



ARPAT
Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

REGIONE
TOSCANA



Monitoraggio delle aree geotermiche toscane Anno 2021

Controllo alle
emissioni delle centrali
geotermoelettriche di
ENEL GPI



Monitoraggio delle aree geotermiche toscane Anno 2021

Controllo alle
emissioni delle centrali
geotermoelettriche di
ENEL GPI

Firenze, 2023

Monitoraggio delle aree geotermiche toscane - Anno 2021

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

Copertina e editing:

Settore Comunicazione, informazione e documentazione

ARPAT, 2023



Indice

1. Prefazione	5
2. Introduzione	6
3 Controllo alle emissioni delle centrali geotermoelettriche ENEL	12
3.1 Normativa di riferimento	13
4. Controlli effettuati nel 2021	15
4.1 Risultati dei controlli	16
4.1.1 Emissione di acido solfidrico e mercurio dalle centrali.....	16
4.1.2 AMIS: flussi di massa di acido solfidrico, mercurio e anidride solforosa ed efficienza di abbattimento inquinanti.....	17
4.1.3 Interconnessione impianto AMIS Bagnore 4 grp1 e grp2.....	19
4.1.4 CGTE Bagnore 3 e Bagnore 4 – Abbattimento di ammoniaca e acido solfidrico in ingresso centrale.....	19
4.1.5 Requisiti minimi di esercizio.....	22
4.1.6 Parametri non soggetti al rispetto dei valori limite di emissione.....	25
5. Blocchi centrale Bagnore 3 e Bagnore 4 grp1 e grp2.....	26
6. Emissione di trascinato liquido (drift) per le CGTE Bagnore 3 e Bagnore 4.....	27
7. Pozzi produttivi geotermici.....	28
8. Conclusioni.....	29

1. Prefazione

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 2021, il contributo dei 36 gruppi geotermoelettrici (compresa la produzione della centrale a biomasse Cornia²), è riuscito a coprire circa il 33% del fabbisogno elettrico regionale. Le aree produttive della Toscana sulle quali 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:

- I. **Area geotermica del Monte Amiata**, caratterizzata da 6 gruppi produttivi in grado di fornire una potenza nominale complessiva di circa 120 MW
- II. **Area geotermica tradizionale**, caratterizzata da 30 gruppi geotermoelettrici produttivi in grado di fornire una potenza nominale complessiva di circa 795 MW

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 proseguita 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 presente relazione riporta i risultati dell'attività di controllo alle emissioni delle centrali geotermoelettriche, svolta dal Settore Geotermia di ARPAT nell'anno 2021. Nel 2021 i controlli si sono svolti da febbraio a novembre e hanno interessato 19 gruppi produttivi: 3 appartenenti all'AGE di Radicondoli, 8 all'AGE di Lago, 4 all'AGE di Larderello e 4 all'AGE di Piancastagnaio (Tabella 3). La maggior parte dei controlli hanno previsto sia il sopralluogo che il campionamento di specifiche sezioni di impianto (collettore vapore, scarico compressore, uscita AMIS e torre di raffreddamento).

I risultati relativi ai controlli anno 2021, 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:

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

Sono inoltre da segnalare le elevate efficienze di abbattimento del mercurio e dell'acido solfidrico da parte degli impianti AMIS: mediamente, nel 2021, per l'acido solfidrico l'abbattimento è superiore al 99% mentre per il mercurio è stato di circa il 91%. La parte introduttiva di questa relazione è dedicata alla presentazione dello sfruttamento delle risorse geotermiche in Toscana, alla normativa di riferimento e al ruolo che ARPAT svolge come ente di controllo delle centrali geotermoelettriche che insistono nel territorio regionale. Vengono poi presentati i risultati relativi ai

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

controlli effettuati nell'anno 2021 dal Settore Geotermia di ARPAT, oltre ai dati forniti da ENEL Green Power Italia (GPI) con relativa analisi e commento.

2. Introduzione

In Toscana la produzione di energia elettrica tramite coltivazione dei fluidi geotermici rappresenta un'importante fonte energetica, contribuendo a coprire il 35% del fabbisogno elettrico regionale. L'energia geotermica viene inoltre sfruttata per il teleriscaldamento di abitazioni e serre, rappresentando uno strumento alternativo per la climatizzazione di edifici pubblici e privati.

Sul nostro territorio sono presenti 36 gruppi geotermoelettrici produttivi (Tabella 1) che nel 2021 hanno contribuito a produrre oltre 5646,9 GWh di energia elettrica. Le aree produttive su cui è svolta l'attività di coltivazione dei fluidi geotermici ad alta entalpia 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 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. Tutte le centrali dell'area geotermica amiatina sono dotate di impianto di abbattimento di mercurio e idrogeno Solforato (AMIS). Per le centrali presenti in località Bagnore (Bagnore 3, Bagnore 4 grp1 e grp2) è inoltre previsto un sistema di abbattimento per l'ammoniaca che è presente in concentrazione elevata nel fluido geotermico che alimenta le centrali del versante grossetano del Monte Amiata.
2. **Area geotermica tradizionale**, caratterizzata da 30 gruppi geotermoelettrici produttivi in grado di fornire una potenza nominale complessiva di circa 795 MW (dato del 2020), 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). Tutte le centrali dell'area geotermica tradizionale sono dotate di impianto AMIS. Nell'area geotermica tradizionale si possono distinguere tre sub-aree:
 - 2.1. **Sub-area Larderello-Castelnuovo Val di Cecina** (Comuni di Pomarance e Castelnuovo Val di Cecina);
 - 2.2. **Sub-area Lago e Val di Cornia** (Comuni di Pomarance, Monterotondo Marittimo e Monteverdi Marittimo);
 - 2.3. **Sub-area Travale-Chiusdino** (Comuni di Montieri, Radicondoli, Chiusdino).

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, il Settore Geotermia, con sede presso il Dipartimento di Grosseto.

Tabella 1 – *Elenco Centrali Geotermoelettriche attive al 31/12/2021*

Area territoriale geotermica	Numero	Denominazione centrale	Comune (PV)	Potenza nominale (MW)	Tipologia tiraggio torri di raffreddamento	Data avviamento (anno)
Larderello	1	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
Radicondoli	1	NUOVA RADICONDOLI 1	Radicondoli (SI)	40	Indotto	2002
	2	NUOVA RADICONDOLI 2	Radicondoli (SI)	20	Indotto	2010
	3	PIANACCE	Radicondoli (SI)	20	Indotto	1987
	4	RANCIA 1	Radicondoli (SI)	20	Indotto	1986
	5	RANCIA 2	Radicondoli (SI)	20	Indotto	1988
	6	TRAVALE 3	Montieri (GR)	20	Indotto	2000
	7	TRAVALE 4	Montieri (GR)	40	Indotto	2002
	8	CHIUSDINO	Chiusdino (SI)	20	Indotto	2010
Lago	1	NUOVA LAGONI ROSSI	Pomarance (PI)	20	Indotto	1981
	2	NUOVA SERRAZZANO	Pomarance (PI)	60	Naturale	2002
	3	MONTEVERDI 1	Monteverdi (PI)	20	Indotto	1997
	4	MONTEVERDI 2	Monteverdi (PI)	20	Indotto	1997
	5	CARBOLI 1	Monterotondo (GR)	20	Indotto	1998
	6	CARBOLI 2	Monterotondo (GR)	20	Indotto	1997
	7	NUOVA LAGO	Monterotondo (GR)	10	Indotto	2002
	8	NUOVA MONTEROTONDO	Monterotondo (GR)	10	Naturale	2002
	9	NUOVA SAN MARTINO	Monterotondo (GR)	40	Indotto	2005
	10	CORNIA 2	Castelnuovo (PI)	20	Indotto	1994
	11	LE PRATA	Castelnuovo (PI)	20	Indotto	1996
	12	NUOVA SASSO	Castelnuovo (PI)	20	Indotto	1996
	13	SASSO 2	Castelnuovo (PI)	20	Naturale	2009
	14	SELVA 1	Castelnuovo (PI)	20	Indotto	1999
Piancastagnaio	1	PIANCASTAGNAIO 3	Piancastagnaio (SI)	20	Indotto	1990
	2	PIANCASTAGNAIO 4	Piancastagnaio (SI)	20	Indotto	1991
	3	PIANCASTAGNAIO 5	Piancastagnaio (SI)	20	Indotto	1991
	4	BAGNORE 3	Santa Fiora (GR)	20	Indotto	1998
	5	BAGNORE 4 grp 1	Santa Fiora (GR)	20	Indotto	2015
	6	BAGNORE 4 grp 2	Santa Fiora (GR))	20	Indotto	2015

