

# MONITORAGGIO DELLE AREE GEOTERMICHE TOSCANE ANNO 2020

Controllo alle emissioni  
delle centrali  
geotermoelettriche  
di ENEL GPI



# MONITORAGGIO DELLE AREE GEOTERMICHE TOSCANE ANNO 2020

Controllo alle emissioni  
delle centrali  
geotermoelettriche  
di ENEL GPI

Firenze, 2022

## **Monitoraggio delle aree geotermiche toscane - Anno 2020**

Controllo alle emissioni delle centrali geotermoelettriche di ENEL GPI

A cura di: *Ivano Gartner* – ARPAT, Settore Geotermia

con la collaborazione di:

*Simonetta Castellani, Emanuele Cecconi, Simone Magi, Luca Sbrilli*

- ARPAT, Settore Geotermia

*Federico Luchi* - ARPAT, Laboratorio Area vasta Sud

Editing e copertina: ARPAT, Settore Comunicazione, informazione e documentazione

Foto di copertina: ARPAT

ARPAT 2022



**ARPAT - Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana**

Via del Ponte alle Mosse 211 - 50144 Firenze - tel. 055 32061

[www.arpat.toscana.it](http://www.arpat.toscana.it)

## Indice

1 - SINTESI.....	5
2 - INTRODUZIONE.....	7
3 - CONTROLLO ALLE EMISSIONI DELLE CENTRALI GEOTERMoeLETTRICHE (CGTE).....	15
3.1 - Normativa di riferimento.....	16
3.2 - Metodi.....	18
3.3 - Risultati dei controlli.....	18
3.3.1 - Acido solfidrico e mercurio in uscita dalle centrali.....	18
3.3.2 - Acido solfidrico, mercurio e anidride solforosa in uscita dagli impianti AMIS.....	19
3.3.3 - Interconnessione impianti AMIS Bagnore 4 Grp1 e Grp2.....	19
3.3.4 - Requisiti minimi di esercizio.....	20
3.3.5 - CGTE Bagnore 3 e 4 - Abbattimento dell'ammoniaca e dell'acido solfidrico in ingresso centrale.....	22
3.3.6 - Efficienza di abbattimento AMIS. Anno 2020.....	25
3.3.7 - Fattori di emissione. Anno 2020.....	25
3.3.8 - Parametri non soggetti al rispetto di valori limite di emissione.....	26
3.3.9 - Determinazione dell'arsenico in uscita dalle centrali. Anno 2020.....	27
3.3.10 - Determinazione del tallio in uscita dalle centrali - Anno 2020.....	27
3.3.11 - Blocchi centrale – Bagnore3 e Bagnore4 - Anno 2020.....	27
3.3.12 - Emissioni di trascinato liquido (drift) – Bagnore3 e Bagnore4 - Anno 2020.....	29
3.3.13 - Pozzi produttivi geotermici.....	30
4 - CONCLUSIONI.....	31

## 1 - SINTESI

Questa relazione riporta i risultati dell'attività di controllo alle emissioni delle centrali geotermoelettriche, svolta dal Settore Geotermia di ARPAT nell'anno 2020.

Sono stati effettuati 10 controlli alle emissioni di 7 centrali, per un totale di 25 punti emissivi.

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 2020, a fronte di una produzione regionale netta di **16.009,2 Gwh**, il contributo dei 36 gruppi geotermoelettrici (compresa la produzione della centrale a biomasse Cornia2), è stato pari a **5.646,9 GWh** con una copertura del **31,3 %** 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 entalpia<sup>1</sup> 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 di 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 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).

I valori limite di emissione in atmosfera dell'H<sub>2</sub>S e del mercurio, definiti nel Testo Unico Ambientale (D.Lgs. 152/2006), risultano essere troppo permissivi, e non sono dunque rappresentativi dell'effettivo impatto ambientale delle centrali geotermoelettriche. Su tale questione l'Autorità competente regionale ha disposto una normativa più restrittiva (DGRT 344/2010) acquisendola poi 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

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

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.

### **Aggiornamento normativo**

Nel BURT Parte Prima n.7, del 13 febbraio 2019, è stata pubblicata la Legge Regionale n.7 del 05 febbraio 2019, “*Disposizioni in materia di geotermia. Modifica alla LR 45/1997*”. La nuova legge regionale disciplina le modalità di assegnazione delle concessioni di coltivazione e autorizzazione all’esercizio degli impianti geotermici. Inoltre, la legge disciplina altresì modalità diverse di impiego delle risorse derivanti dall’attività geotermoelettrica (Dlgs 22/2010, art 16, comma 4 lett.a).

Ai fini del rilascio delle concessioni e delle autorizzazioni, la nuova LR prevede prescrizioni più rigide rispetto alla precedente normativa. Di seguito sono riepilogate le modifiche più importanti:

- con riferimento ai requisiti minimi di esercizio, le ore di non funzionamento delle centrali sulle ore totali anno, non devono essere maggiori del 2% (attualmente il limite è pari al 5%) e non meno del 98% di ore di disponibilità AMIS sulle ore di funzionamento centrale (attualmente il limite è 90% per tutte le centrali eccetto Bagnore3 e Bagnore4 che devono rispettare il limite del 95%);
- il valore limite di emissione della SO<sub>2</sub> in uscita AMIS, passa dall’attuale limite di 200g/h, a un valore limite più restrittivo pari a 150g/h;
- per le centrali a tiraggio indotto dalla potenza nominale compresa tra 20 e 60 MW, il valore limite di emissione per l’H<sub>2</sub>S, passa dagli attuali 80kg/h a 60kg/h.

Le concessioni e le autorizzazioni dovranno inserirsi nei piani strutturali adottati dalla RT, in particolare: il PIT (Piano di Indirizzo Territoriale (Piano Paesaggistico) e il PAER (Piano Ambientale Energetico Regionale).

Nell’ottica di un’economia circolare oggetto di un recente inserimento nell’ordinamento regionale, dovrà essere garantita la massima utilizzazione dell’energia geotermica residua derivante dall’attività dell’impianto per non meno del 50% dell’energia prodotta annualmente e non utilizzata. Stessa cosa per la CO<sub>2</sub> che dovrà essere utilizzata per almeno il 10% di quella emessa dagli impianti.

### **Risultati dei controlli dei parametri normati**

I risultati relativi ai controlli anno 2020, svolti per la determinazione degli inquinanti normati ovvero 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 autorizzativi. La stessa conformità è stata registrata per:

- la capacità di trattamento di un extraflusso da parte dei due AMIS interconnessi delle Centrali Bagnore3 e Bagnore4;
- la capacità di abbattimento dell’ammoniaca e dell’acido solfidrico in entrata delle centrali Bagnore3 e Bagnore4

### **Risultati dei controlli dei parametri non normati**

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 degli impianti AMIS, mediamente, nel 2020, del 99,8% per l’acido solfidrico e valori compresi fra il 90% e il 95% per il mercurio.

## 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 2020 la produzione elettrica di 5646,9 GWh, prodotta dai 36 gruppi geotermoelettrici produttivi presenti in Toscana (compresa la produzione della centrale a biomasse Cornia 2 Bio), è riuscita a coprire il **31,3%** dell'intero fabbisogno elettrico regionale.

Anche nel 2020, 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 alle seguenti sostanze: mercurio gassoso, anidride solforosa e acido solfidrico (o idrogeno solforato), ritenute rappresentative delle pressioni esercitate dalle attività geotermiche antropiche e/o naturali;
- monitoraggio di acque superficiali e sotterranee (sorgenti e piezometri) del Monte Amiata.

Gli ultimi due punti saranno oggetto di specifiche relazioni tecniche pubblicate nel sito Web di ARPAT.

Nel 2020 il Settore Geotermia di ARPAT ha effettuato 10 controlli alle emissioni che hanno interessato 7 centrali, per un totale di 25 punti emissivi campionati (diffusori uscita torre, entrata AMIS, uscita AMIS, collettore di centrale).

