

Gli effetti sulla salute della geotermia toscana Né rinnovabile, né sostenibile, ma sorretta da enormi contributi pubblici

Riassunto dei cinque studi epidemiologici coordinati da ARS tra il 2010 e il 2016

PREFAZIONE

Conosco Maurizio Marchi da molti anni, e ne ho sempre apprezzato l'infaticabile impegno per la ricerca e per la condivisione di dati che riguardano la salute pubblica e la tutela dell'ambiente, riconoscendo in lui un rigore ed una passione che sono elementi essenziali per attivare le coscienze.

Per questo motivo, ho accettato con entusiasmo il suo invito a scrivere una breve prefazione al suo ultimo libro.

Ci sono due elementi che penso debbano essere sottolineati in questo volume.

Innanzitutto il tema, la geotermia, che presenta un'ambiguità che il lavoro di Marchi cerca di chiarire. Da un lato, non basandosi sui combustibili fossili o sull'energia nucleare, viene facilmente associata alle così dette "energie pulite". Dall'altro lato, scostando il sipario (come il lavoro di Marchi efficacemente fa), si percepisce immediatamente come l'impatto della geotermia sull'ambiente (e quindi sulla salute umana) sia tutt'altro che neutro.

Il secondo elemento riguarda la reale opportunità di un libro che riassume informazioni che sono di pubblico dominio, essendo risultati di ricerche liberamente fruibili con una opportuna ricerca in rete. Il dubbio sembra legittimo, perché il libro è un supporto che, anche nelle sue versioni più moderne, risente pur sempre di un'inerzia di tempo legata alla raccolta, al commento ed alla pubblicazione dei dati; in questo tempo la ricerca va avanti e si può correre il rischio di pubblicare informazioni già superate. Il mio giudizio è che, al contrario, quest'opera sia estremamente opportuna. In effetti, la ricerca delle fonti può non essere agevole per tutti, così che trovare tutti gli elementi raccolti in una singola pubblicazione può rappresentare un modo per diffondere informazioni su un tema tanto delicato. Inoltre, come spesso accade per le tematiche ambientali, la diffusione di informazioni su temi tanto delicati come il possibile ruolo patogenico delle attività umane procede a rilento, ostacolata da mille vincoli (più o meno forti, più o meno evidenti) che sono secondari agli interessi economici in gioco, alle possibili ricadute occupazionali di eventuali riduzioni nel volume delle attività industriali, alla naturale, comprensibile ed estremamente umana inerzia verso il cambiamento e la riflessione.

Ecco allora che questo libro, che riporta le fonti, compendia i risultati, li integra talora con dei brevi commenti dell'autore, diventa come una preziosa guida da tenere in tasca nel viaggio verso un progressivo aumento della consapevolezza e verso un minore impatto delle attività industriali sul nostro pianeta e, di conseguenza, sulla salute umana.

Claudio Marabotti

Medico Cardiologo ASL Toscana Nord-Ovest

Ricercatore associato Istituto di Fisiologia Clinica CNR di Pisa

Claudio Marabotti, M.D.
Associate Researcher
CNR Institute of Clinical Physiology, Pisa -ITALY
External Faculty Member
2nd degree Master in
Underwater and Hyperbaric Medicine
Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa - ITALY

Indice

Premessa

pag. 3

Dove sono le 35 centrali geotermiche

pag. 4

Le centrali geotermiche, poca potenza, tanto inquinamento, una vetrina di Enel sul mondo pag. 5

La manipolazione e la minimizzazione degli studi epidemiologici

pag. 6

Sintesi ufficiale dello studio epidemiologico del 2010

pag. 8

535 morti in più pag. 29

Ricoveri per causa e per comune

pag. 32

Chi è povero muore prima e si ammala di più

pag. 39

La monocultura geotermica nuoce anche all'economia locale

pag. 41

Seconda fase della ricerca epidemiologica dell'area geotermica toscana

pag. 43

2015 la terza fase della ricerca epidemiologica

pag. 45

Terza fase della ricerca epidemiologica : il diavolo si nasconde nelle pieghe

pag. 47

Gli esempi di Volterra, Casole, Pitigliano e Cecina

pag. 47

Terza fase sull'Amiata: 198 morti in più

pag. 55

Area geotermica totale, 58 decessi in più, il 6%

pag. 60

Respirare acido solfidrico ha un effetto "protettivo"

pag. 64

IN VETTA, analisi su 2.000 amiatini

pag. 67

Le emissioni delle centrali geotermiche secondo la Regione Toscana

pag. 68

Le emissioni delle centrali geotermiche calcolate da Medicina democratica pag.

68

Mercurio dall'area nord, 1489 kg l'anno

pag. 69

Gli effetti del mercurio anche sull'apparato scheletrico

pag. 72

SOS geotermia, ottimo lavoro, ma solo sull'Amiata

pag. 75

Secondo il geologo Borgia, mercurio nel Paglia pag. 78

Volterra, la giunta civica spalanca le porte alla geotermia

pag. 79

Curiosa presa di posizione del Comune di Montecatini VdCecina

pag. 83

APPENDICE

Accordo volontario attuativo tra Regione Toscana ed Enel del 20.4.2009

pag. 84

Delibera Regione Toscana 344 del 22.3.2010

pag. 91

Allegato A alla Delibera 344 (parte)

Premessa

Questo volumetto ha lo scopo di informare attivisti della salute e popolazione sugli effetti sulla salute della geotermia toscana , con un riassunto agile quanto rigoroso per chi non ha né tempo né la possibilità di leggersi le oltre 1500 pagine degli studi epidemiologici coordinati dall'ARS Toscana.

Dobbiamo notare subito che questi studi , e i relativi finanziamenti di ENEL, sono stati sollecitati dalle lotte della popolazione dell'Amiata, che fin dall'inizio – negli anni '60 – ha mal digerito l'intromissione industriale così pesante di ENEL, mentre la popolazione dell'area geotermica tradizionale nord – Larderello Radicondoli – si è piuttosto adagiata, per una sorta di rassegnazione storica all'industrializzazione pesante, risalente ai primi dell'800, intorno alla produzione di derivati del boro, poi alla prima geotermia intorno agli inizi del '900, alle produzioni del cloro-soda nel secondo dopoguerra e al dilagare della geotermia dal medesimo periodo.

Oggi su circa 900 megawatt installati in Toscana di potenza geotermica, circa 110 sono in Amiata (area toscana sud, con circa 70 trivellazioni), mentre circa 790 Mw sono nell'area nord, Larderello Cornia Radicondoli. Questa ultima è una delle aree più geotermizzate del pianeta, con una concentrazione di ben 30 centrali, ed oltre 1.000 perforazioni geotermiche (ultima perforazione conosciuta a Radicondoli nel 2016, ultima centrale costruita a Chiusdino da 20 Mw (SI) inaugurata nel luglio 2011.

Mentre il sottosuolo dell'area nord si sta depotenziando dalla fine degli anni '80 (Arpat, Progetto geotermia) l'area geotermica Amiata è ancora molto potente e quindi particolarmente attenzionata da ENEL e nuove aziende: l'ultima centrale costruita è quella di Bagnore 4 (Comune di Arcidosso) nel 2013, da 40 Mw.

Tutte le centrali geotermiche sono di Enel Greenpower, ma con la liberalizzazione del

settore, introdotta dal Decreto legislativo n. 22 dell'11 febbraio 2010, ci sono circa 50 nuove concessioni di ricerca e sfruttamento, di cui la parte più grossa è prenotata da Enel GP, seguita da Sorgenia e da altre aziende.

Tutte le centrali esistenti ad oggi sono del tipo più inquinante ed insostenibile, cioè "flash": il calore dei fluidi geotermici estratti dal sottosuolo alimentano le caldaie delle centrali, poi vengono gettate in aria. Dal 2000 circa Enel GP ha introdotto sulle centrali dei filtri, cosiddetti AMIS (abbattimento mercurio idrogeno solforato), che accreditati per abbattere la quasi totalità di questi due inquinanti (gli altri, come arsenico, radon, cromo, antimonio, ecc non si tenta neanche di abatterli), in realtà ne abbattono solo una parte.

- Quanto agli enormi contributi pubblici di cui gode la geotermia, riportiamo un recente calcolo del comitato SOS Geotermia, secondo il quale **le centrali dell'Area nord Larderello nel 2016 hanno ottenuto 520 milioni € di incentivi**, mentre il ricavo derivante dalla vendita dell'energia elettrica si aggira su un valore compreso tra **208 / 245 milioni di €**.
- **Mentre l'Area sud Amiata 2016:** nel giro di 4 anni gli incentivi statali sono quasi raddoppiati passando da **46,5 milioni di Euro a 90,4 milioni di €**.
- **Ricavo dalla vendita di EE 50/54 milioni di euro**

Dal 1992 una quota consistente di Enel è stata venduta alla Banca d'affari statunitense Goldman Sachs (Governo Giuliano Amato, Direttore del Tesoro Mario Draghi) ed un'ulteriore quota nel 2015 <http://www.ilsole24ore.com/art/notizie/2015-02-25/enel-tesoro-avvia-privatizzazione-venduto-57per cento-22-miliardi--185616.shtml?uuid=ABXR6a0C>

Dove sono le 35 centrali geotermiche toscane



Le centrali geotermiche, poca potenza, tanto inquinamento, una vetrina di Enel sul mondo

Area territoriale geotermica	Centrale	Potenza nominale (MW)	Comune (Prov.)	Data di avviamento		
Tirridionale (Nord)	Subarea					
	Larderello	Farnello*	60	Pomarance (PI)	28.06.1995	
		Nuova Castelnovo*	14,5	Castelnovo V.C. (PI)	4.07.2000	
		Vallesecolo*	60 (gruppo 1)	Pomarance (PI)	16.07.1991	
			60 (gruppo 2)		23.04.1992	
		Nuova Gabbro*	20	Pomarance (PI)	3.10.2002	
		Nuova Molinetto*	20	Castelnovo V.C. (PI)	21.10.2002	
		Nuova Larderello*	20	Pomarance (PI)	28.10.2005	
		Sesta 1*	20	Radicondoli (SI)	19.04.2002	
		Val di Cornia (o Lago)	Lagori Rossi 3	8	Pomarance (PI)	22.12.1961
			Cornia 2	20	Castelnovo V.C. (PI)	16.02.1994
	Nuova San Martino*		40	Monterotondo M.mo (GR)	18.11.2005	
	Nuova Lago*		10	Monterotondo M.mo (GR)	29.05.2002	
	Nuova Monterotondo*		10	Monterotondo M.mo (GR)	27.08.2002	
	Carboli 1		20	Monterotondo M.mo (GR)	13.05.1998	
	Carboli 2		20	Monterotondo M.mo (GR)	18.12.1997	
	Nuova Sasso		20	Castelnovo V.C. (PI)	6.03.1996	
	Nuova Serrazzano*		60	Pomarance (PI)	5.02.2002	
	Le Prata		20	Castelnovo V.C. (PI)	20.06.1996	
	Monteverdi 1		20	Monteverdi M.mo (PI)	8.07.1997	
	Monteverdi 2		20	Monteverdi M.mo (PI)	27.06.1997	
	Selva 1	20	Castelnovo V.C. (PI)	15.09.1999		
	Radicondoli	Travale 3*	20	Montieri (GR)	14.03.2000	
		Travale 4*	40	Montieri (GR)	9.08.2002	
		Planacce*	20	Radicondoli (SI)	5.08.1987	
		Rancia 1	20	Radicondoli (SI)	17.12.1986	
		Rancia 2	20	Radicondoli (SI)	6.12.1988	
		Nuova Radicondoli*	40	Radicondoli (SI)	5.07.2002	
	Amiata (Sud)	Amiata	Bagnore 3*	20	Santa Fiora (GR)	17.12.1998
			Plancastagnaio 2	8	Plancastagnaio (SI)	1.02.1969
			Plancastagnaio 3*	20	Plancastagnaio (SI)	4.05.1990
			Plancastagnaio 4*	20	Plancastagnaio (SI)	28.11.1991
Plancastagnaio 5*			20	Plancastagnaio (SI)	2.02.1996	

* impianti dotati del dispositivo per l'abbattimento dell'idrogeno solforato e del mercurio (AMIS). / Power plants with device for removing hydrogen sulfide and mercury (AMIS).