Il Settore Geotermia, in linea con gli indirizzi della Regione Toscana, ha il compito di espletare le seguenti attività di controllo e monitoraggio:

- 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.

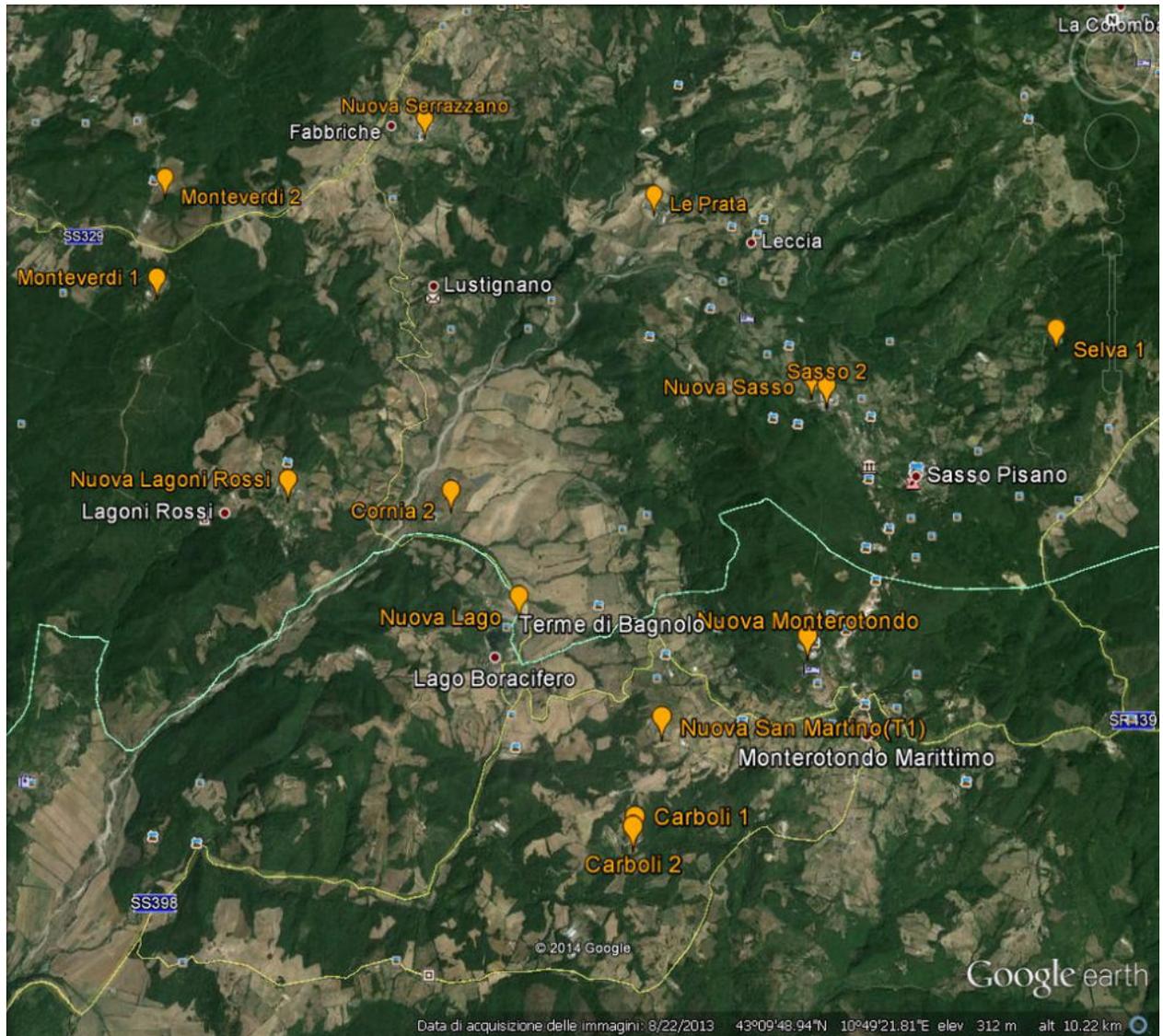
Gli ultimi due punti saranno oggetto di specifiche relazioni tecniche pubblicate nel sito Web di ARPAT.

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

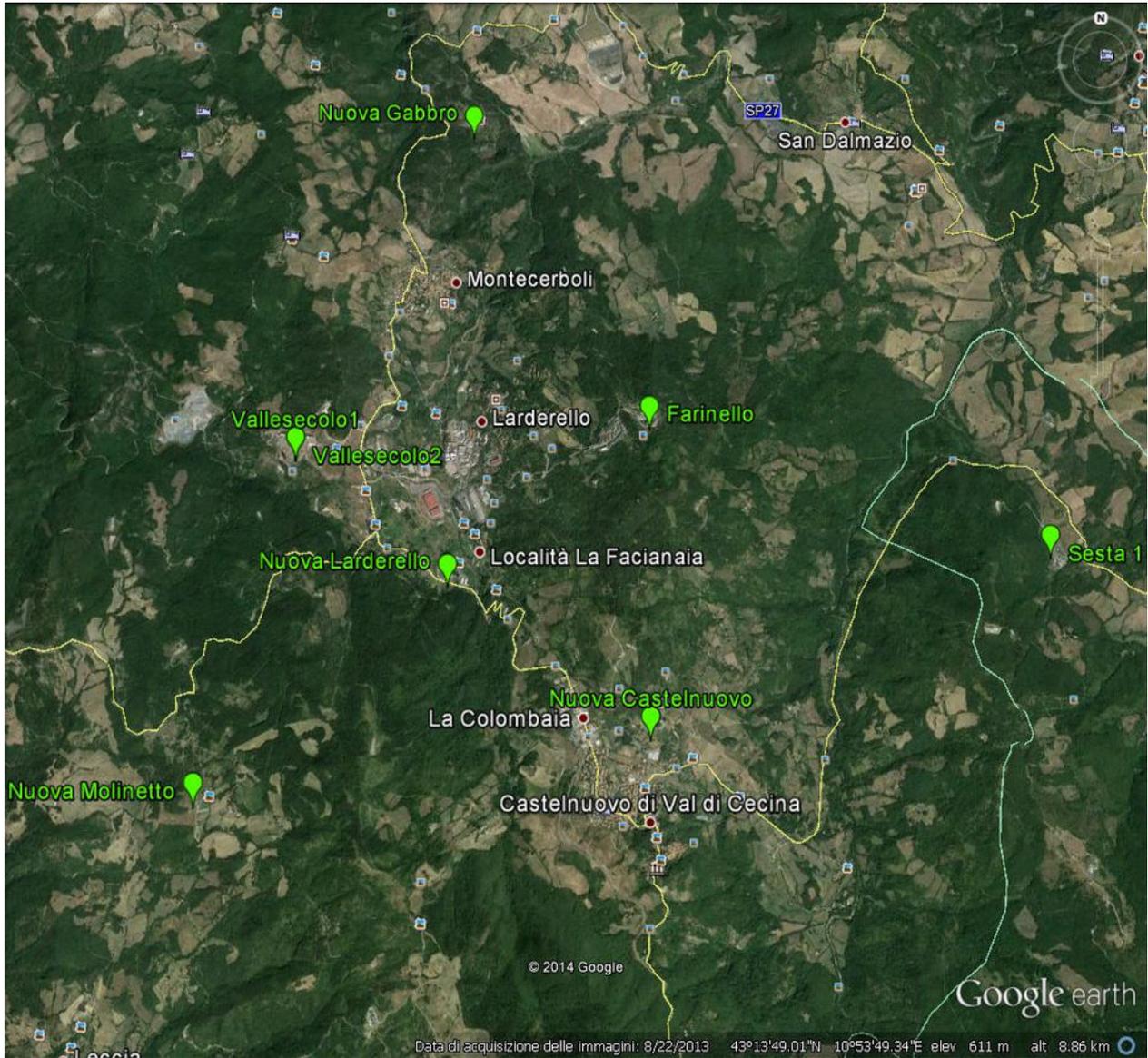
Cartografia 1 - AGE Piancastagnaio (centrali geotermoelettriche in rosso)



