



ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

Monitoraggio delle aree geotermiche toscane Anno 2013

*Controllo alle emissioni delle centrali
geotermoelettriche*

ARPAT - AREA VASTA SUD
Settore GEOTERMIA



ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambien
della Toscana

Regione Toscana



INDICE

1 - INTRODUZIONE	Pag 4
2 - SINTESI	Pag 4
3 - CONTROLLO DELLE EMISSIONI DELLE CENTRALI GEOTERMoeLETTRICHE (CGTE)	Pag 7
3.1 - Normativa di riferimento	Pag 15
3.2 - Metodi	Pag 17
3.3 - Risultati ottenuti	Pag 17
3.4 - Autocontrolli ENEL	Pag 20
3.5 - Fattori di emissione	Pag. 22
3.6 Controllo efficienza AMIS	Pag 23
3.7 - Parametri di esercizio (anno 2013)	Pag 24
3.8 - Pozzi di produzione	Pag 27

1. INTRODUZIONE

La Regione Toscana ha adottato il Piano Regionale di Risanamento e Mantenimento della Qualità dell'Aria (PRRM) 2008-2010. Il Piano nasce dalla direttiva europea 96/62/Ce la quale richiede il controllo delle sorgenti di emissione e, in più, dal Dlgs 351/99 che attribuisce alle Regioni il compito di valutare la qualità dell'aria prevedendo quindi il miglioramento delle prestazioni ambientali delle Centrali geotermoelettriche (CGTE).

La Regione Toscana, dal 1996, ha affidato ad ARPAT lo svolgimento delle attività ritenute significative per valutare la sostenibilità e la compatibilità ambientale della coltivazione dei fluidi geotermici; dal 2012 tale attività è continuata ai sensi delle Delibere della Regione Toscana n. 2750:2003 e n. 344 del 2010.

La nuova organizzazione di ARPAT, confermando l'interesse per tale attività, ha previsto una specifica struttura, il Settore Geotermia, con sede presso il Dipartimento ARPAT di Grosseto.

Il presente documento riporta i risultati dell'attività di controllo delle emissioni delle CGTE svolta da ARPAT-Geotermia nell'anno 2013 ed è da ritenersi di aggiornamento e integrazione rispetto al resoconto del 2012.

2 -SINTESI

In Toscana la produzione di energia elettrica tramite la coltivazione dei fluidi geotermici rappresenta un'importante fonte energetica alternativa che, con una produzione di circa 5 miliardi di chilowattora all'anno fornita dalle 34 centrali geotermoelettriche presenti in Toscana, riesce a coprire oltre il 26% del fabbisogno elettrico regionale; il calore geotermico è inoltre utilizzato per usi plurimi, tra cui il teleriscaldamento di abitazioni e serre.

Nel 2013, in linea con gli indirizzi della Regione Toscana sopra indicati, le attività di ARPAT si sono incentrate su:

- il controllo delle emissioni delle centrali geotermoelettriche;
- il monitoraggio della qualità dell'aria del territorio geotermico toscano focalizzando l'attenzione sugli inquinanti "Mercurio gassoso" e "Acido solfidrico", in quanto ritenuti essere rappresentativi delle pressioni esercitate dalle attività geotermiche antropiche e/o naturali;
- il monitoraggio delle acque sotterranee del monte Amiata;

Con riferimento al controllo alle emissioni delle centrali geotermoelettriche, oggetto della presente relazione, il Settore Geotermia di ARPAT, nel **2013**, ha effettuato **19 controlli alle emissioni** delle centrali geotermoelettriche verificando **17 Centrali**, con un significativo incremento rispetto alle **11 centrali controllate nel 2012** e, in più, in accordo con quanto riportato nel piano attività ARPAT anno 2013.

Nelle sottostanti tabelle 1 e 2, per i due inquinanti più significativi, idrogeno solforato (H₂S)] e mercurio (Hg), sono riepilogati i risultati dei controlli effettuati nel 2013 con il riferimento ai limiti emissivi della normativa nazionale e regionale e, in più, con l'indicazione del valore prescrittivo o indicativo di tali limiti per ogni specifica centrale. Da sottolineare l'importanza di monitorare i livelli emissivi dell'acido solfidrico poiché questo inquinante determina, oltre un peggioramento della qualità dell'aria, un significativo disturbo, della popolazione sposta, di natura olfattiva quando la concentrazione in aria supera il valore di 7 µg/N³

Con riferimento alle tabelle 1 e 2, per "USCITA AMIS" si intende l'emissione in uscita dal sistema di abbattimento del mercurio e dell'acido solfidrico, mentre, per USCITA CENTRALE, si intende l'emissione totale della centrale, ovvero la somma delle due fonti emissive, uscita AMIS e aeriforme emesso dalla torre refrigerante.

Acido Solfidrico H2S - anno 2013

Tabella 1

Denominazione centrale/ data del controllo	USCITA AMIS			USCITA CENTRALE			
	Tipologia Torre/potenza nomnale	Valori determinati dai controlli ARPAT H ₂ S Uscita AMIS (kg/h)	Limiti di emissione uscita AMIS DGRT n. 344/2010 (kg/h)	Valori determinati dai controlli ARPAT H ₂ S uscita centrale (kg/h)	Limiti di emissione uscita centrale Dlgs 152/2006 (kg/h) (1)	Limiti di emissione uscita centrale Decreti MICA (kg/h)	Limiti di emissione uscita centrale DGRT n. 344/2010 (kg/h)
Bagnore 3 (feb 2013)	Tiraggio indotto - 20 MWe	0,2	3 (indicativo)	23,7	170 (Prescrittivo)	90 (Prescrittivo)	30,0 (indicativo)
Bagnore 3 (mag 2013)	Tiraggio indotto - 20 MWe	0,2	3 indicativo)	-	-	-	-
Bagnore 3 (dic 2013)	Tiraggio indotto - 20 MWe	0,2	3 indicativo)	-	-	-	-
Carboli 1 (mar 2013)	Tiraggio indotto - 10 MWe	0,2	3 (indicativo)	13	170 (Prescrittivo)	135 (Prescrittivo)	30,0 (indicativo)
Farinello (apr 2013)	Tiraggio indotto - 60 MWe	0,2 (AMIS A)	3 (indicativo)	185,3 (2)	170 (prescrittivo)	-	80,0 (indicativo)
Nuova Sasso (giu 2013)	Tiraggio indotto - 10 MWe	Dato non disponibile per imprevisti tecnici	3 (indicativo)	12,3 (3)	170 (prescrittivo)	80 (Prescrittivo)	30,0 (indicativo)
Sasso 2 (giu 2013)	Tiraggio naturale - 20 MWe	Dato non disponibile per imprevisti tecnici	3 (indicativo)	4,8	170 (prescrittivo)	-	10,0 (indicativo)
Cornia 2 (giu 2013)	Tiraggio indotto - 20 MWe	AMIS non presente	-	16,7	170 (prescrittivo)	-	-
Nuova Lagoni Rossi (giu2013)	Tiraggio indotto - 20 MW	1,2	3 (indicativo)	13,2	170 (Prescrittivo)	-	30,0 (indicativo)
Monteverdi 1 (lug 2013)	Tiraggio indotto - 20 MW	AMIS non presente	-	11,1 (4)	170 (prescrittivo)	150 (Prescrittivo)	-
Monteverdi 2 (lug 2013))	Tiraggio indotto - 20 MW	AMIS non presente	-	23,7 (4)	170 (prescrittivo)	150 (Prescrittivo)	-
Sesta 1 (ago 2013)	Tiraggio indotto-20 MW	0,1	3 (indicativo)	13,8	170 (Prescrittivo)	-	30 (indicativo)

Vallesecolo Gruppo 1 (ago 2013)	Tiraggio indotto - 60 MW	0,2	3 (indicativo)	20,5	170 (Prescrittivo)	-	80 (indicativo)
PC-5 (ago 2013)	Tiraggio indotto - 20 MW	Dato non disponibile per imprevisti tecnici	3 (indicativo)	20,3 (5)	170 (Prescrittivo)	-	30 (indicativo)
Nuova Molinetto (ago 2013)	Tiraggio indotto - 20 MW	0,1	3 (indicativo)	37,1	170 (prescrittivo)	74 (prescrittivo)	30 (indicativo)
Radicondoli Gruppo 2 (ott 2013)	Tiraggio indotto - 20 MW	0,2	3,0 (prescrittivo)	24,2	170 (prescrittivo)	-	30 (prescrittivo)
Travale 3 (ott 2013)	Tiraggio indotto - 20 MW	AMIS in comune con Travale 4	-	66,1 (6)	170 (Prescrittivo)	-	30 (indicativo)
Travale 4 (ott 2013)	Tiraggio indotto - 40 MW	3	3 (indicativo)	28,4	170 (prescrittivo)	400 (Prescrittivo - Decreto della Regione Toscana n. 5314:2001)	80 (indicativo)
San Martino (nov 2013)	Tiraggio indotto - 40 MW	0,1	3 (indicativo)	Non effettuato	170 (Prescrittivo)	-	80 (indicativo)

(1) Il limite previsto dal DLgs 152/2006 [H2S=170 kg/h] è riferito a una media oraria su base mensile che comporterebbe un monitoraggio in continuo tecnicamente non applicabile su un impianto geotermico. Il confronto, quindi, è fatto fra il dato puntuale determinato da ARPAT e il limite di cui al D.Lgs 152/2006.

(2) Farinello. Il valore anomalo di H2S in uscita dalla centrale Farinello è da attribuire a un guasto relativo a un malfunzionamento di una soffiante, a seguito del quale la linea del secondo abbattitore (AMIS B) era ferma, con conseguente invio di una quota significativa di gas all'emissione in torre senza trattamento di abbattimento di H2S e mercurio. Tenuto presente che il confronto con i valori limite di emissione deve essere fatto con i dati emissivi della centrale in condizione di massimo carico possibile e in assetto normale (senza guasti), il controllo è da considerarsi di tipo conoscitivo.