Tabella 2.1. Denominazione delle centrali, potenza nominale, comune sede di impianto e data di avviamento (ARPAI, 2009).

Table 2.1. Power plant's name, power rate, power plant municipality and date of start-up (ARPAI, 2009).

La manipolazione e la minimizzazione degli studi epidemiologici

Dal sito ARS

“Prima fase della ricerca epidemiologica dell'area geotermica toscana

Nell'ambito dell'Accordo generale sulla geotermia tra Regione, Enti locali ed ENEL, la Direzione generale delle Politiche territoriali e ambientali della Regione Toscana ha commissionato all'ARS uno studio epidemiologico per la valutazione dello stato di salute della popolazione residente nelle aree geotermiche.

L'ARS ha individuato nella [Fondazione Toscana Gabriele Monasterio](#) del CNR di Pisa il consulente scientifico per la realizzazione del progetto.

Risultati

I risultati dell'indagine condotta nel periodo tra il 2009 ed il 2010, al netto dei limiti propri degli studi epidemiologici descrittivi, evidenziano un quadro epidemiologico nell'area geotermica toscana nel suo complesso non difforme da quello dei comuni

limitrofi non geotermici.

Non mancano, tuttavia, elementi di criticità attinenti ad alcuni livelli di inquinamento ambientale del passato e ad eccessi di mortalità e ricovero emersi per un numero limitato di malattie, più evidenti nei maschi dell'Area geotermica dell'Amiata (Area geotermica Sud) rispetto all'Area geotermica Nord.

Gli indizi emersi dai risultati, fanno pensare che i determinanti delle debolezze riscontrate nel profilo di salute dell'Area geotermica Sud non siano tanto da ricercare nell'esposizione ambientale alle emissioni geotermiche, quanto ad un mix di fattori che includono ipoteticamente aspetti occupazionali, stili di vita individuali, determinanti familiari e genetici, altre esposizioni ambientali ed elementi al momento non noti.

Secondo il principio di precauzione, il rilievo di eccessi di alcune patologie insieme al riscontro di livelli talvolta elevati di alcuni inquinanti nel passato, hanno suggerito di proseguire l'indagine con approfondimenti epidemiologici specifici.

Disegno dello studio

Il disegno dello studio epidemiologico è di tipo descrittivo, basato sull'utilizzo di **dati ambientali** e **sanitari** già esistenti ed analizzati a livello geografico aggregato. Questo metodo produce risultati che consentono di evidenziare criticità e di suggerire ipotesi interpretative, ma non è idoneo per individuare nessi eziologici di tipo causa-effetto tra esposizione ambientale ed esiti sanitari.

Per la **caratterizzazione ambientale** sono state utilizzate principalmente le banche dati di [ARPAT](#), che dagli anni 2000 compie un monitoraggio dell'area geotermica su varie matrici ambientali, con particolare attenzione all'area amiatina. Sul sito di ARPAT sono disponibili i [dati e le relazioni periodiche](#).

Per lo **studio sanitario** sono stati utilizzati i flussi sanitari correnti e le banche dati regionali per la produzione di indicatori su mortalità, ospedalizzazione, eventi sfavorevoli della riproduzione, malformazioni congenite e malattie croniche.

Il [report finale](#) del progetto è stato pubblicato nell'ottobre 2010.

Per approfondire:

- Scarica il [report completo](#) e una sintesi dei risultati
- Consulta i risultati della [Seconda fase della ricerca epidemiologica dell'area geotermica toscana](#)
- Consulta i risultati della [Terza fase della ricerca epidemiologica dell'area geotermica toscana](#)"

In appendice l'Accordo volontario del 2007, finanziato nel 2009, tra Regione Toscana e Enel, per la corresponsione di 250 milioni di euro dilazionati a titolo di compensazione, serviti in piccola parte a pagare gli studi epidemiologici che si riassume.

Prima degli studi che qui si riassumono (2010-2016), pochi e limitati erano stati gli studi epidemiologici sulla salute delle popolazioni geotermiche:
sotto, dalla Sintesi dello studio del 2010

“ STUDI EPIDEMIOLOGICI PRECEDENTI

*La revisione di studi epidemiologici precedenti ha consentito di riportare i risultati dello studio condotto nell’Amiata senese dall’Asl di Siena alla fine degli anni ’90 e completato nel 1999, in collaborazione con l’Istituto Superiore di Sanità, su un campione di 900 soggetti rappresentativi dei residenti adulti dei comuni di Abbadia SS, Piancastagnaio, Castiglion d’Orcia e Radicondoli. **Lo studio aveva evidenziato livelli di mercurio nei liquidi biologici umani (sangue, urina), più elevati tra i residenti di Abbadia SS rispetto a quelli degli altri comuni della zona ed una maggiore presenza di arsenico nelle acque potabili e nel terreno del Comune di Abbadia SS rispetto ai comuni confinanti.** Gli Autori concludevano affermando che, “con ogni probabilità, le differenze riscontrate tra Abbadia SS e gli altri tre comuni non è imputabile all’attività geotermica, ma piuttosto è coerente con la presenza di entrambi i metalli nel territorio naturale del monte Amiata, anche in relazione alle attività estrattive. Infine, lo studio epidemiologico sui tumori condotto nel 2003 dall’Asl di Siena in collaborazione con l’ISPO (allora CSPO) di Firenze, non aveva evidenziato alcun eccesso significativo di aggregazione spaziale di casi di tumore nella popolazione residente nella zona geotermica Sud dell’Amiata. “*

Come si vede, si tende a spostare le responsabilità dall’inquinamento delle centrali Enel a altri fattori (attività estrattive, stili di vita malsani, ecc): questo mantra resterà fino ad oggi , ripetuto ossessivamente, come vedremo più ampiamente.

Qui sotto, l’intera Sintesi dello studio del 2010

1

PROGETTO DI RICERCA EPIDEMIOLOGICA SULLE POPOLAZIONI RESIDENTI NELL'INTERO BACINO GEOTERMICO TOSCANO - "PROGETTO GEOTERMIA" LO STUDIO IN SINTESI

A cura di: Francesco Cipriani

Osservatorio di Epidemiologia – Agenzia regionale di sanità della Toscana

1. PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

Le limitate conoscenze scientifiche sui rapporti tra esposizione a fattori ambientali correlati all’attività geotermica e lo stato di salute della popolazione esposta, hanno motivato la conduzione di una indagine epidemiologica nell’area geotermica toscana basata sull’analisi dei dati ambientali e sanitari disponibili negli archivi regionali. La ricerca ha valutato lo stato di salute della popolazione di queste aree in relazione ai fattori ambientali locali, con particolare riferimento alle attività geotermiche.

I risultati dell’indagine evidenziano uno stato di salute della popolazione residente nelle aree geotermiche coerente con quello generale toscano e

con quello degli abitanti dei comuni limitrofi non geotermici. **Non sussistono rilevanti elementi di preoccupazione per i livelli di salute indagati attraverso i dati di mortalità, ospedalizzazione, indicatori di danno genetico e fetale e della prevalenza di alcune importanti malattie (diabete, malattie respiratorie ostruttive, infarto miocardico). Alcune differenze rilevate, sia di malattie in eccesso che in difetto, sono di dimensioni modeste,** geograficamente confinate, imputabili a fattori individuali di stili di vita (fumo, attività lavorativa, alimentazione e alcol) o a debolezze del metodo statistico, piuttosto che a determinanti ambientali. Poiché l'epidemiologia arriva a misurare gli eventi di malattia quando questi sono già occorsi, il criterio di precauzione per la protezione della salute della popolazione, soprattutto nel sospetto del coinvolgimento di inquinanti ambientali, impone però di considerare come potenzialmente rischiosi tutti i segnali sfavorevoli, anche di scarsa plausibilità, i cui effetti potrebbero evidenziarsi a distanza di anni.

In questo senso è da tenere in considerazione il **modesto eccesso di mortalità**, ma non di ospedalizzazione, riscontrato tra i 43.000 abitanti dei comuni geotermici, anche se limitato ai soli maschi (+ 6%). Nell'intera area geotermica non si rilevano altri significativi eccessi di malattie, se non per alcune non correlabili a fattori ambientali. In generale si tratta di un quadro sanitario in linea con quanto riportato da tempo negli atlanti storici di mortalità, che evidenziano aree geografiche più o meno svantaggiate rispetto ad altre. In Toscana a questi livelli lo sono tradizionalmente le zone montane delle Apuane, la zona lucchese e versiliana, la pisana e la livornese, la Amiata senese e la grossetana.

Sebbene non siano state definite con chiarezza le cause di questa distribuzione, le conoscenze epidemiologiche sui determinanti di salute **orientano decisamente su elementi di disuguaglianza economica e sociale, su stili di vita e condizioni di lavoro poco salutari e, in parte minore, sulle difficoltà di accesso ai servizi sanitari dei residenti in queste aree.**

In tutte le zone geotermiche in studio, comunque, si è assistito nel tempo ad un miglioramento degli indicatori sanitari e sociali, parallelo al trend temporale favorevole dell'intero territorio toscano, ma di entità tale da mantenere un differenziale negativo ancora registrabile ai nostri giorni. In questo senso è da evidenziare che gli eccessi di mortalità ed ospedalizzazione per le poche cause riscontrate nell'area geotermica emergono dal confronto con lo stato di salute dei residenti in ambiti geografici della regione toscana, la quale gode di per sé di un'aspettativa di vita tra le più elevate a livello nazionale ed internazionale, per motivi ad oggi non ancora del tutto compresi. Dunque problemi che si rendono visibili dal confronto con altre zone toscane con bassa mortalità ed incidenza di malattie.

Dello stesso significato sono le criticità sanitarie riscontrate nell'area geotermica amiatina, **con un eccesso significativo di mortalità generale nei soli maschi (+ 13%), che risente della mortalità per malattie respiratorie, per alcuni tipi di tumore, tra cui quello dello**

stomaco, e per malattie infettive.