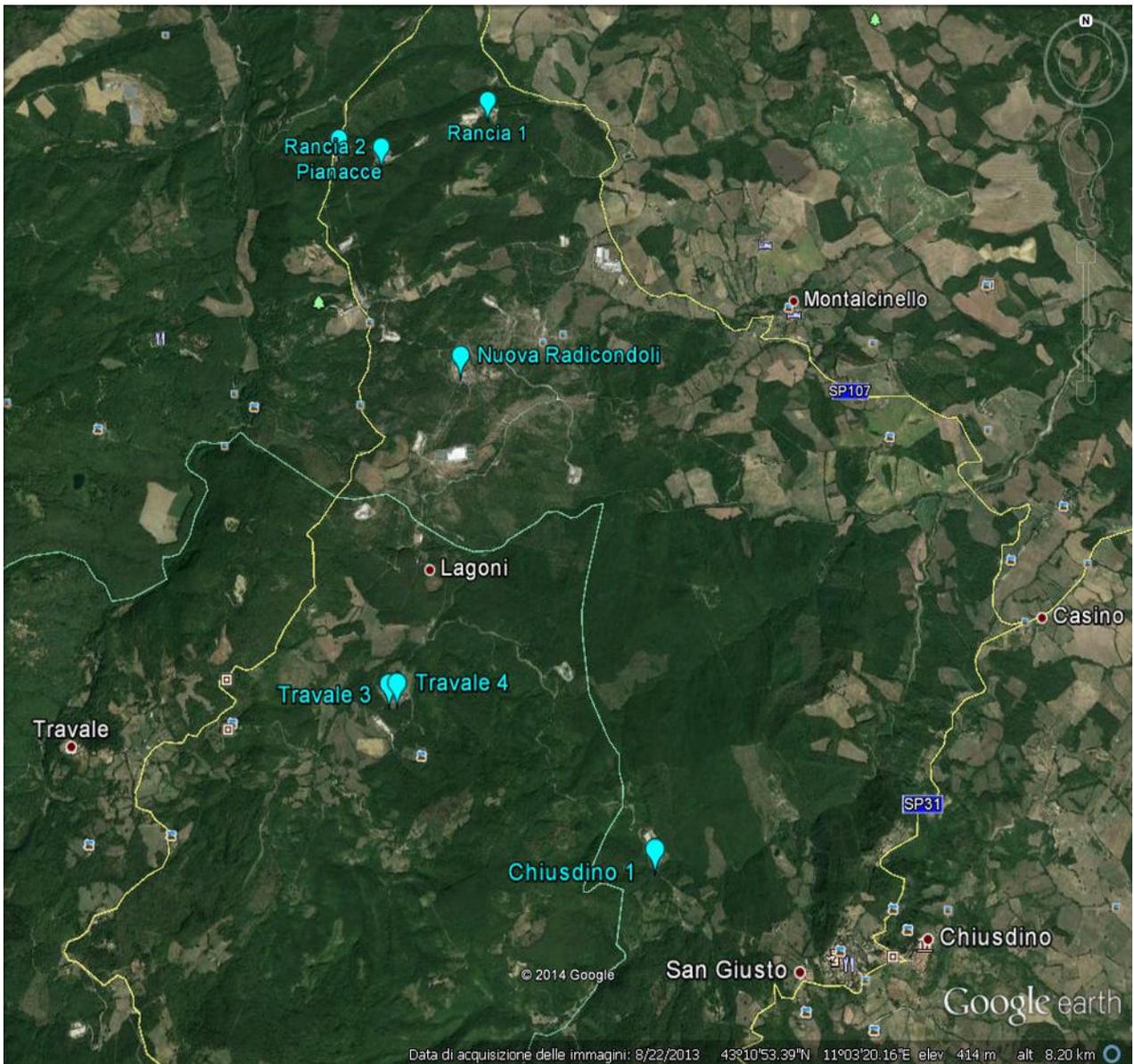
Cartografia 2 - AGE Lago (centrali geotermoelettriche in arancione)



Cartografia 3 - AGE Larderello (centrali geotermoelettriche in verde)



Cartografia 4 - AGE Radicondoli (centrali geotermoelettriche in celeste)



3 Controllo alle emissioni delle centrali geotermoelettriche ENEL

La presente relazione riporta i risultati dell'attività di controllo alle emissioni delle centrali geotermoelettriche svolta dal Settore Geotermia nell'anno 2021, ed è da ritenersi di aggiornamento e integrazione alla relazione dell'anno 2020². Il controllo delle emissioni delle centrali geotermoelettriche ha come finalità principale quella della la verifica del rispetto dei Valori Limite di Emissione – VLE ai sensi della normativa regionale vigente, e come secondaria il compito

di caratterizzare e approfondire le conoscenze relative all'utilizzo della risorsa geotermica da parte delle centrali geotermoelettriche.

I controlli effettuati da ARPAT nell'anno 2021 si possono circostanziare nell'espletamento delle seguenti attività:

1. sopralluogo impianto centrale geotermoelettrica;
2. campionamento delle sezioni di impianto denominate: collettore vapore (solo per le centrali di Bagnore 4 grp.1 e grp.2), impianto di abbattimento mercurio e idrogeno solforato – AMIS (comprensivo di scarico compressore e uscita AMIS) e torre di raffreddamento;
3. campionamento condense circolanti;
4. misurazioni in campo con strumentazione portatile:

Collettore di centrale (solo per le centrali di Bagnore)	Impianto AMIS		Torre refrigerante	Condense di impianto
	Scarico compressore	Uscita AMIS		
Portata massica: fluido. Gas e vapore	Portata massica fluido, pressione fluido temperatura fluido	Portata massica fluido, pressione fluido temperatura fluido, flusso di massa anidride solforosa	Velocità media, temperatura, pressione e portata umida dell'aeriforme	pH, conducibilità, temperatura

5. Determinazione analitica (presso il laboratorio ARPAT - AVS con sede presso il Dipartimento provinciale ARPAT di Siena) dei seguenti parametri di interesse geotermico per le diverse sezioni di impianto:

Collettore di centrale (solo per le centrali di Bagnore)	Entrata AMIS	Uscita AMIS	Torre refrigerante	Condense di impianto
Acido solfidrico, ammoniaca	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

² <https://www.arp.toscana.it/documentazione/report/report-geotermia/monitoraggio-delle-aree-geotermiche-toscane-anno-2020>

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 sopra citato è stato successivamente modificato dal Decreto RT n. 9721 26/09/2016, nel quale viene riportato il nuovo metodo IGG-ICCOM/CNR-3 (M3) per la determinazione del mercurio gassoso alle emissioni per le torri di raffreddamento.

