



ARPAT
Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

REGIONE
TOSCANA



Monitoraggio delle aree geotermiche toschane

Anno 2018

Firenze, novembre 2019





Monitoraggio delle aree geotermiche toscane

Anno 2018

Firenze, 2019



Monitoraggio delle aree geotermiche toscane

Anno 2018

A cura di:

Ivano Gartner, *ARPAT, Settore Geotermia*

Con la collaborazione di:

Simone Magi, Riccardo Pellegrini, *ARPAT, Settore Geotermia*

Fabrizio Malentacca, *ARPAT, Dipartimento di Arezzo*

Roberto Gambuti, *ARPAT, Dipartimento di Grosseto*

Patrizia Bolletti, Daniele Machetti, Thomas Manciocchi, Federico Ferri,
ARPAT, Dipartimento di Siena

Editing *ARPAT, Settore Comunicazione, informazione e documentazione*

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

Via Nicola Porpora, 22 - 50144 Firenze - tel. 055 32061

www.arpat.toscana.it

Indice

1 - SINTESI.....	4
2 - INTRODUZIONE.....	6
3 - CONTROLLO ALLE EMISSIONI DELLE CENTRALI GEOTERMoeLETTRICHE (CGTE).....	13
3.1 - Normativa di riferimento.....	14
3.2 - Metodi.....	16
3.3 - Risultati dei controlli.....	17
3.3.1 - Acido solfidrico e mercurio in uscita dalle centrali.....	17
3.3.2 - Acido solfidrico, mercurio e anidride solforosa in uscita dagli impianti AMIS.....	18
3.3.3 - Interconnessione impianti AMIS Bagnore 4 Grp1 e Grp2.....	19
3.3.4 - Requisiti minimi di esercizio.....	19
3.3.5 - CGTE Bagnore - Abbattimento dell'ammoniaca e dell'acido solfidrico in ingresso centrale.....	21
3.3.6 – Efficienza di abbattimento AMIS. Anno 2018.....	23
3.3.7 - Fattori di emissione. Anno 2018.....	24
3.3.8 – Mercurio e acido solfidrico - Confronto risultati ARPAT - ENEL.....	25
3.3.9 - Parametri non soggetti al rispetto di valori limite di emissione.....	26
3.3.10 - Determinazione dell'arsenico in uscita dalle centrali. Anno 2018.....	27
3.3.11 – Pozzi produttivi geotermici.....	28
4 - CONCLUSIONI.....	29

1 - SINTESI

Questa relazione riporta i risultati dell'attività di controllo alle emissioni delle centrali geotermoelettriche svolta dal Settore Geotermia di ARPAT nell'anno 2018; sono state verificate le emissioni di 16 centrali per un totale di 23 punti emissivi (diffusori) oggetto di campionamento e misure.

In Toscana la produzione di energia elettrica tramite la coltivazione dei fluidi geotermici rappresenta un'importante fonte energetica alternativa, anche in considerazione del fatto che il calore geotermico è utilizzato per usi plurimi, tra i quali il teleriscaldamento di abitazioni e serre. Nel 2018 la produzione di **5.708,2 GWh** fornita dai 36 gruppi geotermoelettrici produttivi presenti in Toscana (compresa la produzione della centrale a biomasse Cornia 2 Bio, connessa alla centrale geotermoelettrica Cornia 2), è riuscita a coprire il **29,2%** del fabbisogno elettrico regionale.

La Regione Toscana, a partire 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. A partire dal 2012, tale attività è continuata ai sensi della DGRT n. 344 del 2010 ed è stata formalizzata una specifica struttura di ARPAT, il Settore Geotermia, con sede presso il Dipartimento di Grosseto.

La Regione Toscana, a partire dal mese di gennaio 2018, ha adottato il *Piano Regionale per la Qualità dell'Aria ambiente* (PRQA), approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 72 del 18/07/2018, previsto dalla L.R.9/2010, come piano intersettoriale ai sensi dell'art.10 della L.R.1/2015, nonché come atto di governo del territorio ai sensi dell'art. 10 della L.R. 65/14.

Le aree produttive della Toscana su cui è svolta l'attività di coltivazione dei fluidi geotermici ad alta entalpia¹ per la produzione di energia elettrica sono suddivise in due aree principali territorialmente distinte:

Area geotermica del Monte Amiata, che comprende gli stabilimenti localizzati nei territori comunali di Piancastagnaio (SI) con 3 centrali attive (PC3, PC4, PC5), per una potenza nominale complessiva lorda di 60MW, e Santa Fiora (GR) dove, in località Bagnore, sono in esercizio tre gruppi produttivi (Bagnore 3, Bagnore 4 Grp1, Bagnore 4 Grp2) ciascuno di potenza nominale di 20MW, per un totale di 60MW.

In totale, sul Monte Amiata è installata una potenza nominale lorda complessiva di 120 MW.

Area geotermica tradizionale, che comprende gli stabilimenti localizzati nei territori comunali di Pomarance, Castelnuovo di Val di Cecina e Monteverdi (ubicati nella provincia di Pisa), Monterotondo Marittimo e Montieri (in provincia di Grosseto), Radicondoli e Chiusdino (in provincia di Siena).

Non essendo i limiti alle emissioni in atmosfera definiti dal Testo Unico Ambientale (D.Lgs. 152/2006) rappresentativi, in quanto troppo permissivi, dell'effettivo impatto emissivo delle centrali geotermoelettriche, l'Autorità competente regionale ha disposto una normativa più restrittiva (DGRT 344/2010) acquisendola negli specifici Atti autorizzatori. Tale normativa prevede altresì il controllo alle emissioni degli impianti di abbattimento del mercurio e dell'acido solfidrico (AMIS), presenti in tutte le centrali geotermoelettriche, e degli impianti di abbattimento dell'ammoniaca presenti, questi ultimi, solo nelle centrali del versante grossetano del Monte Amiata (Bagnore 3 e Bagnore 4), area il cui fluido geotermico è particolarmente ricco di questo composto rispetto agli altri bacini geotermici.

¹ Entalpia: funzione di stato di un sistema che esprime la quantità di energia che esso può scambiare con l'ambiente.

Dal punto di vista normativo, il 2018 è stato caratterizzato dalla stesura della nuova Legge regionale sulla geotermia, LR n.2/2019, pubblicata nel mese di gennaio 2019, relativa a nuove disposizioni in materia di rilascio delle autorizzazioni di nuovi stabilimenti produttivi, disciplinando la modalità di impiego delle risorse geotermiche.

I risultati relativi ai controlli svolti circa la determinazione degli inquinanti normati con Valori Limite di Emissione (mercurio e acido solfidrico in uscita torre; mercurio, acido solfidrico e anidride solforosa in uscita AMIS), sono risultati tutti conformi agli Atti autorizzatori. La stessa conformità è stata registrata per:

- la capacità di trattamento di un extraflusso da parte dei due AMIS interconnessi delle Centrali Bagnore 3 e Bagnore 4;
- la capacità di abbattimento dell'ammoniaca e dell'acido solfidrico in entrata delle centrali Bagnore 3 e Bagnore 4

Fra i parametri ai quali non sono applicati valori limite, sono da segnalare le elevate efficienze di abbattimento del mercurio e dell'acido solfidrico da parte dell'impianto AMIS, mediamente del 99,7% per l'acido solfidrico e 97,5% per il mercurio, con l'eccezione di Montevedil, in cui è stata registrata un'efficienza di abbattimento del mercurio pari al 70,6% .

È stato invece registrato, per le centrali Sasso 2 e Le Prata, in provincia di Pisa, e San Martino, in provincia di Grosseto, il superamento del valore limite del requisito minimo (>90%) relativo alle ore di disponibilità AMIS sulle ore di funzionamento della centrale; se, a seguito di azioni correttive messe in atto, il dato rientrerà nel valore limite nel successivo anno solare (2019), la prescrizione sarà da ritenersi rispettata.

Con riferimento ai pozzi geotermici produttivi, rispetto all'anno 2017 è stata registrata una quantità maggiore di circa il 229% di fluido sfiorato in atmosfera, con 69.333t di fluido sfiorato nel 2018 rispetto alle 21.073t del 2017.

L'aumento consistente degli sfiori da parte dei pozzi produttivi è stato causato da eventi accidentali. Occorre inoltre precisare che nel 2018 le operazioni di gestione dei pozzi sono state svolte in concomitanza di fermate programmate di centrali meno interconnesse rispetto alle centrali fermate nel 2017, che avevano una maggiore possibilità di gestione dello sfioro proprio in virtù della loro maggiore interconnessione.

2 - INTRODUZIONE

In Toscana la produzione di energia elettrica tramite la coltivazione dei fluidi geotermici rappresenta un'importante fonte energetica alternativa, anche in considerazione del fatto che il calore geotermico è utilizzato per usi plurimi, tra i quali il teleriscaldamento di abitazioni e serre. Nel 2018 la produzione di **5.708,2 GWh**, fornita dai 36 gruppi geotermoelettrici produttivi presenti in Toscana (compresa la produzione della centrale a biomasse Cornia 2 Bio), è riuscita a coprire il **29,2%** del fabbisogno elettrico regionale.

Anche nel 2018, in linea con gli indirizzi della Regione Toscana, le attività di ARPAT - Settore Geotermia si sono incentrate su:

- controllo delle emissioni delle centrali geotermoelettriche;
- monitoraggio della qualità dell'aria del territorio geotermico toscano, con particolare attenzione agli inquinanti "mercurio gassoso" e "acido solfidrico" (o idrogeno solforato), ritenuti rappresentativi delle pressioni esercitate dalle attività geotermiche antropiche e/o naturali;
- monitoraggio di acque superficiali e sotterranee del Monte Amiata.

Gli ultimi due punti saranno oggetto di specifiche relazioni tecniche che, non appena concluse, saranno pubblicate sul sito Web dell'Agenzia.

Nel 2018 il Settore Geotermia di ARPAT ha effettuato il controllo alle emissioni di 16 centrali, per un totale di 23 diffusori campionati.

Nel 2018 è terminato l'iter amministrativo per il rinnovo dell'autorizzazione della centrale Nuova Molinetto, situata nel comune di Castelnuovo Val di Cecina, ai sensi del DPR n. 59/2013.