Quasi nessun problema sanitario emerge, invece, per l'area geotermica pisana, dove peraltro si concentra il maggior volume di attività degli impianti dell'intera area geotermica. Il riscontro di minori problemi sanitari proprio nelle aree dove maggiore è la potenza produttiva degli impianti geotermici, suggerisce un ruolo sui rischi rilevati più importante per i fattori sociali, occupazionali e degli stili di vita rispetto a quelli ambientali eventualmente indotti dall'attività geotermica.

I dati sui livelli di inquinamento ambientale mostrano qualche criticità per l'arsenico nell'acqua, sia nell'area amiatina che in quella pisana, anche se i valori rientrano nei limiti previsti dalla normativa vigente (comprese le deroghe), e che potrebbero essere in relazione ad **alcune malattie, come quelle urinarie, riscontrate con maggior frequenza in alcuni comuni dell'area geotermica.**

3

2. I METODI DELLO STUDIO

L'indagine è stata condotta come un'istruttoria epidemiologica, con l'analisi e l'interpretazione dei dati già disponibili negli archivi ambientali e sanitari regionali e con l'acquisizione dei risultati di indagini e ricerche effettuate nel passato. Come indagine epidemiologica descrittiva può portare alla formulazione di ipotesi da verificare eventualmente con studi analitici dopo aver ristretto il campo ad un numero limitato di indizi. La ricerca si è svolta in tre fasi successive: **la prima** tratta dei risultati delle analisi disponibili sugli inquinanti di aria, acqua e suolo rilevati nell'area geotermica, **la seconda** analizza i dati sanitari della popolazione residente, mentre **la terza** mette in relazione i dati sanitari con quelli ambientali.

Per la parte ambientale sono stati acquisiti i dati delle principali fonti informative toscane, tra cui quelle di ARPAT, dell'Università di Siena, dell'Istituto di Geoscienze e Georisorse del CNR di Pisa, della Società Rimini (ex-società del gruppo ENI), dell'Azienda Servizi Ambientali di Livorno (ASA), dell'Acquedotto del Fiora, dell'Asl di Grosseto e Pisa, oltre che di alcuni studi ad hoc.

La parte sanitaria della ricerca ha valutato lo stato di salute della popolazione residente nell'area geotermica toscana analizzando la distribuzione geografica e temporale della mortalità e della ospedalizzazione per cause specifiche, di alcuni indicatori di salute riproduttiva (malformazioni congenite, basso peso alla nascita, rapporto tra i sessi nei nuovi nati) e della prevalenza di alcune importanti patologie. Nella Tabella 1 sono riassunti i dettagli delle analisi principali effettuate. In una fase di approfondimento successiva è stata studiata anche la distribuzione geografica e temporale della prevalenza di alcune malattie specifiche (diabete, broncopenumopatia cronico-ostruttiva -BPCO, malattie polmonari cronico-ostruttive - MPCO, infarto acuto del miocardio). Tutte le analisi statistiche sono state effettuate a livello di intera area geotermica, delle due sub-aree geotermiche nord e sud e dei 16 comuni.

La mortalità è stata analizzata con i dati del Registro di Mortalità

Regionale della Toscana, per **l'intero periodo disponibile (1980-2006)** facendo riferimento a 60 cause scelte perché segnalate in letteratura come potenzialmente correlate all'inquinamento ambientale o di interesse generale per il profilo di salute della popolazione. Per la mortalità sono stati calcolati: i tassi di mortalità standardizzati per età (TSDM); i trend temporali dei TSDM in quattro periodi (1971-1979, 1980-1989, 1990-1999, 2000-2006), di cui il primo sulla base dei dati di mortalità dell'ISTAT rielaborati dal CNR di Pisa; i rapporti di mortalità standardizzati per età (SMR), con gli attesi calcolati usando sia il tasso di mortalità della popolazione toscana, sia quello dei comuni limitrofi (comuni con la coordinata geografica del municipio compresa in un cerchio con raggio di 50 km centrato sull'area in studio); le stime bayesiane dei rapporti di mortalità (BMR) a livello esclusivamente comunale (comuni con la coordinata geografica del municipio compresa in un cerchio con raggio di 50 km centrato sull'area in studio) solo per l'ultimo periodo (2000-2006); le mappe (disease mapping) dei rischi bayesiani di mortalità comunali (BMR) secondo 5 classi prefissate di rapporto percentuale di rischio (0-75; 76-95; 96-105; 106-125; > 125), rispetto all'area di riferimento locale (50Km); gli addensamenti di comuni anomali per la mortalità (cluster), identificati con tecnica Spatial Scan Statistic di Kulldorff, esclusivamente a livello comunale, con gli attesi calcolati in base alla mortalità dei comuni limitrofi (50km), solo per il periodo più recente (2000-2006).

L'ospedalizzazione è stata calcolata con i dati delle Schede di Dimissione Ospedaliera (SDO) della Regione Toscana dell'intero periodo disponibile (1998-2006), che comprendono anche i ricoveri dei residenti effettuati in Asl di altre regioni, facendo riferimento alla diagnosi principale di ricovero. Sono stati analizzati anche i dati relativi ai ricoverati piuttosto che ai ricoveri, escludendo cioè i ricoveri ripetuti degli stessi soggetti per la stessa causa. Le cause di ospedalizzazione selezionate per l'analisi dei ricoveri sono le stesse della mortalità (60).

Per l'analisi riferita ai ricoverati sono state selezionate 29 cause, scelte perché risultate significativamente in eccesso nell'analisi dei ricoveri, o perché di interesse ai fini di una possibile relazione con caratteristiche ambientali dell'area geotermica, oppure perché correlate ad abitudini e stili di vita. Gli indicatori calcolati sui ricoverati sono stati: il rapporto di ospedalizzazione standardizzato per età (SHR), con gli attesi calcolati sulla base del tasso di ospedalizzazione della popolazione toscana; le stime bayesiane dei rapporti di ospedalizzazione (BHR) a livello esclusivamente comunale (comuni con la coordinata geografica del municipio compresa in un cerchio con raggio di 50 km centrato sull'area in studio) limitatamente all'ultimo periodo (2004-2006); le mappe (disease mapping) dei rischi bayesiani di ospedalizzazione comunali (BHR) secondo 5 classi prefissate di rapporto percentuale di rischio (0-75; 76-95; 96-105; 106-125; >125), rispetto all'area di riferimento locale (50km). La significatività dei tassi di mortalità ed ospedalizzazione è stata calcolata con gli Intervalli di Confidenza al 95% ed al 99%.

La prevalenza di diabete, BPCO, MPCO è stata calcolata utilizzando le

informazioni del database *MaCro* dell'ARS, mentre per quella dell'infarto miocardico acuto sono state utilizzate le informazioni del Registro Regionale dell'Infarto Miocardico Acuto (Tosc-AMI) dell'ARS. Per la prevalenza sono stati calcolati: i tassi di eventi standardizzati per età (TSDE); il trend temporale del TSDE in quattro anni (2003-2006); i rapporti di eventi standardizzati per età (RES), con gli attesi calcolati usando sia il tasso di eventi della popolazione toscana, sia quello dei comuni limitrofi (comuni con la coordinata geografica del municipio compresa in un cerchio con raggio di 50 Km centrato sull'area in studio).

Le malformazioni congenite (MC) sono state analizzate con i dati del Registro Toscano dei Difetti Congeniti (RTDC), relativi a gravidanze di donne residenti nei comuni dell'area in studio, ovunque sia avvenuto il parto o l'interruzione di gravidanza, occorse nel periodo 1992-2006. I denominatori sono rappresentati dai nati residenti nell'area in studio nel periodo 1992-2006.

Le cause di MC sono state selezionate in base a dati di letteratura su possibili correlazioni con l'inquinamento ambientale e in base alla sufficiente numerosità della casistica. Per le MC sono stati calcolati: il rapporto tra casi Osservati e casi Attesi (O/A) di MC, con gli attesi definiti in base al tasso regionale e relativa significatività statistica ($p < 0.05$); le stime bayesiane del rapporto O/A (BMR) a livello esclusivamente comunale (comuni con la coordinata geografica del municipio compresa in un cerchio con raggio di 50 km centrato sull'area in studio); gli addensamenti di comuni anomali per tasso di malformazioni (cluster) identificati con tecnica Spatial Scan Statistic di Kulldorff, analizzati solo a livello comunale, con gli attesi calcolati in base al tasso di MC dei comuni limitrofi (50 km).

Il basso peso ed il rapporto dei maschi alla nascita è stato calcolato sui dati dei Certificati di Assistenza al Parto della Regione Toscana, relativi al periodo 2001-2007, con informazioni sui parti e nati in Toscana, con esclusione di quelli occorsi in presidi ospedalieri di altre regioni. Gli indicatori utilizzati nelle analisi sono stati il basso peso alla nascita (LW: peso < 2.500 grammi), il bassissimo peso alla nascita (VLW: peso < 1.500 grammi) ed il basso peso alla nascita nelle donne con età gestazionale normale, cioè maggiore di 36 settimane (LW36). Per tutti gli indicatori è stato calcolato il rapporto osservati/attesi, con gli attesi definiti in base al tasso regionale.

Per la parte di correlazione tra dati ambientali e sanitari, è stata effettuata una analisi di regressione tra dati sui decessi e sui ricoverati e dati di inquinamento secondo gruppi di comuni con lo stesso indice di pressione ambientale, per valutare se a diverse classi di pressione ambientale corrispondessero eccessi di patologie e verificare inoltre la eventuale presenza di un andamento crescente di decessi e di ricoverati al crescere degli indici ambientali (suolo, acqua, aria). La valutazione della correlazione tra inquinanti ambientali e patologie è stata svolta utilizzando dati a livello comunale aggregati in gruppi simili in termini di concentrazione di metalli, in quanto non erano disponibili informazioni più disaggregate dei dati sanitari e in parte anche delle matrici ambientali (aria). I dati delle matrici ambientali sono stati quindi aggregati a livello

comunale utilizzando come indicatore il livello medio. Così facendo è stato possibile effettuare correlazioni dei dati ambientali con i dati sanitari che al momento sono disponibili solo a livello comunale. Da notare che non tutti i 16 comuni dell'area geotermica per i quali sono state condotte le analisi di mortalità e di morbosità hanno a disposizione anche dati di tipo ambientale. Per aumentare la potenza statistica delle analisi di correlazione geografica si è perciò deciso di utilizzare anche i dati ambientali di altri comuni adiacenti all'area geotermica per i quali fossero disponibili dati sulle tre matrici ambientali. Le correlazioni tra dati ambientali e dati sanitari sono state perciò effettuate su un totale di 21 comuni. I dati sanitari impiegati nell'analisi di correlazione con i dati ambientali, sono quelli più recenti di mortalità del periodo 2000-2006 e dei ricoverati del periodo 2004-2006, così aggregati per consentire il raggiungimento di numerosità di osservazioni sufficienti per analisi statistiche affidabili. Le 15 cause di morbosità e mortalità incluse nell'analisi sono state selezionate dalle 60 originarie, perché risultate in significativo eccesso nello studio precedente di mortalità e dei ricoverati o perché riportate in letteratura in associazione con pressioni ambientali del tipo di quelle presenti nell'area geotermica. In fase di analisi statistica, gli indicatori ambientali sono stati categorizzati in classi, trasformando la variabile da continua a ordinale, con una suddivisione sulla base dei terzili della distribuzione. Per ogni indicatore ambientale sono state formate tre classi, ciascuna con numerosità di 7 comuni: classe 1 a concentrazione bassa; classe 2 a concentrazione media; classe 3 a concentrazione elevata. Le misure di correlazione sono espresse come rischi relativi (RR) ed intervalli di confidenza al 95% (i RR sono statisticamente significativi se l'intervallo di confidenza è superiore al valore 1).