(3) Nuova Sasso. A causa di imprevisti tecnici, il contributo emissivo dell'AMIS non è disponibile, per cui il dato emissivo di centrale riportato nella tabella deve intendersi solo del contributo dell'aeriforme emesso dalla torre refrigerante.

(4) Monteverdi 1 e 2. Dato riferito alla sola componente dell'aeriforme emesso in torre, mentre il contributo del fluido, in uscita dall'estrattore gas, non è stato determinato per motivi tecnici.

(5) PC-5. A seguito delle problematiche tecniche che hanno impedito la misura di portata del fluido in uscita dalla colonna C2, per determinare l'emissione totale, è stato utilizzato il dato di portata misurato da ENEL.

(6) Travale 3. Dato misurato con impianto di abbattimento AMIS non asservito.

Mercurio - anno 2013

Tabella 2

Denominazione Centrale / data controllo	Tipologia torre / potenza nominale	Valori determinati dai controlli ARPAT 2013			Valore Limite di Emissione totale (in tutte le sue forme chimiche) (DGRT Tab. 4.1 344:2010) (g/h)	Valore Limite di Emissione totale (solo i sali disciolti nell'acqua trascinata) Decreti del MICA e DLgs 152:2006 (g/h)	Valore limite emissione uscita AMIS (DGRT Tab. 4.1 344:2010)	Normativa di riferimento
		Hg uscita AMIS (g/h)	Hg uscita centrale - Emissione totale in tutte le forme (g/h)	Hg uscita centrale emissione olo nella forma disciolta nell'acqua trascinata -Drift (g/h) (1)				
Bagnore 3 (feb 2013)	Tiraggio indotto - 20 MWe	10	15	0,3	10 indicativo	0,8 Prescrittivo	2 indicativo	Decreto del MICA
Bagnore 3 (mag 2013)	Tiraggio indotto - 20 MWe	4	15	0,3	10 indicativo	0,8 Prescrittivo	2 indicativo	Decreto del MICA
Bagnore 3 (dic 2013)	Tiraggio indotto - 20 MWe	7	8	0,16	10 indicativo	0,8 Prescrittivo	2 indicativo	Decreto del MICA
Carboli 1 (mar 2013)	Tiraggio indotto - 10 MWe	Non ha l'AMIS	4	0,08	10 indicativo	0,6 Prescrittivo	N	Decreto del MICA
Farinello (apr 2013)	Tiraggio indotto - 60 MWe	0,1	11,5	0,22	15 indicativo	1 Prescrittivo	2 indicativo	Dlgs 152/2006
Nuova Sasso (giu 2013)	Tiraggio indotto - 10 MWe	non determinato per imprevisti di natura tecnica	7	0,14	-	0,6 Prescrittivo	-	Decreto del MICA
Sasso 2 (giu 2013)	Tiraggio naturale - 20 MWe	non determinato per imprevisti di natura tecnica	non determinato per imprevisti di natura tecnica	non determinato per imprevisti di natura tecnica	4 indicativo	1 Prescrittivo	2 indicativo	Decreto della Regione Toscana
Cornia 2 (giu 2013)	Tiraggio indotto - 20 MWe	Non ha l'AMIS	8	0,16	10 indicativo	1 Prescrittivo	-	Dlgs 152/2006
Nuova Lagoni Rossi (giu2013)	Tiraggio indotto - 20 MW	0,1	5	0,1	10 indicativo	1 Prescrittivo	2 indicativo	Decreto della Regione Toscana
Montever di 1 (lug 2013)	Tiraggio indotto - 20 MW	Non ha l'AMIS	1	0,02	10 indicativo	0,6 Prescrittivo	-	Decreto del MICA
Montever di 2 (lug 2013))	Tiraggio indotto - 20 MW	Non ha l'AMIS	2	0,04	10 indicativo	0,6 Prescrittivo	-	Decreto del MICA

Sesta 1 (ago 2013)	Tiraggio indotto-20 MW	0,1	4	0,08	10 indicativo	1 Prescrittivo	2 indicativo	Decreto del MICA
Vallesecolo Gruppo 1 (ago 2013)	Tiraggio indotto - 60 MW	1	6	0,12	15 indicativo	1 Prescrittivo	2 indicativo	Decreto del MICA
PC-5 (ago 2013)	Tiraggio indotto - 20 MW	non determinato per imprevisti di natura tecnica	5	0,1	10 indicativo	1 Prescrittivo	2 indicativo	Decreto del MICA
Nuova Molinetto (ago 2013)	Tiraggio indotto - 20 MW	non determinato per imprevisti di natura tecnica	3	0,06	10 indicativo	1 Prescrittivo	2 indicativo	Decreto del MICA
Radicondo li Gruppo 2 (ott 2013)	Tiraggio indotto - 20 MW	0,3	5	0,1 prescrittivo	10 prescrittivo	1 Prescrittivo	2 Prescrittivo	Decreto della Regione Toscana + Dlgs 152/2006
Travale 3 (ott 2013)	Tiraggio indotto - 20 MW	AMIS in comune con Travale 4	6	0,12	10 indicativo	1 Prescrittivo	2 indicativo	Decreto della Regione Toscana
Travale 4 (ott 2013)	Tiraggio indotto - 40 MW	1	4	0,08	15 indicativo	1 Prescrittivo	2 indicativo	Decreto della Regione Toscana
San Martino (nov 2013)	Tiraggio indotto - 40 MW	0,1	6	0,12	15 indicativo	1 Prescrittivo	2 indicativo	Decreto del MICA

(1) = i risultati riportati in questa colonna, sono stimati come il 2% del valore emissivo totale, ovvero in tutte le sue forme.

I medesimi risultati sono dettagliati nel successivo capitolo 3.

L'attività di controllo prevede altresì la verifica dell'efficienza AMIS circa l'abbattimento dei due inquinanti più significativi, H₂S e mercurio; i risultati sono riportati nella tabella 14 a pag 23 della presente relazione.

3 - CONTROLLO DELLE EMISSIONI DELLE CENTRALI GEOTERMoeLETTRICHE (CGTE)

Il controllo delle emissioni ha per finalità principale la verifica del rispetto dei VLE (valori limite di emissione) ai sensi della normativa vigente e, contestualmente, di approfondire e caratterizzare le conoscenze rispetto allo scenario emissivo che contraddistingue le centrali GTE.

Le aree produttive della Toscana su cui è svolta l'attività di coltivazione dei fluidi geotermici per la produzione di energia, possono essere suddivise in due aree principali, territorialmente distinte:

- a) Area del Monte Amiata, che comprende gli impianti localizzati nei territori comunali di Piancastagnaio (SI), con 3 centrali GTE, per una potenza nominale complessiva di 60 MWe, tutte equipaggiate con impianto AMIS e Santa Fiora (GR), dove, in località Bagnore, è in esercizio una centrale GTE, con una potenza nominale di 20 Mwe, equipaggiata con AMIS. Quindi, complessivamente, nell'Area Geotermica Amiatina, sono presenti quattro centrali GTE, con una potenza nominale di 80 MWe;

- b) Area Tradizionale, che comprende gli impianti localizzati nei territori comunali di Pomarance, Castelnuovo di Val di Cecina, Monteverdi Marittimo (PI), Monterotondo Marittimo e Montieri (GR), Radicondoli e Chiusdino (SI);

Nell'area geotermica tradizionale si possono distinguere, con un maggior dettaglio, tre sub-aree:

- sub-area Larderello-Castelnuovo V.C.(Comuni di Pomarance e Castelnuovo V.C.);
- sub-area Lago e Val di Cornia (Comuni di Pomarance, Monterotondo Marittimo e Monteverdi Marittimo);
- sub-area Travale-Chiusdino (Comuni di Montieri, Radicondoli, Chiusdino).Nell'Area Tradizionale, nel 2013, sono state in esercizio, complessivamente, 30 centrali, per una potenza nominale di circa 794,5 MWe; di queste, 24 sono dotate di AMIS.

Nella successiva tabella 3 sono riportate le centrali in esercizio al 31/12/2013.