Il procedimento si è concluso nel giugno del 2018 con l'emissione dell'Atto autorizzatorio di cui al Decreto RT n. 10211 del 25/06/2018.

La Regione Toscana ha adottato il *Piano Regionale per la Qualità dell'Aria ambiente (PRQA)*, approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 72 del 18/07/2018, previsto dalla L.R.9/2010, come piano intersettoriale ai sensi dell'art.10 della L.R.1/2015, nonché come atto di governo del territorio ai sensi dell'art. 10 della L.R. 65/14.

Il PRQA sostituisce il *Piano Regionale di risanamento e mantenimento della qualità dell'aria (PRRM) 2008-2010*, registrando come attuati gli interventi di miglioramento delle prestazioni ambientali delle centrali geotermoelettriche previsti dal PRRM stesso, compresa la definizione di valori limite di emissione rappresentativi degli impatti causati dallo sfruttamento della risorsa geotermica, e soddisfa quanto disposto dalla DGRT n. 344/2010 *Approvazione criteri direttivi per il contenimento delle emissioni in atmosfera delle centrali geotermoelettriche*.

Si ricorda che dal 1996 la Regione Toscana ha affidato ad ARPAT lo svolgimento delle attività ritenute significative per valutare la sostenibilità e la compatibilità ambientale della coltivazione dei fluidi geotermici. A partire dal 2012, l'attività è proseguita ai sensi della DGRT n. 344 del 2010, confermando l'interesse per tale matrice ambientale e formalizzando una specifica struttura (Settore Geotermia) con sede, attualmente, presso il Dipartimento di Grosseto.

Questa relazione riporta i risultati dell'attività di controllo alle emissioni delle centrali geotermoelettriche svolta dal Settore Geotermia nell'anno 2018, ed è da ritenersi di aggiornamento e integrazione della relazione del 2017.

- Il controllo delle emissioni delle centrali geotermoelettriche ha per finalità principale la verifica del rispetto dei VLE (Valori Limite di Emissione) ai sensi della normativa regionale vigente, più restrittiva della normativa nazionale, e l'approfondimento e la caratterizzazione delle conoscenze rispetto allo scenario emissivo che contraddistingue le centrali geotermoelettriche. Le aree produttive della Toscana su cui è svolta l'attività di coltivazione dei fluidi geotermici ad alta entalpia² per la produzione di energia elettrica, sono suddivise in due aree principali territorialmente distinte:

² Entalpia: funzione di stato di un sistema che esprime la quantità di energia che esso può scambiare con l'ambiente.

1. **Area geotermica del Monte Amiata**, che comprende gli stabilimenti localizzati nei territori comunali di Piancastagnaio (SI) con 3 centrali attive (PC3, PC4, PC5) per una potenza nominale complessiva lorda di 60MW e Santa Fiora (GR) dove, in località Bagnore, sono in esercizio tre gruppi produttivi (Bagnore 3, Bagnore 4 Grp1, Bagnore 4 Grp2), ciascuno di potenza nominale di 20MW, per un totale di 60MW.
In totale, sul Monte Amiata è installata una potenza nominale complessiva di 120MW.
Tutte le centrali sono dotate di impianto di abbattimento AMIS (Abbattimento di Mercurio e Idrogeno Solforato). Solo per le centrali presenti in località Bagnore (Bagnore 3, Bagnore 4 grp1 e Grp2), a causa dell'elevata concentrazione di ammoniaca che caratterizza il fluido geotermico del versante grossetano del Monte Amiata, è installato un impianto di abbattimento di questo composto.
2. **Area geotermica tradizionale**, che comprende gli stabilimenti localizzati nei territori comunali di Pomarance, Castelnuovo di Val di Cecina e Monteverdi (ubicati nella provincia di Pisa), Monterotondo Marittimo e Montieri (in provincia di Grosseto), Radicondoli e Chiusdino (in provincia di Siena).

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

- sub-area Larderello-Castelnuovo Val di Cecina (Comuni di Pomarance e Castelnuovo Val di Cecina);
- sub-area Lago e Val di Cornia (Comuni di Pomarance, Monterotondo Marittimo e Monteverdi Marittimo);
- sub-area Travale-Chiusdino (Comuni di Montieri, Radicondoli, Chiusdino).

Nel 2018, come nel 2017, nell'Area tradizionale hanno esercito complessivamente 30 centrali, per una potenza nominale complessiva di circa 794,5 MWe; tutte le centrali sono dotate di AMIS.

Nella seguente tabella 1 è riportato l'elenco della centrali attive nel 2018.

Tabella 1 – Elenco CGTE al 31/12/2018

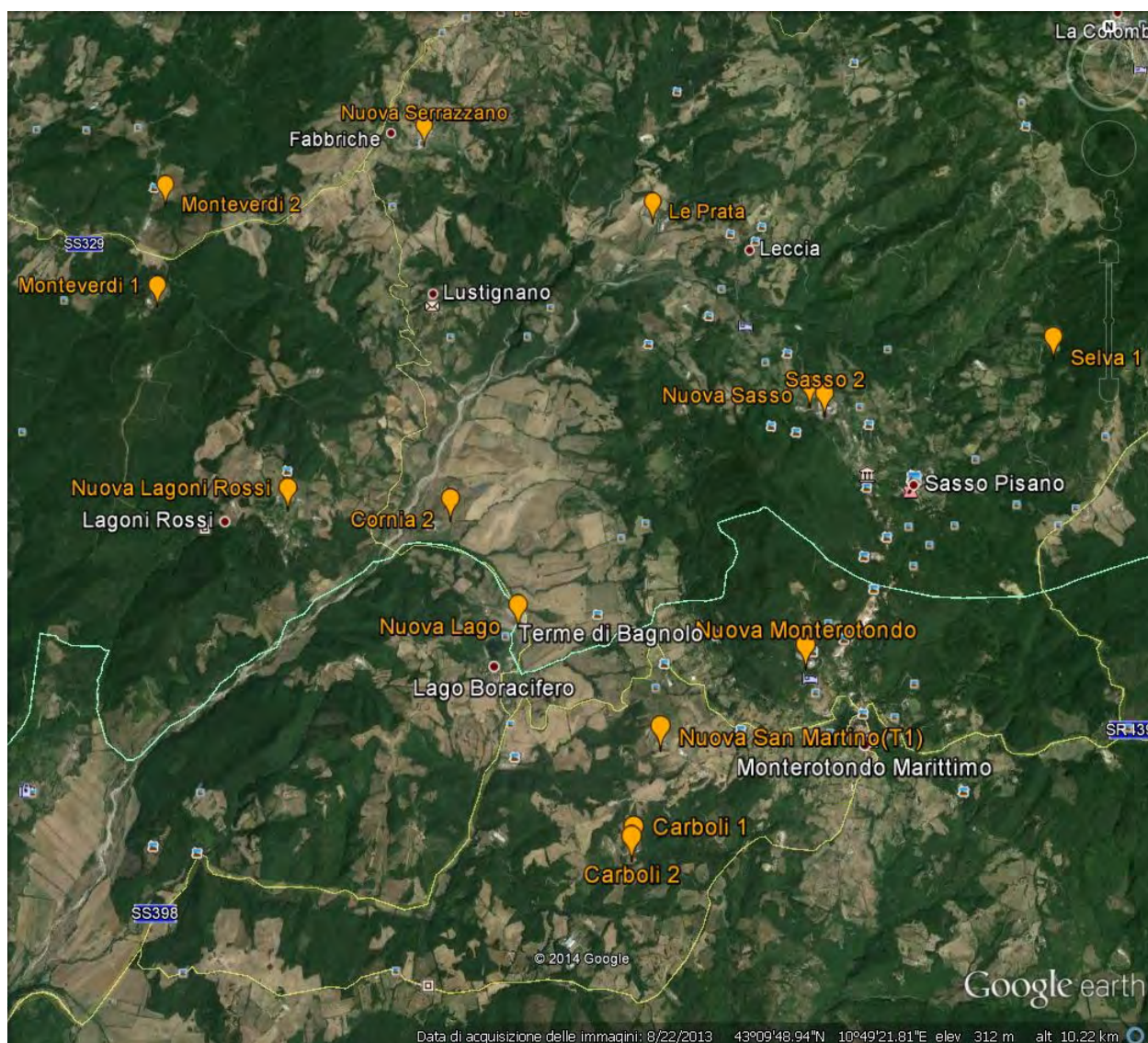
	Area territoriale geotermica	Denominazione centrale	Comune (PV)	Potenza nominale (MW)	Tipologia tiraggio torri di raffreddamento	Data avviamento (anno)
1	Larderello	SESTA 1	Radicondoli (SI)	20	Indotto	2002
2		FARINELLO	Pomarance (PI)	60	Indotto	1995
3		NUOVA GABBRO	Pomarance (PI)	20	Naturale	2002
4		NUOVA LARDERELLO	Pomarance (PI)	20	Naturale	2005
5		VALLE SECOLO 1	Pomarance (PI)	60	Indotto	1991
6		VALLE SECOLO 2	Pomarance (PI)	60	Indotto	1992
7		NUOVA CASTELNUOVO	Castelnuovo (PI)	14,5	Naturale	2000
8		NUOVA MOLINETTO	Castelnuovo (PI)	20	Indotto	2002
9	Radicondoli	NUOVA RADICONDOLI 1	Radicondoli (SI)	40	Indotto	2002
10		NUOVA RADICONDOLI 2	Radicondoli (SI)	20	Indotto	2010
11		PIANACCE	Radicondoli (SI)	20	Indotto	1987
12		RANCIA 1	Radicondoli (SI)	20	Indotto	1986
13		RANCIA 2	Radicondoli (SI)	20	Indotto	1988
14		TRAVALE 3	Montieri (GR)	20	Indotto	2000
15		TRAVALE 4	Montieri (GR)	40	Indotto	2002
16		CHIUSDINO	Chiusdino (SI)	20	Indotto	2010
17	Lago	NUOVA LAGONI ROSSI	Pomarance (PI)	20	Indotto	1981
18		NUOVA SERRAZZANO	Pomarance (PI)	60	Naturale	2002
19		MONTEVERDI 1	Monteverdi (PI)	20	Indotto	1997
20		MONTEVERDI 2	Monteverdi (PI)	20	Indotto	1997
21		CARBOLI 1	Monterotondo (GR)	20	Indotto	1998
22		CARBOLI 2	Monterotondo (GR)	20	Indotto	1997
23		NUOVA LAGO	Monterotondo (GR)	10	Indotto	2002
24		NUOVA MONTEROTONDO	Monterotondo (GR)	10	Naturale	2002
25		NUOVA SAN MARTINO	Monterotondo (GR)	40	Indotto	2005
26		CORNIA 2	Castelnuovo (PI)	20	Indotto	1994
27		LE PRATA	Castelnuovo (PI)	20	Indotto	1996
28		NUOVA SASSO	Castelnuovo (PI)	20	Indotto	1996
29		SASSO 2	Castelnuovo (PI)	20	Naturale	2009
30		SELVA 1	Castelnuovo (PI)	20	Indotto	1999
31	Piancastagnaio	PIANCASTAGNAIO 3	Piancastagnaio (SI)	20	Indotto	1990
32		PIANCASTAGNAIO 4	Piancastagnaio (SI)	20	Indotto	1991
33		PIANCASTAGNAIO 5	Piancastagnaio (SI)	20	Indotto	1991
34		BAGNORE 3	Santa Fiora (GR)	20	Indotto	1998
35		BAGNORE 4 Grp 1	Santa Fiora (GR)	20	Indotto	2015
36		BAGNORE 4 Grp 2	Santa Fiora (GR)	20	Indotto	2015