7

Tabella 1. Indicatori calcolati, popolazioni di riferimento utilizzate (Europea, Regione Toscana, entro 50 Km dall'area geotermica) e periodi temporali analizzati per ogni tipo di evento sanitario.

Indicatori	Mortalità						Ospedalizzazione						Prevalenza		Malformazioni congenite			Sasso peso alla nascita	
	Riferimenti		Mappe		Trend		Ricoveri			Ricoverti			TSDE	RES	C/A			C/A	
	50km	50km	50km	50km	50km	50km	50km	SHR	BHR	SHR	BHR	Mappe	50km	50km	50km	50km	50km	50km	
	Regione						Regione						Regione	Regione	Regione			Regione	
Periodi	80-89	80-89			71-79		95-00	95-00		01-03	01-03		03	03		92-06	92-06	92-06	01-07
	90-99	90-99			90-99		01-03	01-03		04-06	04-06		04	04					
	00-06	00-06	00-06	00-06	00-06		04-06	04-06	04-06				05	05					
													06	06					

Note Indicatori

TSDM: Tasso Standardizzato per età di Mortalità

SMR: Rapporto Standardizzato per età di Mortalità

BMR: Indicatori bayesiani sui dati di mortalità

Mappe BMR: Disease mapping degli indicatori bayesiani di mortalità (BMR)

Clust. SMR: Analisi di clustering sui rapporti standardizzati di mortalità (SMR)

Trend TSDM: Analisi trend dei tassi standardizzati per età di mortalità dal 1971 al 2006

TSDH: Tasso Standardizzato per età di Ospedalizzazione (ricoveri)

SHR: Rapporto Standardizzato per età di Ospedalizzazione (ricoveri e ricoverati)

BHR: Indicatori bayesiani sui dati di ospedalizzazione e mappe degli indicatori

Mappe BHR: Disease mapping degli indicatori bayesiani di ospedalizzazione (BHR)

TSDE: Tasso Standardizzato per età di Eventi

RES: Rapporto Standardizzato per età di Eventi

O/A: Rapporto tra Osservati e Attesi dei casi di malformazione

Clust. O/A: Analisi di clustering sui rapporti *O/A* di malformazioni congenite

Note Riferimenti

Europa: popolazione Europea standard usata per il calcolo dei tassi standardizzati per età degli eventi sanitari (mortalità, ospedalizzazione);

Regione: popolazione toscana di riferimento di cui sono utilizzati i tassi specifici per età degli eventi sanitari (decessi, ricoveri, ricoverati, malformazioni, basso peso alla nascita) per calcolare gli attesi;

50Km: popolazione residente nei comuni le cui coordinate geografiche sono comprese entro un raggio di 50Km dall'area geotermica in studio e di cui sono utilizzati i tassi specifici degli eventi sanitari (decessi, ricoveri, malformazioni, basso peso alla nascita) per calcolare gli attesi.

Note Periodi

Accorpamenti di anni di osservazione

Note: Le analisi bayesiane e di clustering sono state eseguite solo a livello comunale.

8

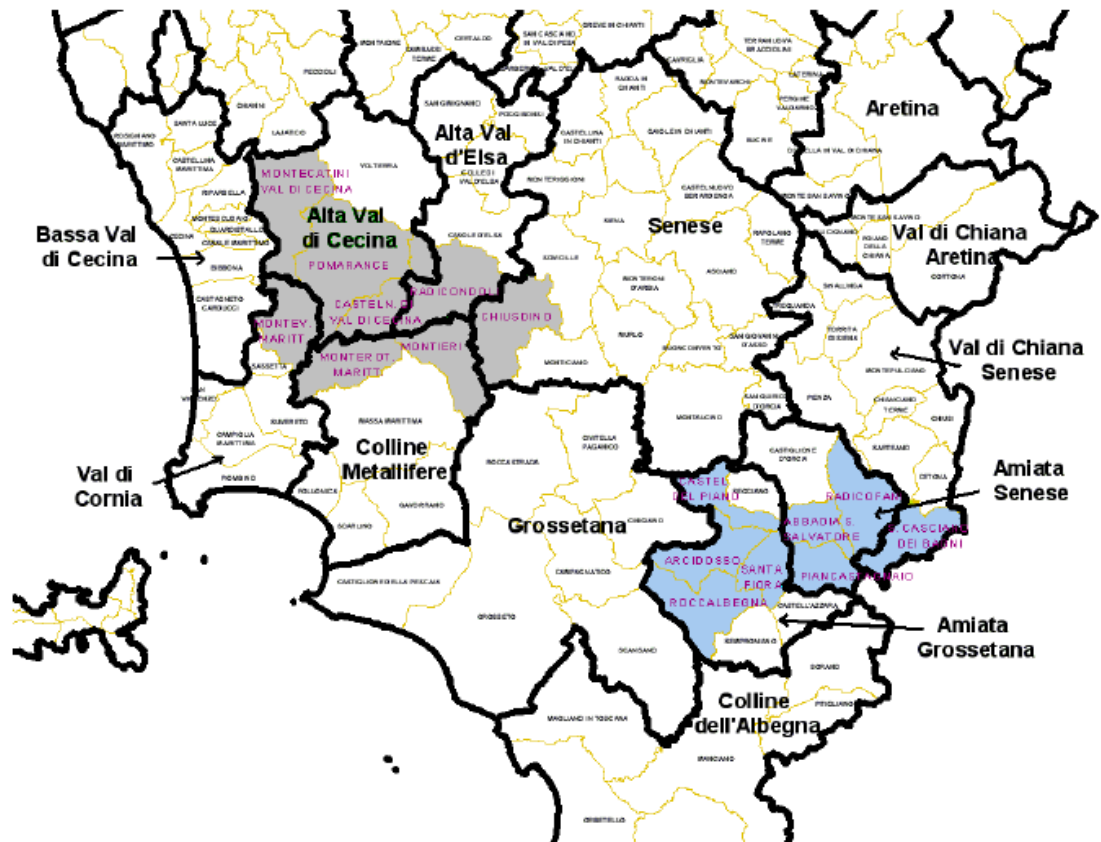
3. I PRINCIPALI RISULTATI DELLO STUDIO

3.1 La popolazione in studio

L'indagine è stata condotta nell'area geotermica toscana, che interessa 16 comuni e 43.400 abitanti (Figura 1). La Tabella 2 mostra l'aggregazione di Comuni per zona e Azienda Usl territoriale di appartenenza. Per l'analisi dei dati sanitari, l'area geotermica è stata classificata in Area Nord e Sud (o Amiatina) in base a criteri geografici. I residenti dell'Area Sud costituiscono il 61,3% del totale dei residenti nell'area geotermica.

Figura 1. Localizzazione geografica dei 16 comuni geotermici oggetto dell'indagine e delle zone socio-sanitarie di competenza

Figura 1. Localizzazione geografica dei 16 comuni geotermici oggetto dell'indagine e delle zone socio-sanitarie di competenza



9

Tabella 2. Popolazione residente al 31/12/2007 nei 16 comuni dell'Area geotermica toscana e aggregazione per Ausl, zona sanitaria, Società della Salute (SdS), Provincia (Prov) e Comune di appartenenza.

Tabella 2. Popolazione residente al 31/12/2007 nei 16 comuni dell'Area geotermica toscana e aggregazione per Ausl, zona sanitaria, Società della Salute (SdS), Provincia (Prov) e Comune di appartenenza.

AREA GEOTERMICA	AUSL	Zona sanitaria	Prov	Comune	Totale residenti	N Impianti geotermia	MW	
NORD	5 - Pisa	Alta Val di Cecina	PI	Castelnuovo di Val di Cecina	2.384	6	114,5	
			PI	Montecatini Val di Cecina	1.908	-	-	
			PI	Pomarance	6.161	6	288	
	6 - Livorno	Val di Comia	PI	Monteverdi Marittimo	760	2	40	
	7 - Siena	Alta Val d'Elsa Senese	SI	Radicondoli	1.019	5	120	
			SI	Chiusdino	2.015	-	-	
	9 - Grosseto	Colline Metallifere	GR	Monterotondo Marittimo	1.305	5	100	
			GR	Montieri	1.247	2	60	
	TOTALE AREA GEOTERMICA NORD					16.799	26	722,5
	SUD	7- Siena	Val di Chiana Senese	SI	San Casciano dei Bagni	1.711	-	-
Amiata Senese				SI	Abbadia San Salvatore	6.709	-	-
				SI	Piancastagnaio	4.140	4	68
				SI	Radicondoli	1.193	-	-
8- Grosseto		Amiata Grossetana	GR	Arcidosso	4.243	-	-	
			GR	Castel del Piano	4.640	-	-	
			GR	Roccalbegna	1.183	-	-	
			GR	Santa Fiora	2.782	1	20	
TOTALE AREA GEOTERMICA SUD					26.601	5	88	
TOTALE AREA GEOTERMICA					43.400	31	810,5	

Negli ultimi 40 anni si è assistito ad una riduzione costante della popolazione nelle due aree geotermiche (- 11.000 abitanti nell'area Nord e - 9.000 abitanti nell'area Sud), stabilizzata dal 2000, ed accompagnata ad un progressivo invecchiamento, sostenuto soprattutto dalla riduzione della natalità. Il fenomeno è più intenso nell'area geotermica sud rispetto a quella nord.

In Toscana sono in funzione 31 centrali geotermoelettriche, con 32 gruppi produttivi di 810,5 MW di potenza complessiva, ripartiti tra "Larderello-Lago" (20 gruppi - 542,5 MWe) e "Radicondoli - Travale" (7 gruppi - 180 MWe) nell'area Nord, e "Monte Amiata" (5 gruppi - 88 MWe) nell'area Sud. L'area Nord comprende la località "Larderello - Lago", che interessa i comuni di Pomarance (PI), Castelnuovo di Val di Cecina (PI), Monteverdi Marittimo (PI) e Monterotondo Marittimo (GR) e la località "Radicondoli - Travale", che comprende i comuni di Radicondoli (SI) e Montieri (GR). L'area Sud comprende la località "Amiata" che interessa i comuni di Santa Fiora (GR) e Piancastagnaio (SI).