Tabella 3 - Elenco Centrali geotermoelettriche in esercizio al 31/12/2013

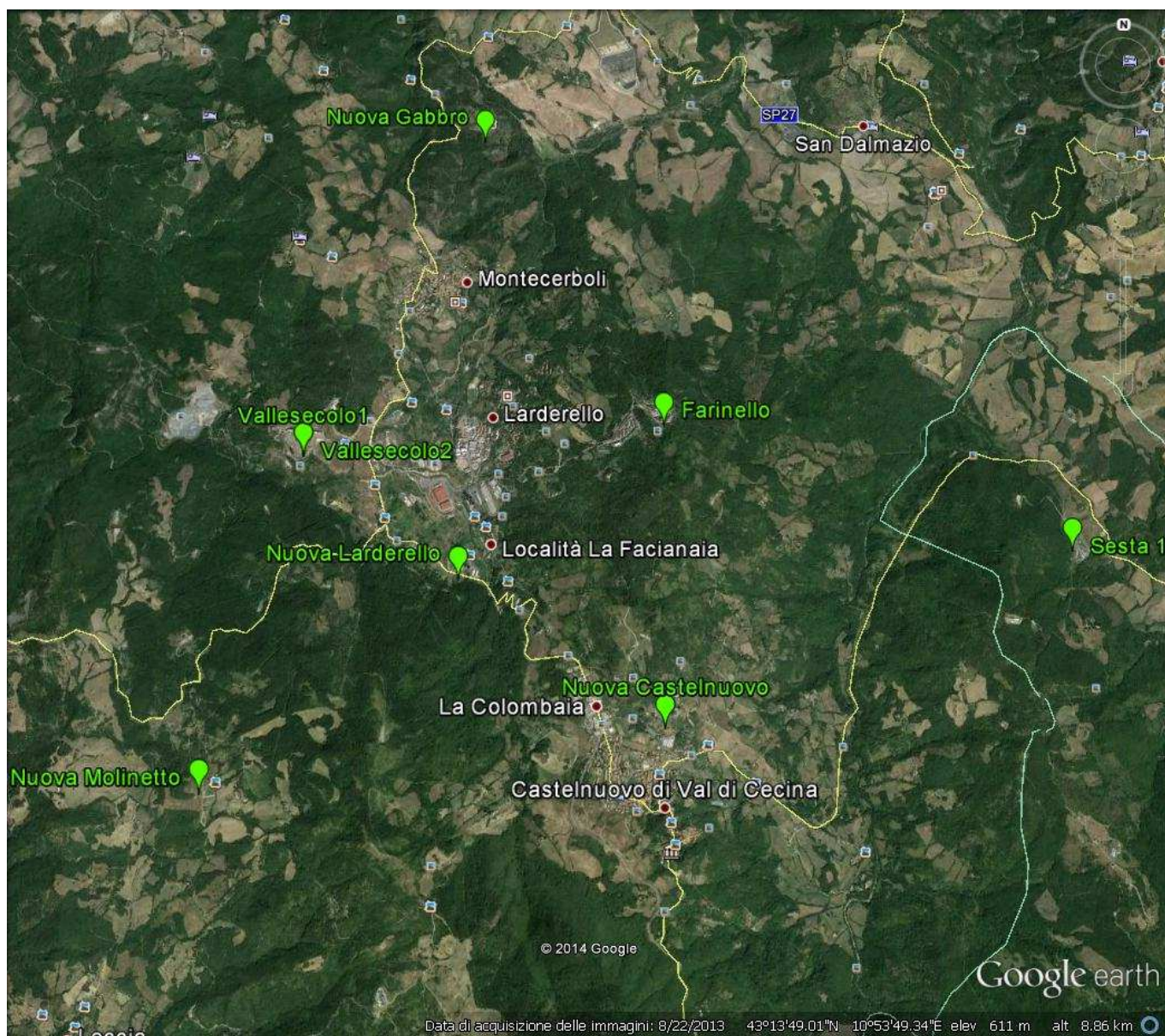
	Area territoriale Geotermica	denominazione Centrale	Comune (PV)	Potenza nominale (MW)	Tipologia tiraggio torri di raffreddamento	data avviamento (anno)	Impianto AMIS
1	Larderello	SESTA 1	Radicondoli (SI)	20	Indotto	2002	Presente
2		FARINELLO	Pomarance (PI)	60	Indotto	1995	Presente
3		NUOVA GABBRO	Pomarance (PI)	20	Naturale	2002	Presente
4		NUOVA LARDERELLO	Pomarance (PI)	20	Naturale	2005	Presente
5		VALLE SECOLO 1	Pomarance (PI)	60	Indotto	1991	Presente
6		VALLE SECOLO 2	Pomarance (PI)	60	Indotto	1992	Presente
7		NUOVA CASTELNUOVO	Castelnuovo (PI)	14,5	Naturale	2000	Presente
8		NUOVA MOLINETTO	Castelnuovo (PI)	20	Indotto	2002	Presente
9	Radicondoli	NUOVA RADICONDOLI 1	Radicondoli (SI)	40	Indotto	2002	Presente
10		NUOVA RADICONDOLI 2	Radicondoli (SI)	20	Indotto	2010	Presente
11		PIANACCE	Radicondoli (SI)	20	Indotto	1987	Presente
12		RANCIA 1	Radicondoli (SI)	20	Indotto	1986	Presente
13		RANCIA 2	Radicondoli (SI)	20	Indotto	1988	Presente
14		TRAVALE 3	Montieri (GR)	20	Indotto	2000	Presente
15		TRAVALE 4	Montieri (GR)	40	Indotto	2002	Presente
16		CHIUSDINO	Chiusdino (SI)	20	Indotto	2010	Presente
17	Lago	NUOVA LAGONI ROSSI	Pomarance (PI)	20	Indotto	1981	Presente
18		NUOVA SERRAZZANO	Pomarance (PI)	60	Naturale	2002	Presente
19		MONTEVERDI 1	Monteverdi (PI)	20	Indotto	1997	Assente
20		MONTEVERDI 2	Monteverdi (PI)	20	Indotto	1997	Assente
21		CARBOLI 1	Monterotondo (GR)	20	Indotto	1998	Assente
22		CARBOLI 2	Monterotondo (GR)	20	Indotto	1997	Assente
23		NUOVA LAGO	Monterotondo (GR)	10	Indotto	2002	Presente
24		NUOVA MONTEROTONDO	Monterotondo (GR)	10	Naturale	2002	Presente
25		NUOVA SAN MARTINO	Monterotondo (GR)	40	Indotto	2005	Presente
26		CORNIA 2	Castelnuovo (PI)	20	Indotto	1994	Assente
27		LE PRATA	Castelnuovo (PI)	20	Indotto	1996	Presente
28		NUOVA SASSO	Castelnuovo (PI)	20	Forzato	1996	Presente
29		SASSO 2	Castelnuovo (PI)	20	Naturale	2009	Presente
30		SELVA 1	Castelnuovo (PI)	20	Indotto	1999	Assente

	Area territoriale Geotermica	denominazione Centrale	Comune (PV)	Potenza nominale (MW)	Tipologia tiraggio torri di raffreddamento	data avvio (anno)	Impianto AMIS
31	Piancastagnaio	BAGNORE 3	Santa Fiora (GR)	20	Indotto	1998	Presente
32		PIANCASTAGNAIO 3	Piancastagnaio (SI)	20	Indotto	1990	Presente
33		PIANCASTAGNAIO 4	Piancastagnaio (SI)	20	Indotto	1991	Presente
34		PIANCASTAGNAIO 5	Piancastagnaio (SI)	20	Indotto	1996	Presente

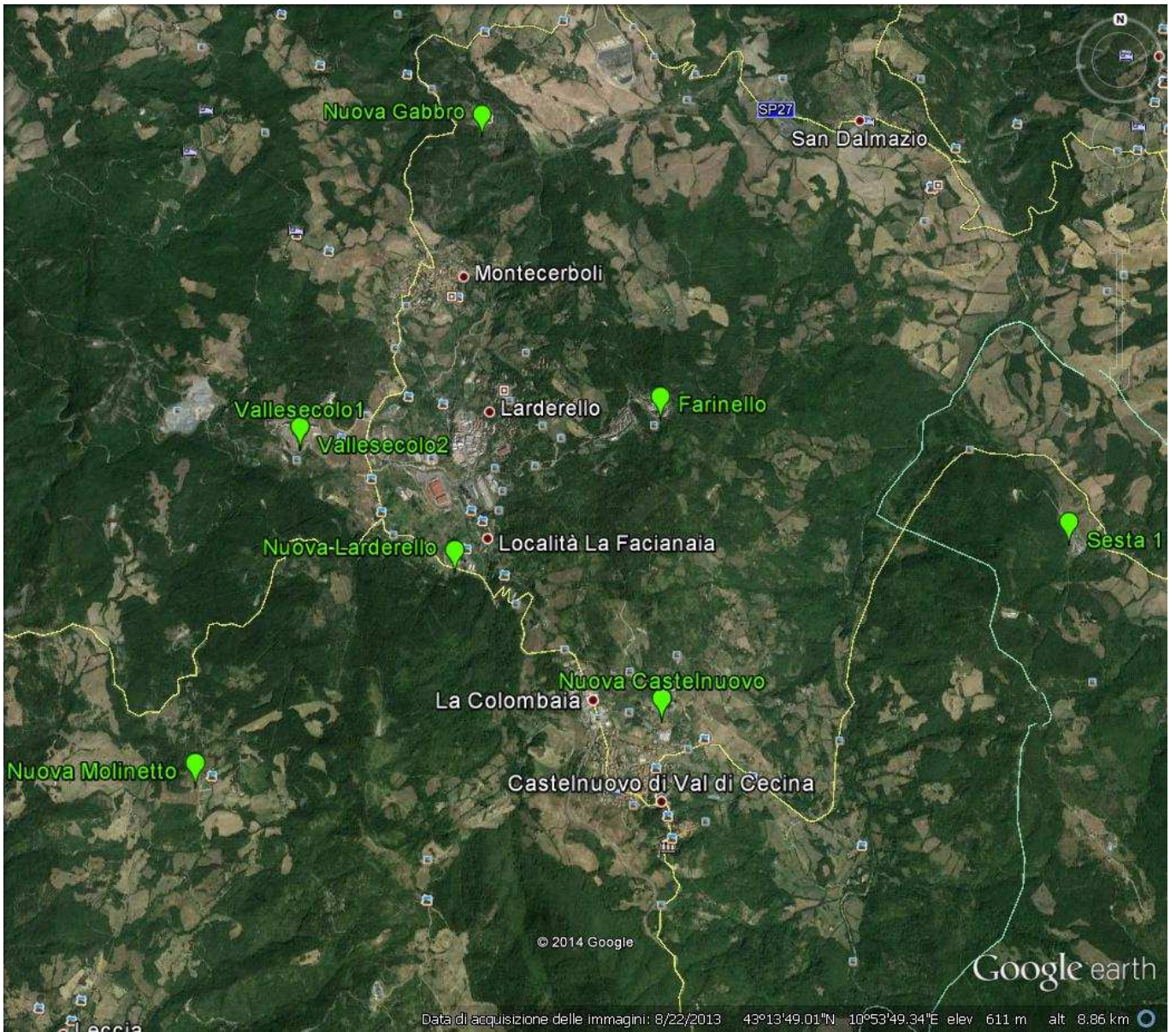
Nelle sottostanti cartografie, sono riportate le localizzazioni delle centrali geotermoelettriche nel territorio della Toscana organizzate per Aree Geotermiche (AGE).