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

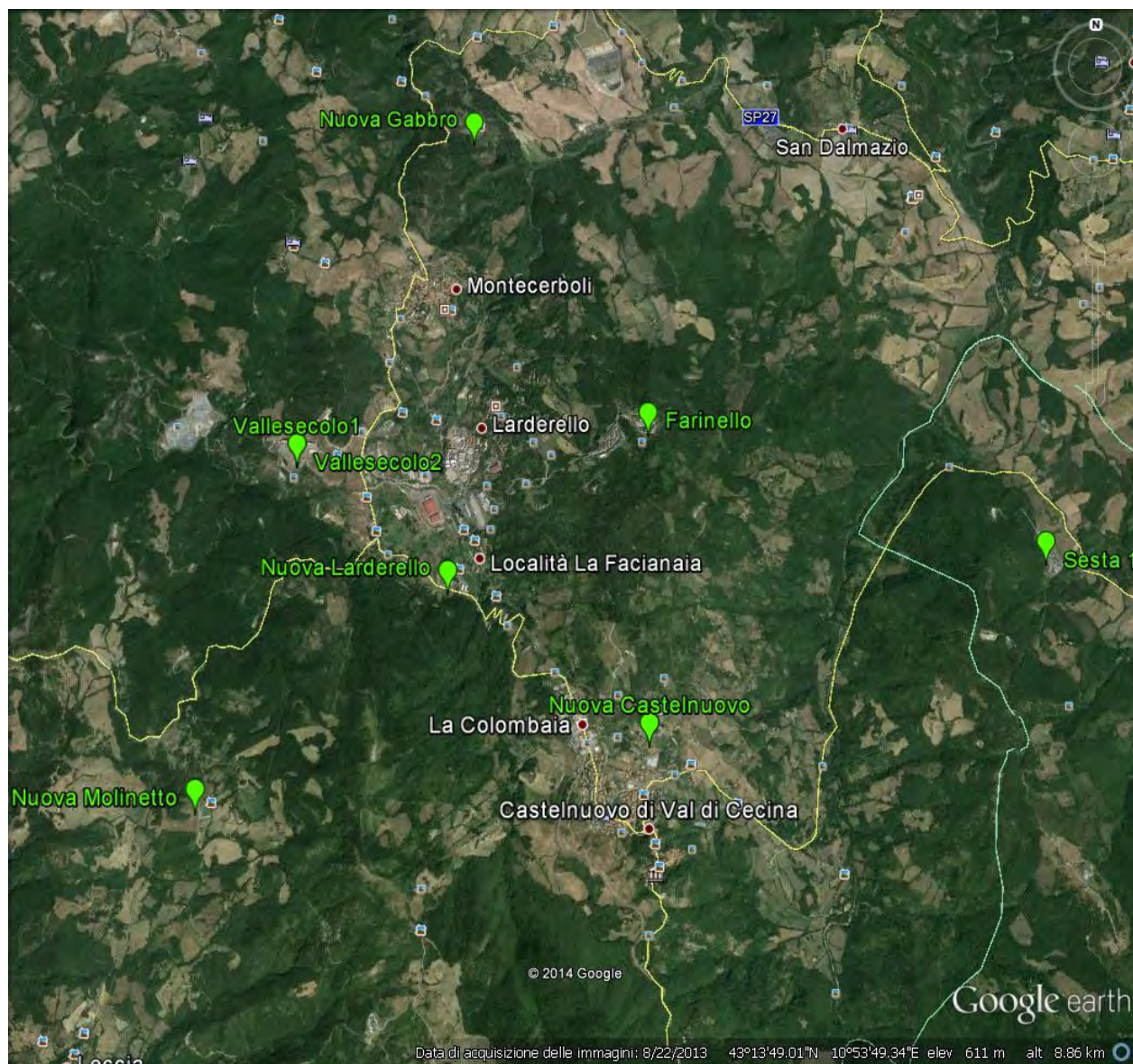
Cartografia 1 - AGE Piancastagnaio (centrali geotermoelettriche in rosso)



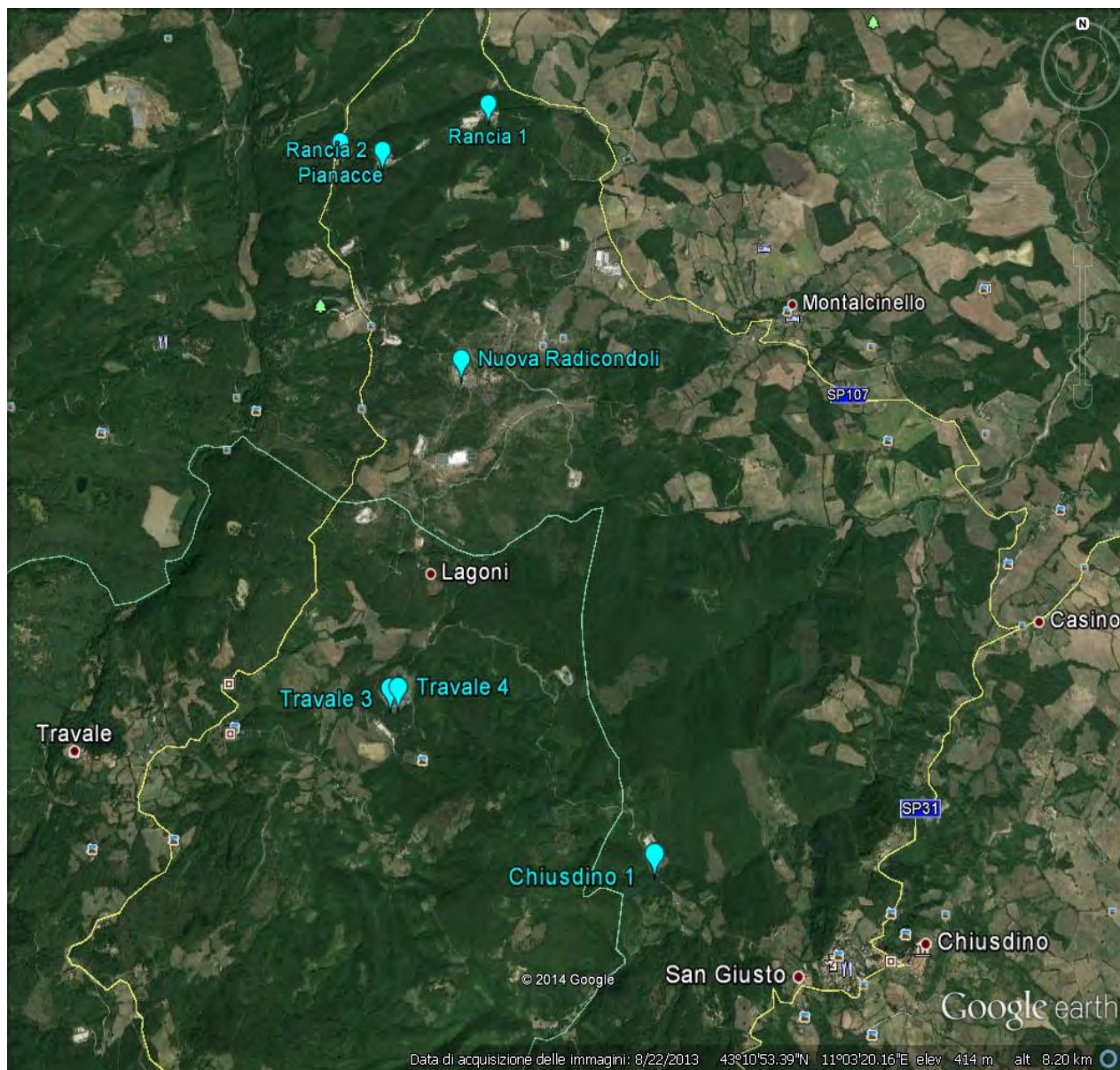
Cartografia 2 - AGE Lago (centrali geotermoelettriche in arancione)



Cartografia 3 - AGE Larderello (centrali geotermoelettriche in verde)



Cartografia 4 - AGE Radicondoli (centrali geotermoelettriche in celeste)



3 - CONTROLLO ALLE EMISSIONI DELLE CENTRALI GEOTERMEOLETTRICHE (CGTE)

Nella sottostante tabella 2 sono riepilogati i controlli svolti nel 2018.