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

3.1 Normativa di riferimento

Per i valori limite alle emissioni in atmosfera il riferimento è il D. Lgs. 152/2006. Tali valori risultano, tuttavia, troppo permissivi per le centrali geotermoelettriche, in quanto non rappresentativi dell'effettivo impatto emissivo causato da una centrale in esercizio.

Per questo motivo, la Regione Toscana (RT) ha previsto l'applicazione di valori limite di emissione totale di stabilimento più restrittivi rispetto alla normativa nazionale; è stata inoltre prevista l'applicazione di valori limite di emissione specifici per l'impianto di abbattimento AMIS (limiti non previsti dalle normative nazionali). L'AMIS permette di abbattere in modo efficace il mercurio e l'acido solfidrico presenti nei gas incondensabili in uscita dal condensatore di una centrale geotermoelettrica, e permette di ridurre le emissioni di questi inquinanti in atmosfera.

Le centrali di Bagnore 3 (CGTE non controllata nel 2021) e Bagnore 4 grp1 e grp2, in esercizio sul versante grossetano del Monte Amiata, in località Bagnore (GR), a causa della peculiare composizione del fluido geotermico trattato sono state dotate anche di sistemi di abbattimento dell'ammoniaca. Per i presenti gruppi produttivi sono stati quindi definiti valori limite di abbattimento percentuale in ingresso centrale sia per l'acido solfidrico che per l'ammoniaca (Prescrizione 19 della Delibera Giunta Regionale 810/2012).

Al 31/12/2020 la maggior parte delle 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 sono invece autorizzate in ambito di Autorizzazione Unica di cui al DM 07/03/1994 (Decreto RT n. 1198 del 26/03/2008). Sul 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”*, che 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 per i parametri SO₂ in uscita AMIS e per il mercurio in uscita dalle centrali con carico produttivo di 60MW.

Tabella 2 – Autorizzazioni delle centrali controllate - anno 2021

Denominazione centrale	Autorizzazione	Valori limite di Emissione	
		Uscita Centrale	Uscita AMIS ⁽¹⁾
Chiusdino	Autorizzazione RT n.3379 del 13/07/09	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h	H ₂ S = 3 kg/h Hg = 2 g/h SO ₂ = 200 g/h
Sasso 2	AUA RT n. 1198 del 2008	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h	
N. Gabbro	Determinazione della Provincia di Pisa n.4160 del 30/08/2014	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h	
N. Serrazzano	AUA “Serrazzano” SUAP n. 338 del 18/01/2017	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h	
N. Monterotondo	AUA “Monterotondo” SUAP n. 324 del 17/04/2015	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h	
PC3	Determinazione SUAP Amiata-Val d’Orcia n.17603 del 19/10/2015	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h	
PC5	Determinazione SUAP Amiata-Val d’Orcia n.17606 del 19/10/2015	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h	
Carboli 1	Determinazione della Provincia di Grosseto n.4125 del 29/12/2014	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h	
Carboli 2	Determinazione della Provincia di Grosseto n.4126 del 29/12/2014	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h	
N. Lagoni Rossi	Autorizzazione unica Dec. RT n.1198 del 26/03/2008	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h	
Vallesecolo 1	Determinazione della Provincia di Pisa n.4015 del 02/10/2014	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h	
Vallesecolo 2		H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h	
Pianacce	Determinazione SUAP Radicondoli n. 2956 del 15/12/2015	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h	
Farinello	Determinazione della Provincia di Grosseto n.4011 del 02/10/2014	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h	
N. S. Martino	Determinazione della Provincia di Grosseto n.4128 del 29/12/2014	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h	
Cornia 2	Determinazione della Provincia di Pisa n.3819 del 19/09/2014	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h	
N. Radicondoli	Determinazione della Provincia di Siena n. 2111 del 21/09/2015	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h	
Bagnore 4 grp. 1	Decreto Regione Toscana n. 570 del 20/02/2014 + Prescrizione n.16 Delibera RT n. 810/2012	H ₂ S = 30 kg/h Hg = 10 g/h	
Bagnore 4 grp. 2		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%.

Sono altresì adottati limiti più restrittivi riguardo alle ore di disponibilità AMIS e di funzionamento delle centrali, con la finalità di un miglioramento e un’attenzione continua nella gestione delle fermate per le manutenzioni programmate. Inoltre, 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 utilizzato per la produzione di energia elettrica

e del recupero di CO₂ per fini commerciali, in un'ottica di economia circolare. In Tabella 3 sono riportate le denominazioni delle centrali controllate nel 2019 con le relative autorizzazioni di riferimento e i valori limite di emissione.

4. Controlli effettuati nel 2021

Tabella 3 – Controlli svolti 2021

Denominazione centrale	AGE	Comune (provincia)	Date controllo	Tipo di controllo	Sezione impianto controllata	Potenza nominale
Chiusdino	Radicondoli	Chiusdino (SI)	09 – 11 Febbraio	Sopralluogo e campionamento	AMIS	20
Sasso 2	Lago	Castelnuovo val di Cecina (PI)	02 Marzo	Sopralluogo e campionamento	Scarico compressore	20
N. Gabbro	Larderello	Pomarance (PI)	03 Marzo	Sopralluogo e campionamento	AMIS	20
N. Serrazzano	Lago	Pomarance (PI)	23 Marzo	Sopralluogo	-	60
N. Monterotondo	Lago	Monterotondo M.mo (GR)	24 Marzo	Sopralluogo e campionamento	AMIS	20
PC3	Piancastagnaio	Piancastagnaio (SI)	14 Aprile	Sopralluogo e campionamento	AMIS	20
PC5	Piancastagnaio	Piancastagnaio (SI)	15 Aprile	Sopralluogo e campionamento	AMIS	20
Carboli 1	Lago	Monterotondo (GR)	04 Maggio	Sopralluogo e campionamento	AMIS (inverso)	20
Carboli 2	Lago	Monterotondo M.mo (GR)	05 Maggio	Sopralluogo e campionamento	AMIS (inverso)	20
N. Lagoni Rossi	Lago	Pomarance (PI)	25 – 27 Maggio	Sopralluogo e campionamento	Controllo completo	20
Vallesecolo 1	Larderello	Pomarance (PI)	15 Giugno	Sopralluogo e campionamento	AMIS	60
Vallesecolo 2	Larderello	Pomarance (PI)	16 Giugno	Sopralluogo e campionamento	AMIS	60
Pianacce	Radicondoli	Radicondoli (SI)	06 – 08 Luglio	Sopralluogo e campionamento	Controllo completo	20
Farinello	Larderello	Pomarance (PI)	27 – 28 Luglio	Sopralluogo e campionamento	AMIS A e AMIS B	60
N. S. Martino	Lago	Monterotondo M.mo (GR)	24 Agosto	Sopralluogo e campionamento	AMIS	40
Cornia 2	Lago	Castelnuovo val di Cecina (PI)	25 Agosto	Sopralluogo e campionamento	AMIS	20
N. Radicondoli	Radicondoli	Radicondoli (SI)	07 – 08 Settembre	Sopralluogo e campionamento	AMIS	40 + 20 (2 gruppi con AMIS in comune)
Bagnore 4 grp. 1	Piancastagnaio	Santa Fiora (GR)	28 – 29 Settembre	Sopralluogo e campionamento	Controllo completo	20
Bagnore 4 grp. 2	Piancastagnaio	Santa Fiora (GR)	19 – 20 Ottobre	Sopralluogo e campionamento	Controllo completo	20
Bagnore 4 grp. 1 e grp. 2 (extraflusso)	Piancastagnaio	Santa Fiora (GR)	21 Ottobre e 09 Novembre	Sopralluogo e campionamento	AMIS in extraflusso	20

Nel 2021, i controlli si sono svolti da febbraio a novembre e hanno interessato 19 gruppi produttivi: 3 appartenenti all'AGE di Radicondoli, 8 all'AGE di Lago, 4 all'AGE di Larderello e 4 all'AGE di Piancastagnaio (Tabella 3).