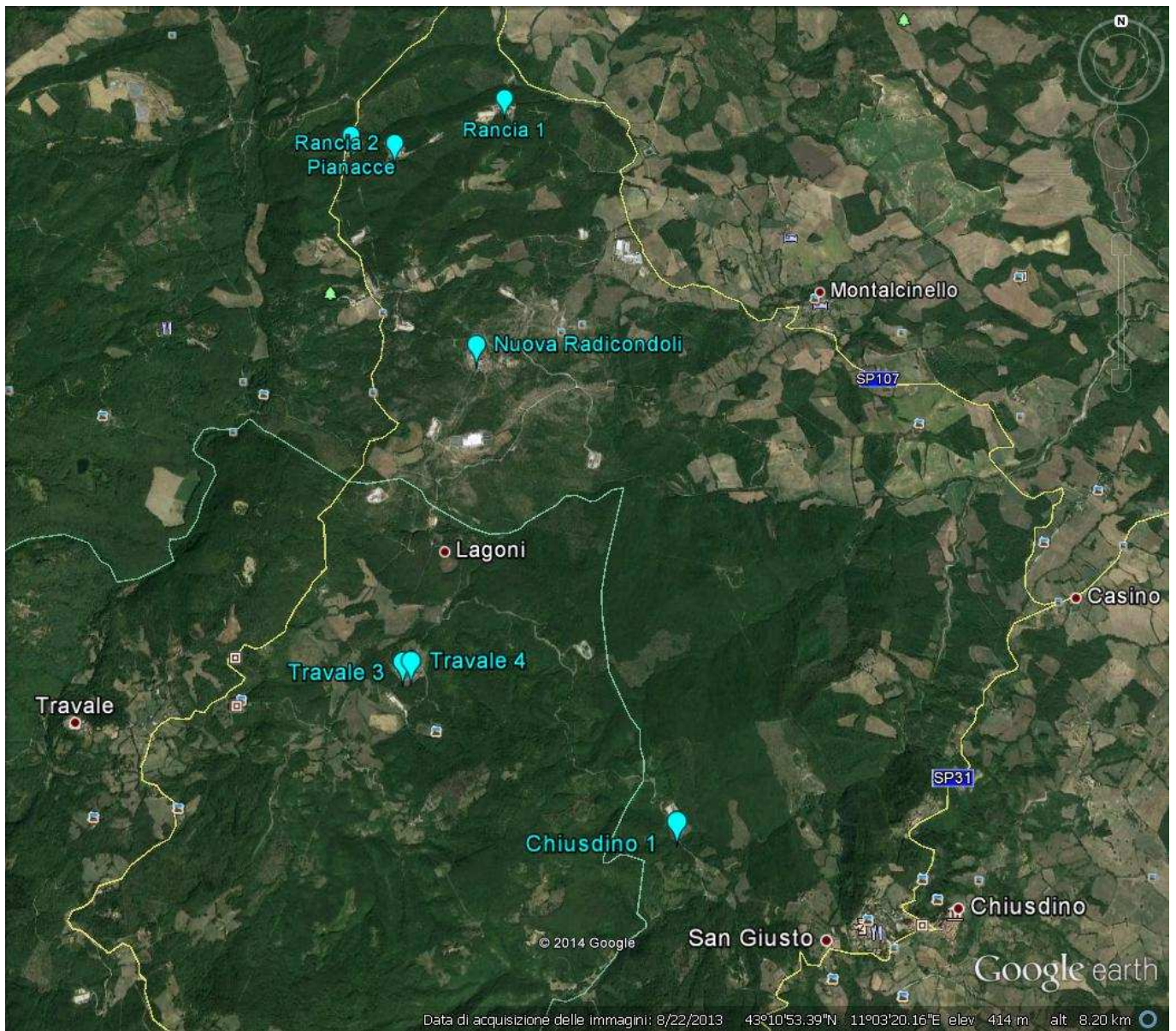
Cartografia 1 - AGE Piancastagnaio (centrali geotermoelettriche in rosso)



Cartografia 2 - AGE Lago (centrali geotermoelettriche in arancione)



Cartografia 3 - AGE Larderello (centrali geotermoelettriche in verde)



Cartografia 4 - AGE Radicondoli (centrali geotermoelettriche in celeste)

Nel 2013 sono stati effettuati **19 controlli** con un totale di **17 centrali** interessate, ovvero il 50% del n. totale di centrali.

Le centrali sottoposte controllo sono state:

- **BAGNORE 3** (con gruppo da 20 MWe) + AMIS, nel Comune di Santa Fiora (GR);
- **CARBOLI 1** (con un gruppo da 20 MWe) senza AMIS, nel Comune di Monterotondo M.mo (GR);
- **FARINELLO** (con un gruppo da 60 MWe) + 2 AMIS, nel Comune di Pomarance (PI);
- **NUOVA SASSO** (con un gruppo da 10 MWe) + AMIS, nel Comune di Castelnuovo VC (PI);
- **SASSO 2** (con un gruppo da 13 MWe) + AMIS, nel Comune di Castelnuovo V.C. (PI);
- **CORNIA 2** (con un gruppo da 20 MWe) + senza AMIS, nel Comune di Castelnuovo V.C. (PI);
- **NUOVA LAGONI ROSSI** (con un gruppo da 20 MWe) + AMIS, nel Comune di Pomarance (PI);
- **MONTEVERDI 1** (con un gruppo da 20 MWe) senza AMIS, nel Comune di Monteverdi (PI);
- **MONTEVERDI 2** (con un gruppo da 20 MWe) senza AMIS, nel Comune di Monteverdi (PI);
- **SESTA 1** (con un gruppo da 20 MWe) + AMIS, nel Comune di Radicondoli (SI);
- **VALLESECOLO Gruppo 1** (con un gruppo da 60 MWe) + AMIS, nel Comune di Pomarance (PI);
- **PIANCASTAGNAIO (PC) 5** (con un gruppo da 20 MWe) + AMIS, nel Comune di Piancastagnaio (SI);
- **NUOVA MOLINETTO** (con un gruppo da 20 MWe) + AMIS, nel Comune di Castelnuovo V.C. (PI);
- **RADICONDOLI Gruppo 2** (con un gruppo da 20 MWe) + AMIS, nel Comune di Radicondoli (SI);
- **TRAVALE Gruppo 3** (con un gruppo da 20 MWe) + AMIS, nel Comune di Montieri (GR);
- **TRAVALE Gruppo 4** (con un gruppo da 40 MWe) + AMIS, nel Comune di Montieri (GR);
- **SAN MARTINO** (con un gruppo da 40 MWe) senza AMIS, nel Comune di Monterotondo M.mo (GR);

I controlli hanno riguardato i seguenti settori di impianto: efficienza AMIS (con prelievi e misure in entrata e in uscita AMIS), valori di emissione della centrale (torre di raffreddamento + uscita AMIS).

La potenza nominale complessiva delle centrali sopra elencate, oggetto dei controlli, è pari a 500 MWe, ovvero circa il 57% rispetto alla quota complessiva regionale di 874,5 MWe, fornita dalle 34 centrali in esercizio.

Nella sottostante tabella 4 sono riportati gli indicatori circa l'impegno di ARPAT negli anni dal 2003 al 2013.

Tabella 4 - Attività ARPAT

Anno	Attività				
	n° centrali	Potenza (MWe)	N° campioni	n° determinazioni	n° misure parametri fisici
2002+2003	12	248	790	4692	108
2004	9	200	336	1068	82
2005	10	370	356	1041	92
2006	5	114,5	224	846	81
2007	5	120	268	988	84
2008	6	108	249	2045	56
2009	8	180	403	2320	100
2010	7	130	525	3733	92
2011	8	260	451	2310	112
2012	11	344,5	446	2935	500
2013	17	500	527	2078	700
Totale	88	2548	4575	24056	2007

3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I limiti alle emissioni in atmosfera sono fissati con norme nazionali. Purtroppo ad oggi, nel caso delle centrali geotermoelettriche, i parametri contemplati dalla normativa nazionale non sono rappresentativi dell'effettivo quadro emissivo delle centrali, in quanto non sono riferiti agli inquinanti emessi nelle forme più significative e, in più, con valori limite di emissione molto permissivi rispetto ai valori ottenibili con le attuali tecnologie.

Solo per le centrali di recente autorizzazione la Regione Toscana ha potuto prevedere limiti alle emissioni (sia come valore assoluto sia come efficienza di abbattimento) rappresentativi del quadro emissivo delle centrali stesse e, in più, in considerazione delle attuali tecnologie disponibili.

Questa situazione, comunque, muterà nel biennio 2014 - 2015, in quanto per la maggior parte delle centrali viene a scadenza l'autorizzazione alle emissioni in atmosfera, che dovrà essere nuovamente rilasciata con la possibilità, quindi, di inserire adeguati limiti (vedi Tabella 5) e prescrizioni gestionali.

Per gran parte delle centrali, nelle autorizzazioni attualmente vigenti, i valori limite assegnati sono quelli definiti dal Dlgs 152/2006 per le centrali anteriori al 1988 e dalle Autorizzazioni del MICA (Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato) per le centrali costruite tra il 1988 e il 2006; i valori limite di emissione definiti dal Dlgs 152/2006 e dal MICA, sono riportati nelle sottostanti tabelle 6 e 7 (i limiti delle autorizzazioni del MICA, per alcune centrali, sono leggermente diversi da quelli riportati in tabella 7,).

Di seguito si riportano le tabelle di riferimento con i limiti emissivi che possono essere indicativi o prescrittivi per ogni specifica Centrale in funzione del tipo di autorizzazione; tale differenziazione è riportata nelle tabelle 1 e 2.

Tabella 5 - Allegato A alla DGRT 344/2010

Tabella 4.1 - Valori di emissione in flusso di massa

Descrizione	H ₂ S Kg/h	Hg g/h	SO ₂ g/h
Uscita impianto AMIS	3 (*)	2	200
Uscita dalla centrale a tiraggio naturale fino a 20 MW	10	4	
Uscita dalla centrale a tiraggio naturale > 20 MW	20	8	
Uscita dalla centrale a tiraggio indotto fino a 20 MW	30	10	
Uscita dalla centrale a tiraggio indotto fino tra 20 e 60 MW	80	15	
Uscita dalla centrale a tiraggio indotto > 60 MW	100	20	

(*) = In caso di superamento di tale valore, il limite si considera comunque rispettato se la percentuale di abbattimento dell'impianto AMIS, per H₂S, è maggiore del 97%.