Tabella 2 – Controlli svolti - anno 2018

Denominazione centrale	N. diffusori	Potenza nominale (MW)	Comune (prov.)
PIANACCE	1	20	RADICONDOLI (SI)
NUOVA LAGO	1	10	MONTEROTONDO M.MO (GR)
PIANCASTAGNAIO PC-3	1	20	PIANCASTAGNAIO (SI)
BAGNORE 4 Grp 2	2	20	SANTA FIORA (GR)
BAGNORE 4 Grp 1	2	20	SANTA FIORA (GR)
BAGNORE 3	2	20	SANTA FIORA (GR)
NUOVA LARDERELLO	1	20	POMARANACE (PI)
RANCIA 1	1	20	RADICONDOLI (SI)
RANCIA 2	1	20	RADICONDOLI (SI)
NUOVA CASTELNUOVO	1	14,5	CASTELNUOVO V.C.
PIANCASTAGNAIO PC-4	2	20	PIANCASTAGNAIO (SI)
PIANCASTAGNAIO PC-5	2	20	PIANCASTAGNAIO (SI)
VALLE SECOLO Grp 2	1	60	POMARANACE (PI)
NUOVA RADICONDOLI Grp 1	2	40	RADICONDOLI (SI)
NUOVA RADICONDOLI Grp 2	2	20	RADICONDOLI (SI)
MONTEVERDI 1	1	20	MONTEVERDI (PI)

Il controllo effettuato da ARPAT si può circostanziare nell'espletamento delle seguenti attività:

1. Sopralluogo all'impianto;
2. Campionamento e successiva determinazione analitica, svolta in laboratorio, dei seguenti parametri:

Entrata AMIS	Uscita AMIS	Torre refrigerante	Condense circolanti	Collettore di centrale <i>(solo per le centrali di Bagnore)</i>
Acido solfidrico, mercurio, selenio, antimonio, arsenico, ammoniaca, biossido di carbonio, metano	Acido solfidrico, mercurio, anidride solforosa, selenio, antimonio, arsenico, ammoniaca, biossido di carbonio, metano	Acido solfidrico, mercurio, anidride solforosa, selenio, antimonio, arsenico, boro, ammoniaca	Mercurio, selenio, arsenico, boro, antimonio, ammoniaca, pH, conducibilità, calcio, magnesio, cloruri, nitrati, solfati, sodio, potassio	Acido solfidrico, ammoniaca

3. Misure svolte in campo:

Entrata AMIS	Uscita AMIS	Torre refrigerante	Collettore di centrale <i>(solo per le centrali di Bagnore)</i>
Velocità media, temperatura e pressione del fluido, portata secca, massiva umida e umida del fluido	Velocità media, temperatura e pressione del fluido, portata secca, massiva e umida	Velocità media, temperatura, pressione e portata umida dell'aeriforme	Rapporto: gas/vapore, gas/fluido, vapore/fluido Portata: fluido. Gas e vapore

3.1 - Normativa di riferimento

I limiti alle emissioni in atmosfera sono fissati da normative nazionali (D.Lgs. 152/2006) i cui valori, per le centrali geotermoelettriche, non sono rappresentativi del loro effettivo impatto emissivo. Essi, infatti, non sono riferiti agli inquinanti emessi nelle forme più significative e, inoltre, con valori limite di emissione molto permissivi rispetto ai valori emissivi reali delle centrali geotermoelettriche ottenuti con le attuali tecnologie di abbattimento.

Per questo motivo la Regione Toscana, sulla base dei limiti tecnologici di questi insediamenti produttivi, ha previsto l'applicazione di valori limite di emissione totale di stabilimento più restrittivi rispetto alla normativa nazionale, e il rispetto di valori limite di emissione da parte dell'impianto di abbattimento AMIS, non previsto dalle normative nazionali. L'AMIS costituisce la migliore tecnologia disponibile per abbattere il mercurio e l'acido solfidrico presenti nei gas incondensabili in uscita dal condensatore, migliorando così la qualità dell'emissione. Sono stati altresì definiti valori limite di abbattimento percentuale dell'impianto di abbattimento dell'ammoniaca e dell'acido solfidrico in ingresso centrale: questo tipo di impianto è installato solo nelle centrali in esercizio sul versante grossetano del Monte Amiata, in Località Bagnore.

Al 31/12/2018 tutte le centrali risultano autorizzate in ambito AUA con prescrizioni di cui alla normativa regionale, allegato A della DGRT 344/2010; le centrali Sasso 2 e Nuova Lagoni Rossi invece sono autorizzate in ambito di Autorizzazione Unica di cui al DM 07/03/1994 (Decreto RT n. 1198 del 26/03/2008), ma devono comunque rispettare i Valori Limite di cui alla normativa regionale DGRT 344/2010.

Nella successiva tabella 3 sono riportate le denominazioni delle centrali controllate nel 2018 con le relative autorizzazioni di riferimento, compresi i valori limite di emissione.

Tabella 3 – Autorizzazioni centrali controllate - anno 2018

Denominazione centrale	Autorizzazione	Valori limite di Emissione	
		Uscita AMIS ⁽¹⁾	Uscita Centrale
PIANACCE	Determinazione dirigenziale Provincia di Siena n. 2956 del 15/12/2015	H ₂ S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO ₂ = 200 g/h	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h
NUOVA LAGO	Determinazione SUAP n. 38 del 16/01/2015	H ₂ S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO ₂ = 200 g/h	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h
PIANCASTAGNAIO PC-3	Determinazione dirigenziale Provincia di Siena n. 2113 del 21/09/2015	H ₂ S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO ₂ = 200 g/h	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h
PIANCASTAGNAIO PC-4	Determinazione dirigenziale Provincia di Siena n. 2117 del 21/09/2015	H ₂ S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO ₂ = 200 g/h	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h
PIANCASTAGNAIO PC-5	Determinazione dirigenziale Provincia di Siena n. 2119 del 21/09/2015	H ₂ S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO ₂ = 200 g/h	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h
BAGNORE 3	Autorizzazione SUAP n. 1027 del 11/02/2015 Determinazione dirigenziale della Provincia di GR n. 4124 del 29/12/2014	H ₂ S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO ₂ = 200 g/h	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h
BAGNORE 4 Grp 1	Decreto Regione Toscana n. 570 del 20/02/2014	H ₂ S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO ₂ = 200 g/h	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h
BAGNORE 4 Grp 2	Decreto Regione Toscana n. 570 del 20/02/2014	H ₂ S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO ₂ = 200 g/h	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h
NUOVA LARDERELLO	Determinazione della Provincia di Pisa n. 4040 del 02/10/2014	H ₂ S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO ₂ = 200 g/h	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 4 g/h
RANCIA 1	Determinazione dirigenziale Provincia di Siena n. 2116 del 21/09/2015	H ₂ S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO ₂ = 200 g/h	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h
RANCIA 2	Determinazione dirigenziale Provincia di Siena n. 2118 del 21/09/2015	H ₂ S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO ₂ = 200 g/h	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h
NUOVA CASTELNUOVO	Determinazione della Provincia di Pisa n. 4043 del 03/10/2014	H ₂ S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO ₂ = 200 g/h	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 4 g/h
VALLE SECOLO Grp 2	Determinazione della Provincia di Pisa n. 4015 del 02/10/2014	H ₂ S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO ₂ = 200 g/h	H ₂ S = 80 kg/h Hg = 15 g/h
NUOVA RADICONDOLI Grp 1	Determinazione dirigenziale Provincia di Siena n. 2111 del 21/09/2015	H ₂ S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO ₂ = 200 g/h	H ₂ S = 80 kg/h Hg = 15 g/h
NUOVA RADICONDOLI Grp 2	Determinazione dirigenziale Provincia di Siena n. 2111 del 21/09/2015	H ₂ S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO ₂ = 200 g/h	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h
MONTEVERDI 1	Determinazione della Provincia di Pisa n. 3941 del 29/09/2014	H ₂ S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO ₂ = 200 g/h	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h

Nota (1) - H₂S in uscita AMIS. In caso di superamento del valore di riferimento (3 kg/h), il valore limite si considera comunque rispettato se l'abbattimento sul compressore è superiore al 97%.

Dal punto di vista normativo, il 2018 è stato caratterizzato dalla stesura della nuova Legge Regionale relativa a nuove disposizioni in materia di geotermia, in modifica alla L.R. 45/1997. Questa nuova Legge Regionale, la n. 2/2019, approvata dal Consiglio Regionale nella seduta del 30/01/2019, è applicabile ai nuovi impianti, detta disposizioni in materia di procedimento di rilascio delle concessioni e autorizzazioni geotermiche (media e alta entalpia), iniziative locali circa specifici interventi per il raggiungimento degli obiettivi previsto dal PIT (Piano paesaggistico), iniziative per il recupero e utilizzo dell'energia termica residua e della CO₂, ammodernamento degli stabilimenti esistenti. In più, tramite il CoSviG s.c.r.l., predispone progetti di investimento per il bene della collettività residente nelle aree geotermiche.

3.2 - Metodi

Per i controlli è stata applicata la specifica procedura tecnica (adottata con decreto della Regione Toscana n. 1743 del 08.05.2014) che 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 Valori Limite di Emissione (VLE), più altri inquinanti per i quali non sono previsti VLE, nonché i relativi metodi di campionamento e analisi e valutazione dei risultati.

Rispetto a quanto riportato nel decreto di cui sopra, si precisa che, a partire dal mese di maggio 2017, sono entrati in vigore i due seguenti nuovi metodi per la determinazione del mercurio e dell'acido solfidrico alle emissioni delle torri refrigeranti:

acido solfidrico – metodo IGG/CNR-4 (M4)

mercurio gassoso – IGG-ICCOM/CNR-3 (M3)

3.3 - Risultati dei controlli

3.3.1 - Acido solfidrico e mercurio in uscita dalle centrali

Nella sottostante tabella 4 sono riportati, in concentrazione e in flusso di massa, i dati 2018 riguardo i due parametri più significativi, acido solfidrico e mercurio.