La maggior parte dei controlli ha previsto sia il sopralluogo che il campionamento di specifiche sezioni di impianto. Per tutte le centrali è stata valutata l'efficienza di abbattimento di mercurio e acido solfidrico dell'AMIS eseguendo campionamenti sia in ingresso (scarico compressore) che in uscita AMIS.

Per le centrali di Pianacce, Nuova Lagoni Rossi, Bagnore 4 grp. 1 e Bagnore 4 grp. 2 sono stati effettuati invece controlli completi: i campionamenti hanno riguardato l'impianto AMIS, la torre refrigerante e, nel caso dei due gruppi produttivi di Bagnore 4 (grp 1 e grp 2), anche il collettore vapore. Durante il sopralluogo alla centrale di Pianacce sono state campionate anche le acque di condensa circolanti. Relativamente ai due gruppi produttivi di Bagnore 4, durante i controlli del 21/10/21 e 09/11/21, è stata valutata l'efficienza di abbattimento AMIS in condizioni di *extraflusso* (paragrafo 6.3).

Per la centrale di N. Serrazzano è stato svolto solo il sopralluogo di impianto per mancanza delle condizioni necessarie a svolgere il campionamento.

4.1 Risultati dei controlli

4.1.1 Emissione di acido solfidrico e mercurio dalle centrali

Come specificato nel capitolo precedente, solo per le centrali di Nuova Lagoni Rossi, Pianacce, 4 grp. 1 e Bagnore 4 grp. 2 sono stati effettuati controlli completi comprendenti il campionamento in uscita AMIS e in torre di raffreddamento per i parametri normati acido solfidrico e mercurio. Nella sottostante Tabella 4 sono riportati, in flusso di massa, i dati 2021 relativi ai parametri menzionati per le 4 centrali sopracitate:

Tabella 4 – Risultati emissivi totali per le centrali di Nuova Lagoni Rossi, Pianacce, Bagnore 4 grp1 e grp2.

EMISSIONE TOTALE DELLA CENTRALE - PARAMETRI NORMATI (Tab. 4.1 della DGRT n. 344/2010)							
Centrale	Data	H ₂ S Uscita AMIS e torre (kg/h)	H ₂ S Emissione centrale (kg/h)	H ₂ S Valore Limite di Emissione (kg/h)	Hg Uscita AMIS e torre (g/h)	Hg Emissione centrale (g/h)	Hg Valore Limite di Emissione (g/h)
Nuova Lagoni Rossi	27/05/2021	0,05 (AMIS) 1,30 (torre)	1,35	30	0,1 (AMIS) 0,6 (torre)	0,7	10
Pianacce	08/07/2021	0,01 (AMIS) 6,30 (torre)	6,31	30	0,2 (AMIS) 0,7 (torre)	0,9	10
Bagnore 4 grp1	29/09/2021	0,23 (AMIS) 3,74 (torre)	3,97	30	0,2 (AMIS) 1,3 (torre)	1,5	10
Bagnore 4 grp2	20/10/2021	0,23 (AMIS) 5,60 (torre)	5,83	30	0,3 (AMIS) 0,9 (torre)	1,3	10

In giallo Valori Limite di Emissione (VLE); NE = non eseguito per motivi tecnici

Tutti i risultati per (espressi come flusso di massa) sono conformi ai Valori Limite di Emissione.

4.1.2 AMIS: flussi di massa di acido solfidrico, mercurio e anidride solforosa ed efficienza di abbattimento inquinanti

Nella seguente Tabella 5 sono riportati i dati relativi al flusso di massa di acido solfidrico, mercurio e anidride solforosa per l'impianto AMIS, nonché i relativi valori di abbattimento percentuale. Come si può osservare, tutti i risultati ottenuti sono compresi entro i Valori Limite di Emissione in uscita AMIS. L'impianto AMIS permette di ridurre in modo significativo la concentrazione di mercurio e acido solfidrico nel gas incondensabile trattato come dimostrato dalle percentuali di abbattimento per questi due inquinanti.

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%. Solo per le centrali di Carboli 1 e Carboli 2 l'efficienza di abbattimento per il mercurio risulta più bassa rispetto agli altri casi.

Per l'acido solfidrico, i dati dimostrano una sistematica ed elevata efficienza di abbattimento, superiore al 99%. Nella maggior parte delle centrali controllate, anche per il mercurio si registrano per lo più buone efficienze di abbattimento, superiori al 90%. Solo per le centrali di Carboli 1 e Carboli 2 l'efficienza di abbattimento per il mercurio risulta più bassa rispetto agli altri casi. I risultati in questione sono condizionati da una bassa concentrazione di mercurio nel fluido in ingresso AMIS, con flussi di massa pari a 0,3 g/h e 0,9 g/h per Carboli 1 e Carboli 2, *rispettivamente*. Inoltre, entrambe le centrali sono dotate di impianto AMIS in configurazione a ciclo "inverso". Contrariamente agli AMIS a ciclo diretto, negli AMIS a ciclo inverso il reattore R2 necessario per l'abbattimento del mercurio è a valle della colonna C2. L'incondensabile in uscita C2 presenta temperature intorno ai 30 °C, notevolmente più basse rispetto alle temperature del gas in entrata AMIS, superiori a 250°C. Le reazioni di abbattimento del mercurio gassoso sono favorite da alte temperature ed è per questo motivo che negli AMIS a ciclo diretto l'efficienza di abbattimento risulta maggiore. Tuttavia, a discapito di una minor capacità di abbattimento, gli AMIS a ciclo inverso richiedono una manutenzione minore e quindi rimangono in funzione per un periodo di tempo maggiore rispetto agli AMIS a ciclo diretto.

Si precisa comunque che l'efficienza di abbattimento del mercurio da parte dell'AMIS non è un parametro normato.

Tabella 5 – Risultati relativi alle portate di acido solfidrico, mercurio e anidride solforosa e valori di abbattimento percentuale di mercurio e acido solfidrico per l'impianto AMIS delle CGTE controllate nel 2021.