10

3.2 Lo studio ambientale

Per quanto riguarda l'acqua, emerge come elemento di criticità il riscontro talvolta di **elevati livelli di arsenico nelle acque della rete di distribuzione degli acquedotti**, tanto che in diverse realtà comunali si

è dovuto far ricorso alla concessione di deroghe ai parametri previsti dal decreto legislativo vigente (D.Lgs. 31/01). Comunque, proprio nel periodo conclusivo dello studio, nella sola area amiatina i nuovi sistemi abbattitori hanno ridotto i livelli di arsenico fino a non rendere più necessari questi provvedimenti, **ancora attivi, invece, in alcuni comuni dell'area geotermica nord.**

Per quanto attiene ai dati sull'aria, le informazioni di ARPAT evidenziano che l'attività geotermica è in grado di modificare la qualità dell'aria, soprattutto per l'acido solfidrico nell'area geotermica nord, e per l'acido solfidrico ed il mercurio nell'area dell'Amiata, prevalentemente quella senese.

Per il mercurio nell'aria, un contributo rilevante è legato anche alle emissioni dagli ex siti metallurgici del cinabro. Sebbene i livelli di mercurio nelle postazioni di monitoraggio rientrino sempre al di sotto dei valori guida raccomandati dall'OMS, le concentrazioni riscontrate nell'aria dell'Amiata senese e perlopiù legate alla centrale di PC2, sono significativamente superiori a quelle delle altre aree geotermiche, che, al contrario, sono assestate sugli stessi livelli riscontrati nelle aree non geotermiche. I livelli di concentrazione di acido solfidrico sono inferiori ai valori di riferimento, con occasionali superamenti del valore guida di tutela sanitaria OMS. Più critici sono i dati di inquinamento olfattivo, che si verifica con il superamento del valore di 7-10 µg/m³ di acido solfidrico, riscontrato con vario grado di intensità in tutte le postazioni di monitoraggio, anche in aree dove non sono presenti impianti geotermici. In alcune aree con insediamenti produttivi geotermici, la frequenza, la persistenza e l'intensità dei cattivi odori sono tali da comportare condizioni di **qualità dell'aria decisamente scadente.**

L'attività di misurazione del radon nelle abitazioni e nei luoghi di lavoro in corso a cura di ARPAT **fornirà** un utile approfondimento rispetto ai dati parziali degli anni '90, che evidenziavano valori di radon più elevati nell'area amiatina rispetto a quella nord.

11

3.3 Lo studio sanitario

Le Tabelle 3 e 4 riportano la sintesi dei principali risultati dell'analisi di mortalità e di ospedalizzazione.

3.3.1. AREA GEOTERMICA TOTALE

L'analisi della mortalità standardizzata per età, che elimina dai confronti tra popolazioni le interferenze dovute alla diversa composizione per età, a livello di Area geotermica totale, dove risiedono circa 43.000 soggetti, nel periodo più recente 2000-2006, che accorpa sette anni per aumentare l'affidabilità delle analisi statistiche, in confronto con la mortalità dei residenti nei comuni limitrofi (entro 50 Km) mostra che:

- tra i residenti nel complesso dei 16 comuni geotermici, si riscontra un modesto eccesso di mortalità per tutte le cause nei maschi (+ 6%, equivalenti a circa 18 decessi in più rispetto ai circa 311 decessi all'anno attesi), ma non nelle femmine che, al contrario mostrano una tendenza ad un minor rischio (- 3%), seppure non significativo. L'eccesso di mortalità limitato al genere maschile induce

ad ipotizzare un ruolo più rilevante dei fattori di rischio individuali (lavoro svolto nel passato, stili di vita), rispetto a quelli ambientali;

- i tassi di mortalità generale sono in costante diminuzione dal 1971 al 2006, sia nei maschi che nelle femmine, in maniera del tutto sovrapponibile all'andamento decrescente regionale, suggerendo un'omogeneità tra fattori di rischio locali e quelli generali presenti nella regione;

- considerando le singole cause di morte, tra i maschi, ma non tra le femmine, **si evidenzia un eccesso di mortalità per malattie dell'apparato respiratorio (+ 25%, pari a circa 6 decessi in più ogni anno rispetto ai circa 25 attesi per questa causa)**, in particolare per la pneumoconiosi (51 osservati in sette anni rispetto a 18 attesi), sebbene in notevole decremento negli ultimi anni, analogamente all'andamento regionale. Il dato limitato al genere maschile, l'andamento decrescente nel tempo, e la componente principale sostenuta dalla pneumoconiosi, malattia di origine professionale con lunga latenza, fa ipotizzare un maggior ruolo causale delle esposizioni occupazionali del passato e del fumo di tabacco, piuttosto che di esposizioni a fattori ambientali;

- tra i maschi, ma non tra le femmine, altre singole cause in eccesso sono le malattie infettive e, tra queste, **la tubercolosi (8 casi osservati di Tbc in sette anni rispetto ai 2 attesi)**. Questa è con ogni probabilità legata all'eccesso di pneumoconiosi, malattia professionale che notoriamente predispone e si accompagna alla tubercolosi. L'eccesso di mortalità delle due condizioni è pertanto espressione degli stessi fattori di rischio.

Condizioni igieniche e sociali (affollamento abitativo, stato nutrizionale, condizioni di lavoro usuranti, difficoltà di accesso a servizi sanitari), possono essere ulteriori fattori determinanti l'eccesso di mortalità per tubercolosi;

- **nelle femmine, ma non nei maschi, rispetto ai comuni limitrofi, si rileva un eccesso solo per la mortalità per cirrosi epatica (+ 40%).**

Alle nostre latitudini, tra i fattori di rischio noti di questa patologia si riconoscono solo l'epatite B e C ed il consumo eccessivo di alcol, che però è più frequente tra i maschi. Ad oggi non disponiamo di informazioni attendibili sulla diffusione dell'infezione da virus epatici nei singoli distretti territoriali toscani. La cirrosi epatica è in decremento nei maschi sia nell'area geotermica che in regione, mentre nelle femmine è stabile nell'area geotermica ed in diminuzione in regione, cosa che potrebbe far ipotizzare la persistenza nell'area geotermica dei fattori di rischio;

- in entrambi i generi non si rilevano eccessi di mortalità per tumori né per malattie del sistema circolatorio, condizioni che insieme normalmente rappresentano oltre i due terzi di tutte le cause di morte. Peraltro, la mortalità per tumori nell'area geotermica è in calo fin dagli anni '70 ed in modo del tutto sovrapponibile al trend toscano, così come in evidente diminuzione nello stesso periodo nell'area geotermica ed in tutta la regione è la mortalità per malattie cardiovascolari;

- nelle femmine, ma non nei maschi, si evidenzia una minore frequenza di mortalità per malattie dell'apparato circolatorio nell'area geotermica (-

6%, ovvero 70 decessi meno dell'atteso in sette anni), tra cui in particolare per malattie ischemiche cardiache. Peraltro la mortalità cardiovascolare è nell'area geotermica in significativa riduzione nel corso del tempo, analogamente al dato regionale.

In sintesi, la mortalità generale è in eccesso solo nei maschi, mentre tra le singole cause si rilevano eccessi per quelle infettive e respiratorie nei maschi e per la cirrosi epatica nelle femmine. Tra queste sono invece inferiori all'atteso i decessi per malattie cardiocircolatorie.

Passando a considerare i **tassi di ospedalizzazione** (ricoverati) standardizzati per età, che consentono di valutare l'occorrenza di malattie di minor gravità rispetto a quelle che si rilevano nelle statistiche di mortalità, per il periodo più recente 2004-2006, accorpando un triennio per aumentare l'affidabilità delle analisi statistiche, nei residenti dell'area geotermica totale, si rileva che:

- non sono evidenti eccessi di ricoverati per il totale delle cause nel loro complesso, sia nei maschi che nelle femmine, rispetto a quanto si rileva nell'intera regione;

- sia nei maschi che nelle femmine, non sono evidenti eccessi di ricovero né per malattie tumorali nel loro complesso, né per malattie cardiovascolari, che sono le due principali cause di malattia nella popolazione generale;

- **tra le singole sedi tumorali, eccessi di ricoverati nel triennio si rilevano solo per il tumore dello stomaco in entrambi i generi (Maschi: 49 osservati in tre anni, rispetto ai 34 attesi, SHR = 146; Femmine: 42 osservati, 23 attesi, SHR = 185), e nelle sole femmine per leucemie (19 osservati, 11 attesi, SHR = 167) e, tra queste, per leucemie linfatiche (15 osservati, 5 attesi, SHR = 313).**

E' noto che la Toscana è regione ad alto rischio per il tumore dello stomaco, con zone particolarmente critiche nell'Appennino tosco-emiliano, e più in generale nelle comunità montane della regione. Le cause del tumore dello stomaco sono da ricercarsi soprattutto in un'alimentazione del passato povera, poco variata, a base di alimenti conservati, carente per frutta e verdura fresca, insieme ad una predisposizione genetica e ad un'elevata esposizione a *Helicobacter pylori*, batterio ubiquitario e scarsamente patogeno. Tra le esposizioni ambientali, sono segnalate solo alcune in ambito strettamente occupazionale (lavoratori esposti a polveri minerali, di metalli, in miniere). Non sono ad oggi noti i fattori di rischio dell'insorgenza delle leucemie, gruppo molto eterogeneo di forme tumorali dell'apparato addetto alla produzione delle cellule del sangue. Tra i fattori di rischio delle leucemie più accreditati ci sono le radiazioni ionizzanti, le esposizioni professionali a benzene, pesticidi, solventi, ed anche le attività in miniere. Più incerto il ruolo delle esposizioni ambientali di volta in volta ipotizzate. **Comunque, il rilievo di eccessi di leucemie e linfomi è sempre valutato con attenzione negli studi sui rapporti tra inquinamento ambientale e salute della popolazione generale;**

- il rilievo di livelli di ospedalizzazione inferiori all'atteso per tumori broncopolmonari nelle femmine (13 osservati, 24 attesi) e tumori della vescica nei maschi (50 osservati, 75 attesi), ancora una volta orienta

l'attenzione sui rischi correlati a fattori individuali (fumo di tabacco, occupazione), piuttosto che a quelli ambientali. Inferiori all'atteso sono nelle femmine anche i tassi di ospedalizzazione per malattie genitourinarie (- 8%).

In sintesi, l'analisi dell'ospedalizzazione generale non mostra eccessi nei due generi. Tra le singole cause, si rileva un eccesso di ricoverati per tumore dello stomaco in entrambi i generi e per leucemie nelle sole femmine. Minori dell'atteso sono i ricoveri per tumore della vescica nei maschi, per tumore broncopolmonare e per malattie genito-urinarie nelle femmine.

L'analisi delle malformazioni congenite, del basso peso alla nascita e del rapporto dei maschi alla nascita non ha evidenziato alcun eccesso o particolare problema nell'intera area geotermica.

L'analisi dei tassi standardizzati della prevalenza di alcune malattie croniche nel periodo 2003-2006 **evidenzia un eccesso limitato ai maschi di broncopneumopatia cronico ostruttiva**, ma nessun eccesso per diabete, malattie polmonari cronico-ostruttive e infarto miocardico, suggerendo ancora un ruolo più rilevante sui rischi dei fattori occupazionali e del fumo di tabacco, rispetto a quelli ambientali.