Tabella 4 - Valori di emissione dei parametri normati in uscita dalla centrale. Anno 2018

EMISSIONE TOTALE DELLA CENTRALE - PARAMETRI NORMALI (Tab. 4.1 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)	H ₂ S - VALORE LIMITE DI EMISSIONE (kg/h)	Hg - VALORE LIMITE DI EMISSIONE (g/h)
PIANACCE	13/02/2018	Effettuato solo controllo impianto AMIS				-	-
NUOVA LAGO	14/02/2018	Effettuato solo controllo impianto AMIS				-	-
PIANCASTAGNAIO PC-3	14/03/2018	1,7	9,5	0,001	4,5	30	10
BAGNORE 4 Grp 1	29/03/2018	1,5	6,8	0,001	2,3	30	10
BAGNORE 4 Grp 2	19/04/2018	0,6	2,1	0,001	2,3	30	10
BAGNORE 3	16/05/2018	0,2	1,0	0,001	2,4	30	10
NUOVA LARDERELLO	30/05/2018	Effettuato solo controllo impianto AMIS				-	-
RANCIA 1	20/06/2018	Effettuato solo controllo impianto AMIS				-	-
RANCIA 2	14/07/2018	Effettuato solo controllo impianto AMIS				-	-
PIANCASTAGNAIO PC-4	01/08/2018	1,5	7,5	0,001	4,6	30	10
NUOVA CASTELNUOVO	21/08/2018	Effettuato solo controllo impianto AMIS				-	-
PIANCASTAGNAIO PC-5	12/09/2018	2,6	10,3	0,001	3,0	30	10
NUOVA RADICONDOLI Grp 1	04/10/2018	1,0	13,0	0,0001	1,3	80	15
VALLE SECOLO Grp 2	23/10/2018	Effettuato solo controllo impianto AMIS				-	-
NUOVA RADICONDOLI Grp 2	15/11/2018	2,3	12,2	0,0001	0,7	30	10
MONTEVERDI 1	05/12/2018	Effettuato solo controllo impianto AMIS				-	-

In giallo Valori Limite di Emissione (VLE)

Tutti i risultati espressi come flusso di massa di cui alla tabella 4, sono **conformi** ai Valori Limite di Emissione.

3.3.2 - Acido solfidrico, mercurio e anidride solforosa in uscita dagli impianti AMIS

Nella tabella 5 sono riportati, in concentrazione e in flusso di massa, i dati relativi ai tre parametri normati in uscita AMIS.

Tabella 5 – Valori di emissione dei parametri normati in uscita dall'impianto AMIS. Anno 2018

EMISSIONI IMPIANTO AMIS - PARAMETRI NORMATI (Tab. 4.1 della DGRT n. 344:2010)										
Centrale	Data	H ₂ S (mg/Nm ³)	H ₂ S (kg/h)	Hg (mg/Nm ³)	Hg (g/h)	SO ₂ (mg/Nm ³)	SO ₂ (g/h)	H ₂ S VALORE LIMITE DI EMISSIONE (kg/h)	Hg VALORE LIMITE DI EMISSIONE (g/h)	SO ₂ VALORE LIMITE DI EMISSIONE (g/h)
PIANACCE	13/02/2018	29,7	0,1	0,1	0,2	1,4	5,0	3	2	200
NUOVA LAGO	14/02/2018	243,1	0,3	0,025	0,03	2,6	3,4	3	2	200
PIANCASTAGNAIO PC-3	14/03/2018	29,4	0,2	0,05	0,4	5,7	47	3	2	200
BAGNORE 4 Grp 1 -	27/03/2018	29,8	0,2	0,02	0,1	1,4	10,3	3	2	200
BAGNORE 4 Grp 1 - 150 (1)	29/03/2018	29,3	0,3	0,1	1,6	2,9	32	3	2	200
BAGNORE 4 Grp 2	17/04/2018	29,0	0,2	0,03	0,2	1,4	10	3	2	200
BAGNORE 4 Grp 2 - 150(1)	19/04/2018	29,9	0,3	0,2	1,99	4,3	49	3	2	200
BAGNORE 3	16/05/2018	29,5	0,2	0,04	0,2	2,3	15	3	2	200
NUOVA LARDERELLO	30/05/2018	2,8	0,008	0,1	0,17	4,3	13	3	2	200
RANCIA 1	20/06/2018	135,3	0,6	0,02	0,1	5,7	27	3	2	200
RANCIA 2	14/07/2018	28,4	0,2	0,01	0,1	2,9	16	3	2	200
PIANCASTAGNAIO PC-4	01/08/2018	29,2	0,27	0,02	0,2	8,6	100	3	2	200
N.uova CASTELNUOVO	21/08/2018	28,7	0,08	0,02	0,06	4,3	12	3	2	200
PIANCASTAGNAIO PC-5	12/09/2018	28,6	0,2	0,04	0,35	10,0	80	3	2	200
NUOVA RADICONDOLI Grp 1	04/10/2018	29,0	0,3	0,02	0,2	1,4	14,5	3	2	200
VALLE SECOLO Grp 2	23/10/2018	29,4	0,2	0,04	0,3	4,6	32	3	2	200
NUOVA RADICONDOLI Grp 2	15/11/2018	29,4	0,3	0,05	0,46	1,4	14	3	2	200
MONTEVERDI 1	05/12/2018	28,8	0,14	0,03	0,21	14,3	98	3	2	200

In giallo Valori Limite di Emissione (VLE)

Nota (1) – verifica delle emissioni AMIS in situazione di extraflusso, in trattamento al 150%

Tutti i risultati ottenuti sono compresi entro i Valori Limite di Emissione in uscita AMIS stabiliti negli specifici Atti autorizzatori e acquisiti dalla DGRT 344/2010 allegato A.

Da evidenziare due valori anomali di acido solfidrico, espressi in concentrazione, rispetto ai consueti andamenti: Nova Lago (243,1mg/Nm³) e Rancia 1 (135,3mg/Nm³).

Questi dati sono probabilmente da considerare come outlier e comunque, vista la bassa portata misurata durante il controllo (per Nuova Lago 1.328Nm³/h e 4.784Nm³/h, contro i valori consueti che sono dell'ordine di circa 7.000Nm³/h), non sono stati sostanziali ai fini dell'emissione, in quanto non hanno determinato il superamento dei valori limite di emissione dell'AMIS (flusso di massa).

3.3.3 - Interconnessione impianti AMIS Bagnore 4 Grp1 e Grp2.

Nella sottostante tabella 6 è riportato il controllo effettuato da ARPAT nel 2018, relativo alla verifica del rispetto della prescrizione n.16 di cui alla Delibera RT n. 810/2012 (pronuncia di compatibilità ambientale sulla costruzione della centrale Bagnore 4).

Tale prescrizione prevede che i due impianti AMIS, fra loro interconnessi, dei rispettivi gruppi produttivi di Bagnore 4 (Grp1 e Grp2), devono avere ciascuno la capacità di trattare, oltre al 100% del gas del proprio gruppo, anche un extraflusso pari a non meno del 50% proveniente dall'altro AMIS fermo, per un totale di 150% continuando a rispettare i VLE.

La condizione di configurazione di un AMIS in trattamento di un extraflusso è stata raggiunta mediante manovre sulle valvole dei gas-dotti effettuate dal personale in sala quadri. Dopo la regolazione risultavano le seguenti percentuali di extraflusso: 60% per Bagnore 4 Grp2 e 55.5% per Bagnore 4 Grp1; in queste condizioni di esercizio, sono stati effettuati i campionamenti. Personale ARPAT ha visionato, in sala quadri, la stabilità dei parametri di processo per tutta la durata del campionamento e delle misure di portata.

Tabella 6 - Uscita AMIS Bagnore 4 Grp1 e Grp2 + Extraflusso - Anno 2018

EMISSIONI AMIS + Extraflusso - PARAMETRI NORMATI – (VLE Tab. 4.1 della DGRT n. 344/2010)							
Centrale	Data	H ₂ S (mg/Nm ³)	H ₂ S (kg/h)	Hg (mg/Nm ³)	Hg (g/h)	SO ₂ (mg/Nm ³)	SO ₂ (g/h)
Bagnore 4 Grp 2 + extraflusso 60% dall'AMIS 1	09/04/2018	29,9	0,3	0,2	1,9	4,3	49
Bagnore 4 Grp 1 + extraflusso 55,5% dall'AMIS2	29/03/2018	29,3	0,3	0,1	1,6	2,9	32

Le emissioni determinate sono state tutte inferiori al VLE.

I risultati ottenuti dimostrano un'elevata capacità da parte dell'AMIS di trattare un extraflusso superiore al 50% per i parametri acido solfidrico e anidride solforosa, mentre per il mercurio la capacità di trattamento del 50% è una condizione molto vicina al limite oltre il quale si determina il superamento del VLE (1,9g/h per Bagnore 4 Grp2 con extraflusso del 60% e 1,6g/h per Bagnore 4 Grp1 con extraflusso del 55,5%).

3.3.4 - Requisiti minimi di esercizio

Le centrali geotermoelettriche hanno la particolarità di non poter chiudere i pozzi produttivi afferenti alla centrale in caso di guasto o di fermo della centrale stessa (la chiusura dei pozzi è un'operazione complessa e pericolosa): risulta dunque quantomai importante che il Gestore svolga una corretta gestione dello stabilimento, in modo da ridurre il più possibile il numero dei blocchi centrale e di fermo impianto AMIS evitando così il più possibile gli sfiori in atmosfera. Per questo la Regione Toscana, con la delibera n. 344/2010, ha definito requisiti minimi di esercizio su base annua che le centrali devono rispettare allo scopo di minimizzare gli sfiori in atmosfera (Tabella 4.2 dell'allegato A della DGRT 344/2010 - sottostante Tabella 7).

Tabella 7 - *Requisiti minimi di esercizio – Valori limite (Tab. 4.2 Allegato A DGRT 344/2010)*

Descrizione	Requisito minimo (%)
Per le centrali: ore di <i>NON funzionamento</i> ⁽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 il caso in cui questa non sia attiva e si abbia, 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).

Per le tre centrali presenti in Loc. Bagnore, (Bagnore 3, Bagnore 4 Grp1 e Bagnore 4 Grp2) il requisito minimo di ore di funzionamento AMIS è $\geq 95\%$ anziché $\geq 90\%$, ossia più restrittivo. Nella successiva tabella 8 sono riportati i dati relativi al 2018 (i dati di processo sono comunicati da ENEL GP, mentre i calcoli sono stati eseguiti da ARPAT).