**Rispetto al 2019, nel 2020 sono stati effettuati meno controlli, con un numero di centrali controllate pari a 7 contro le 10 controllate nel 2019. La causa è da attribuire alla pandemia da Covid19 che ha determinato una carenza di risorse umane dovuta alla necessità di gestire il personale in modo tale da minimizzare al massimo il rischio di contagio, non potendosi così garantire la normale attività. Nel periodo compreso fra marzo e maggio 2020 l'attività è stata sospesa fino all'inizio di una lenta ripresa a partire dal mese di giugno.**

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.

La presente relazione riporta i risultati dell'attività di controllo alle emissioni delle centrali geotermoelettriche, svolta dal Settore Geotermia nell'anno 2020 ed è da ritenersi di aggiornamento e integrazione della relazione anno 2019<sup>2</sup>.

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, in più, ha la finalità di approfondimento e caratterizzazione delle conoscenze rispetto allo scenario emissivo che contraddistingue l'utilizzo della risorsa geotermica da parte delle centrali geotermoelettriche.

Le aree produttive della Toscana su cui è svolta l'attività di coltivazione dei fluidi geotermici ad alta entalpia<sup>3</sup> per la produzione di energia elettrica, sono suddivise in due aree principali territorialmente distinte:

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 2020, 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.

2 <http://www.arpat.toscana.it/documentazione/report/report-geotermia/monitoraggio-delle-aree-geotermiche-toscane-anno-2019?searchterm=Monitoraggio%2520delle%2520aree%2520geotermiche%2520toscana>

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



Nella seguente tabella 1 è riportato l'elenco delle centrali attive al 31/12/2020.

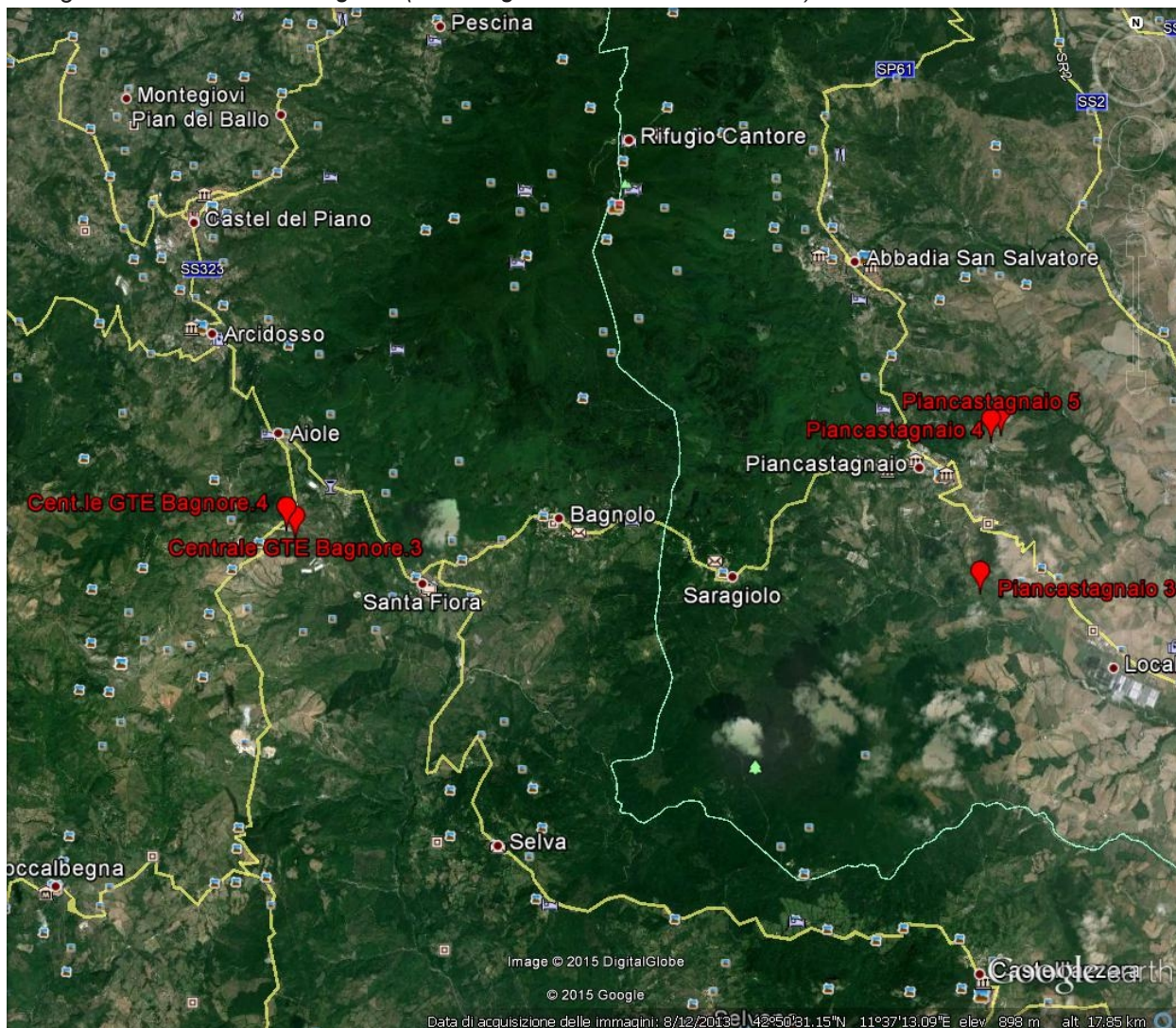
Tabella 1 – Elenco CGTE al 31/12/2020

	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	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

	Area territoriale geotermica	Denominazione centrale	Comune (PV)	Potenza nominale (MW)	Tipologia tiraggio torri di raffreddamento	Data avviamento (anno)
31	<b>Piancastagnaio</b>	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

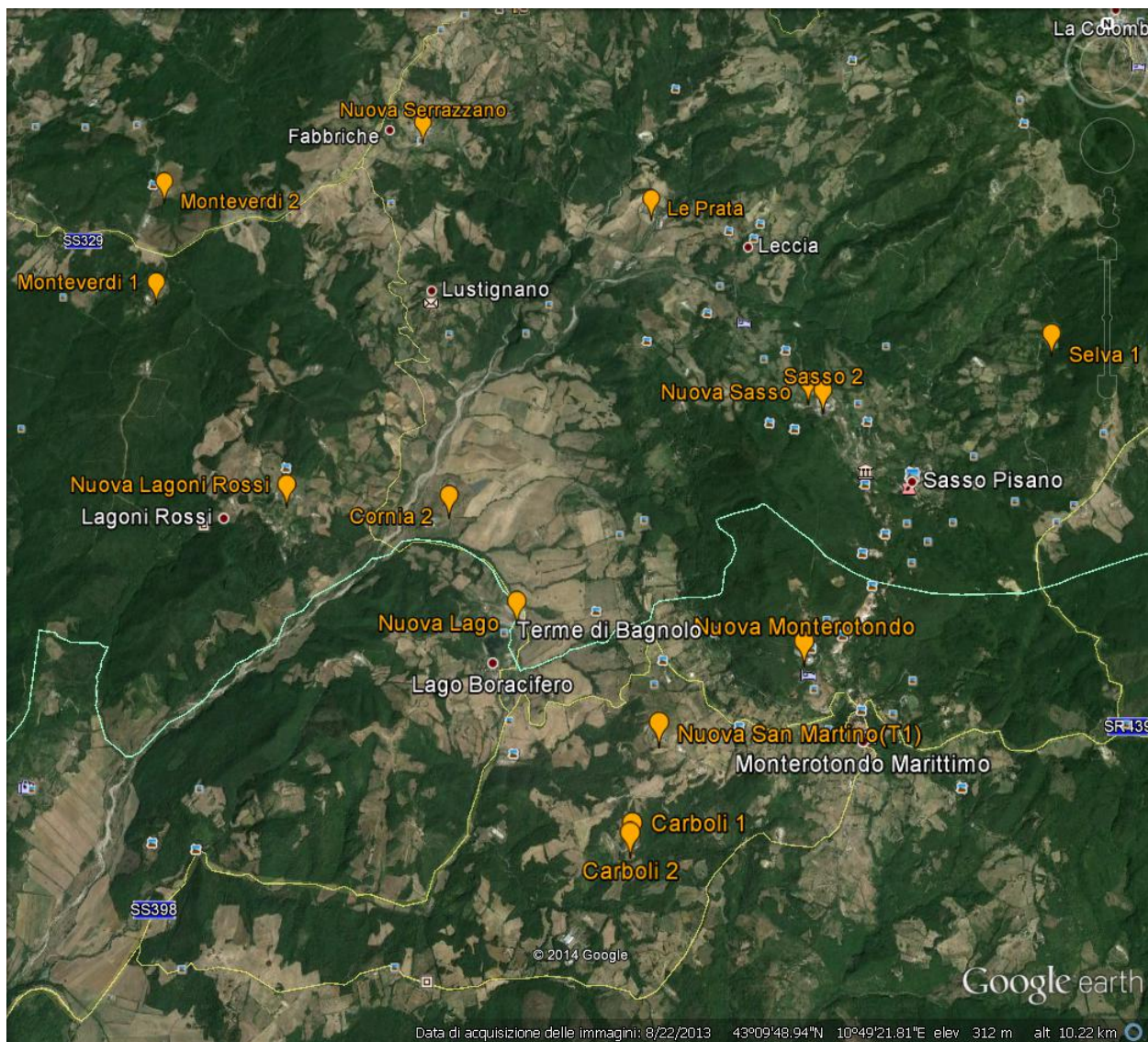
Nelle sottostanti cartografie sono riportate le localizzazioni delle centrali geotermoelettriche nel territorio della Toscana organizzate per Aree Geotermiche (AGE).