Nel complesso questi dati sanitari riferiti ai 43.000 residenti nell'intera area **geotermica mostrano un quadro rassicurante e coerente con quello toscano**, con un eccesso di mortalità generale, ma non di ospedalizzazione, in diminuzione nel tempo, limitato al genere maschile, e attribuibile, con ogni probabilità, a fattori di rischio individuali (occupazione del passato, stili di vita), piuttosto che ambientali. Alcune cause per le quali in queste aree si registra un minor rischio rispetto a quello dei residenti in aree non geotermiche, come nel caso del tumore broncopolmonare nelle femmine, rafforzano questa ipotesi.

14

3.3.2 AREA GEOTERMICA NORD

In questa area, dove vivono circa 17.000 soggetti, l'analisi della mortalità nel periodo 2000-2006 rispetto a quella dei comuni limitrofi, in sintesi evidenzia che:

- non si rileva alcun eccesso di mortalità generale, sia nei maschi che nelle femmine;
- non si rilevano eccessi di mortalità per le principali cause di morte (tumori, malattie cardiovascolari, respiratorie, dell'apparato digerente), sia nei maschi che nelle femmine;
- al contrario, nei maschi sono significativamente inferiori all'atteso i decessi per i tumori di tutte le sedi (252 osservati e 296 attesi in sette anni, equivalenti a - 15% di mortalità), ed in particolare per il tumore polmonare (55 osservati, 73 attesi), chiaramente non coerenti con l'ipotesi di un importante ruolo eziologico ambientale;
- **solo nei maschi si registrano eccessi per malattie infettive (11 decessi osservati rispetto a 4 attesi in sette anni) e per pneumoconiosi (20 osservati e 8 attesi). In questa area la pneumoconiosi potrebbe essere correlata all'esposizione professionale ad asbesto del passato (es., addetti alla messa in opera od alla rimozione della coibentazione dei vapordotti degli**

impianti geotermici);

- nessuna causa di mortalità è in eccesso nelle femmine, che, al contrario, usufruiscono in queste aree di una significativa protezione dalla mortalità per infarto miocardico acuto (83 osservate, 108 attese, equivalenti a - 13%);

- non si rilevano eccessi di mortalità ed ospedalizzazione per il mesotelioma pleurico, tumore causato dall'esposizione a fibre di amianto, presenti in queste aree nei materiali per l'isolamento termico dei vapordotti degli impianti geotermici.

In sintesi, nell'area Nord emergono pochi eccessi di mortalità, per cause diverse tra loro (malattie infettive e la pneumoconiosi nei maschi), mentre un numero di decessi inferiore all'atteso emerge tra i maschi per tumori in generale, e quello broncopolmonare in particolare, e tra le femmine per malattie ischemiche.

Considerando le ospedalizzazioni (ricoverati) nel periodo più recente 2004-2006 dell'area geotermica Nord, si rileva che:

- non si evidenziano eccessi di ospedalizzazione per tutte le cause o per tutti i tumori nel loro complesso, sia nei maschi che nelle femmine;

- **si evidenziano eccessi di ricoverati solo per leucemie nelle femmine (11 osservati, 4 attesi** in sette anni, SHR = 250), in particolare per leucemie linfatiche (9 osservati, 2 attesi, SHR = 487), per le quali valgono le ipotesi sopra espresse;

- **emergono eccessi di ricoverati per malattie dell'apparato digerente in entrambi i sessi** (Maschi: 392 osservati, 350 attesi, SHR = 112; Femmine: 300 osservati, 265 attesi, SHR = 113) **e per pneumoconiosi nei soli maschi (6 osservati, 2 attesi, SHR = 344).**

L'eccesso di ricoveri per malattie dell'apparato digerente è riconducibile all'eccesso di cirrosi epatica ed ai rispettivi fattori già considerati (virus epatitici B e C, alcol), oltre probabilmente a diete non equilibrate (ricche di grassi saturi di origine animale, povera di frutta e verdura fresca), mentre non è segnalato in letteratura un importante ruolo di fattori ambientali;

- minori tassi di ospedalizzazione rispetto all'atteso sono registrati nei maschi per malattie dell'apparato genito-urinario (152 osservati, 178 attesi, SHR = 85) e insufficienza renale (19 osservati, 31 attesi, SHR = 61), e nelle femmine per malattie respiratorie (157 osservati, 190 attesi, SHR = 83), con particolare riferimento a quelle acute ed alla polmonite.

In sintesi, nell'area Nord non si osservano eccessi di ricoverati per il totale delle cause e per il totale dei tumori in entrambi i generi. **Si evidenziano eccessi di ricoverati per leucemie tra le donne, di pneumoconiosi tra i maschi e per malattie dell'apparato digerente in entrambi i generi.** Inferiori all'atteso i ricoverati per malattie dell'apparato genito-urinario nei maschi e per malattie respiratorie nelle femmine.

Considerando le malformazioni congenite, il basso peso alla nascita ed il rapporto dei maschi alla nascita, non si evidenziano particolari problemi nell'area geotermica Nord.

L'analisi di prevalenza di alcune malattie nel periodo 2003-2006 evidenzia nell'Area Nord una maggiore presenza di broncopneumopatie cronico-

ostruttive e, in misura minore, di malattie polmonari cronico-ostruttive, limitate ai maschi e con valori non sempre significativi in tutti gli anni esaminati, in assenza di eccessi per diabete e infarto miocardico. Questi dati orientano ancora una volta l'attenzione sui fattori di rischio occupazionali e sul fumo di tabacco, piuttosto che su quelli ambientali.

Dunque, nel complesso dei dati sanitari, nell'area Nord non si rilevano situazioni particolarmente critiche, anche se non si devono dimenticare i modesti eccessi di ricoverati per leucemie nelle femmine e di prevalenza di pneumoconiosi nei maschi, quest'ultimo di origine professionale. D'altra parte i bassi livelli di mortalità per tutti i tumori e per tumore polmonare nei maschi, e di ospedalizzazione per malattie respiratorie nelle femmine, fanno propendere per un ruolo non significativo dell'inquinamento dell'aria. In particolare, l'osservazione che nell'area geotermica pisana, dove si trova la maggiore concentrazione di attività geotermica, si rileva un livello di salute non diverso da quello dei comuni limitrofi non geotermici, contraddice il possibile ruolo causale dei determinanti ambientali e geotermici di salute.

16

3.3.3 AREA GEOTERMICA SUD

In questa area, dove risiedono circa 27.000 cittadini, la valutazione della mortalità standardizzata per età, rispetto a quella dei comuni limitrofi non geotermici, nel periodo 2000-2006 evidenzia che:

- **la mortalità generale è in eccesso nei maschi (+ 13%, con circa 24 decessi in più ogni anno rispetto ai circa 180 attesi), ma non nelle femmine**, suggerendo di nuovo un ruolo dei determinanti di salute legati alle abitudini maschili (lavoro, stili di vita, aspetti genetici) piuttosto che a fattori ambientali;

- la mortalità generale è in forte decremento dagli anni '70, come nel resto della Toscana, cosa che, come già riportato sopra, riconduce ad ipotesi di omogeneità tra fattori eziologici locali e regionali;

- **nei maschi si rileva un eccesso di mortalità per tumori nel loro complesso (+ 19%, equivalenti a circa 12 decessi in più all'anno per tutti i tipi di tumore rispetto ai circa 61 attesi), tra i quali hanno una notevole rilevanza quelli dello stomaco (53 osservati, 40 attesi in sette anni) e del fegato (39 osservati, 26 attesi)**, la cui insorgenza è raramente segnalata in letteratura come correlabile a fattori ambientali;

- Nei maschi, ma non nelle femmine, **si rileva un eccesso di mortalità per le malattie dell'apparato respiratorio, tra cui la pneumoconiosi (31 casi osservati rispetto a 11 attesi nei sette anni di osservazione) e per le malattie infettive e la tubercolosi polmonare (7 casi rispetto ad 1 atteso).**

Le differenze di genere per queste condizioni riportano alle considerazioni già espresse e che fanno ipotizzare un poco probabile ruolo di fattori ambientali. Poiché la pneumoconiosi favorisce lo sviluppo di tubercolosi polmonare soprattutto nelle persone più anziane, l'eccesso delle due condizioni è da ricondursi, direttamente o indirettamente, ad esposizioni professionali pregresse;

- **nelle femmine, ma non nei maschi, si rilevano eccessi di mortalità per malattie respiratorie acute (41 casi osservati in sette anni rispetto a 29 attesi) e malattie dell'apparato digerente (72 osservati e 55 attesi). La mortalità per malattie respiratorie acute, dopo una discesa negli anni '70, '80 e '90 mostra una tendenza alla risalita negli anni più recenti nei comuni dell'area geotermica, particolarmente quella Sud, ma in maniera del tutto analoga al trend storico della regione toscana. Ciò fa ipotizzare fattori di rischio omogenei tra area geotermica e regione toscana.**

Comunque, l'eccesso di mortalità per patologie con periodo di incubazione breve, come le malattie respiratorie acute, per quanto limitato alle sole femmine, cui è difficilmente attribuibile un ruolo di esposizioni professionali, in un territorio esposto ad esalazioni naturali e ad emissioni da impianti, suggerisce la necessità **un attento monitoraggio**. Un ruolo nella diffusione di malattie respiratorie acute può anche essere legata alla quota di popolazione anziana non soggetta a vaccinazione antinfluenzale stagionale ed a quella antipneumococcica, i cui livelli di copertura debbono essere verificati nel dettaglio geografico. Il significato dell'eccesso di mortalità per malattie dell'apparato digerente è stato discusso precedentemente;

17

- nelle femmine, ma non nei maschi, nell'area geotermica sud si registrano tassi di mortalità per malattie cardiovascolari inferiori all'atteso (624 osservati, 680 attesi, equivalenti a - 8% di mortalità), con minor rischio soprattutto di malattie ischemiche cardiache e vascolari cerebrali. La mortalità per queste malattie è perlopiù correlata agli stili di vita ed alla disponibilità di cure adeguate e tempestive.

In sintesi, l'analisi di mortalità evidenzia nell'area Sud **un eccesso di mortalità generale e per tumori negli uomini, per i quali si evidenziano anche eccessi per singole cause (tumori del fegato, dello stomaco, malattie respiratorie, pneumoconiosi, tubercolosi e malattie infettive). Tra le femmine emergono eccessi per malattie respiratorie acute e dell'apparato digerente.**

Inferiore all'atteso la mortalità per malattie circolatorie cardiache ed encefaliche nelle femmine.