Tabella 8 – Requisiti minimi anno 2018

	Denominazione Centrale	Per le centrali: ore di <i>non funzionamento</i> ⁽¹⁾ x 100/8760 (Requisito minimo < 5%)	Per gli AMIS: ore di funzionamento AMIS x 100/ore di funzionamento c.le (Requisito minimo ≥ 90%)
1	SESTA 1	0,4	90,9
2	FARINELLO	Nessuno sfioro	91,9
3	NUOVA GABBRO	0,5	90,8
4	NUOVA LARDERELLO	0,4	91,9
5	VALLE SECOLO 1	Nessuno sfioro	91,9
6	VALLE SECOLO 2	Nessuno sfioro	91,6
7	NUOVA CASTELNUOVO	1,1	94,0
8	NUOVA MOLINETTO	1,1	91,4
9	NUOVA RADICONDOLI 1	0,9	95,1
10	NUOVA RADICONDOLI 2	0,2	91,0
11	PIANACCE	0,4	91,0
12	RANCIA 1	0,2	90,4
13	RANCIA 2	0,4	92,2
14	TRAVALE 3	0,4	92,3
15	TRAVALE 4	0,2	92,8
16	CHIUSDINO	0,2	90,5
17	NUOVA LAGONI ROSSI	0,5	90,8
18	NUOVA SERRAZZANO	4,97	91,0
19	MONTEVERDI 1	0,2	90,7
20	MONTEVERDI 2	1,2	91,7
21	CARBOLI 1	0,8	90,9
22	CARBOLI 2	0,4	90,9
23	NUOVA LAGO	1,5	90,8
24	NUOVA MONTEROTONDO	0,4	ND – applicazione del valore limite in deroga fino al 14/12/2018
25	NUOVA SAN MARTINO	1,0	89,2
26	CORNIA 2	0,4	91,5
27	LE PRATA	0,5	88,7
28	NUOVA SASSO	0,6	90,9
29	SASSO 2	0,3	89,7
30	SELVA 1	1,4	90,7
31	BAGNORE 3	0,1	98,3
32	BAGNORE 4 GR1	0,04	96,8
33	BAGNORE 4 GR2	0,1	98,7
34	PIANCASTAGNAIO 3	1,5	96,9
35	PIANCASTAGNAIO 4	0,5	97,8
36	PIANCASTAGNAIO 5	0,02	98,1

I dati sopra riportati sono stati calcolati da ARPAT dai dati temporali presenti nel Documento d'impianto di ENEL GP, 3° quadrimestre 2018.

Nota (1) - Per ore di *non funzionamento* della centrale si intende il caso in cui questa non sia attiva e si abbia, 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).

Per la centrale denominata Nuova Monterotondo1, ENEL GP ha presentato istanza di deroga circa il rispetto del requisito minimo di funzionamento AMIS (>90%). Tale richiesta è stata motivata dalla frequenza dei malfunzionamenti AMIS: a causa delle mutate condizioni fisico-chimiche del fluido geotermico di alimentazione della centrale, dovute a una diminuzione significativa della portata del vapore in ingresso centrale con conseguente diminuzione delle temperature del reattore catalitico, i malfunzionamenti hanno raggiunto una numerosità tale da non poter consentire il rispetto del requisito minimo di funzionamento AMIS.

Tenuto presente il basso impatto emissivo della centrale, che marcia con carico produttivo pari a 5 – 6 MW contro un carico nominale di 10 MW, la Regione Toscana, sentita ARPAT, ha concesso la deroga all'applicazione del limite per un periodo di un anno a partire dal 10/03/2017. Successivamente, per completare le azioni previste, è stata richiesta e concessa un'ulteriore deroga di 9 mesi a partire dal 14/03/2018 (scadenza 14/12/2018). L'impianto AMIS risulta formalmente rientrato in normale esercizio in data 08/12/2018; i requisiti minimi sono applicati a partire dell'anno 2019.

Con riferimento ai parametri di cui alla tabella 8, si evidenzia il rispetto del requisito minimo di funzionamento per le centrali da parte di tutti gli stabilimenti. Il requisito minimo di disponibilità AMIS non è invece rispettato per le seguenti centrali: Nuova San Martino, Le Prata e Sasso 2. A seguito di questi superamenti, ENEL GP deve mettere in atto azioni correttive volte a rientrare, entro l'anno solare successivo (nel caso il 2019), nei valori limite dei requisiti minimi prescritti negli Atti autorizzatori e dalla DGRT n. 344/2010 (tabella 4.2). Fatti salvi gli eventi di causa forza maggiore, la prescrizione è da ritenersi comunque rispettata quando qualsiasi media triennale dei fermi AMIS e dei blocchi Centrale evidenzia il rispetto dei requisiti minimi riferiti all'anno solare. Da specificare che l'Autorizzazione unica della centrale Sasso 2, ancora vigente, non ha recepito i limiti della DGRT n. 344/2010, per cui Sasso 2 non è formalmente tenuta al rispetto dei requisiti minimi di esercizio.

3.3.5 - CGTE Bagnore - Abbattimento dell'ammoniaca e dell'acido solfidrico in ingresso centrale

Nel versante grossetano dell'area del Monte Amiata, rispetto alle altre aree geotermiche la risorsa geotermica è caratterizzata da un'elevata concentrazione di ammoniaca (NH₃). Allo scopo di mitigare l'impatto emissivo di tale composto, di fatto triplicato dall'entrata in produzione di Bagnore 4, la Regione Toscana ha prescritto a ENEL GP l'installazione, per le sole centrali presenti in località Bagnore, di un sistema di abbattimento dell'ammoniaca in entrata centrale che abbia un'efficienza non inferiore al 75%. Il principio del trattamento si basa sull'acidificazione delle condense circolanti mediante una costante iniezione di acido solforico, che determina la salificazione dell'ammoniaca rendendola indisponibile a essere strippata dall'aeriforme in uscita dalla torre refrigerante, minimizzando quindi l'emissione.

L'acidificazione delle condense ha un effetto secondario positivo anche sull'acido solfidrico, favorendone la ripartizione verso la fase gassosa rispetto alla fase liquida, con conseguente aumento della quota inviata al trattamento AMIS. Per l'acido solfidrico è stata prescritta un'efficienza di abbattimento non inferiore al 90% rispetto alla quantità in ingresso centrale.

Nella sottostante tabella 9 sono riportati i risultati delle analisi di ARPAT.

Tabella 9 - Abbattimento di centrale NH₃ - H₂S - Bagnore. Anno 2018 - dati ARPAT

Denominazione centrale	Data	NH ₃ entrata centrale (kg/h)	NH ₃ uscita centrale (kg/h)	NH ₃ abbattimento (%)	H ₂ S entrata centrale (kg/h)	H ₂ S uscita centrale (kg/h)	H ₂ S emissione (%)
Bagnore 3	16/05/2018	329,0	7,4	97,7	177,9	1,0	0,6
Bagnore 4 Grp 1	29/03/2018	240,3	29,0	87,9	164,7	6,8	4,1
Bagnore 4 GRP 2	19/04/2018	256,7	6,6	97,4	176,7	2,1	1,2

I risultati ottenuti sono tutti compresi entro i Valori Limite. Si precisa che i parametri di cui alla tabella 9 non sono normati in quanto dati puntuali, mentre i parametri normati sono riferiti al dato su base annua (Delibera n. 810/2012 - prescrizioni n. 8, 9 e 11) calcolato come media dei controlli bimestrali svolti da ENEL GP.

Nella seguente tabella 10 sono riportati i valori determinati da ENEL GP con frequenza bimestrale (media calcolata da ARPAT).

Tabella 10 - *Bagnore 3 e 4 - Emissione acido solfidrico e ammoniacale in uscita centrale (%) - Anno 2018 - Dati ENEL GP*

Centrale	Data/periodo	Emissione % rispetto al flusso di massa in ingresso (Valore limite < 10%)	Abbattimento % rispetto al flusso di massa in ingresso (Valore limite ≥75)
Bagnore 3	1° bimestre 2018	5,6	91,2
	2° bimestre 2018	5,2	84,3
	3° bimestre 2018	2,2	96,3
	4° bimestre 2018	3,7	78,2
	5° bimestre 2018	4,7	86,0
	6° bimestre 2018	2,4	94,6
		3,9	88,4
Bagnore 4 Grp 1	1° bimestre 2018	4,7	95,7
	2° bimestre 2018	2,6	91,8
	3° bimestre 2018	4,1	79,6
	4° bimestre 2018	4,0	84,8
	5° bimestre 2018	5,8	89,9
	6° bimestre 2018	4,4	90,7
		4,3	88,7
Bagnore 4 Grp 2	1° bimestre 2018	2,7	97,4
	2° bimestre 2018	4,3	88,2
	3° bimestre 2018	4,8	87,7
	4° bimestre 2018	2,9	85,4
	5° bimestre 2018	6,1	89,4
	6° bimestre 2018	2,7	95,5
		3,9	90,6

Nella seguente tabella 11 si riportano i valori medi - anno 2018 - calcolati con tutti i dati disponibili (ARPAT + ENEL GP).

Tabella 11 - *Valori medi anno 2018*

Centrale	H ₂ S emissione (%) - media annua dati ENEL + dati ARPAT	NH ₃ abbattimento (%) - media annua dati ENEL + dati ARPAT
Bagnore 3	2,2	93,0
Bagnore 4 Grp 1	4,2	88,3
Bagnore 4 GRP 2	2,5	94,0

I valori determinati risultano tutti compresi entro i Valori Limite.

3.3.6 – Efficienza di abbattimento AMIS. Anno 2018

Nella sottostante tabella 12 sono riportati i dati di efficienza di abbattimento del mercurio e dell'acido solfidrico da parte dell'AMIS rilevati da ARPAT.