Cartografia 1 - AGE Piancastagnaio (centrali geotermoelettriche in rosso)



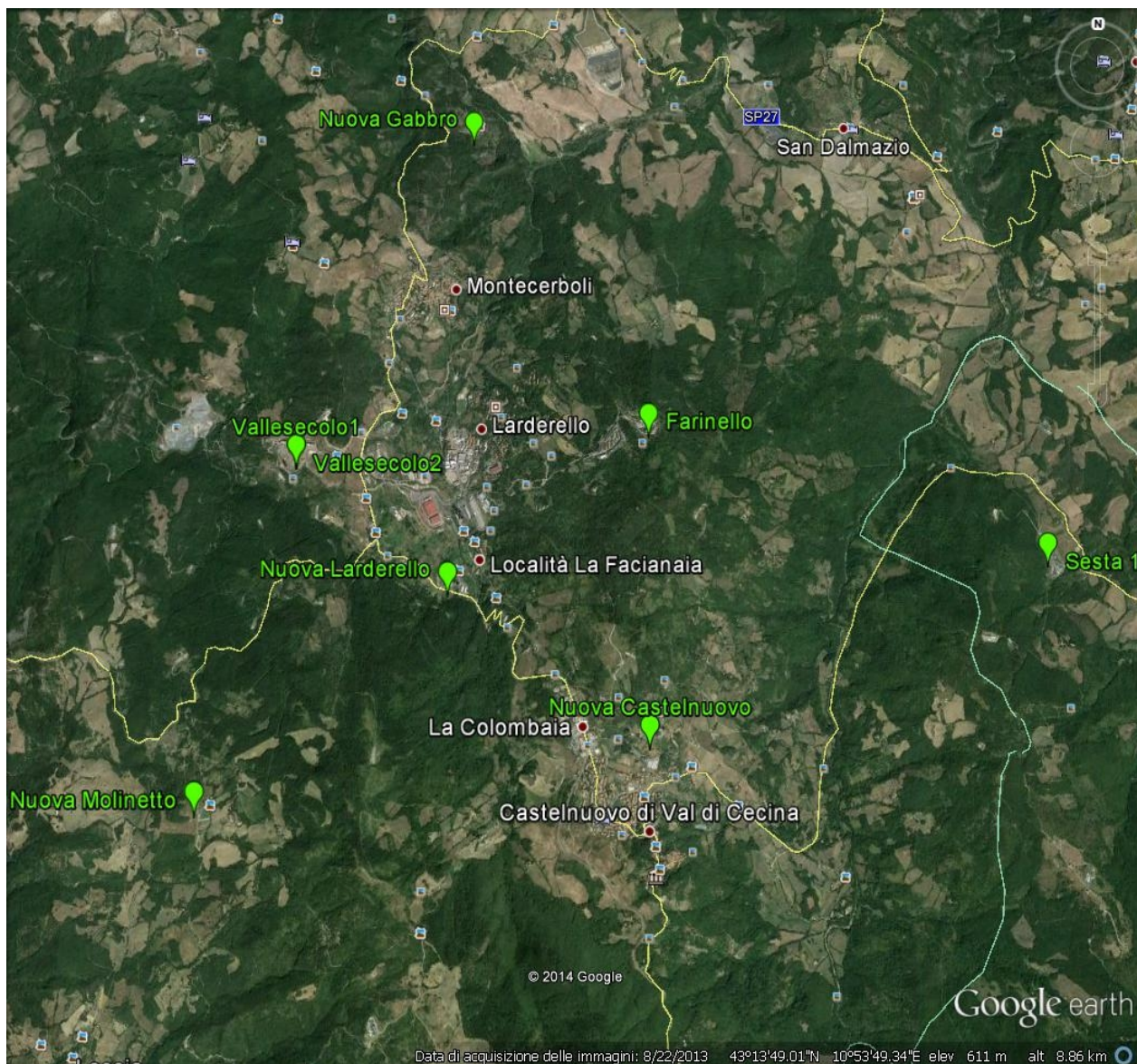


Cartografia 2 - AGE Lago (centrali geotermoelettriche in arancione)



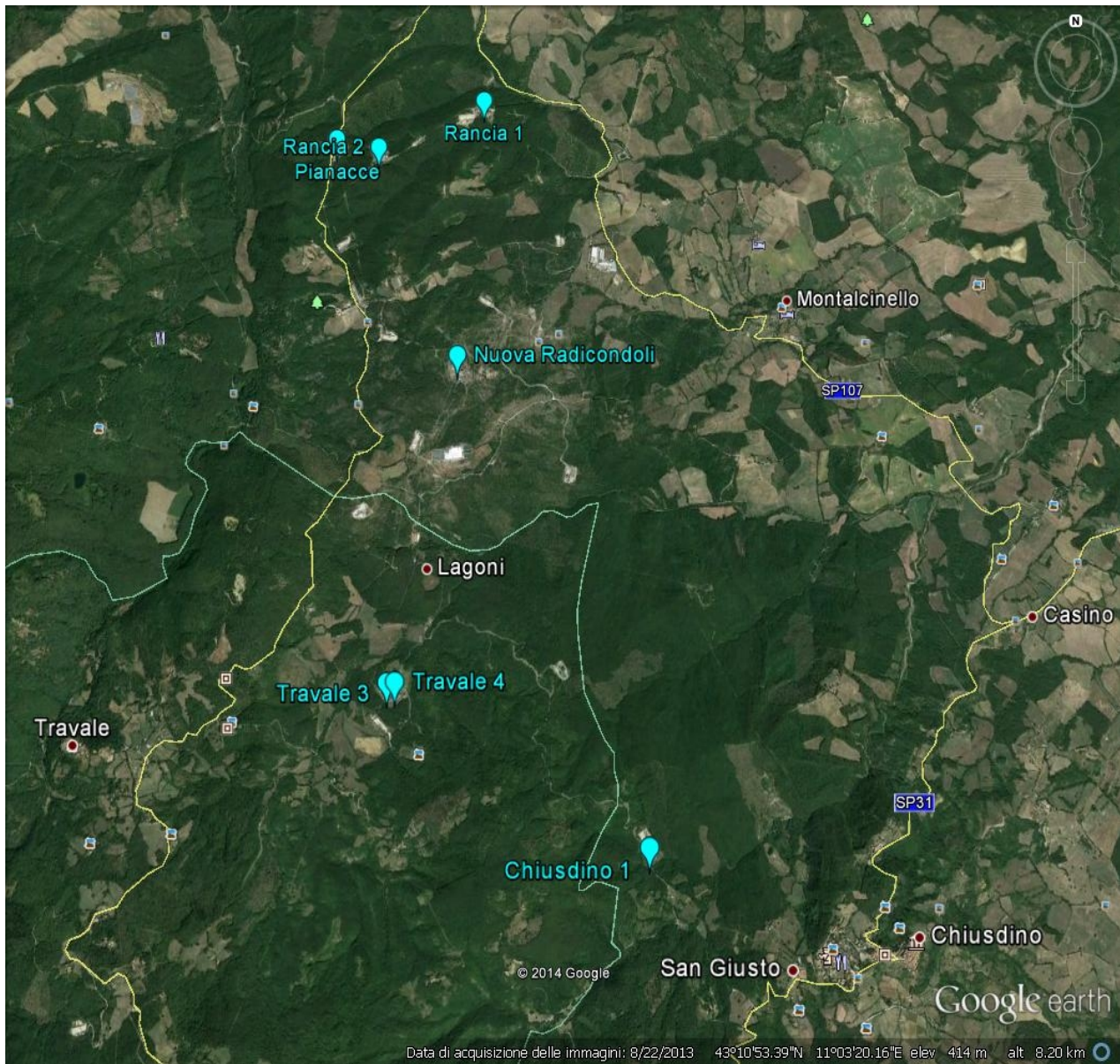


Cartografia 3 - AGE Larderello (centrali geotermoelettriche in verde)