Considerando l'ospedalizzazione (ricoverati) per l'area geotermica Sud nel periodo 2004-2006 si rileva che:

- non si evidenziano eccessi di ospedalizzazione per tutte le cause o per tumori nel loro complesso, sia nei maschi che nelle femmine;

- emergono **eccessi di ricoverati in entrambi i sessi per i tumori dello stomaco (Maschi: 32 osservati, 20 attesi nel triennio, SHR = 160; Femmine: 29 osservati, 14 attesi, SHR = 208)**, che rimandano alle ipotesi nutrizionali, infettive ed occupazionali, piuttosto che ambientali già considerate;

- tra le altre malattie, emerge un **eccesso modesto ma significativo di ricoverati per insufficienza renale acuta (IRA) in entrambi i generi (Maschi: 61 osservati, 45 attesi, SHR = 135; Femmine: 52 osservati, 38 attesi, SHR = 137)**, per malattie respiratorie nelle sole femmine (339 osservati, 300 attesi, SHR = 113), tra cui per

malattia polmonare cronica ostruttiva (70 osservati – 54 attesi, SHR = 131), e per malattie genitourinarie nei soli maschi (312 osservati, 268 attesi, SHR = 116). Non è chiara l'epidemiologia dell'IRA, né dei suoi fattori di rischio, anche se la gran parte è probabilmente riconducibile ad esiti di malattie acute ed infettive, e a danni causati da farmaci e sostanze tossiche. Anche se le differenze nei tassi di ospedalizzazione possono essere motivate dalla variabilità geografica dell'offerta dei servizi o della propensione al ricovero, **il riscontro di elevati livelli di arsenico nell'acqua dell'area geotermica Sud impone la prosecuzione degli interventi già messi in opera e che hanno consentito l'abbattimento dell'arsenico a livelli compatibili con la rinuncia al ricorso alle deroghe, ed un monitoraggio epidemiologico prolungato nel tempo.** Nella stessa direzione di prudenza va letto il dato dell'eccesso di ricoverati nei soli maschi per malattie genito-urinarie, anche se del tutto contrario al rilievo di un significativo minor rischio per le stesse patologie nelle femmine di questa area (328 osservati, 387 attesi, SHR = 85). **Il riscontro di un eccesso di ricoverati per malattie respiratorie, tra cui quelle polmonari cronico-ostruttive limitate al genere femminile, difficilmente attribuibile a fattori occupazionali ed al fumo di tabacco, va interpretato insieme al dato dell'eccesso di mortalità per le stesse cause sempre nelle femmine e suggerisce una specifica attività di approfondimento;**

18

- inferiori all'atteso sono i ricoveri dei maschi residenti in questa area per tumori della vescica (28 osservati, 45 attesi, SHR = 63) e per malattie dell'apparato digerente (483 osservati, 533 attesi, SHR = 91).

In sintesi, l'analisi di ospedalizzazione mostra che nell'area Sud non si rilevano eccessi per il totale delle cause e per i tumori in entrambi i generi.

Tra le femmine emergono eccessi per malattie respiratorie, tra gli uomini quelli per malattie dell'apparato genito-urinario, ed in entrambi i generi quelli per insufficienza renale e tumore allo stomaco. Inferiori all'atteso le ospedalizzazioni per tumore alla vescica e malattie dell'apparato digerente nei maschi e per malattie dell'apparato genito-urinario nelle femmine.

L'analisi delle **malformazioni congenite** non mostra particolari problemi per i tipi più comuni, limitandosi ad **un eccesso per alcune forme genito-urinarie.** Inoltre, non emergono significativi eccessi per basso peso alla nascita o per il rapporto dei maschi alla nascita.

L'analisi della prevalenza di alcune malattie nel periodo 2003-2006, mostra **eccessi di broncopneumopatie cronico-ostruttive, limitate ai maschi** e in diminuzione negli anni, e non di malattie polmonari cronico-ostruttive, diabete e infarto miocardico.

L'insieme dei dati sanitari dell'area Sud conferma che le poche problematiche riscontrate nell'area geotermica totale si polarizzano maggiormente in questo comparto geografico. L'eccesso di mortalità generale limitato ai maschi, il suo trend temporale in diminuzione coerente con il dato regionale, così come le differenze di genere negli eccessi per alcune cause di morte od ospedalizzazione, talvolta anche con rischi in

direzione opposta, orientano decisamente ad ipotizzare che nel determinismo di queste condizioni siano in gioco fattori personali piuttosto che ambientali. Comunque, **la presenza di alcuni eccessi di malattie respiratorie acute e di malattie renali, suggeriscono la necessità di elaborare un piano di interventi di miglioramento sanitario e ulteriori più approfondite rilevazioni sul campo.**

3.3.4 SINGOLI COMUNI

Passando a considerare i tassi di mortalità ed ospedalizzazione (ricoverati) per singoli comuni, includendo le analisi che utilizzano come riferimento i valori dei residenti nei comuni limitrofi non geotermici (analisi bayesiane e di clustering), e ricordando la cautela necessaria nell'interpretazione di statistiche basate su poche unità di osservazione, le principali evidenze sono:

- Gli eccessi di rischio identificati nei 16 comuni sono pochi e, come atteso in base alle leggi probabilistiche, perlopiù evidenti nei comuni di maggiori dimensioni demografiche;
- i comuni più critici in termini di mortalità ed ospedalizzazione sono collocati nell'area Sud, dove peraltro sono meno numerosi gli impianti geotermici attivi;
- **per l'area Nord, il Comune di Pomarance presenta modesti eccessi di mortalità per disturbi circolatori dell'encefalo nelle femmine (+ 45%, con 75 osservati e 52 attesi nei sette anni) e per tumori linfomatopoiетici nei maschi (+ 83%, 14 osservati e 8 attesi), confermati anche da eccessi di ricoveri per leucemie nelle femmine e mielomi nei maschi, difficilmente riconducibili a fattori eziologici noti, ma per i quali un ruolo ambientale non può essere escluso del tutto.** I disturbi circolatori dell'encefalo sono correlabili agli stili di vita (dieta, alcol, fumo, attività fisica), mediati perlopiù dall'ipertensione. Anche per questi disturbi in letteratura è segnalato un possibile ruolo dell'esposizione ad **arsenico inorganico**, riscontrato talvolta elevato in alcuni comuni dell'area geotermica. D'altra parte, nelle femmine di alcuni comuni dell'area Sud, dove i livelli di arsenico sono pure elevati, si rileva invece l'opposto, con tassi inferiori all'atteso per le stesse cause;
- **per l'area Sud, i comuni con maggiori criticità sono quelli di Abbadia SS, Piancastagnaio, Arcidosso e Castel del Piano, dove emergono gli eccessi per le cause di morte già segnalati per l'area geotermica sud nel suo complesso. In particolare, solo nei maschi si rileva un eccesso di mortalità generale (Abbadia SS, Castel del Piano, Piancastagnaio) e per i tumori nel loro insieme o per singole sedi (Abbadia SS, Castel del Piano, Piancastagnaio e Arcidosso). Si segnalano poi alcuni eccessi di mortalità, a volte nei maschi ed a volte nelle femmine, basati su numeri molto ridotti, per tumori della vescica (Santa Fiora, Roccalbegna), delle labbra-boccafaringe (Piancastagnaio), del retto (San Casciano dei bagni e Arcidosso) e del polmone (Arcidosso), del rene e dello stomaco (Castel del Piano), del fegato (Piancastagnaio), mieloma multiplo (Piancastagnaio). Altri eccessi di mortalità per cause specifiche in**

singoli Comuni sono coerenti con i risultati dell'analisi per area geotermica (Vedi Tabella 3 e 4). I

tumori della vescica, del rene, del polmone, delle labbra-bocca-faringe sono attribuibili perlopiù a fumo di tabacco, abitudini alcoliche ed alle esposizioni occupazionali. **Tra i ricoverati si rilevano eccessi significativi, o nei maschi o nelle femmine, anche se basati su poche unità di osservazioni nel triennio 2004-2006, ad Abbadia SS (malattie respiratorie e genito-urinarie), Arcidosso (insufficienza renale, malattie respiratorie e tumore dello stomaco), Castel del Piano (insufficienza renale e malattie respiratorie), Piancastagnaio (tumore del rene), ma anche Santa Fiora (malattie respiratorie e insufficienza renale, tumori del sistema nervoso centrale), San Casciano dei Bagni (malattie respiratorie acute e cirrosi epatica) e Roccalbegna (malattie genito-urinarie).**

Non emergono problemi di basso peso alla nascita, rapporto dei maschi alla nascita e malformazioni congenite, a parte la labio-palatoschisi a Chiusdino ed alterazioni cromosomiche ad Arcidosso.

Un eccesso di prevalenza di malattie polmonari cronico-ostruttive si rileva a Montieri ed Abbadia SS. In quest'ultimo è presente anche un eccesso di malattie polmonari cronico-ostruttive.

L'insieme dei dati a livello comunale conferma i problemi riscontrati nell'analisi a livello di Area, con una segnalazione di attenzione per i disturbi circolatori encefalici in alcuni comuni dell'area nord, e per i tumori linfoematopoietici, le malattie respiratorie e dell'apparato genito-urinario in quelli dell'area sud.

Le limitate dimensioni numeriche osservate nell'analisi a livello comunale non consentono di esprimere ulteriori solide valutazioni.

21

Tabella 3. Sintesi delle patologie risultate statisticamente significative dall'analisi di mortalità nel periodo 2000-2006. Riferimento: residenti nell'area di 50 km intorno all'area geotermica. OSS: numero di decessi osservati nel periodo; ATT: numero di decessi attesi nel periodo; omessa

23

3.3.5 STUDI EPIDEMIOLOGICI PRECEDENTI

La revisione di studi epidemiologici precedenti ha consentito di riportare i risultati dello studio condotto nell'Amiata senese dall'Asl di Siena alla fine degli anni '90 e completato nel 1999, in collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità, su un campione di 900 soggetti rappresentativi dei residenti adulti dei comuni di Abbadia SS, Piancastagnaio, Castiglion d'Orcia e Radicondoli. Lo **studio aveva evidenziato livelli di mercurio nei liquidi biologici umani (sangue, urina), più elevati tra i residenti di Abbadia SS rispetto a quelli degli altri comuni della zona ed una maggiore presenza di arsenico nelle acque potabili e nel terreno del Comune di Abbadia SS rispetto ai comuni confinanti.** Gli Autori concludevano affermando che, "con ogni probabilità, le differenze riscontrate tra Abbadia SS e gli altri tre comuni non è imputabile all'attività geotermica, ma piuttosto è coerente con la

26

presenza di entrambi i metalli nel territorio naturale del monte Amiata, anche in relazione alle attività estrattive”.

Infine, lo studio epidemiologico sui tumori condotto nel 2003 dall’Asl di Siena in collaborazione con l’ISPO (allora CSPO) di Firenze, non aveva evidenziato alcun eccesso significativo di aggregazione spaziale di casi di tumore nella popolazione residente nella zona geotermica Sud dell’Amiata.