Tabella 12 - *Efficienza abbattimento AMIS sul compressore - controlli ARPAT anno 2018*

Denominazione centrale	Data	Efficienza abbattimento AMIS acido solfidrico (%)	Efficienza abbattimento AMIS mercurio gassoso (%)
Pianacce	13/02/2018	99,6	NE
Nuova Lago	14/02/2018	98,8	NE
Piancastagnaio 3 - PC3	14/03/2018	NE	NE
Bagnore 4 Grp1	29/03/2018	99,9	99,3
Bagnore 4 Grp2	19/04/2018	99,9	98,7
Bagnore 3	16/05/2018	99,9	98,0
Nuova Larderello	30/05/2018	100	91,9
Rancia 1	20/06/2018	99,1	95,5
Rancia 2	11/07/2018	99,8	99,2
Piancastagnaio 4 - PC4	01/08/2018	99,9	99,6
Nuova Castelnuovo	21/08/2018	99,8	96,8
Piancastagnaio 5 - PC5	12/09/2018	99,9	98,6
Nuova Radicondoli Grp1	04/10/2018	99,7	97,1
Valle Secolo Grp2	23/10/2018	99,7	98,4
Nuova Radicondoli Grp2	15/11/2018	NE	NE
Monteverdi 1	05/12/2018	99,9	70,6

NE – Non eseguita

Per l'acido solfidrico i dati dimostrano una sistematica ed elevata efficienza di abbattimento prossima al 100%. Nella maggior parte delle centrali controllate anche per il mercurio si registrano efficienze di abbattimento superiori al 90%.

Fa eccezione il risultato di Monteverdi 1, in cui l'efficienza di abbattimento del mercurio è risultata scarsa (70,6%). Secondo ENEL GP tale valore è dovuto alla bassa quantità di mercurio in ingresso AMIS con conseguente impossibilità di avere un dato di efficienza favorevole.

Si precisa che le efficienze di abbattimento degli inquinanti da parte dell'AMIS, non sono parametri normati, eccetto che per l'acido solfidrico, solo nei casi in cui non venga rispettato il valore limite di emissione in flusso di massa come valore assoluto; in questo caso, se l'efficienza di abbattimento è maggiore del 97%, il valore limite si considera rispettato.

3.3.7 - Fattori di emissione. Anno 2018

Ai fini di una migliore rappresentazione dell'impatto legato all'attività emissiva si riportano, in tabella 13, i fattori di emissione calcolati, come rapporto dei flussi di massa per gli inquinanti H₂S, Hg e NH₃, sul carico medio della centrale (MWe/h) registrato durante l'attività di controllo.

Tabella 13 - *Fattori di emissione. Anno 2018*

Denominazione centrale	Data	Fattore emissione H ₂ S (kg/MWe)	Fattore emissione Hg (g/MWe)	Fattore emissione NH ₃ (kg/MWe)
Pianacce	13/02/2018	NE	NE	NE
Nuova Lago	14/02/2018	NE	NE	NE
Piancastagnaio 3 - PC3	14/03/2018	0,4545	0,2153	0,9330
Bagnore 4 Grp1	29/03/2018	0,3222	0,1090	1,3744
Bagnore 4 Grp2	19/04/2018	0,1009	0,0961	0,3173
Bagnore 3	16/05/2018	0,0506	0,1215	0,3746
Nuova Larderello	30/05/2018	NE	NE	NE
Rancia 1	20/06/2018	NE	NE	NE
Rancia 2	11/07/2018	NE	NE	NE
Piancastagnaio 4 - PC4	01/08/2018	0,3846	0,2358	0,0410
Nuova Castelnuovo	21/08/2018	NE	NE	NE
Piancastagnaio 5 - PC5	12/09/2018	0,4951	0,1466	0,0480
Nuova Radicondoli 1	04/10/2018	0,4406	0,0440	ND
Valle Secolo Grp2	23/10/2018	NE	NE	NE
Nuova Radicondoli 2	15/11/2018	0,7870	0,0458	0,7870
Monteverdi 1	05/12/2018	NE	NE	NE

NE – non eseguito

3.3.8 – Mercurio e acido solfidrico - Confronto risultati ARPAT - ENEL

Con riferimento alla sottostante tabella 14, si evidenziano alcune differenze, anche di un ordine di grandezza, apparentemente significative soprattutto per l'acido solfidrico. Occorre però tenere presente la particolarità del flusso in uscita dalla torre a tiraggio indotto, il cui carattere è assolutamente turbolento, con un diffusore la cui particolarità non consente di avere nel punto di prelievo un flusso in regime stazionario come da specifica norma tecnica.

L'incertezza del campionamento, sebbene non conosciuta a pieno, si ritiene essere sicuramente superiore al 30%, il che permette di valutare gli scarti registrati come "accettabili", soprattutto tenendo presente i bassi livelli di concentrazione di parametri monitorati, prossimi ai limiti di sensibilità dei metodi applicati, e il fatto che tutti i risultati sono ampiamente inferiori ai Valori Limite di Emissione prescritti negli Atti autorizzatori.

Tabella 14 - Confronto ARPAT-ENEL dati Hg e H₂S in uscita centrale. Anno 2018

Centrale	Data	Mercurio				Acido solfidrico			
		Uscita AMIS ARPAT (g/h)	Uscita AMIS ENEL (g/h)	Uscita TORRE ARPAT (g/h)	Uscita TORRE ENEL (g/h)	Uscita AMIS ARPAT (kg/h)	Uscita TORRE ENEL (kg/h)	Uscita torre ARPAT (kg/h)	Uscita torre ENEL (kg/h)
PIANACCE	13/02/2018	0,10	0,15	-	-	0,10	0,015	-	-
NUOVA LAGO	14/02/2018	0,03	0,04	-	-	0,32	0,59	-	-
PIANCASTAGNAIO PC-3	14/03/2018	0,40	0,16	4,1	3,9	0,2	0,03	9,3	7,8
BAGNORE4 Grp 1	29/03/2018	0,11	0,25	2,2	0,9	0,2	0,02	6,6	3,9
BAGNORE4 Grp 2	19/04/2018	0,23	0,45	2,1	1,0	0,21	0,14	1,8	7,0
BAGNORE 3	16/05/2018	0,2	0,1	2,1	1,3	0,2	< 0,017	0,8	3,4
NUOVA LARDERELLO	30/05/2018	0,17	0,07	-	-	8	6	-	-
RANCIA 1	20/06/2018	0,1	1,1	-	-	0,6	1,4	-	-
RANCIA 2	11/07/2018	0,1	0,2	-	-	0,2	0,06	-	-
PIANCASTAGNAIO PC-4	01/08/2018	0,2	0,3	4,4	3,7	0,27	0,12	7,2	6,7
NUOVA CASTELNUOVO	21/08/2018	0,06	0,17	-	-	0,083	0,014	-	-
PIANCASTAGNAIO PC-5	12/09/2018	0,35	0,4	2,7	3,0	0,2	0,18	10,1	17,6
NUOVA RADICONDOLI Grp 1	04/10/2018	0,24	0,16	1,05	2,7	0,3	0,08	12,7	29,8
VALLE SECOLO Grp 2	23/10/2018	0,30	0,16	-	-	0,2	0,05	-	-
NUOVA RADICONDOLI Grp 2	15/11/2018	0,46	0,28	0,25	0,5	0,3	0,17	11,9	16,2
MONTEVERDI1	05/12/2018	0,21	0,25	-	-	0,14	0,06	-	-

Colonne in giallo dati ARPAT

3.3.9 - Parametri non soggetti al rispetto di valori limite di emissione

Nella sottostante tabella 15 sono riportati i risultati dei parametri non normati in uscita centrale.

Tabella 15 – Parametri non normati uscita centrale. Anno 2018

Centrale	Pianacce	Nuova Lago	Piancastagnaio 3 PC3	Bagnore 4 Grp1	Bagnore 4 Grp2	Bagnore 3	Nuova Larderello	Rancia 1	Rancia 2	Piancastagnaio 4 PC4	Nuova Castelnuovo	Piancastagnaio 5 PC5	Nuova Radicondoli 1	Valle Secolo Grp2	Nuova Radicondoli 1	Monteverdi 1
Data/parametri	13/02/2018	14/02/2018	14/03/2018	29/03/2018	19/04/2018	16/05/2018	30/05/2018	20/06/2018	14/07/2018	01/08/2018	21/08/2018	12/09/2018	04/10/2018	23/10/2018	15/11/2018	05/12/2018
Biossido di carbonio mg/Nm³	NE	NE	2 050	1 933	2 428	2 196	1 292 258	1 353 973	1 391 312	20797	1 446 879	1 535	1 198	1 472 901	2 764	900 954
Biossido di carbonio ka/h	NE	NE	11 620	8 841	8 965	9 193	3 775	6 478	7 689	14 361	4 210	6 101	14 854	10 347	14 550	4 338
Monossido di carbonio ma/Nm³	NE	NE	0,4	1,2	0,8	0,5	79,6	67,2	108	0,2	68,9	0,6	0,1	156	0,1	202
Monossido di carbonio ka/h	NE	NE	2,3	5,6	3,0	2,1	0,2	0,3	0,6	0,9	0,2	2,4	0,7	1,1	0,7	1,0
Selenio mg/Nm³	NE	NE	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	NE	NE	NE	0,0004	NE	inferiore al LOQ (1,0µg/L)	NE	NE	0,0002	NE
Selenio g/h	NE	NE	1,0	1,0	0,4	0,5	NE	NE	NE	2,0	NE	-	NE	NE	1,0	NE
Antimonio mg/Nm³	NE	NE	inferiore al LOQ (0,5µg/L)	0,0001	inferiore al LOQ (0,5µg/L)	inferiore al LOQ (0,5µg/L)	NE	NE	NE	0,0003	NE	0,0003	NE	NE	0,0001	NE
Antimonio g/h	NE	NE	-	0,3	-	-	NE	NE	NE	2,0	NE	1,1	NE	NE	0,4	NE
Ammoniaca mg/Nm³	NE	NE	3,4	6,3	1,8	1,8	NE	NE	NE	0,2	NE	0,2	NE	NE	2,3	NE
Ammoniaca kg/h	NE	NE	19,5	29,0	6,6	7,4	NE	NE	NE	0,8	NE	1,0	NE	NE	12,2	NE
Metano mg/Nm³	NE	NE	28 146	37 590	35 002	34 004	4 438	10 163	18 945	16 964	2 361	13 231	73,2	3 925	8 750	8 812
Metano kg/h	NE	NE	231	272	414	222	13,0	48,6	105	157	6,9	106	0,7	27,6	85,9	42,4

NE – non eseguito

LOQ – Limite di quantificazione analitica

I risultati appaiono in linea con i dati registrati negli anni precedenti.

3.3.10 - Determinazione dell'arsenico in uscita dalle centrali. Anno 2018

Nella sottostante tabella 16 sono riportati i valori relativi all'arsenico in uscita centrale rilevati da ARPAT.