Cartografia 4 - AGE Radicondoli (centrali geotermoelettriche in celeste)



### 3 - CONTROLLO ALLE EMISSIONI DELLE CENTRALI GEOTERMoeLETTRICHE (CGTE)

Nella sottostante tabella 2 sono riepilogati i controlli svolti nel 2020.

Tabella 2 – Controlli svolti - anno 2020

Denominazione centrale	Data	N. punti emissivi campionati (uscita torre, entrata e uscita AMIS, collettore)	Potenza nominale (MW)	Comune (provincia)
LE PRATA	12/12/2020	2	20	CASTELNUOVO VAL DI CECINA (PI)
MONTEVERDI 2	20/10/2020	2	20	MONTEVERDI MARITTIMO (PI)
BAGNORE 4 GRP 1 (EXTRAFLUSSO)	08/10/2020	2	20	SANTA FIORA (GR)
BAGNORE 4 GRP 2 (EXTRAFLUSSO)	08/10/2020	2	20	SANTA FIORA (GR)
BAGNORE 4 GRP 2	01/10/2020	4	20	SANTA FIORA (GR)
BAGNORE 3	09/09/2020	2	20	SANTA FIORA (GR)
NUOVA LAGONI ROSSI	22/07/2020	3	20	POMARANCE (PI)
MONTEVERDI 2	01/07/2020	2	20	MONTEVERDI MARITTIMO (PI)
MONTEVERDI 1	09/06/2020	2	20	MONTEVERDI MARITTIMO (PI)
BAGNORE 4 GRP 1	05/03/2020	4	20	SANTA FIORA (GR)

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

1. Sopralluogo sull'impianto;
2. Campionamento e successiva determinazione analitica, svolta presso il laboratorio di Area Vasta Sud con sede presso il Dipartimento provinciale ARPAT di Siena, 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:

<b>Entrata AMIS</b>	<b>Uscita AMIS</b>	<b>Torre refrigerante</b>	<b>Collettore di centrale</b> <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, troppo permissivi, non risultano essere rappresentativi dell'effettivo impatto emissivo causato da una centrale geotermoelettrica in esercizio.

Per questo motivo la Regione Toscana, sulla base delle migliori tecnologie esistenti, ha previsto l'applicazione di valori limite di emissione totale di stabilimento più restrittivi rispetto alla normativa nazionale; inoltre la RT ha previsto l'applicazione di valori limite di emissione specifici per l'impianto di abbattimento AMIS, limiti non previsti 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 di una centrale geotermoelettrica, migliorando così la qualità dell'emissione. Sono stati altresì definiti valori limite di abbattimento percentuale dell'ammoniaca e dell'acido solfidrico in ingresso centrale; l'impianto di abbattimento dell'ammoniaca (che non è l'AMIS) è installato solo nelle centrali in esercizio sul versante grossetano del Monte Amiata, in località Bagnore (GR).

Al 31/12/2020 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).

Come già riportato nel capitolo "1. Sintesi" di questo report, nel BURT Parte Prima n.7, del 13 febbraio 2019 è stata pubblicata la Legge Regionale n.7 del 05 febbraio 2019, "Disposizioni in materia di geotermia. Modifica alla LR 45/1997". La nuova legge regionale disciplina le modalità di assegnazione delle concessioni di coltivazione delle aree geotermiche e autorizzazione all'esercizio degli impianti geotermici prevedendo, per questi ultimi, valori limite ancor più restrittivi alle emissioni per i parametri SO<sub>2</sub> in uscita AMIS e il mercurio in uscita dalle centrali con carico produttivo di 60MW.

Sono anche adottati limiti più restrittivi riguardo alle ore di disponibilità AMIS e di funzionamento delle centrali, con la finalità di un miglioramento e una attenzione continua nella gestione delle fermate per le manutenzioni programmate.

Inoltre, in un'ottica di economia circolare, la legge disciplina modalità diverse di impiego delle risorse derivanti dall'attività geotermoelettrica (D. Lgs. 22/2010, art 16, comma 4 lett.a) mediante



la facilitazione del riutilizzo del calore non usato per la produzione di energia elettrica e del recupero di CO<sub>2</sub> per fini commerciali.

Nella successiva tabella 3 sono riportate le denominazioni delle centrali controllate nel 2020 con le relative autorizzazioni di riferimento, compresi i valori limite di emissione.

Tabella 3 – Autorizzazioni delle centrali controllate - anno 2020

Denominazione centrale	Autorizzazione	Valori limite di Emissione	
		Uscita AMIS <sup>(1)</sup>	Uscita Centrale
<b>NUOVA LAGONI ROSSI</b>	Autorizzazione unica Dec. RT n.1198 del 26/03/2008	H <sub>2</sub> S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO <sub>2</sub> = 200 g/h	H <sub>2</sub> S = 30 kg/h Hg = 10 g/h
<b>BAGNORE 3</b>	Determinazione dirigenziale della Provincia di GR n. 4124 del 29/12/2014	H <sub>2</sub> S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO <sub>2</sub> = 200 g/h	H <sub>2</sub> S = 30 kg/h Hg = 10 g/h
<b>BAGNORE 4 GRP1 e GRP2</b>	Decreto Regione Toscana n. 570 del 20/02/2014	H <sub>2</sub> S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO <sub>2</sub> = 200 g/h	H <sub>2</sub> S = 30 kg/h Hg = 10 g/h
<b>MONTEVERDI 2</b>	Determinazione della Provincia di Pisa n.3942 del 29/09/2014	H <sub>2</sub> S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO <sub>2</sub> = 200 g/h	H <sub>2</sub> S = 30 kg/h Hg = 10 g/h
<b>MONTEVERDI 1</b>	Determinazione della Provincia di Pisa n.3941 del 29/09/2014	H <sub>2</sub> S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO <sub>2</sub> = 200 g/h	H <sub>2</sub> S = 30 kg/h Hg = 10 g/h
<b>LE PRATA</b>	Determinazione della Provincia di Pisa n.3805 del 18/09/2014	H <sub>2</sub> S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO <sub>2</sub> = 200 g/h	H <sub>2</sub> S = 30 kg/h Hg = 10 g/h
Nota (1): H <sub>2</sub> S 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%.			

### 3.2 - Metodi

Per i controlli è stata applicata la specifica procedura tecnica riportata nel Decreto RT 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.

Il Decreto succitato è stato successivamente modificato dal Decreto RT n. 9721 26/09/2016 riguardo l'entrata in vigore del nuovo metodo per la determinazione del mercurio gassoso alle emissioni delle torri refrigeranti (IGG-ICCOM/CNR-3 (M3).

Per la determinazione dell'acido solfidrico in uscita dalla torre refrigerante, è applicato il metodo validato dal CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), denominato "Procedura di campionamento e analisi per la determinazione dell'idrogeno solforato in uscita dalle torri di raffreddamento delle centrali geotermoelettriche - IGG/CNR-4 (M4)".

### 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 2020 riguardo i due parametri normati, acido solfidrico e mercurio.