Tabella 6 - Valori limite di emissione ai sensi dal Dlgs n. 152/2006

INQUINANTE	VALORE LIMITE DI EMISSIONE
H ₂ S	70 - 100 mg/Nm ³ per un flusso di massa uguale o superiore a 170 kg/h
As (come sali disciolti nell'acqua trascinata)	1 - 1,5 mg/Nm ³ per un flusso di massa uguale o superiore a 5 g/h
Hg (come sali disciolti nell'acqua trascinata)	0,2 - 0,4 mg/Nm ³ per un flusso di massa uguale o superiore a 1 g/h

I valori sono intesi come media oraria su base mensile.

Tabella 7 - Allegato 1, Decreti MICA (Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato)

Inquinante	Conc. mg/Nm ³	Flusso di massa g/h
H ₂ S	56,3	90 000
As	tracce	3,36
Hg	tracce	0,8

I valori di As e Hg, sono intesi come sali disciolti nell'acqua trascinata.

Nella successiva tabella 8, sono riportate le denominazioni delle centrali controllate nel 2013 con le relative autorizzazioni di riferimento, compresi i valori limite di emissione:

Tabella 8 - Elenco delle centrali controllate nel 2013 con le relative autorizzazioni

Denominazione centrale	Autorizzazione	Valori limite di emissione in uscita dalla centrale
BAGNORE 3	Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato (MICA) del 13/08/1996	- Portata torre: 4 800 000 Nm ³ /h - H ₂ S : 90 kg/h - 56,3 mg/Nm ³ - Hg come sale disciolto nel drift: 0.8 g/h - tracce mg/Nm ³ - As come sale disciolto nel drift: 3,36 g/h - tracce mg/Nm ³ - CO ₂ : 8 800 000 g/h - 5 500 mg/Nm ³
CARBOLI 1	Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato (MICA) del 01/02/1996	- Portata torre: 4 800 000 Nm ³ /h - H ₂ S : 135 kg/h - 3050 mg/Nm ³ - Hg come sale disciolto nel drift: 0.6 g/h - tracce mg/Nm ³ - As come sale disciolto nel drift: 1,9 g/h - tracce mg/Nm ³ - CO ₂ : 4880 kg/h - 3050 mg/Nm ³
FARINELLO	Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato (MICA) del 06/02/1987	- H ₂ S: 170 kg/h - 70 mg/Nm ³ - Hg come sale disciolto nel drift: 1g/h - 0,4 mg/Nm ³ - As come sale disciolto nel drift: 5g/h - 1,5 mg/Nm ³ (1)
NUOVA SASSO	Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato (MICA) del 01/02/1996	- Portata torre: 4 800 000 Nm ³ /h - H ₂ S : 80 kg/h - 50 mg/Nm ³ - Hg come sale disciolto nel drift: 0.6 g/h - tracce mg/Nm ³ - As come sale disciolto nel drift: 1,92 g/h - tracce mg/Nm ³ - CO ₂ : 4880 kg/h - 3050 mg/Nm ³
SASSO 2	Decreto Regione Toscana n. 1198 del 06/03/2008	- H ₂ S: 170 kg/h - 70 mg/Nm ³ - Hg come sale disciolto nel drift: 1g/h - 0,4 mg/Nm ³ - As come sale disciolto nel drift: 5g/h - 1,5 mg/Nm ³ (1)
CORNIA 2	Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato (MICA) del 10/05/1985	- H ₂ S: 170 kg/h - 70 mg/Nm ³ - Hg come sale disciolto nel drift: 1g/h - 0,4 mg/Nm ³ - As come sale disciolto nel drift: 5g/h - 1,5 mg/Nm ³ (1)
NUOVA LAGONI ROSSI	Decreto Regione Toscana n. 1198 del 06/03/2008	- H ₂ S: 170 kg/h - 70 mg/Nm ³ - Hg come sale disciolto nel drift: 1g/h - 0,4 mg/Nm ³ - As come sale disciolto nel drift: 5g/h - 1,5 mg/Nm ³ (1)
MONTEVERDI 1	Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato (MICA) del 14/06/95	- H ₂ S : 150 kg/h - 93,7 mg/Nm ³ - Hg come sale disciolto nel drift: 0.6 g/h - tracce mg/Nm ³ - As come sale disciolto nel drift: 2,6 g/h - tracce mg/Nm ³
MONTEVERDI 2	Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato (MICA) del 14/06/95	- H ₂ S : 150 kg/h - 93,7 mg/Nm ³ - Hg come sale disciolto nel drift: 0.6 g/h - tracce mg/Nm ³ - As come sale disciolto nel drift: 2,6 g/h - tracce mg/Nm ³
SESTA 1	Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato (MICA) del 20/01/2000	- H ₂ S: 170 kg/h - 70 mg/Nm ³ - Hg come sale disciolto nel drift: 1g/h - 0,4 mg/Nm ³ - As come sale disciolto nel drift: 5g/h - 1,5 mg/Nm ³ (1)
VALLESECOLO Gruppo 1	Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato MICA del 13/08/1987	- H ₂ S: 170 kg/h - 70 mg/Nm ³ - Hg come sale disciolto nel drift: 1g/h - 0,4 mg/Nm ³ - As come sale disciolto nel drift: 5g/h - 1,5 mg/Nm ³ (1)

PC 5	Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato MICA del 23/11/1988	- H ₂ S: 170 kg/h - 70 mg/Nm ³ - Hg come sale disciolto nel drift: 1g/h - 0,4 mg/Nm ³ - As come sale disciolto nel drift: 5g/h - 1,5 mg/Nm ³ (1)
NUOVA MOLINETTO	Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato MICA del 21/03/2000	- H ₂ S : 74 kg/h - Hg come sale disciolto nel drift: 1 g/h - tracce mg/Nm ³ - As come sale disciolto nel drift: 5 g/h - tracce mg/Nm ³
RADICONDOLI Gruppo 2	Decreto Regione Toscana n. 3380 del 13/07/2009 (Limiti di cui alla tabella 4.1 della DGRT n. 344 della RT)	- H ₂ S uscita AMIS: 3 kg/h (In caso di superamento, il limite si considera rispettato se la percentuale di abbattimento dell'AMIS, per H ₂ S è > 97%) - Hg uscita AMIS: 2 g/h - H ₂ S uscita AMIS: 3 kg/h (se superato il valore limite di emissione, il limite si considera rispettato se l'abbattimento è > 97%) - SO ₂ uscita AMIS: 200 g/k - H ₂ S uscita centrale: 30 kg/h - Hg uscita centrale: 10 g/h - Ore funzionamento centrale: ≥ 95% - Ore non funzionamento AMIS: ≤ 10%
TRAVALE 3	Decreto Regione Toscana n. 4090 del 06/08/2002	- H ₂ S: 170 kg/h - 70 mg/Nm ³ - Hg come sale disciolto nel drift: 1g/h - 0,4 mg/Nm ³ - As come sale disciolto nel drift: 5g/h - 1,5 mg/Nm ³ (1)
TRAVALE 4	Decreto Regione Toscana n. 4090 del 06/08/2002	- H ₂ S: 170 kg/h - 70 mg/Nm ³ - Hg come sale disciolto nel drift: 1g/h - 0,4 mg/Nm ³ - As come sale disciolto nel drift: 5g/h - 1,5 mg/Nm ³ (1)
SAN MARTINO	Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato MICA del 26/01/1980	- H ₂ S: 170 kg/h - 70 mg/Nm ³ - Hg come sale disciolto nel drift: 1g/h - 0,4 mg/Nm ³ - As come sale disciolto nel drift: 5g/h - 1,5 mg/Nm ³ (1)

(1) Il limite previsto dal DLgs 152/2006 [H₂S=170 kg/h] è riferito a una media oraria su base mensile che comporterebbe un monitoraggio in continuo tecnicamente non applicabile su un impianto geotermico. Il confronto, quindi, è fatto fra il dato puntuale determinato da ARPAT e il limite del D.Lgs 152/2006 come media oraria su base mensile.

3.2 - METODI

Per i controlli è stata applicata la procedura tecnica specifica adottata con decreto n° 2750 del 12 Maggio 2003 del Dirigente responsabile del Settore "Qualità dell'aria, rischi industriali, prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento" della Regione Toscana. La procedura stabilisce:

- le condizioni del controllo definendo i criteri di assetto dell'impianto al fine di rendere valido il controllo stesso;
- l'emissione della centrale e le correnti di processo che vi concorrono;
- gli inquinanti da determinare, che comprendono tutti quelli per i quali sono stabiliti VLE, più altri inquinanti per i quali non sono previsti VLE, nonché i relativi metodi di campionamento e analisi e valutazione dei risultati.

3.3 - RISULTATI OTTENUTI

Nella successiva tabella 9, sono riportati i valori di concentrazione e di flusso di massa degli inquinanti normati (H₂S, Hg, As), a seguito dei controlli svolti nel 2013 (i flussi di massa sono già stati riportati nelle tabelle 1 e 2).