Denominazione centrale	Date controllo	Scarico compressore		Uscita AMIS			Efficienza di abbattimento	
		Flusso di massa acido solfidrico (kg/h)	Flusso di massa mercurio (g/h)	Flusso di massa acido solfidrico (kg/h)	Flusso di massa mercurio (g/h)	Flusso di massa anidride solforosa (g/h)	Acido solfidrico (%)	Mercurio (%)
Chiusdino	09 – 11 Febbraio	59,9	2,00	0,70	0,03	5	98,8	98,5
Sasso 2	02 Marzo	-	-	0,10	0,08	28	-	-
N. Gabbro	03 Marzo	86,2	38,7	0,30	0,60	25	99,7	98,5
N. Serrazzano	23 Marzo	-	-	-	-	-	-	-
N. Monterotondo	24 Marzo	7,9	-	0,02	-	3	99,8	-
PC3	14 Aprile	183,3	24,7	0,20	0,40	4	99,9	98,2
PC5	15 Aprile	173,0	7,2	0,20	1,10	4	99,9	85,4
Carboli 1	04 Maggio	18,9	0,30	0,03	0,20	9	99,8	44,9
Carboli 2	05 Maggio	29,4	0,90	0,04	0,30	11	99,9	69,8
N. Lagoni Rossi	25 – 27 Maggio	22,8	1,80	0,04	0,10	7	99,8	97,0
Vallesecolo 1	15 Giugno	89,7	30,7	0,20	0,60	54	99,7	98,1
Vallesecolo 2	16 Giugno	68,3	29,5	0,20	0,96	32	99,7	96,8
Pianacce	06 – 08 Luglio	70,4	2,5	0,01	0,20	15	100	93,3
Farinello	27 – 28 Luglio	244,0	16,0	0,80	0,50	54	99,7	96,9
N. S. Martino	24 Agosto	46,7	1,4	0,09	0,06	73	99,8	95,9
Cornia 2	25 Agosto	29,0	4,4	0,04	0,52	36	99,9	88,1
N. Radicondoli	07 – 08 Settembre	234,3	14,7	0,60	0,15	32	99,8	99,0
Bagnore 4 grp. 1	28 – 29 Settembre	153,2	12,1	0,23	0,21	66	99,8	98,2
Bagnore 4 grp. 2	19 – 20 Ottobre	125,6	20,5	0,23	0,34	40	99,8	98,4

4.1.3 Interconnessione impianto AMIS Bagnore 4 grp1 e grp2

La prescrizione n.16 di cui alla Delibera RT n. 810/2012 (pronuncia di compatibilità ambientale sulla costruzione della centrale Bagnore 4) prevede che gli impianti AMIS di Bagnore 4 grp1 e Bagnore 4 grp 2, fra loro interconnessi, debbano essere capaci di trattare, oltre al 100% del gas del proprio gruppo, anche una percentuale di un extraflusso pari a non meno del 50% proveniente dall'altro AMIS. Secondo tale prescrizione ogni AMIS in condizioni di extraflusso deve essere capace di trattare un totale di fluido pari a non meno del 150% continuando a rispettare i VLE per gli inquinanti incondensabili.

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

In Tabella 6 sono riportati i risultati del controllo effettuato da ARPAT nel 2021, relativo alla verifica del rispetto della prescrizione.

Tabella 5 – *Flusso di massa di acido solfidrico, mercurio e anidride solforosa per l'impianto AMIS di Bagnore 4 grp1 e grp2 in condizione di extraflusso*

Centrale	Data	Flusso di massa acido solfidrico (kg/h)	Flusso di massa mercurio (g/h)	Flusso di massa anidride solforosa (g/h)
Bagnore 4 grp 1 (extraflusso 50% dall'AMIS grp 2)	09/11/2021	0,3	0,6	47
Bagnore 4 grp 2 (extraflusso 50% dall'AMIS grp 1)	21/10/2021	0,4	2,0	66
Valore Limite di Emissione	-	30	10	200

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

4.1.4 CGTE Bagnore 3 e Bagnore 4 – Abbattimento di ammoniaca e acido solfidrico in ingresso centrale

Nel versante grossetano dell'area del Monte Amiata, rispetto alle altre aree la risorsa geotermica è caratterizzata da un'elevata concentrazione naturale di ammoniaca (NH₃). Allo scopo di mitigare l'impatto emissivo di tale sostanza, di fatto triplicato dall'entrata in produzione di Bagnore 4, la Regione Toscana ha prescritto a Enel GPI 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% rispetto all'ammoniaca in ingresso centrale. Il principio di funzionamento si basa sull'acidificazione delle condense circolanti, mediante iniezione di acido

solforico. L'aumento di solubilità che ne consegue riduce sensibilmente lo stripping di ammoniaca con l'aeriforme in uscita dalla torre refrigerante, minimizzandone l'emissione in atmosfera.

In Tabella 6 sono riportati i risultati delle analisi di ARPAT, tutti compresi entro i Valori Limite di riferimento (in giallo).

L'acidificazione delle condense ha un effetto secondario positivo anche sull'acido solfidrico: l'aggiunta di un acido forte, come l'acido solforico, favorisce la ripartizione di H₂S verso la fase gassosa con conseguente aumento della quantità inviata al sistema di abbattimento AMIS. Per l'acido solfidrico è stata prescritta un'efficienza di abbattimento non inferiore al 90% rispetto alla quantità in ingresso centrale (i risultati dei controlli sono mostrati in Tabella 7).

Si precisa che i parametri di cui alle tabelle 6-7 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 GPI.

Tabella 6 – *Abbattimento di centrale NH₃ – Bagnore 4 grp 1 e grp 2 – Anno 2021 – dati ARPAT*

Centrale	Data	NH ₃ entrata centrale (kg/h)	NH ₃ uscita centrale (kg/h)	NH ₃ abbattimento (%)	NH ₃ abbattimento (%) Valore Limite (base annua)
Bagnore 4 grp 1	29/09/21	228,8	0,5	99,8	> 75
Bagnore 4 grp 2	20/10/21	234,6	3,5	98,5	

Tabella 7 – *Emissione di centrale H₂S – Bagnore 4 grp 1 e grp 2 – Anno 2021 – dati ARPAT*

Centrale	Data	H ₂ S entrata centrale (kg/h)	H ₂ S uscita centrale (kg/h)	H ₂ S emissione centrale (%)	H ₂ S emissione centrale (%) Valore limite (base annua)
Bagnore 4 grp 1	29/09/21	69,3	4,0	5,8	< 10
Bagnore 4 grp 2	20/10/21	59,4	5,8	9,8	

Nelle tabelle 8.1 e 8.2 sono invece riportati i valori determinati da ENEL GPI con frequenza bimestrale. In grigio sono evidenziate le medie dei risultati bimestrali determinati da ENEL, messe a confronto con i valori limite. Le medie calcolate sui dati disponibili risultano inferiori ai Valori Limite di cui alle Autorizzazioni.

Tabella 8.1 – Bagnore 3 Emissione acido solfidrico e ammoniacale in uscita centrale (%) - Anno 2020 - Dati ENEL GPI

Centrale	Data/periodo	H ₂ S - Emissione % rispetto al flusso di massa in ingresso (Valore limite < 10%)	NH ₃ - Abbattimento % rispetto al flusso di massa in ingresso (Valore limite ≥75)
Bagnore 3	1° bimestre 2021	4,6	89,3
	2° bimestre 2021	4,6	80,3
	3° bimestre 2021	6,9	81,2
	4° bimestre 2021	5,1	78,6
	5° bimestre 2021	-	-
	6° bimestre 2021	8,2	94,8
	Media	5,9 ⁽¹⁾	84,8 ⁽¹⁾

Tabella 8.2 – Bagnore 4 - Emissione acido solfidrico e ammoniacale in uscita centrale (%) - Anno 2020 - Dati ENEL GPI

Centrale	Data/periodo	H ₂ S - Emissione % rispetto al flusso di massa in ingresso (Valore limite < 10%)	NH ₃ - Abbattimento % rispetto al flusso di massa in ingresso (Valore limite ≥75)
Bagnore 4 grp 1	1° bimestre 2021	4,2	94,8
	2° bimestre 2021	5,4	96,4
	3° bimestre 2021	5,4	96,4
	4° bimestre 2021	5,4	96,4
	5° bimestre 2021	5,4	96,4
	6° bimestre 2021	6,9	93,1
	Media	5,5	95,6

Bagnore 4 grp 2	1° bimestre 2021	3,3	96,1
	2° bimestre 2021	5,2	96,5
	3° bimestre 2021	5,2	96,5
	4° bimestre 2021	5,2	96,5
	5° bimestre 2021	5,2	96,5
	6° bimestre 2021	4,1	94,7
	Media	4,7	96,1

(1) – media sui dati di 5 bimestri

Nel 2021, per motivi organizzativi, i parametri di cui sopra non sono stati determinati per la centrale Bagnore 3.