Tabella 4 - Valori di emissione dei parametri normati in uscita dalle centrali. Anno 2020

EMISSIONE TOTALE DELLA CENTRALE - PARAMETRI NORMATI (Tab. 4.1 della DGRT n. 344/2010)							
Centrale	Data	H <sub>2</sub> S (mg/Nm <sup>3</sup> )	H <sub>2</sub> S (kg/h)	Hg (mg/Nm <sup>3</sup> )	Hg totale (g/h)	H <sub>2</sub> S - VALORE LIMITE DI EMISSIONE (kg/h)	Hg - VALORE LIMITE DI EMISSIONE (g/h)
MONTEVERDI 2	12/12/2020	2,0 (torre) 29,9 (AMIS)	7,0	0,0001 (torre) 0,3 (AMIS)	1,24	30	10
BAGNORE 4 GRP 2	01/10/2020	1,8 (torre) 29,3 (AMIS)	7,9	0,0002 (torre) 0,03 (AMIS)	1,11	30	10
NUOVA LAGONI ROSSI	22/07/2020	0,2 (torre) 28,4 (AMIS)	0,55	NE (torre) 0,04 (AMIS)	0,07 solo contributo AMIS	30	10
MONTEVERDI 2	01/07/2020	2,0 (torre) 29,9 (AMIS)	7,0	NE	NE	30	10
BAGNORE 4 GRP 1	05/03/2020	1,5 (torre) 30,3 (AMIS)	6,4	0,0002 (torre) 0,01 (AMIS)	1,04	30	10

In giallo Valori Limite di Emissione (VLE)

NE = non eseguito per motivi tecnici

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 2020

EMISSIONI IMPIANTO AMIS - PARAMETRI NORMATI (Tab. 4.1 della DGRT n. 344:2010)										
Centrale	Data	H <sub>2</sub> S (mg/Nm <sup>3</sup> )	H <sub>2</sub> S (kg/h)	Hg (mg/Nm <sup>3</sup> )	Hg (g/h)	SO <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (g/h)	H <sub>2</sub> S VALORE LIMITE D EMISSIONE (kg/h)	Hg VALORE LIMITE DI EMISSIONE (g/h)	SO <sub>2</sub> VALORE LIMITE DI EMISSIONE (g/h)
LE PRATA	12/12/2020	22,5	0,1	0,1	0,4	7,1	26	3	2	200
MONTEVERDI 2	20/10/2020	29,9	0,1	0,3	1,1	28,6	99	3	2	200
BAGNORE 4 GRP 1 (EXTRA FLUSSO)	08/10/2020	28,9	0,3	0,02	0,2	3,4	34	3	2	200
BAGNORE 4 GRP 2 (EXTRA FLUSSO)	08/10/2020	29,6	0,3	0,01	0,1	2,9	29	3	2	200
BAGNORE 4 GRP 2	01/10/2020	29,3	0,2	0,03	0,2	2,9	22	3	2	200
BAGNORE 3	09/09/2020	27,5	0,2	0,1	0,6	4,3	33	3	2	200
NUOVA LAGONI ROSSI	22/07/2020	28,4	0,04	0,04	0,07	11,4	18	3	2	200
MONTEVERDI 2	01/07/2020	29,9	0,1	NE	NE	28,6	101	3	2	200
MONTEVERDI 1	09/06/2020	29,6	0,1	0,1	0,3	11,4	42	3	2	200
BAGNORE 4 GRP 1	05/03/2020	30,3	0,2	0,01	0,08	10,6	78	3	2	200

Note:

In giallo: Valori Limite di Emissione (VLE)

NE: non eseguito per motivi tecnici

Tutti i risultati ottenuti sono compresi entro i Valori Limite di Emissione in uscita AMIS stabiliti negli specifici Atti autorizzativi.

### 3.3.3 - Interconnessione impianti AMIS Bagnore 4 Grp1 e Grp2.

La seguente tabella 6 riporta i risultati del controllo effettuato da ARPAT nel 2020, 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 Bagnore4).

Tale prescrizione prevede che i due impianti AMIS dei rispettivi due gruppi produttivi di Bagnore4 (Grp1 e Grp2), fra loro interconnessi, debbano essere capaci di trattare e quindi rispettare i VLE, oltre al 100% del gas del proprio gruppo, anche una percentuale di un extraflusso pari a non meno del 50% proveniente dall'altro AMIS fermo, per un totale di fluido trattato pari a non meno del 150% sempre nel rispetto dei VLE.

La condizione di configurazione di un AMIS in trattamento di un extraflusso è raggiunta mediante manovre sulle valvole dei gasdotti effettuate dal personale ENELGPI in sala quadri, secondo una procedura seguita e verificata da ARPAT.

Tabella 6 - Uscita AMIS Bagnore 4 Grp1 e Grp2 + Extraflusso - Anno 2020

EMISSIONI AMIS + Extraflusso - PARAMETRI NORMALI – (VLE Tab. 4.1 della DGRT n. 344/2010)							
Centrale	Data	H <sub>2</sub> S (mg/Nm <sup>3</sup> )	H <sub>2</sub> S (kg/h)	Hg (mg/Nm <sup>3</sup> )	Hg (g/h)	SO <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (g/h)
<b>Bagnore 4 AMIS2 150%</b> (extraflusso 50% dall'AMIS1)	08/10/2020	29,6	<b>0,5</b>	0,011	<b>0,2</b>	2,9	<b>45</b>
<b>Bagnore 4 AMIS1 150%</b> (extraflusso 50% dall'AMIS2)	08/10/2020	28,9	<b>0,4</b>	0,017	<b>0,3</b>	3,4	<b>53</b>
<b>Valore Limite di Emissione</b>	-	-	<b>30</b>	-	<b>10</b>	-	<b>200</b>

Note:

In giallo Valori Limite di Emissione (VLE)

In rosa valori che annullano e sostituiscono i risultati riportati nel precedente report.

I risultati ottenuti dimostrano un'elevata capacità da parte dei due AMIS di trattare un extraflusso superiore al 50% per i parametri acido solfidrico e mercurio rispettando così la prescrizione autorizzativa.

### 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 blocco della centrale stessa (la chiusura dei pozzi è un'operazione complessa e pericolosa), per cui è quanto mai importante che il Gestore svolga una corretta conduzione dello stabilimento. Per questo, la Regione Toscana, con la delibera n. 344/2010, ha definito i requisiti minimi di esercizio su base annua che le centrali devono rispettare allo scopo di minimizzare gli sfiori in atmosfera dovuti alle manutenzioni ordinarie e ad eventi accidentali (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> <sup>(1)</sup> 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 più restrittivo in quanto innalzato a un valore ≥ 95% anziché ≥ 90%.

Nella successiva tabella 8 sono riportati i risultati relativi al 2020. I calcoli sono eseguiti da ARPAT utilizzando i dati di processo trasmessi da ENELGPI nei documenti d'impianto.

Tabella 8 – *Requisiti minimi anno 2020*

	<b>Denominazione Centrale</b>	<b>Per le centrali: ore di <i>non funzionamento</i><sup>(1)</sup> x 100/8760 (Requisito minimo &lt; 5%)</b>	<b>Per gli AMIS: ore di funzionamento AMIS x 100/ore di funzionamento c.le (Requisito minimo ≥ 90%)</b>
1	SESTA 1	2,5	92,6
2	FARINELLO	0,0 (zero)	91,5
3	NUOVA GABBRO	1,3	93,4
4	NUOVA LARDERELLO	0,3	93,8
5	VALLE SECOLO 1	0,0 (zero)	91,5
6	VALLE SECOLO 2	0,0 (zero)	93,6
7	NUOVA CASTELNUOVO	4,6	91,9
8	NUOVA MOLINETTO	1,2	92,7
9	NUOVA RADICONDOLI 1	1,8	91,2
10	NUOVA RADICONDOLI 2	1,7	90,7
11	PIANACCE	0,3	99,1
12	RANCIA 1	1,0	92,9
13	RANCIA 2	1,6	91,4
14	TRAVALE 3	0,6	98,9
15	TRAVALE 4	1,2	91,5
16	CHIUSDINO	0,8	92,6
17	NUOVA LAGONI ROSSI	0,7	92,3
18	NUOVA SERRAZZANO	<b>5.0</b>	90,8
19	MONTEVERDI 1	0,6	93,2
20	MONTEVERDI 2	1,4	93,4
21	CARBOLI 1	1,8	93,8
22	CARBOLI 2	0,6	94,2
23	NUOVA LAGO	<b>7.3</b>	93,1
24	NUOVA MONTEROTONDO	1,1	95,6
25	NUOVA SAN MARTINO	4,3	92,9
26	CORNIA 2	0,4	93,2
27	LE PRATA	4,4	93,2
28	NUOVA SASSO	0,6	92,0