Tabella 9 - Valori di emissione dei parametri normati in uscita dalla centrale

		EMISSIONE TOTALE DELLA CENTRALE - PARAMETRI NORMATI (ai sensi del Dlgs 152:2006 e della DGRT n. 344:2010)							
Centrale	data	H ₂ S (mg/Nm ³)	H ₂ S (kg/h)	Hg totale (mg/Nm ³)	Hg totale (g/h)	As totale (mg/Nm ³)	As totale (g/h)	Hg Come sale disciolto (g/h) (1)	As Come sale disciolto (g/h) (1)
BAGNORE 3 (20 MW) Tiraggio indotto	20/02/13	5,1	23,7	0,003	15 (3)	< 0,0002	< 1	0,3	< 0,02
CARBOLI 1 (10 MW) Tiraggio indotto	31/03/13	2,9	13,0	0,0009	4	< 0,0003	< 1	< 0,08	< 0,02
FARINELLO (60 MW) Tiraggio indotto (2)	18/04/13	2,0	185,3	ND	11,5	< 0,0003	< 4	0,2	< 0,02
BAGNORE 3 (20 MW) Tiraggio indotto	17/05/13	ND (5)	ND (5)	0,003	15 (3)	ND (5)	ND (5)	0,3	ND (5)
NUOVA SASSO (4) (10 MW) Tiraggio indotto	06/06/13	2,6	12,3	0,002	7	< 0,0003	< 2	0,1	< 0,04
SASSO 2 (13 MW) Tiraggio indotto	05/06/13	1,5	4,8	ND (5)	ND (5)	ND (5)	ND (5)	ND (5)	ND (5)
CORNIA 2 (15 MW) Tiraggio indotto	26/06/13	3,4	16,7	0,002	8	<0,0002	< 1	0,2	< 0,02
NUOVA LAGONI ROSSI (10 MW) Tiraggio indotto	25/06/13	2,6	13,2	0,001	5	< 0,0003	< 2	0,1	< 0,04
MONTEVERDI 1 (6) (20 MW) Tiraggio indotto	16/07/13	2,5	11,1	0,0003	1	< 0,0003	< 1	0,02	< 0,02
MONTEVERDI 2 (6) (10 MW) Tiraggio indotto	17/07/13	4,8	23,7	0,0004	2	< 0,0002	< 1	0,04	< 0,02
SESTA 1 (10 MW) Tiraggio indotto	09/08/13	3,3	13,8	0,001	4	< 0,0003	< 1	0,08	< 0,02
VALLESECOLO GR 1 (60 MW) Tiraggio indotto	07/08/13	1,7	20,5	0,0005	6	< 0,0003	< 4	0,1	< 0,08

EMISSIONE TOTALE DELLA CENTRALE - PARAMETRI NORMALI (ai sensi del Dlgs 152:2006 e della DGRT n. 344:2010)

Centrale	data	H ₂ S (mg/Nm ³)	H ₂ S (kg/h)	Hg totale (mg/Nm ³)	Hg totale (g/h)	As totale (mg/Nm ³)	As totale (g/h)	Hg Come sale disciolto (g/h) (1)	As Come sale disciolto (g/h) (1)
PC 5 (7) (20 MW) tiraggio indotto	29/08/13	4,7	20,3	0,001	5	<0,0003	< 1	0,1	< 0,02
NUOVA MOLINETTO (10 MW) tiraggio indotto	27/08/13	8,3	37,1	0,001	3	ND (5)	ND (5)	0,06	ND (5)
RADICONDOLI GR 2 (20 MW) Tiraggio indotto	03/10/13	4,9	24,2	0,001	5	< 0,0004	< 2	0,1	< 0,04
TRAVALE 3 (15 MW) Tiraggio indotto	30/10/13	13,0	66,1	0,001	6	< 0,0004	< 2	0,1	< 0,04
TRAVALE 4 (40 MW) Tiraggio indotto	30/10/13	4,1	28,4	0,001	4	< 0,0004	< 3	0,08	< 0,06
SAN MARTINO (40 MW) Tiraggio indotto	20/11/13	ND (5)	ND (5)	0,001	6	ND (5)	ND (5)	0,1	ND
BAGNORE 3 (20 MW) Tiraggio indotto	18/12/13	ND (8)	ND (8)	0,002	8	ND (8)	ND (8)	0,2	ND

(1) = valore stimato come il 2% del valore totale di Hg in tutte le forme chimiche.

(2) = Farinello. Il controllo è stato svolto con la centrale non in normale assetto, in quanto una delle due linee di abbattimento del Hg e dell'H₂S, di cui è dotata la centrale, era ferma per guasto; nello specifico la linea B, per cui, non tutto il gas in uscita dall'estrattore di centrale veniva inviato al trattamento di abbattimento.

(3) = Bagnore 3. Si evidenziano valori elevati di mercurio totale in emissione della centrale Bagnore 3 relativamente ai controlli svolti nei mesi di febbraio e maggio 2013. Come confermato dalla sottostante tabella 8, tali risultati sono da attribuire al contributo emissivo del gas in uscita dal sistema di abbattimento AMIS. ENEL riporta una problematica avuta riguardo una fornitura difettosa di sorbente al selenio, che ha determinato una diminuzione dell'efficienza di abbattimento di questo inquinante (vedi tab. 11), che storicamente è sempre registrato valori al di sopra del 90%. Il dato anomalo di bassa efficienza di abbattimento è stato fra l'altro registrato anche nel controllo del mese di dicembre 2013.

(4) = Nuova Sasso. valori riferiti solo alla quota di emissione dell'aeriforme dalla torre refrigerante. L'AMIS è stato verificato nel controllo della centrale di Sasso2 essendo in comune con la centrale Nuova Sasso.

(5) = Non eseguito per imprevisti di natura tecnica.

(6) = Monteverdi 1 e Monteverdi 2 - Valori riferiti solo alla quota di emissione dell'aeriforme dalla torre refrigerante (il contributo dell'estrattore gas non è stato determinato per motivi tecnici).

(7) = valori riferiti solo alla quota di emissione dell'aeriforme dalla torre refrigerante (il contributo dell'uscita AMIS non è stato determinato per motivi tecnici).

(8) = Attività non programmata

Bagnore 3. Come già riportato alla nota 3 della soprastante tabella 9, con riferimento al valore limite di emissione di cui alla DGRT 344:2010 che per Bagnore 3 costituisce solo un valore di confronto indicativo, si evidenzia un dato elevato di mercurio in uscita dalla centrale, registrato nei controlli svolti nei mesi di febbraio e maggio. Tale dato è stato causato da una perdita di efficienza dell'impianto di abbattimento AMIS dovuta a una fornitura di sorbente utilizzato nel filtro per il mercurio, che si è dimostrata inadatta a sopportare le condizioni di esercizio della centrale (temperatura, umidità e tempo di contatto). La problematica è in via di risoluzione.

Il valore di mercurio di cui sopra rispetta comunque il valore limite di emissione di cui all'autorizzazione del MICA e del Dlgs 152:2006.

Tenuti presenti i riferimenti normativi riportati in tabella 8, per le centrali oggetto di verifica nel 2013, tutti i controlli svolti hanno dimostrato il rispetto dei valori limite di emissione.

I valori di emissione dell'Arsenico, sono tutti entro i limiti di legge.

Nella successiva tabella 10, sono riportati i valori degli inquinanti normati in uscita dall'AMIS, ai sensi della DGRT n. 344:2010 allegato A tab. 4.1 (tabella 3 della relazione). Delle 17 centrali controllate, solo Radicondoli gruppo 2 deve rispettare tali limiti, mentre, per le altre centrali, il confronto ha solo un carattere indicativo.

Tabella 10 - Valori di emissione dei parametri normati in uscita dall'AMIS

		USCITA AMIS - PARAMETRI NORMATI (ai sensi del DGRT n.344:2010, tab 4.1 allegato A)	
		H₂S kg/h; Valore limite = 3	
		Hg g/h ; valore limite = 2	
Centrale	data	H₂S kg/h	Hg g/h
BAGNORE 3 (20 MW) Tiraggio indotto	20/02/13	0,2	10
CARBOLI 1 (10 MW) Tiraggio indotto	31/03/13	AMIS assente	
FARINELLO (60 MW) Tiraggio indotto AMIS A (AMIS B guasto)	18/04/13	0,2	0,1
BAGNORE 3 (20 MW) Tiraggio indotto	17/05/13	0,2	4
SASSO 2 (13 MW) Tiraggio indotto	05/06/13	0,2	ND (non eseguito per imprevisti tecnici)
CORNIA 2 (15 MW) Tiraggio indotto	26/06/13	AMIS assente	
NUOVA LAGONI ROSSI (10 MW) Tiraggio indotto	25/06/13	1,2	0,1
MONTEVERDI 1 (20 MW) Tiraggio indotto	16/07/13	AMIS assente	
MONTEVERDI 2 (20 MW) Tiraggio indotto	16/07/13	AMIS assente	
SESTA 1 (10 MW) Tiraggio indotto	09/08/13	0,1	0,1
VALLESECOLO GR 1 (60 MW) Tiraggio indotto	07/08/13	0,2	1
PC 5 (20 MW) tiraggio indotto	29/08/13	Controllo non svolto per motivi tecnici	
NUOVA MOLINETTO (1) (10 MW) tiraggio indotto	27/08/13	0,1	ND
RADICONDOLI GR 2 (20 MW) Tiraggio indotto	03/10/13	0,2	0,3
TRAVALE 4 (40 MW) Tiraggio indotto	30/10/13	3,2 (abbattimento 97,9%)	1
SAN MARTINO (40 MW) Tiraggio indotto	20/11/13	0,1	0,1
BAGNORE 3 (20 MW) Tiraggio indotto	18/12/13	0,2	7

(1) = La centrale è dotata di un AIS (Abbattitore di Idrogeno Solforato) per l'abbattimento dell'acido solfidrico. A valle dell'AIS è installato un impianto sperimentale per l'abbattimento del Hg; su quest'ultimo settore di impianto, non è stato possibile effettuare il controllo per motivi tecnici.

Tenuto presente che tali limiti sono prescrittivi solo per la centrale denominata "Radicondoli 2", i risultati dimostrano, da parte di tutti gli impianti, il rispetto dei valori limite di riferimento, eccetto per la centrale Bagnore 3 i cui risultati invece superano, nei in tre i controlli svolti, i limiti succitati confermando la scarsa efficienza di abbattimento dell'AMIS per le problematiche descritte alla nota (3) della tabella 9.

3.4 - Autocontrolli ENEL

Tutti i valori registrati da ENEL GP rientrano nei limiti stabiliti dalle specifiche autorizzazioni. Il confronto dei dati ottenuti da ENEL e da ARPAT considerando le molteplici variabili che entrano in gioco dovute alle grandi portate di fluido emesso a fronte di bassi valori di concentrazione degli inquinanti e, in più, a seguito della complessità delle operazioni di campionamento e misura,

dimostra un ragionevole allineamento per tutti i parametri con eccezione del Hg emesso con l'aeriforme dalle torri refrigeranti.

Nella successiva tabella 11 , per l'inquinante "Mercurio", sono riportati i raffronti dei dati ENEL e ARPAT relativi alle centrali controllate da ARPAT nel 2013.