4.1.5 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 questo motivo, 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 – Tabella 9).

Tabella 9 – *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 più restrittivo, in quanto innalzato a un valore $\geq 95\%$ (anziché superiore o uguale a 90%).

In Tabella 10 sono riportati i risultati relativi ai controlli effettuati nel 2021. I calcoli sono eseguiti da ARPAT utilizzando i dati di processo trasmessi da ENEL GPI nei documenti d'impianto.

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 (Tabella 11).

Tabella 10 – Requisiti minimi anno 2021

	Denominazione Centrale	Per le centrali: ore di non funzionamento(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	Bagnore 3	<1	98
2	Bagnore 4 Gr1	<1	98
3	Bagnore 4 Gr2	<1	97
4	Carboli 1	1	92
5	Carboli 2	<1	92
6	Chiusdino 1	<1	96
7	Cornia 2	<1	92
8	Farinello	1	89
9	Le Prata	<1	91
10	Monteverdi 1	1	92
11	Monteverdi 2	<1	91
12	Nuova Castelnuovo	1	91
13	Nuova Gabbro	1	91
14	Nuova Lago	1	92
15	Nuova Lagoni Rossi	<1	92
16	Nuova Larderello	<1	91
17	Nuova Molinetto	<1	91
18	Nuova Monterotondo	1	93
19	Nuova Radicondoli	1	90
20	Nuova Radicondoli 2	1	88
21	Nuova S.Martino	<1	93
22	Nuova Sasso	<1	92
23	Nuova Serrazzano	1	92
24	Pianacce	1	92
25	Piancastagnaio 3	<1	95
26	Piancastagnaio 4	<1	95
27	Piancastagnaio 5	<1	96
28	Rancia 1	<1	91
29	Rancia 2	1	94
30	sasso 2	1	92
31	Selva 1	<1	93
32	Sesta 1	<1	91
33	Travale 3	<1	90
34	Travale 4	1	91
35	Vallesecolo 1	<1	92
36	Vallesecolo 2	<1	91

Tabella 11 – *Requisiti minimi delle centrali della provincia di Pisa*

	Denominazione Centrale – Provincia di Pisa	Per le centrali (medie 2019-2021): ore di non funzionamento(1) x 100/8760 (Requisito minimo < 5%)	Per gli AMIS (medie 2019-2021): ore di funzionamento AMIS x 100/ ore di funzionamento c.le (Requisito minimo ≥ 90%)
1	Cornia 2	<1	93
2	Farinello	<1	93
3	Le Prata	4	93
4	Monteverdi 1	1	93
5	Monteverdi 2	2	93
6	Nuova Castelnuovo	5	92
7	Nuova Gabbro	2	93
8	Nuova Lagoni Rossi	<1	92
9	Nuova Larderello	<1	93
10	Nuova Molinetto	1	92
11	Nuova Sasso	<1	92
12	Nuova Serrazzano	5	91
13	Sasso 2	2	92
14	Selva 1	1	93
15	Vallesecolo 1	<1	92
16	Vallesecolo 2	<1	93

Con riferimento ai risultati di cui alla tabella 10, solamente per le centrali di Farinello e Nuova Radicondoli 2 si evidenzia il non rispetto del requisito minimo “*ore di NON funzionamento AMIS (> 90%)*” con un valore pari, rispettivamente, a 89% e 88%. Il superamento del limite deve essere confermato con il valore che sarà registrato nel secondo anno solare successivo (2022).

Tutte le altre centrali risultano invece entro i limiti previsti dalla delibera n. 344/2010. In particolare, le centrali di Nuova Lago e Nuova Serrazzano, che non rispettavano il Valore Limite del parametro relativo al requisito minimo “*ore di NON funzionamento centrale (< 5%)*” nell’anno solare 2020, nel 2021 risultano ampiamente entro i suddetti limiti.

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.

In Tabella 11 vengono riportate le medie triennali (triennio 2019-2020) delle centrali della sola provincia di Pisa. Come si evince dai valori riportati in tabella, tutte le centrali rispettano i limiti di fermo AMIS e blocco centrale.

4.1.6 Parametri non soggetti al rispetto dei valori limite di emissione

In Tabella 12 sono riportati i risultati dei principali parametri non normati in uscita centrale.

Tabella 12 – Parametri non normati uscita centrale. Anno 2021

Denominazione centrale	Date controllo	Biossido di carbonio (kg/h)	Monossido di carbonio (kg/h)	Ammoniaca (kg/h)	Metano (kg/h)	Arsenico (kg/h)
Chiusdino	09 – 11 Febbraio	5481,5	0,8	-	79,0	-
Sasso 2	02 Marzo	6127,2	1,3	-	64,1	-
N. Gabbro	03 Marzo	13002,8	1,2	-	78,1	-
N. Serrazzano	23 Marzo	-	-	-	-	-
N. Monterotondo	24 Marzo	440,1	0,1	-	-	-
PC3	14 Aprile	10403,0	1,4	-	222,5	-
PC5	15 Aprile	7732,7	2,5	-	153,9	-
Carboli 1	04 Maggio	728,8	0,2	-	3,5	-
Carboli 2	05 Maggio	1156,3	0,4	-	12,7	-
N. Lagoni Rossi	25 – 27 Maggio	1987,0	0,8	-	15,3	-
Vallesecolo 1	15 Giugno	10576,8	1,4	-	29,2	-
Vallesecolo 2	16 Giugno	6899,6	0,9	-	19,1	-
Pianacce	06 – 08 Luglio	4229,0	0,5	0,3	15,7	0,0003
Farinello	27 – 28 Luglio	13374,8	0,7	-	66,0	-
N. S. Martino	24 Agosto	2220,9	0,2	-	37,2	-
Cornia 2	25 Agosto	1597,1	0,2	-	10,7	-
N. Radicondoli	07 – 08 Settembre	25033,3	0,9	-	194,1	-
Bagnore 4 grp. 1	28 – 29 Settembre	8574,7	3,8	0,5	241,3	-
Bagnore 4 grp. 2	19 – 20 Ottobre	5502,1	1,3	3,5	163,4	-

I risultati ottenuti risultano in linea con i dati registrati negli anni precedenti. Con riferimento ai dati di tabella 14, per le due centrali monitorate per questa sostanza, si evidenziano, per entrambe, valori

di As in flusso di massa inferiori a 1 g/h. Si specifica che per l'arsenico non è previsto un Valore Limite di Emissione a cui fare riferimento.

