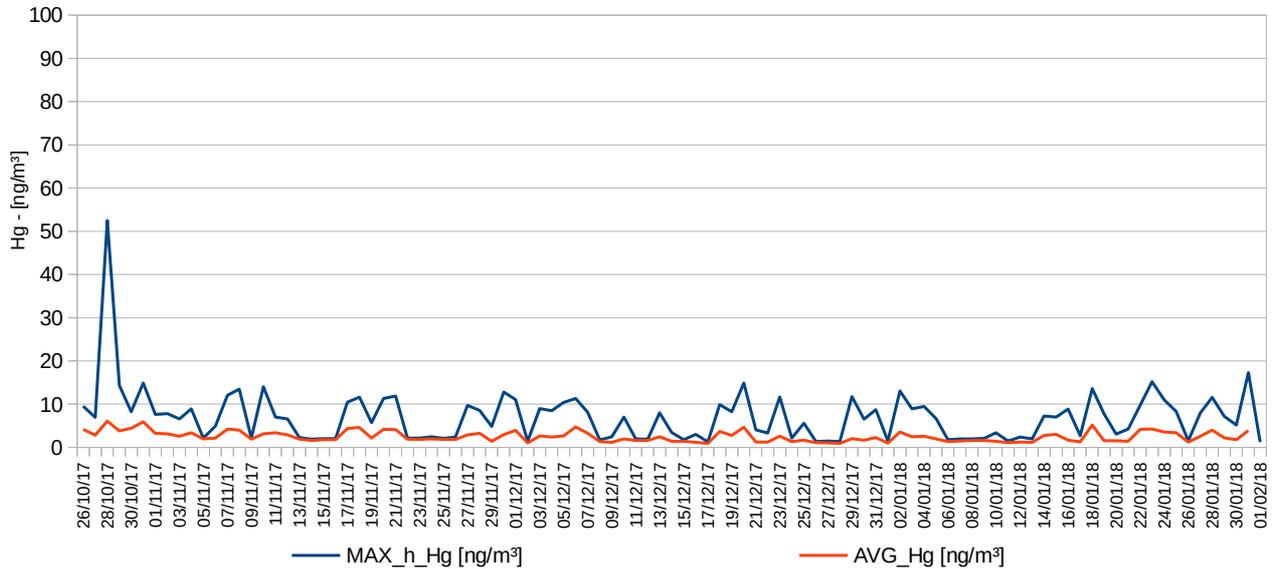
Dal grafico è possibile osservare un'ottima coerenza tra dati registrati dal mezzo ARPAT e la stazione di monitoraggio fissa ENEL GP di Bagnore (BAGN). La tabella sottostante riporta una sintesi dei dati rilevati:

| Arcidosso, Loc. Bagnore (GR), C/o ENEL BAGN | ARPAT Geo2 | ENEL 08 (BAGN) | Note |
|---|---------------|-------------------|----------------------------------|
| data inizio monitoraggio | 26/10/17 | 26/10/17 | |
| data fine monitoraggio | 31/01/18 | 31/01/18 | |
| giorni monitoraggio | 98 | 98 | |
| ore | 2340 | 2340 | |
| ore valide | 2090 | 2119 | |
| numero superamenti WHO-OMS | 0 | 0 | |
| media del periodo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 0,88 | 1,82 | |
| max media mobile su 24h [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 2,12 | 4,63 | Lim=150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| max concentrazione media giornaliera [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 1,76 | 4,57 | |
| numero giorni con concentrazione media >7 | 0 | 0 | |
| n°ore con concentrazione >7 | 2 | 15 | |
| massima oraria del periodo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 9,5 | 48,8 | |

Dai dati sopra sintetizzati, si può confermare la sostanziale validità dei dati elaborati da ENEL GP e l'assenza, nel corso del monitoraggio in affiancamento svolto, di valori superiori ai valori di riferimento suggeriti dal WHO per la concentrazione di idrogeno solforato.

Il mezzo GEO2 è attrezzato anche per la misura della concentrazione in aria di mercurio gassoso. Il grafico relativo ai dati rilevati durante le due campagne sopra dette, è il seguente:

ARPAT GEO2 - Bagnore c/o ENEL BAGN
Monitoraggio Hg - Limite=200 ng/m³ (come media annuale)



Come è possibile osservare, tutti i valori orari rilevati si mantengono ampiamente al di sotto del valore limite di 200 ng/m³, da valutarsi però come media annuale dei dati disponibili.

6 CONCLUSIONI

L'estate del 2017 è stata caratterizzata da temperature medie elevate e superiori alla norma che spesso hanno innescato incendi e, in conseguenza, malfunzionamenti degli impianti geotermici. Questi eventi hanno in parte vanificato gli effetti positivi, già constatati nel 2016 e di cui era attesa conferma nel 2017, derivanti dal completamento dell'installazione degli impianti AMIS nell'area tradizionale, avvenuto nel 2015.

Nel 2017 ENEL ha avviato l'aggiornamento dei sistemi hardware e software per il telecontrollo delle postazioni di monitoraggio, con la finalità di garantire una migliore gestione dei dati, oltre che una più efficace possibilità di controllo in remoto da parte di ARPAT.

In relazione alla funzionalità delle stazioni di monitoraggio della concentrazione di H₂S in aria gestite da ENEL GP, sulla base delle verifiche a campione effettuate attraverso i mezzi mobili GEO1 e GEO2 e dei dati rilevati presso la postazione fissa ubicata a Montecerboli, si ritiene che le concentrazioni in aria di idrogeno solforato rilevate da ENEL GREEN POWER nel corso del 2017, come espresso nelle tabelle di sintesi dei capitoli precedenti, possano ritenersi rappresentative della qualità dell'aria nelle aree geotermiche toscane e che non si sono registrati superamenti dei valori di riferimento per la tutela sanitaria indicati dal World Health Organization per le medie mobili calcolate su 24 ore (150 µg/m³), su intervalli temporali da 2 a 14 giorni (100 µg/m³), e su intervalli temporali di 15-90 giorni (20 µg/m³).

Data: 31 / 05 / 2017

Stesura

Dott. Alessandro Bagnoli

Responsabile Stesura e approvazione
Dott. Ivano Gartner (*)

() Documento informatico sottoscritto con firma elettronica qualificata così come definita all'art.1, co.1, lett. r) del D.Lgs 82/2005. L'originale informatico è stato predisposto e conservato presso ARPAT in conformità alle regole tecniche di cui all'art. 71 del D.Lgs 82/2005. Nella copia analogica la sottoscrizione con firma autografa è sostituita dall'indicazione a stampa del nominativo del soggetto responsabile secondo le disposizioni di cui all'art. 3 del D.Lgs 39/1993.*