Tabella 11 - Dati ARPAT e ENEL - Hg flusso di massa - Anno 2013

Denominazione Centrale	Dati ARPAT		Dati ENEL	
	Data	Hg totale (g/h)	Data	Hg totale (g/h)
CARBOLI 1 (10 MW) Tiraggio indotto	31/03/13	4	05/07/13	0,98
FARINELLO (60 MW) Tiraggio indotto	18/04/13	ND	25/10/13	1,82
NUOVA SASSO (10 MW) Tiraggio indotto	06/06/13	7	31/01/13	1,18
SASSO 2 (13 MW) Tiraggio indotto	05/06/13	ND	08/02/13	< 0,6
CORNIA 2 (15 MW) Tiraggio indotto	26/06/13	8	17/01/13	0,78
NUOVA LAGONI ROSSI (10 MW) Tiraggio indotto	25/06/13	5	02/08/13	1,10
MONTEVERDI 1 (20 MW) Tiraggio indotto	16/07/13	1	24/01/13	2,66
MONTEVERDI 2 (10 MW) Tiraggio indotto	17/07/13	2	15/03/13	2,97
SESTA 1 (10 MW) Tiraggio indotto	09/08/13	4	29/08/13	1,01
VALLESECOLO 1 (60 MW) Tiraggio indotto	07/08/13	6	10/04/13	3,22
PC 5 (20 MW) tiraggio indotto	29/08/13	5	29/05/13	3,04
NUOVA MOLINETTO (10 MW) tiraggio indotto	27/08/13	3	21/03/13	2,81
RADICONOLI 2 (20 MW) Tiraggio indotto	03/10/13	5	09/10/13	1,23
TRAVALE 3 (15 MW) Tiraggio indotto	30/10/13	ND	08/11/13	3,75
TRAVALE 4 (40 MW) Tiraggio indotto	30/10/13	4	09/05/13	1,26
SAN MARTINO (40 MW) Tiraggio indotto	20/11/13	6	22/11/13	1,01
BAGNORE 3 (20 MW) Tiraggio indotto	18/12/13	8	06/06/13	2,74

Il confronto dei risultati dimostra che ARPAT registra, quasi sistematicamente, valori di Hg totale in uscita dalle torri refrigeranti da 4 a 10 volte più elevati rispetto ai dati ENEL, escluso i risultati dei controlli alle centrali Monteverdi 1 e Monteverdi 2 in cui il dato ENEL è 2-3 volte maggiore rispetto al dato ARPAT.

Tali scarti, come già accennato, possono dipendere, oltre che dalle basse concentrazioni in gioco e dal carattere turbolento del flusso dell'aeriforme, anche da differenze nelle modalità di campionamento e dalle particolari condizioni ambientali esistenti in fase di campionamento presso le torri di raffreddamento, le quali hanno carattere mutevole nel breve volgere di minuti condizionando la misura della portata. Negli anni 2011 e 2012 sono stati introdotti significativi miglioramenti nella misurazione della portata dalle torri di raffreddamento. Nel 2013, inoltre, è iniziata un'approfondita verifica delle modalità di campionamento, di analisi e di misura utilizzate da ARPAT e da ENEL GP, con l'obiettivo di definire le condizioni operative più idonee e maggiormente rappresentative per il controllo alle emissioni delle centrali geotermoelettriche. Lo studio è previsto concludersi entro il 2014.

3.5 - Fattore di emissione

Ai fini di una migliore rappresentazione dell'impatto legato all'attività emissiva, si riportano, in tabella 12, i fattori di emissione calcolati come rapporto dei flussi di massa (kg/h), per gli inquinanti H₂S e Hg, sul carico medio della centrale, in MWe/h, registrato durante l'attività di controllo.

Tabella 12 - Fattori di emissione

Centrale	Data	Fattore emissione H ₂ S (kg/MWe)	Fattore emissione Hg (kg/MWe)	Fattore emissione NH ₃ (kg/MWe)
BAGNORE 3	20/02/13	1,2	0,0008	3,9
CARBOLI 1	31/03/13	1,3	0,0004	ND
FARINELLO	18/04/13	0,4	ND	1,5
BAGNORE 3	17/05/13	ND	0,0008	ND
NUOVA SASSO	06/06/13	1,4	0,0008	1,1
SASSO 2	05/06/13	0,3	ND	0,06
CORNIA 2	26/06/13	1,2	0,0006	1,1
NUOVA LAGONI ROSSI	25/06/13	1,4	0,0005	0,9
MONTEVERDI - 1	16/07/13	0,6	0,00006	0,7
MONTEVERDI - 2	17/07/13	2,5	0,0002	0,7
SESTA 1	09/08/13	1,4	0,0004	1,2
VALLESECOLO GR 1	07/08/13	0,4	0,0001	0,7
PC 5	29/08/13	1,1	0,0003	1,8
NUOVA MOLINETTO	27/08/13	3,2	0,0003	ND
RADICONDOLI GR 2	03/10/13	1,3	0,0003	ND
TRAVALE 4	20/11/13	0,8	0,0001	0,5
SAN MARTINO	18/12/13	ND	0,0001	ND
BAGNORE 3	18/12/13	ND	0,0004	ND

Nella successiva tabella 13, sono riportati i valori emissivi degli inquinanti non normati

Tabella 13 - Valori di emissione dei parametri non normati - Anno 2013

EMISSIONE TOTALE DELLA CENTRALE - PARAMETRI NON NORMATI													
Centrale	data	CO ₂ mg/Nm ³	CO ₂ kg/h	CO mg/Nm ³	CO kg/h	Se totale mg/Nm ³	Se totale g/h	Sb totale mg/Nm ³	Sb totale g/h	NH ₃ mg/Nm ³	NH ₃ kg/h	CH ₄ mg/Nm ³	CH ₄ kg/h
BAGNORE 3	20/02/13	2267,5	10507,9	0,3	1,3	0,0001	1	< 0,0002	< 1	16,5	76,6	35987,2	272,8
CARBOLI 1	31/03/13	143,7	649,7	< 0,002	< 0,01	0,0002	1	< 0,0003	< 1	ND	ND	1366,9	2
FARINELLO	18/04/13	626	6813	0,04	0,4	0,0002	2	< 0,0003	< 4	6,8	73,6	7671,9	32,3
BAGNORE 3	17/05/13	2364,6	10509,6	0,2	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	38648	285,2
NUOVA SASSO	06/06/13	ND	ND	ND	ND	< 0,0003	< 2	< 0,0002	< 2	2,1	9,6	ND	ND
SASSO 2	05/06/13	2628,5	8140,3	0,2	0,8	ND	ND	ND	ND	0,3	0,8	15164,8	90,6
CORNIA 2	26/06/13	ND	ND	ND	ND	< 0,0004	< 2	< 0,0002	< 2	2,8	14	ND	ND
NUOVA LAGONI ROSSI	25/06/13	1297,8	6496,3	0,6	2,8	0,0002	1	< 0,0003	< 2	1,6	8	6741,9	35,7
MONTE VERDI - 1	16/07/13	ND	ND	ND	ND	< 0,0003	< 1	0,0002	1	2,8	12,3	ND	ND
MONTE VERDI - 2	16/07/13	ND	ND	ND	ND	< 0,0006	3	< 0,0003	< 1	1,4	6,8	ND	ND
SESTA 1	09/08/13	880,3	3739,5	0,1	0,4	0,0002	1	< 0,0003	< 1	2,9	12,3	4038,7	10,4
VALLE SECOLO GR 1	07/08/13	856,3	10435,5	0,1	1,4	0,0002	2	< 0,0003	< 4	3,1	38,2	2640,2	20,2
PC 5	29/08/13	ND	ND	ND	ND	0,0001	1	< 0,0002	< 1	8,2	35,6	ND	ND
NUOVA MOLINETTO	27/08/13	920,5	4117,1	0,01	0,07	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3645,6	9,6
RADICONOLI GR 2	03/10/13	1854,8	9209,9	0,2	0,9	0,0002	1	< 0,0003	< 1	ND	ND	8203,3	101,5
TRAVALE 4	20/11/13	1377,4	9549,9	0,01	0,2	0,0002	1	0,0002	1	3,0	20,6	9035,1	88,0
SAN MARTINO	18/12/13	583,6	3076,2	0,2	1,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	18542,9	45,9
BAGNORE 3	18/12/13	2268,4	11441,7	0,4	1,8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	41034,9	322,0

3.6 - Controllo efficienza AMIS.

Il sistema AMIS (Abbattitore di Mercurio e Idrogeno Solforato) permette di abbattere, in modo significativo, la concentrazione di questi due inquinanti in uscita dall'estrattore gas. La maggior parte di questi inquinanti, sono presenti nella parte di gas che non condensa nel condensatore e, quindi, non sono inviati alla reiniezione; senza l'AMIS, sarebbero emessi tal quali con l'aeriforme dalla torre refrigerante.

Ad oggi, solo 6 Centrali su 34 non hanno ancora l'AMIS (Selva 1, Cornia 2, Carboli 1 e 2, Monteverdi 1 e 2).

Il grado di abbattimento dell'AMIS è molto elevato, con efficienze di riduzione comprese fra il 90 e il 98% per l'H₂S, circa 80 - 99 % per il Hg. Attualmente, il limite di abbattimento normato è solo quello riportato in tabella 5 della relazione (tab. 4.1 del DGRT 344/2010), da utilizzare solo per il H₂S e solo nel caso sia superato il limite in flusso di massa di 3 kg/h (Tab. 5 della relazione - Tab. 4.1 DGRT 344/2010 [asterisco]); in questo caso, se l'abbattimento è maggiore del 97%, il limite si considera comunque rispettato.

Nella successiva tabella 14, sono riportati i valori registrati nell'attività di controllo anno 2013.