5. Blocchi centrale Bagnore 3 e Bagnore 4 grp1 e grp2

Con riferimento alla DGRT 344/2010, per le due centrali di Bagnore, il numero di blocchi, intesi come ore di sfioro, dovuti alle manutenzioni e ai malfunzionamenti, non devono essere superiori al valore limite di 18,9 ore di sfioro/anno. Tale valore è stato calcolato dal 10% del valore medio delle ore di sfioro di impianto per la centrale di Bagnore 3 registrate dal 2002 al 2011, pari a 189 ore di sfioro/anno (allegato A delibera R.T. 810 del 2012 pr.ne 17.1). In seguito alla realizzazione dei due gruppi di Bagnore 4, grazie alle interconnessioni dei vapordotti tra i tre gruppi produttivi (Bagnore 3 e Bagnore 4 grp.1 e grp.2), gli sfiori diretti in atmosfera sono diminuiti: grazie alla laminazione dei pozzi attraverso il vapordotto interconnesso, un gruppo produttivo può andare in blocco senza che si verifichi sfioro dal silenziatore di impianto. Per questo motivo, il valore limite deliberato nella fase autorizzatoria è sensibilmente inferiore al valore medio calcolato dagli anni precedenti.

Nella sottostante Tabella 13 sono riepilogate le ore di sfioro dei singoli gruppi, messe a confronto con il valore limite.

Tabella 13 – Ore di sfioro Bagnore 3 e Bagnore 4 – Aggiornamento anno 2021 – Prescrizione 17.1

Anno	Bagnore 3 (ore di sfioro/anno)	Bagnore 4 grp.1 (ore di sfioro/anno)	Bagnore 4 grp.2 (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	
2021	8,1	NE	3,0	

Dati ENELGPI estratti dai documenti d'impianto

Nota. 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 tutti inferiori al Valore Limite di 18,9 ore di sfioro/anno.

6. Emissione di trascinato liquido (drift) per le CGTE Bagnore 3 e Bagnore 4

Le due centrali site in Loc. Bagnore (GR), Bagnore 3 e Bagnore 4, 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 ($\pm 10\%$). In Tabella 14 sono riepilogati i risultati a partire dal 2015.

Tabella 14 – Emissioni trascinato liquido Bagnore 3 e Bagnore 4 – periodo temporale 2015 - 2020

Anno	semestre	Bagnore 3 (L/h)	Bagnore 4 grp1 + grp2 (L/h)	Valore limite di emissione (L/h)
2015	1° sem	324	196	370
	2° sem	117	140	
2016	1° sem	329	146	
	2° sem	76	106	
2017	1° sem	181	270	
	2° sem	82	140	
2018	1° sem	103	125	
	2° sem	214	193	
2019	1° sem	141	161	
	2° sem	169	208	
2020	1° sem	NE	NE	
	2° sem	137	331	
2021	1° sem	127	278	
	2° sem	NE	224	

Nota. 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 370L/h.

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

7. Pozzi produttivi geotermici

In Tabella 15 sono elencati i pozzi produttivi afferenti alle centrali nei quali, nel 2021, si sono verificati sfiori (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 15 – Sfiori pozzi produttivi anno 2020 (in tonnellate) – Dati ENEL GPI

Denominazione Pozzo produttivo	Fluido sfiorato (T) - Anno 2021	Denominazione Pozzo produttivo	Fluido sfiorato (T) - Anno 2021
Acquabona 2	25,0	Radicondoli 17	52861,3
Aia dei serpi	70,0	Radicondoli 17B	132,0
Alloro	25,0	Radicondoli 17C	140,0
Capannoli 2	835,0	Radicondoli 20	96,0
Colombaia 2	1022,5	Radicondoli 22	7597,5
Dolmi 5	80,0	Radicondoli 23	8676,0
Gabbro 1	280,0	Radicondoli 24	8100,0
Gabbro 12	50,0	Radicondoli 26A	215,0
Gabbro 9	210,0	Radicondoli 26d	62,5
Lago 128	15510,0	Radicondoli 30A	3565,7
Le Prata 5	1344,0	Radicondoli 30bis	4816,0
Lr D	7340,0	Radicondoli 34	11371,4
Mancino	20674,2	Radicondoli 34B	721,0
Monterotondo 2	8720,0	Radicondoli 34C	580,0
Montieri 1	3886,2	Radicondoli 6	19458,0
Montieri 1A	1390,2	Radicondoli 6bis	489,7
Montieri 2	5314,0	Radicondoli 6bisA	20,0
Montieri 2A	880,0	Radicondoli 7	24,0
Montieri 2B	385,0	Radicondoli 7bisB	4427,5
Montieri 4	7701,0	Radicondoli 8D	1300,0
Montieri 4A	5650,0	Sanluigi 4	515,0
Montieri 5	963,7	Scarzai 1	3670,0
N 112	136,0	Sesta 2bisA	136,2
N 143	130,0	Sesta 2bisB	25,0
N 145	2,5	Sesta 6bis	4454,0
N 45	1022,5	Sesta 6bisA	1832,0
N 54	60,0	Sesta 6bisB	1090,0
N 65bis	140,0	Sperimentale 2/L1	140,0
Pacciana 2	60,0	Travale 23D	1325,0
Palazzaccio 2	71,0	Travale Sud 1	265,0
Palazzaccio 2A	4114,5	Travale Sud 1B	80,0
Piandelgiglio	0,5	Travale Sud 1C	294,7
Quercenne 3A	1930,0	Vallino	39240,0
Radicondoli 15	427,5		

8. Conclusioni

Nel 2021 i controlli si sono svolti da febbraio a novembre e hanno interessato 19 gruppi produttivi: 3 appartenenti all'AGE di Radicondoli, 8 all'AGE di Lago, 4 all'AGE di Larderello e 4 all'AGE di Piancastagnaio (Tabella 4). La maggior parte dei controlli ha previsto sia il sopralluogo che il campionamento di specifiche sezioni di impianto (collettore vapore, scarico compressore, uscita AMIS e torre di raffreddamento).

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 2021, per le due centrali di Farinello e Nuova Radicondoli 2, si evidenzia il non rispetto del requisito minimo “*ore di NON funzionamento AMIS (> 90%)*” con un valore pari, rispettivamente, a 89% e 88%. Il superamento del limite deve essere confermato con il valore che sarà registrato nel secondo anno solare successivo (2022).

Tutte le altre centrali risultano invece entro i limiti previsti dalla delibera n. 344/2010. In particolare, le centrali di Nuova Lago e Nuova Serrazzano, che non rispettavano il Valore Limite del parametro relativo al requisito minimo “*ore di NON funzionamento centrale (< 5%)*” nell'anno solare 2020, nel 2021 risultano ampiamente entro i suddetti limiti.

In riferimento ai risultati dei controlli effettuati nel 2021 per i tre inquinanti normati, acido solfidrico, mercurio e anidride solforosa, 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 della normativa nazionale (Dlgs-152/2006 - Parte V - allegato 1 - parte IV - sezione 2 - punto 3) di cui alla tabella 5, paragrafo 4.1.2, si evidenzia come per tutte le centrali vengano rispettati i suddetti limiti.

Per le 3 centrali presenti in loc. Bagnore, gli specifici atti autorizzativi prevedono anche il rispetto dei valori limite di abbattimento dell'ammoniaca e dell'acido solfidrico in ingresso centrale. Nel paragrafo 4.1.4 sono riportati nel dettaglio i risultati ottenuti, tutti compresi nei valori limite autorizzativi.

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 presentati nel paragrafo 4.1.3 sono stati favorevoli, dimostrando che ciascun AMIS (grp 1 e grp2) è in grado di trattare più del 50% del gas proveniente dall'estrattore dell'altro gruppo fermo non inviato al trattamento.



ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

ARPAT, via del Ponte alle Mosse, 211 - 50144 Firenze

Tel. 055.32061 - Fax 055.3206324

urp@arpat.toscana.it