	Denominazione Centrale	Per le centrali: ore di <i>non funzionamento</i> <sup>(1)</sup> x 100/8760 (Requisito minimo < 5%)	Per gli AMIS: ore di funzionamento AMIS x 100/ore di funzionamento c.le (Requisito minimo ≥ 90%)
29	SASSO 2	0,7	92,0
30	SELVA 1	0,7	93,3
31	BAGNORE 3	0,3	96,2
32	BAGNORE 4 GR1	0,0 (zero)	98,8
33	BAGNORE 4 GR2	0,2	98,4
34	PIANCASTAGNAIO 3	3,8	96,8
35	PIANCASTAGNAIO 4	0,4	96,9
36	PIANCASTAGNAIO 5	1,9	96,9

I valori sopra riportati sono stati calcolati da ARPAT mediante i dati riportati nel Documento d'impianto di ENELGPI.

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).

Con riferimento ai risultati di cui alla tabella 8, per le due centrali Nuova Lago e Nuova Serrazzano, si evidenzia il superamento del Valore Limite del parametro relativo al requisito minimo “*ore di NON funzionamento centrale (<5%)*”. Valori registrati pari a 5,0% per Nuova Serrazzano e 7,3% per Nuova Lago.

Il superamento del limite deve essere confermato con il valore che sarà registrato nel secondo anno solare successivo (2021).

Per le sole centrali della Provincia di Pisa, la prescrizione è da ritenersi comunque non rispettata quando qualsiasi media triennale nei periodi di fermo AMIS e blocco centrale evidenzia il non rispetto del requisito minimo delle condizioni di esercizio.

### 3.3.5 - CGTE Bagnore 3 e 4 - 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 naturale di ammoniaca (NH<sub>3</sub>). Allo scopo di mitigare l'impatto emissivo di tale sostanza, di fatto triplicato dall'entrata in produzione di Bagnore4, la Regione Toscana ha prescritto a EGPI l'installazione, per le sole centrali presenti in località Bagnore, di un sistema di abbattimento dell'ammoniaca in entrata centrale che abbia un'efficienza di abbattimento non inferiore al 75%. Il principio del trattamento si basa sull'acidificazione delle condense circolanti mediante 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 NH<sub>3</sub> - H<sub>2</sub>S - Bagnore anno 2020 - dati ARPAT*

Centrale	Data	NH <sub>3</sub> entrata centrale (kg/h)	NH <sub>3</sub> uscita centrale (kg/h)	NH <sub>3</sub> abbattimento (%)	NH <sub>3</sub> abbattimento (%) Valore Limite (base annua)	H <sub>2</sub> S entrata centrale (kg/h)	H <sub>2</sub> S uscita centrale (kg/h)	H <sub>2</sub> S emissione centrale (%)	H <sub>2</sub> S emissione centrale (%) Valore limite (base annua)
Bagnore 4 Grp 1	05/03/2020	278,5	0,5	99,8	> 75	142,1	6,7	4,7	< 10
Bagnore 4 GRP 2	01/10/2020	270,3	8,5	96,9		126,4	8,2	6,5	

I risultati ottenuti sono tutti compresi entro i Valori Limite di riferimento (in giallo). 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 ENELGPI.

Nel 2020, per motivi organizzativi, i parametri di cui sopra non sono stati determinati per la centrale Bagnore3. Per questa centrale è stata misurata l'efficienza di abbattimento AMIS (vedi tab 11).

Nella seguente tabella 10 sono riportati i valori determinati da ENELGP con frequenza bimestrale. In grigio le medie dei risultati bimestrali determinati da EGPI, messe a confronto i valori limite.

Tabella 10 - Bagnore 3 e 4 - Emissione acido solfidrico e ammoniacale in uscita centrale (%) - Anno 2020 - Dati ENEL GPI

Centrale	Data/periodo	H <sub>2</sub> S Emissione % rispetto al flusso di massa in ingresso (Valore limite < 10%)	NH <sub>3</sub> Abbattimento % rispetto al flusso di massa in ingresso (Valore limite ≥75)
<b>Bagnore 3</b>	1° bimestre 2020	5,0	96,9
	2° bimestre 2020	- (1)	- (1)
	3° bimestre 2020	- (1)	- (1)
	4° bimestre 2020	3,8	86,1
	5° bimestre 2020	5,9	92,6
	6° bimestre 2020	5,6	88,3
	media	<b>5,1</b> (2)	<b>91</b> (2)

<b>Bagnore 4 Grp 1</b>	1° bimestre 2020	5,5	93,9
	2° bimestre 2020	5,3	95,2
	3° bimestre 2020	- (1)	- (1)
	4° bimestre 2020	5,4	87,4
	5° bimestre 2020	7,8	91,0
	6° bimestre 2020	5,4	94,2
	media	<b>5,9</b> (3)	<b>92</b> (3)

<b>Bagnore 4 Grp 2</b>	1° bimestre 2020	4,2	94,1
	2° bimestre 2020	- (1)	- (1)
	3° bimestre 2020	- (1)	- (1)
	4° bimestre 2020	4,2	85,2
	5° bimestre 2020	5,1	94,8
	6° bimestre 2020	8,7	89,3
	media	<b>5,5</b> (2)	<b>91</b> (2)

Le medie calcolate sui dati disponibili, risultano inferiori ai Valori Limite di cui alle Autorizzazioni.

Note:

(1) campionamenti non eseguiti causa pandemia da Covid19 (comunicazione ENEL GPI del 22/03/2020 prot. ENEL n. 2581)

(2) media sui dati di 4 bimestri

(3) media sui dati di 5 bimestri



### 3.3.6 – Efficienza di abbattimento AMIS. Anno 2020

Nella seguente tabella 11 sono riportati i dati di efficienza di abbattimento del mercurio e dell'acido solfidrico da parte dell'impianto AMIS, rilevati da ARPAT.

Tabella 11 - Efficienza abbattimento AMIS sul compressore - controlli ARPAT anno 2020

Denominazione centrale	Data	Efficienza abbattimento AMIS acido solfidrico (%)	Efficienza abbattimento AMIS mercurio gassoso (%)
BAGNORE4 GRP 1	05/03/202	99,8	99,2
MONTEVERDI 1	09/062020	99,9	69,0
MONTEVERDI 2	01/07/2020	99,9	NE
NUOVA LAGONI ROSSI	22/07/2020	99,4	92,3
BAGNORE 3	09/09/2020	99,9	90,5
BAGNORE4 GRP 2	01/10/2020	99,8	97,6

Note:

NE: non eseguito per motivi tecnici

In giallo valori indicatori di scarsa efficienza di abbattimento

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 per lo più buone efficienze di abbattimento, superiori al 90%. Invece, per la centrale Monteverdi1, si evidenzia, per il mercurio, un valore di abbattimento al compressore pari al 69% dimostrando scarsa efficienza sull'estrattore gas. Si precisa che l'efficienza di abbattimento del mercurio da parte dell'AMIS non è un parametro normato.

### 3.3.7 - Fattori di emissione. Anno 2020

Ai fini di una migliore rappresentazione dell'impatto legato all'attività emissiva si riportano, in tabella 12, i fattori di emissione calcolati come il rapporto dei flussi di massa per gli inquinanti H<sub>2</sub>S, Hg e NH<sub>3</sub>, sul carico medio della centrale (MWe/h) registrato durante l'attività di controllo.