Tabella 14 - Efficienza AMIS controlli 2013

denominazione Centrale/data	Efficienza abbattimento AMIS - Idrogeno solforato (%)	Efficienza abbattimento AMIS - Mercurio gassoso (%)
Bagnore3 - 20/02/13	99,8	48,4
Farinello - 18/04/13	99,5	96,7
Bagnore3 - 17/05/13	99,8	85,3
Vallesecolo GR 1 - 07/08/13	99,6	89,2
Nuova Molinetto - 27/08/13	99,8	ND
Radicondoli GR 2 - 03/10/13	99,9	97,9
Travale 4 - 30/10/13	97,9	90,1
San Martino - 20/11/13	99,9	97,3
Bagnore3 - 18/12/13	99,8	74,5

Come si vede, gli abbattimenti degli inquinanti sono significativi di una elevata efficienza degli AMIS. I dati sfavorevoli, invece, registrati nei controlli della centrale di Bagnore3, confermano quanto già descritto circa la problematica riscontrata nel 2013 legata a un fornitura difettosa di sorbente per il filtro del Hg.

3.7 Parametri di esercizio (anno 2013)

Tenuto presente la particolarità delle centrali geotermiche, rispetto alla centrali termoelettriche, di non poter fermare l'emissione in caso di guasto o di fermo programmato, risulta importante ridurre il più possibile il n. dei blocchi centrale e di fermo impianto AMIS. Per questo, la Regione toscana, ha definito i requisiti minimi di esercizio entro i cui valori le centrali devono funzionare. Questi limiti, attualmente, sono prescrittivi solo per le centrali di Chiusdino e Radicondoli gruppo 2, mentre, per le altre centrali saranno adottati in occasione dei prossimi rinnovi autorizzativi; in tabella 15 (tab. 4.2 dell'allegato A della DGRT 344/2010) sono riportati i valori limite.

Tabella 15 - Requisiti minimi di esercizio

Descrizione	Requisito minimo (%)
Per le centrali: ore di NON funzionamento ¹ x 100/8760	< 5
Per gli AMIS: ore di funzionamento AMIS X 100/ore di funzionamento centrale	≥ 90

Nota 1 : per ore di non funzionamento della centrale, si intende quando questa non è attiva e si ha, contemporaneamente, uno sfioro diretto in atmosfera. Sono quindi escluse da questo computo, le ore di non funzionamento durante le quali non si ha emissione diretta del fluido geotermico (sfioro).

Nella successiva tabella 16 (dati ENEL), sono riportati i parametri di esercizio relativi al 2013, in particolare, per ogni centrale sono riportate le ore di funzionamento, le ore di fuori servizio centrale e le ore di fuori servizio AMIS. Tramite questi dati, sono stati calcolati i rapporti percentuali dei requisiti di esercizio (successiva tabella 17), per essere confrontati con i valori limite dei requisiti minimi di esercizio di cui all'allegato A del DGRT n. 344.2010 (tabella 15 della relazione - tab. 4.2 dell'allegato A). In tabella 16 sono inoltre riportati i dati relativi agli sfiori (durata e quantità di fluido sfiorato).

Tabella 16 - Parametri di esercizio anno 2013

	denominazione Centrale	funzionamento centrale (h)	fuori servizio centrale (h)	fuori servizio AMIS (h)	Durata sfiori (di centrale e di postazione) (h)	fluido sfiorato (di centrale e di postazione) (t)
1	SESTA 1	8575,8	184,2	1006,9	1969,4	20830,3
2	FARINELLO	8502,9	186,08	3338,75	160,43	16043,33
3	NUOVA GABBRO	8721,1	38,86	53,14	38,86	4662,00
4	NUOVA LARDERELLO	8742,0	17,99	784,50	17,95	2154,00
5	VALLE SECOLO 1	8716,8	00,00	1574,16	00,00	00,00
6	VALLE SECOLO 2	7741,5	00,00	665,80	00,00	00,00
7	NUOVA CASTELNUOVO	8244,2	514,44	1100,46	514,52	69459,75
8	NUOVA MOLINETTO	8677,6	82,38	489,90	91,08	9563,75
9	NUOVA RADICONDOLI 1	8746,3	12,64	558,85	13,68	3793,67
10	NUOVA RADICONDOLI 2	8743,6	16,31	570,92	16,32	2115,08
11	PIANACCE	165,5	00,00	4,61	00,00	00,00
12	RANCIA 1	8652,0	47,09	490,37	47,10	5877,92
13	RANCIA 2	8584,7	62,56	682,59	62,83	6931,08
14	TRAVALE 3	6443,8	65,34	1233,74	68,77	6869,62
15	TRAVALE 4	8714,1	45,02	1336,11	45,02	8851,67
16	CHIUSDINO 1	8306,8	453,20	519,57	4,48	529,50
17	NUOVA LAGONI ROSSI	8459,2	59,23	509,08	59,22	5329,50
18	NUOVA SERRAZZANO	8521,7	212,95	579,40	212,93	48552,50
19	MONTEVERDI 1	8734,0	25,96	ASSENTE	25,96	3097,17
20	MONTEVERDI 2	8459,4	43,35	ASSENTE	45,48	3444,42
21	CARBOLI 1	8207,8	552,18	ASSENTE	25,66	2053,33
22	CARBOLI 2	8669,0	91,03	ASSENTE	28,23	2823,33
23	NUOVA LAGO	8326,3	400,36	1417,07	400,37	41796,33
24	NUOVA MONTEROTONDO	8408,5	351,54	3051,75	352,70	24162,33
25	NUOVA SAN MARTINO	8603,9	92,04	1070,89	188,05	47221,00
26	CORNIA 2	8622,6	137,36	ASSENTE	135,23	12 901,33
27	LE PRATA	8434,0	73,57	3292,65	73,57	9563,67
28	NUOVA SASSO	8666,3	86,3	480,79	86,30	7190,58
29	SASSO 2	8334,6	67,09	363,86	91,10	9972,17
30	SELVA 1	8609,6	62,91	ASSENTE	62,90	5736,50
31	BAGNORE 3	8733,3	26,72	52,18	26,72	3 33
32	PIANCASTAGNAIO 3	6659,5	44,56	1518,16	55,88	7086,42
33	PIANCASTAGNAIO 4	6346,3	99,5	342,17	99,50	6542,28
34	PIANCASTAGNAIO 5	7327,0	36,14	1351,62	35,68	4362,70

Con riferimento alla DRGT n. 344:2010 allegato A tab. 4.2 "Requisiti minimi di esercizio", nella successiva tabella 17, sono riportati i requisiti di esercizio relativi al funzionamento delle centrali e dei relativi sistemi AMIS, anno 2013.

Tabella 17 - Requisiti di esercizio anno 2013

	Denominazione Centrale	Per le centrali: ore di NON funzionamento x 100/8760 (%) (Requisito minimo < 5%)	Per gli AMIS: ore di funzionamento AMIS X 100/ore di funzionamento centrale (%) (Requisito minimo ≥ 90%)	NOTE
1	SESTA 1	0,5	88,2	-
2	FARINELLO	0,9	60,7	-
3	NUOVA GABBRO	0,4	99,4	-
4	NUOVA LARDERELLO	0,2	91,0	-
5	VALLE SECOLO 1	nessun sfioro	81,9	-
6	VALLE SECOLO 2	nessun sfioro	91,4	-
7	NUOVA CASTELNUOVO	5,9	98,7	-
8	NUOVA MOLINETTO	0,9	94,3	-
9	NUOVA RADICONDOLI 1	0,1	93,6	-
10	NUOVA RADICONDOLI 2	0,2	93,5	-
11	PIANACCE	nessun sfioro	97,2	-
12	RANCIA 1	0,5	94,3	-
13	RANCIA 2	0,7	92,0	AMIS installato nel mese di agosto 2012
14	TRAVALE 3	0,7	80,8	-
15	TRAVALE 4	0,5	84,7	-
16	CHIUSDINO	0,05	93,7	-
17	NUOVA LAGONI ROSSI	0,7	94,0	-
18	NUOVA SERRAZZANO	2,4	93,2	-
19	MONTEVERDI 1	0,3	nd	AMIS assente
20	MONTEVERDI 2	0,5	nd	AMIS assente
21	CARBOLI 1	0,3	nd	AMIS assente
22	CARBOLI 2	0,3	nd	AMIS assente
23	NUOVA LAGO	4,6	83,0	-
24	NUOVA MONTEROTONDO	4,0	63,7	-
25	NUOVA SAN MARTINO	1,0	87,5	-
26	CORNIA 2	1,4	nd	AMIS assente
27	LE PRATA	0,8	60,9	AMIS installato da novembre 2012
28	NUOVA SASSO	1,0	94,4	-
29	SASSO 2	0,7	95,6	-
30	SELVA 1	0,7	nd	AMIS assente
31	BAGNORE 3	0,3	99,4	-
32	PIANCASTAGNAIO 3	0,5	77,2	Rinnovamento AMIS durante rifacimento centrale
33	PIANCASTAGNAIO 4	1,1	94,6	-
34	PIANCASTAGNAIO 5	0,4	81,5	Rinnovamento AMIS durante rifacimento centrale

Tenuto ben presente che, per tutte le centrali, suddetti valori limite relativi ai requisiti minimi di esercizio non hanno carattere prescrittivo, eccetto per le centrali di Chiusdino 1 e Radicondoli 2, dai dati emerge una situazione di sostanziale rispetto dei limiti di ore di non funzionamento centrale, (unico raffronto negativo per Nuova Castelnuovo con 5,9%) mentre, riguardo alle ore di disponibilità dell'AMIS, 11 su 34 centrali dimostrano un raffronto sfavorevole. Per quest'ultimo requisito, si registra comunque un miglioramento rispetto ai dati 2012 in cui sono state 15 su 34 le centrali a non rientrare nel limite.

Con riferimento alle centrali di Chiusdino e Radicondoli Gruppo 2, tali limiti hanno invece carattere prescrittivo; per entrambe le centrali, il risultato è conforme ai limiti di legge di cui alla DGRT n. 344:2010, allegato A tab. 4.2.

3.8 Pozzi di produzione

Nel 2013, gli sfiori determinati a seguito delle manovre effettuate sui pozzi di produzione, hanno determinato un'emissione pari a 516 009,8 tonnellate di fluido geotermico direttamente emesso in atmosfera; il dato è sostanzialmente costante rispetto al 2012 in cui si sono avuti sfiori per 508 031 tonnellate.

Data: 18/08/2014

Responsabile Settore Geotermia
Ivano Gartner

"Documento informatico sottoscritto con firma digitale ai sensi 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."