Tabella 16 – Arsenico alle emissioni delle centrali. Anno 2018

Centrale	Data	Arsenico (mg/Nm ³)	Arsenico (g/h)
Pianacce	13/02/2018	NE	NE
Nuova Iago	14/02/2018	NE	NE
Piancastagnaio 3 - PC3	14/03/2018	NE	NE
Bagnore 4 Grp1	29/03/2018	0,0001	0,5
Bagnore 4 Grp2	19/04/2018	0,0002	1,0
Bagnore 3	16/05/2018	0,0001	1,0
Nuova Larderello	30/05/2018	NE	NE
Rancia 1	20/06/2018	NE	NE
Rancia 2	11/07/2018	NE	NE
Piancastagnaio 4 - PC4	01/08/2018	0,0001	1,0
Nuova Castelnuovo	21/08/2018	NE	NE
Piancastagnaio 5 - PC5	12/09/2018	0,0007	2,8
Nuova Radicondoli 1	04/10/2018	NE	NE
Valle Secolo Grp2	23/10/2018	NE	NE
Nuova Radicondoli 2	15/11/2018	inferiore al LOQ (1,0µg/L)	-
Monteverdi 1	05/12/2018	NE	NE

LOQ – Limite di quantificazione analitica

Con riferimento ai dati di tabella 16, si evidenziano valori di emissione di arsenico intorno a 1,0g/h, con un dato anomalo di 2,8g/h alle emissioni di PC5; il precedente controllo della CGTE PC5 circa la determinazione di questo parametro registrava un'emissione di As di 0,4g/h.

Si specifica che per l'arsenico, parametro non normato dagli Atti autorizzatori regionali, non è previsto un Valore Limite di Emissione.

3.3.11 – Pozzi produttivi geotermici

Nella tabella 17 sono elencati i pozzi produttivi afferenti alle centrali nei quali si sono verificati sfiori nel 2018 (per ogni pozzo sono riportati gli sfiori in atmosfera in t/anno). I dati sono trasmessi da ENEL GP tramite il documento d'impianto inviato con frequenza quadrimestrale.

Tabella 17 – Sfiori pozzi produttivi anno 2018 (in tonnellate)

Denominazione Pozzo produttivo	Fluido sfiorato (t)
Capriola	10 080
Montieri 1B	845
Montieri 4	15 120
Montieri 5A	150
N 141	84
N 79	248
N 86	36
PC 33	120
PC 34	2 178
Radicondoli 15	12 365
Radicondoli 18	125
Radicondoli 20	75
Radicondoli 21	507
Radicondoli 23	24 706
Radicondoli 34	380
Radicondoli 7 BISB	176
Selva 4	2 110
Sesta 2 BISA	28

Dati riportati nel Documento ENEL GP d'impianto, 1° quadrimestre 2019.

Nel 2018 sono state registrate **69.333 tonnellate** di fluido emesso in atmosfera a seguito di eventi programmati e accidentali nella gestione dei pozzi. Rispetto al dato relativo al 2017 (21.073t), si evidenzia un aumento delle tonnellate sfiorate in aria pari al **229%**. L'aumento consistente degli sfiori da parte dei pozzi produttivi è stato causato da eventi accidentali che hanno interessato principalmente le postazioni Montieri 4, Radicondoli 15 e Radicondoli 23.

Occorre inoltre precisare che nel 2018 le operazioni di gestione dei pozzi sono state svolte in concomitanza di fermate programmate di centrali meno interconnesse rispetto alle centrali fermate nel 2017, che avevano una maggiore possibilità di gestione dello sfioro proprio in virtù della loro maggiore interconnessione.

4 - CONCLUSIONI

Nel 2018 il Settore Geotermia ha effettuato il controllo alle emissioni di 16 centrali geotermoelettriche.

Per tutte le centrali delle due zone geotermiche, Monte Amiata e zona tradizionale, non sono stati registrati superamenti dei valori limite alle emissioni di cui agli specifici atti autorizzativi (normativa regionale).

Sono stati invece registrati tre superamenti del requisito relativo alle ore di funzionamento AMIS sulle ore di funzionamento centrale, per Sasso 2, San Martino e Le Prata Nova. La prescrizione prevede la possibilità della centrale di allinearsi al di sotto dei valori Limite nel successivo anno solare.

Nel 2018 è terminato l'iter amministrativo, iniziato nel 2017, relativo al rinnovo dell'autorizzazione in ambito AUA (DPR 59/13) della centrale geotermoelettrica "Nuova Molinetto", nel Comune di Castelnuovo V.C. (PI); il procedimento si è concluso nel mese di giugno 2018 con l'emissione del Dec. RT n. 10211 del 25/06/2018.

La successiva tabella 18 sintetizza i risultati dei controlli effettuati nel 2018 per i tre inquinanti più significativi: acido solfidrico (H_2S), mercurio (Hg) e anidride solforosa (SO_2) in uscita dall'impianto AMIS, e acido solfidrico e mercurio in uscita dalla centrale, con riferimento ai limiti emissivi stabiliti della normativa regionale (DGRT 344/2010 - Tab. 4.1), con valori limite di emissione più restrittivi nella normativa nazionale (Dlgs-152/2006 - Parte V - allegato 1 - parte IV - sezione 2 - punto 3) di cui alla tabella 19.

Con riferimento alla tabella 18, per "uscita AMIS" si intende l'emissione in uscita dall'impianto di abbattimento del mercurio e dell'acido solfidrico mentre per "uscita centrale" si intende l'emissione totale della centrale, ovvero la somma delle due componenti emissive costituite dall'emissione AMIS e dall'aeriforme in uscita dalla torre refrigerante.

Tabella 18 – Parametri normati. Anno 2018

Denominazione Centrale	Pianacce	Nuova Lago	Piancastagnaio 3 PC3	Bagnore 4 Grp1	Bagnore 4 Grp2	Bagnore 3	Nuova Larderello	Rancia 1	Rancia 2	Piancastagnaio 4 PC4	Nuova Castelnuovo	Piancastagnaio 5 PC5	Nuova Radicondoli Grp1	Valle Secolo Grp2	Nuova Radicondoli Grp2	Monteverdi 1
Data/parametro	13/02/2018	14/02/2018	14/03/2018	29/03/2018	19/04/2018	16/05/2018	30/05/2018	20/06/2018	11/07/2018	01/08/2018	21/08/2018	12/09/2018	04/10/2018	23/10/2018	15/11/2018	05/12/2018
Tipologia tiraggio torre refrigerante	Indotto	Indotto	Indotto	Indotto	Indotto	Indotto	Naturale	Indotto	Indotto	Indotto	Naturale	Indotto	Indotto	Indotto	Indotto	Indotto
Potenza nominale (MW)	20	10	20	20	20	20	20	20	20	20	14,5	20	40	60	20	20
H ₂ S uscita AMIS (kg/h)	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,008	0,6	0,2	0,3	0,08	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1
H ₂ S uscita (1) AMIS (>150%) (kg/h)	NP	NP	NP	0,3	0,3	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
H ₂ S uscita centrale (kg/h)	NE	NE	9,5	6,8	2,1	1,0	NE	NE	NE	7,5	NE	10,3	13,0	NE	12,2	NE
Hg uscita AMIS (g/h)	0,2	0,03	0,4	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,06	0,3	0,2	0,3	0,5	0,2
Hg uscita (1) AMIS (>150%) (g/h)	NP	NP	NP	1,6	1,9	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Hg uscita centrale (g/h)	NE	NE	4,5	2,3	2,0	2,4	NE	NE	NE	4,6	NE	3,05	1,3	NE	0,7	NE
SO ₂ uscita AMIS (g/h)	5,0	3,4	47	10	10	15	13	27	16	100	12	80	14,5	32	14	98
SO ₂ uscita (1) AMIS (>150%) (g/h)	NP	NP	NP	32	49	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
NH ₃ abbattimento di centrale (%)	NP	NP	NP	88	97	98	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
H ₂ S abbattimento di centrale (%)	NP	NP	NP	96	99	99	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP

NE - Non eseguito

NP – Non prevista

(1) – Misure e campionamenti in uscita dagli AMIS di Bagnore 4 ciascuno in condizione di trattamento di un extra - flusso proveniente dall'altro AMIS sempre di Bagnore 4

Nella tabella 19 sono riportati i valori limite di emissione di cui alla DGRT 344/2010 (allegato A, tabella 4.1).

Tabella 19 - Si riporta la Tabella 4.1 della DGRT 344/2010 "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	

Il confronto dei risultati relativi ai controlli svolti da ARPAT (tabella 18) dimostra, per tutti i controlli svolti, il rispetto dei valori limite di riferimento di cui alla precedente tabella 19 (tabella 4.1 della DGRT 344/10).

Solo per le 3 centrali presenti in loc. Bagnore, gli specifici atti autorizzativi prevedono anche il rispetto dei valori limite di abbattimento dell'ammoniaca (NH₃) e dell'acido solfidrico (H₂S) in ingresso centrale; i valori limite sono indicati nella sottostante tabella 20:

Tabella 20 – Valori limite di abbattimento percentuale dell'ammoniaca e dell'acido solfidrico in ingresso centrale

Parametro	Abbattimento percentuale su base annua(%) - Valore limite
Ammoniaca (NH ₃)	≥ 75
Acido solfidrico (H ₂ S)	≥ 90 (dato in emissione centrale < 10%) ⁽¹⁾

Nota (1) - Negli atti autorizzativi l'abbattimento dell'H₂S è espresso come emissione percentuale in uscita centrale (< 10%) rispetto al dato in entrata centrale e non come abbattimento percentuale come invece avviene per l'ammoniaca.

I dati rilevati da ARPAT, riportati nelle ultime due righe della tabella 18, risultano rispettare i valori limite. Con riferimento alla tabella 20 si precisa che, come prescritto negli atti autorizzativi, i valori limite dei due parametri in questione sono da intendersi su base annua; per l'approfondimento si rimanda al paragrafo 3.3.4 della presente relazione.

Responsabile Settore Geotermia
Ivano Gartner



ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana
via N. Porpora 22, 50144 Firenze – tel. 05532061
www.arpat.toscana.it