Tabella 12 - Fattori di emissione. Anno 2020

Denominazione centrale	Data	Fattore emissione H <sub>2</sub> S (kg/MWe)	Fattore emissione Hg (g/MWe)	Fattore emissione NH <sub>3</sub> (kg/MWe)
BAGNORE 4 GRP1	05/03/2020	0,3077	0,0500	0,0336
MONTEVERDI 1	09/06/2020	0,0090 (A)	0,0250 (A)	NE
MONTEVERDI 2	01/07/2020	0,6250	NE	0,0267
NUOVA LAGONI ROSSI	22/07/2020	0,0588	NE	0,4385
BAGNORE 3	09/09/2020	0,0104 (A)	0,0296 (A)	NE
BAGNORE 4 GRP2	01/10/2020	0,3932	0,0534	0,4126
BAGNORE 4 GRP1 (EXTRAFLUSSO 150%)	08/10/2020	0,0145 (A)	0,0097 (A)	NE
BAGNORE 4 GRP2 (EXTRAFLUSSO 150%)	08/10/2020	0,0145 (A)	0,0048 (A)	NE
MONTEVERDI 2	20/10/2020	0,6250	0,1107	NE
LE PRATA	17/12/2020	0,0070 (A)	0,0282 (A)	NE

Note:

NE: non eseguito

(A): solo contributo AMIS

### 3.3.8 - Parametri non soggetti al rispetto di valori limite di emissione

Nella seguente tabella 13 sono riportati i risultati dei parametri non normati in uscita centrale.

Tabella 13 – Parametri non normati uscita centrale. Anno 2020

Centrale	Bagnore4 Grp1	Monteverdi 1	Monteverdi 2	Nuova Lagoni Rossi	Bagnore3	Bagnore4 Grp2	Monteverdi 2	Le Prata
<b>Data/parametro</b>	05/03/2020	09/06/2020	01/07/2020	22/07/2020	09/09/2020	01/10/2020	20/10/2020	17/12/2020
<b>Biossido di carbonio</b> mg/Nm <sup>3</sup>	1.283.845,9	900.868,4	1.158.901,0	1.105,7	1.002.010,4	2.448,8	1.158.901,0	840.882,9
<b>Biossido di carbonio</b> kg/h	9.526,7	3.295,4	4.087,7	1.736,2	7.621,3	7.080,5	4.038,0	3.113,7
<b>Monossido di carbonio</b> mg/Nm <sup>3</sup>	765,4	296,8	278,8	0,5	241,3	0,8	278,8	185,2
<b>Monossido di carbonio</b> kg/h	5,7	1,1	1,0	0,8	1,8	2,2	1,0	0,7
<b>Selenio</b> mg/Nm <sup>3</sup>	NE	0,02	-	0,0001	-	-	--	-
<b>Selenio</b> g/h	NE	0,06	-	0,3	-	-	-	-
<b>Antimonio</b> mg/Nm <sup>3</sup>	NE	0,01	-	0,000004	-	-	-	-
<b>Antimonio</b> g/h	NE	0,00002	-	0,2	-	-	-	-
<b>Tallio</b> mg/Nm <sup>3</sup>	NE	Inferiore al limite di quantificazione (<0,1µg/L)	-	Inferiore al limite di quantificazione (<0,1µg/L)	-	-	-	-
<b>Ammoniaca</b> mg/Nm <sup>3</sup>	0,2	-	0,2	1,5	-	1,9	-	-
<b>Ammoniaca</b> kg/h	0,0034	-	0,001	3,7	-	8,5	-	-
<b>Metano</b> mg/Nm <sup>3</sup>	34.229,6	7.434,6	9.370,1	7.577,4	27.365,3	26.394,4	9.370,1	3.121,2
<b>Metano</b> kg/h	254,1	1,1	33,1	11,8	208,1	204,3	32,6	11,6

Note:

ND: Non determinato; LOQ: Limite di quantificazione analitica; (T): uscita torre refrigerante; (A): uscita AMIS

In rosa valori che annullano e sostituiscono i risultati riportati nel precedente report.

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

### 3.3.9 - Determinazione dell'arsenico in uscita dalle centrali. Anno 2020

Nella seguente tabella 14 sono riportati i valori relativi all'arsenico in uscita dalle due centrali controllate, per questo parametro, nel 2020.

Tabella 14 – Arsenico alle emissioni delle centrali. Anno 2020

Centrale	Data	Arsenico (mg/Nm <sup>3</sup> )	Arsenico (g/h)
Nuova Lagoni Rossi	22/07/2020	0,03	0,05
Monteverdi 1	09/06/2020	0,02	0,07

Con riferimento ai dati di tabella 14, per le due centrali monitorate per questa sostanza, si evidenziano valori di As in flusso di massa inferiori a 1g/h.

Si specifica che per l'arsenico non è previsto un Valore Limite di Emissione a cui fare riferimento.

### 3.3.10 - Determinazione del tallio in uscita dalle centrali - Anno 2020

Nel 2020 il tallio è stato determinato alle emissioni delle seguenti due centrali:

Monteverdi1 e Nuova Lagoni Rossi. Nella seguente tabella 15 sono riportati i risultati ottenuti.

Tabella 15 – Tallio alle emissioni delle centrali. Anno 2020

Centrale	Data	Tallio (mg/Nm <sup>3</sup> )	Tallio (g/h)
Monteverdi 1	09/06/2020	Inferiore al limite di quantificazione (<0,1µg/L)	Non determinabile
Nuova Lagoni Rossi	22/07/2020	Inferiore al limite di quantificazione (<01µg/L)	Non determinabile

Entrambe le concentrazioni determinate sono risultate inferiori ai limiti di sensibilità analitica del metodo applicato (< 0,1µg/L).

### 3.3.11 – Blocchi centrale – Bagnore3 e Bagnore4 - Anno 2020

Con riferimento alla DGRT 344/2010, per le due centrali di Bagnore, il n. di blocchi intesi come ore di sfioro, dovuti alle manutenzioni e ai malfunzionamenti, non deve essere superiore al 10% delle ore registrate negli ultimi 10 anni a partire dal 2001 fino all'anno 2011. La media delle ore di fuori servizio sull'arco temporale di 10 anni (2001 – 2011) è pari a 189ore: ciò va a costituire il valore limite su base annua, pari a 18,9ore (10% di 189ore).

Nella sottostante tabella 16 sono riepilogate le ore di sfioro dei singoli gruppi, messe a confronto con il valore limite (18,9).

Tabella 16 – Ore di sfioro Bagnore3 e Bagnore4 -Aggiornamento anno 2020

Prescrizione n. 17.1 - anno	Bagnore3 (% ore di sfioro/anno)	Bagnore4 Grp1 (% ore di sfioro/anno)	Bagnore4 Grp2 (% ore di sfioro/anno)	Valore limite (% ore di sfioro/anno)
2015	13,5	3,7	5,8	18,9
2016	10,2	5,9	0 (zero)	
2017	11,9	8,0	11,5	
2018	3,0	1,2	2,8	
2019	11,7	1,4	2,8	
2020	10,9	NE	1,8	

Dati ENELGPI estratti dai documenti d'impianto

Note:

Non sono conteggiate le emissioni della durata inferiore a 1 ora

NE: non eseguito causa pandemia da Covid19 (comunicazione ENEL GPI del 22/03/2020 prot. ENEL n. 2581)

I dati risultano sono tutti inferiori al Valore Limite di 18,9 h/gruppo/anno.

### 3.3.12 – Emissioni di trascinato liquido (drift) – Bagnore3 e Bagnore4 - Anno 2020

Le due centrali site in Loc. Bagnore (GR), Bagnore3 e Bagnore4, sono dotate di impianti ad alta efficienza di separazione del trascinato liquido in uscita dalle torri refrigeranti (prescrizione n. 10 della DGRT di VIA n. 810/2012). E' stabilito un valore limite di emissione del trascinato liquido pari a 370L/h ( $\pm 10\%$ ).

Nella seguente tabella 17 sono riepilogati i risultati a partire dal 2015.

Tabella 17 – Emissioni trascinato liquido Bagnore3 e Bagnore4 – periodo temporale 2015 - 2020

Anno	Semestre	Data	Bagnore 3 (L/h)	Data	Bagnore 4 Grp1 + Grp2 (L/h)	Valore limite di emissione (L/h)
2015	1° sem	13/02/2015	324	05/02/2015	196	370
	2° sem	06/08/2015	117	14/08/2015	140	
2016	1° sem	04/02/2016	329	12/02/2016	146	
	2° sem	29/07/2016	76	04/08/2016	106	
2017	1° sem	27/01/2017	181	10/02/2017	270	
	2° sem	14/08/2017	82	07/08/2017	140	
2018	1° sem	16/05/2018	103	20/04/2018	125	
	2° sem	19/10/2018	214	12/10/2018	193	
2019	1° sem	05/04/2019	141	23/04/2019	161	
	2° sem	18/10/2019	169	11/10/2019	208	
2020	1° sem	NE	NE	NE	NE	
	2° sem	16/10/2021	0,137	23/10/2020	0,331	

Note:

Le prove sono svolte da EGPI; ARPAT supervisiona le attività di campionamento.

Tutti i valori determinati nell'arco temporale 2015 - 2020, sono risultati conformi al valore limite di 370 L/h.

NE: campionamenti non eseguiti causa pandemia da Covid19 (comunicazione ENEL GPI del 22/03/2020 prot. ENEL n. 2581).

### 3.3.13 – Pozzi produttivi geotermici

Nella tabella 18 sono elencati i pozzi produttivi afferenti alle centrali in cui si sono verificati sfiori nel 2020 (per ogni pozzo sono riportati gli sfiori in atmosfera in tonnellate/anno). I dati sono trasmessi da ENEL GP tramite il documento d’impianto inviato con frequenza quadrimestrale.

Tabella 18 – Sfiori pozzi produttivi anno 2020 (in tonnellate) – Dati ENEL GPI

Denominazione Pozzo produttivo	Fluido sfiorato (t) - Anno 2020	Denominazione Pozzo produttivo	Fluido sfiorato (t) - Anno 2020
CAPANNOLI_2	835	RADICONDOLI_17B	132
COLOMBAIA_2	1022,5	RADICONDOLI_22	238,2
DOLMI_5	79	RADICONDOLI_23	1572
GABBRO_1	20	RADICONDOLI_26D	62,5
GABBRO_9	100	RADICONDOLI_30A	2998
LAGO_128	915	RADICONDOLI_30BIS	3021
LEPRATA_5	1344	RADICONDOLI_34	1552
MONTEROTONDO_2	8720	RADICONDOLI_6	753
MONTIERI_1	3095,9	RADICONDOLI_6BIS	499,5
MONTIERI_1A	1390,2	RADICONDOLI_6BISA	20
MONTIERI_2	643	RADICONDOLI_8D	240
MONTIERI_2A	440	SANLUIGI_4	515
MONTIERI_4	5161	SESTA_2BISA	38,7
MONTIERI_5	548,7	SESTA_2BISB	10
N_112	186	SESTA_6BIS	3610
N_143	180	SESTA_6BISA	815
N_145	5	SESTA_6BISB	16
N_45	1022,5	TRAVALE_SUD_1B	80
N_54	60	TRAVALE_SUD_1C	101,7
PACCIANA_2	60	VALLINO	13080
RADICONDOLI_15	427,5		

Dati di ENEL GPI.

Nel 2020 sono state registrate **55 610 tonnellate** di fluido emesso in atmosfera a seguito di interventi programmati e accidentali nella gestione dei pozzi produttivi geotermici, ovvero un aumento del **30%** rispetto al dato relativo all’anno 2019 (**38 935 tonnellate**).

#### **4 - CONCLUSIONI**

Nel 2020 il Settore Geotermia ha effettuato 10 controlli alle emissioni che hanno interessato 7 centrali, per un totale di 25 punti emissivi campionati.

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).

Nel 2020, per le due centrali Nuova Serrazzano e Nuova Lago, è stato registrato il superamento del requisito minimo di funzionamento AMIS pari, rispettivamente, a 5% per Nuova Serrazzano e a 7% per Nuova Lago. Il superamento non viene confermato nel caso in cui nel secondo anno solare, ovvero nel 2021, il parametro rientri nel valore limite.

La successiva tabella 19 sintetizza i risultati dei controlli effettuati nel 2020 per i tre inquinanti significativi: acido solfidrico (H<sub>2</sub>S), mercurio (Hg) e anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) in uscita dall'impianto AMIS, e acido solfidrico e mercurio in uscita dalla centrale, con riferimento ai limiti emissivi stabiliti dalla 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).

Con riferimento alla tabella 19, 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 19 – Parametri normati. Anno 2020

Denominazione Centrale	Bagnore4 Grp1	Monteverdi 1	Monteverdi 2	Nuova Lagoni Rossi	Bagnore3	Bagnore4 Grp2	Bagnore4 Grp1 AMIS1 150%	Bagnore4 Grp2 AMIS2 150%	Monteverdi 2	Le Prata
Parametro/Data	05/03/2020	09/06/2020	01/07/2020	22/07/2020	09/09/2020	01/10/2020	08/10/2020	08/10/2020	20/10/2020	17/12/2020
Tipologia tiraggio torre refrigerante	Indotto	indotto	indotto	indotto	indotto	indotto	indotto	indotto	indotto	indotto
Potenza nominale (MW)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
H <sub>2</sub> S uscita AMIS (kg/h)	0,2	0,1	0,1	0,04	0,2	0,2	-	-	0,1	0,1
H <sub>2</sub> S uscita AMIS (>150%) (kg/h)	-	-	-	-	-	-	0,3	0,3	-	-
H <sub>2</sub> S uscita centrale (kg/h)	6,4	-	7,0	0,55	-	8,1	-	-	7,0	-
Hg uscita AMIS (g/h)	0,08	0,27	ND	0,07	0,57	0,2	-	-	1,1	0,4
Hg uscita AMIS (>150%) (g/h)	-	-	-	-	-	-	0,2	0,1	-	-
Hg uscita centrale (g/h)	1,04	-	-	-	-	1,11	-	-	1,24	-
SO <sub>2</sub> uscita AMIS (g/h)	78	42	101	18	33	22	-	-	99	26
SO <sub>2</sub> uscita AMIS (>150%) (g/h)	-	-	-	-	-	-	34	29	-	-
NH <sub>3</sub> abbattimento di centrale (%)	99,8	-	-	-	-	96,9	-	-	-	-
H <sub>2</sub> S abbattimento di centrale (%)	95,3 (Emissione=4,7%)	-	-	-	-	93,5 (Emissione=6,5%)	-	-	-	-



Nella seguente tabella 20 sono riportati i valori limite di emissione di cui alla DGRT 344/2010 (allegato A, tabella 4.1).

Tabella 20 - Si riporta la Tabella 4.1 della DGRT 344/2010 "Valori di emissione in flusso di massa"

Descrizione	H <sub>2</sub> S kg/h	Hg g/h	SO <sub>2</sub> 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 a tutti i controlli svolti da ARPAT (tabella 19) dimostra il rispetto dei valori limite di riferimento di cui alla precedente tabella 20 (tabella 4.1 della DGRT 344/10).

Abbattimento NH<sub>3</sub> e H<sub>2</sub>S. Solo per le 3 centrali presenti in loc. Bagnore, gli specifici atti autorizzativi prevedono anche il rispetto dei valori limite di abbattimento dell'ammoniaca (NH<sub>3</sub>) e dell'acido solfidrico (H<sub>2</sub>S) in ingresso centrale.

Nel paragrafo 3.3.5. sono riportati nel dettaglio i risultati ottenuti, tutti compresi nei valori limite autorizzativi.

Interconnessione AMIS. Solo per i due gruppi della centrale Bagnore 4, l'autorizzazione all'esercizio prescrive che entrambi gli AMIS debbano avere la capacità di trattare, in più, anche un extraflusso proveniente dall'altro AMIS fermo, per una quantità pari al  $\geq 50\%$  del gas proveniente dal compressore dell'altro gruppo produttivo.

I risultati sono stati favorevoli: ogni AMIS (Grp 1 e Grp2) ha dimostrato di essere capace di trattare più del 50% del gas proveniente dall'estrattore dell'altro gruppo fermo non inviato al trattamento (paragrafo 3.3.3).



**ARPAT**

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
[www.arpat.toscana.it](http://www.arpat.toscana.it)