3.4 Lo studio di correlazione tra inquinanti ambientali ed eventi sanitari

Nel complesso l’analisi esplorativa dei dati di mortalità e di ricovero, al netto dell’imprecisione delle stime e dei limiti delle informazioni disponibili, consegna alcuni segnali di tendenza consistenti tra loro e con diversi livelli di plausibilità eziologica. I ripetuti andamenti crescenti di rischio sia di mortalità sia di ricovero per malattie respiratorie, totali o acute o cronic-ostruttive, **al crescere del livello medio di concentrazione di inquinanti diversi nelle tre matrici ambientali considerate ed in particolare con l’inquinamento dell’aria da mercurio e da acido solfidrico, è coerente con gli eccessi di mortalità ed ospedalizzazione riscontrati nello studio sanitario e necessita di opportuni approfondimenti. Altri profili di rischio, seppure meno marcati, sembrano degni di attenzione, quali i tumori del sistema nervoso centrale e del sistema linfoematopoietico, le malattie circolatorie in generale e dell’encefalo, le insufficienze renali. Tenendo in considerazione i limiti dei dati e delle analisi, i risultati conseguiti offrono alcune indicazioni di interesse per svolgere ulteriori approfondimenti su scala micro geografica, necessaria per un migliore utilizzo dei dati di rischio ambientale da correlare con dati sanitari riferiti a piccole aree, all’occorrenza arricchiti fino al dettaglio individuale sia riguardante l’esposizione sia l’effetto sanitario.**

24

4. SINTESI DEI PRINCIPALI RISULTATI

L’analisi ambientale ha evidenziato talvolta elevati livelli di arsenico nelle acque usate per il consumo umano sia nell’area pisana che in quella amiatina.

In quest’ultima, però, la recente installazione di sistemi di abbattimento ha consentito di non dover far più ricorso alle richieste di deroghe ai parametri di legge. Sono significativi i disagi per i cattivi odori, particolarmente marcati in alcuni siti geotermici, indotti dal protratto superamento della soglia olfattiva per l’acido solfidrico. I livelli di acido solfidrico e di mercurio nell’aria, conseguenti alle emissioni degli impianti geotermici, ma anche a fenomeni naturali tipici di queste aree, pur rientrando per la quasi totalità delle situazioni al di sotto dei valori guida di tutela sanitaria raccomandati dall’OMS – con solo casi episodici di superamento per l’acido solfidrico-, necessitano di **un’attenzione sanitaria**, specialmente per i settori più suscettibili della popolazione. I dati sulle misurazioni del radon ancora in corso nell’area geotermica non consentono al momento analisi statistiche appropriate, anche se orientano già per una maggiore criticità nell’area amiatina. L’analisi sanitaria ha evidenziato che la distribuzione geografica,

temporale e per genere dei problemi sanitari rilevati nelle aree geotermiche, insieme agli studi epidemiologici condotti nel passato nell'area dell'Amiata, è del tutto coerente col profilo sanitario regionale toscano, con qualche maggiore criticità localizzata nell'area geotermica Sud. I moltissimi dati analizzati indicano che i fattori in gioco negli eccessi di mortalità e morbosità riscontrati sono da ricercare principalmente nelle esposizioni professionali pregresse e negli stili di vita personali, con una poco rilevante componente ambientale naturale per alcune specifiche patologie, comunque non direttamente attribuibile agli impianti geotermici. E' plausibile che molteplici fattori, naturali e personali, non tutti ben identificati e per i quali al momento non è stato quantificato il contributo al rischio, possano essere contemporaneamente in gioco. Non è da trascurare anche il rilievo che i numerosissimi test statistici applicati possono essere responsabili, per puro effetto probabilistico, di alcuni eccessi o difetti riscontrati come significativi. Comunque, secondo il principio di precauzione, il riscontro di eccessi di alcune patologie, come quelle respiratorie ed urinarie, soprattutto nell'area dell'Amiata, sono da verificare con studi più approfonditi e da monitorare con attenzione. In particolare sono auspicabili approfondimenti epidemiologici per la valutazione dei gruppi di popolazione esposti in passato all'arsenico nell'acqua. **Inoltre, gli eccessi rilevati di altre patologie, come alcune malattie ad origine infettiva ed alcuni tipi di tumore, anche se non attribuibili a fattori ambientali, né tantomeno all'attività geotermica, indicano l'opportunità di elaborare piani organizzati di prevenzione e di salute.** In questo senso sono ipotizzabili interventi efficaci nel migliorare gli stili di vita sul modello delle azioni di "Guadagnare salute", ed iniziative per migliorare la diagnosi e la cura delle patologie risultate in eccesso nell'area in studio. **L'analisi di correlazione tra dati ambientali e sanitari, sebbene di limitato valore a causa del tipo di dati disponibili, segnala una correlazione tra mercurio e acido solfidrico nell'aria e malattie respiratorie che non deve essere trascurata, mentre le relazioni riscontrate tra boro ed alcune patologie sono suggestive ma richiedono valutazioni più specifiche.**

5. CONCLUSIONI GENERALI

In estrema sintesi, al netto dei limiti propri degli studi con disegno epidemiologico descrittivo, basato esclusivamente su dati ambientali e sanitari esistenti, analizzati in modo aggregato a livello dei comuni di residenza, gli indizi e le prove raccolti evidenziano **un quadro epidemiologico nell'area geotermica rassicurante perché simile a quello dei comuni limitrofi non geotermici ed a quello regionale.** Non mancano tuttavia alcuni rilievi di criticità, attinenti ad alcuni livelli di inquinamento ambientale ed alla frequenza di un numero limitato di malattie, più evidenti nell'area geotermica amiatina rispetto a quella geotermica pisana. I risultati complessivi indicano che i maggiori determinanti delle debolezze riscontrate nel profilo di salute dell'area geotermica sono da ricercare soprattutto nelle occupazioni ed attività produttive del passato, senza escludere esposizioni più recenti, negli stili

di vita individuali, in una modesta componente ambientale **naturale**, almeno per alcune specifiche cause, come le respiratorie acute e le urinarie, o in altri fattori al momento non noti, piuttosto che nell'attività geotermica. Secondo il principio di precauzione, il rilievo di eccessi di alcune patologie, tra cui le respiratorie e le urinarie, anche se di modesta entità, insieme al riscontro di livelli talvolta elevati di alcuni inquinanti, suggeriscono di proseguire in approfondimenti epidemiologici specifici.

L'evidenza poi di alcuni altri eccessi di malattie croniche non riconducibili a fattori ambientali, né tantomeno geotermici, suggerisce di elaborare uno specifico piano di salute da condividere localmente, in particolare nell'area amiatina. In tal senso, è consigliabile organizzare interventi fattibili e di dimostrata efficacia a livello di popolazione generale e di gruppi di popolazione a rischio. Per l'arsenico è auspicabile approfondire la ricerca relativa ai possibili effetti anche a basse dosi e contemporaneamente adottare metodiche che consentano l'ulteriore abbattimento dei livelli nell'acqua destinata al consumo umano. E' ipotizzabile anche il rinforzo di azioni per la diagnosi tempestiva di alcuni tumori e la prevenzione di malattie infettive, sia respiratorie che dell'apparato digerente, e l'attivazione di nuove iniziative sul modello di "guadagnare salute" per facilitare stili di vita sani.

Firenze, il 22.9.2010

Osservatorio di Epidemiologia

Agenzia Regionale di Sanità della Toscana

dr. Francesco Cipriani

note di Medicina democratica

- 1- Il "modesto eccesso di mortalità" alla pagina 1 ammonta a 535 morti in più nei comuni geotermici e comuni nel raggio di 50 Km rispetto alla popolazione toscana, come vedremo sotto.
- 2- Si noti a pag. 10 della Sintesi "*Negli ultimi 40 anni si è assistito ad una riduzione costante della popolazione nelle due aree geotermiche (- 11.000 abitanti nell'area Nord e - 9.000 abitanti nell'area Sud)*". In effetti le aree geotermiche sono tra le aree della Toscana più povere, mal servite di strutture sanitarie e poco vivibili, per le ragioni che stiamo affrontando.
- 3- Si noti, nelle conclusioni, lo scagionamento assoluto della geotermia dai "pochi" eccessi di mortalità e morbilità.

Sotto, la mortalità nei maschi come risulta dall'intero Rapporto coordinato da ARS, a pag 81: la differenza tra morti osservati ed attesi è di 296 unità (2596 – 2300,3)

Nell'altra figura la mortalità nelle donne come risulta dall'intero Rapporto coordinato da ARS, a pag 83: la differenza tra donne morte osservate e attese è di 239 unità (2863-2624,62)

296 + 239 = 535 morti in più nei comuni

geotermici e nei comuni entro i 50 Km dai comuni geotermici.

Chi avesse letto solo la Sintesi (i politici ?), in particolare la tabella 3 (132 morti in più), si sarebbe fatto un'idea sbagliata e sottodimensionata della mortalità da geotermia.

cluster	p	oss	att	SMR
1	0.0001	2596	2300.3	113

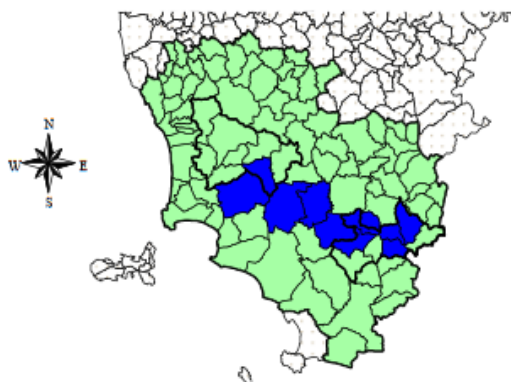


Figura 6.1.2 - Cluster significativi, periodo 2000-2006, rif. area 50 km.

mortalità negli uomini

cluster	p	oss	att	SMR
1	0.0028	2863	2624.62	109.1

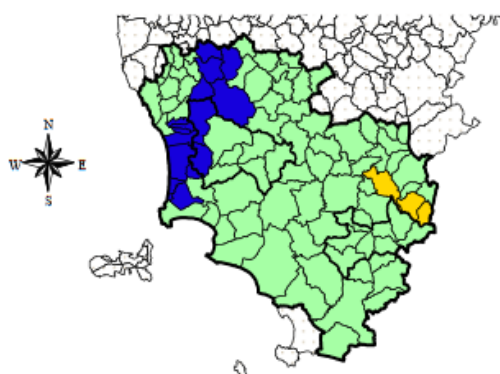


Figura 6.1.4 - Cluster significativi, periodo 2000-2006, rif. area 50 km.

mortalità nelle donne

I comuni con i dati più critici sono: Montieri, Monte verdi e Montecatini Val di Cecina nell'area nord e Piancastagnaio, Arcidosso, Abbadia san Salvatore e Castel del piano nell'area sud.

AREA	COMUNE	O	A	SMR
NORD	MONTIERI	90	83,1	108,3
SUD	PIANCASTAGNAIO	223	174,9	127,5
	ARCIDOSO	212	187,6	113
	ABBADIA SAN SALVATORE	361	319,6	113
	CASTEL DEL PIANO	238	200,5	118,7

pag. 82

AREA	COMUNE	O	A	SMR
NORD	MONTECATINI VAL DI CECINA	95	89,6	106,1
	MONTEVERDI MARITTIMO	39	33,1	118

pag. 84

Pagina 163 e seguenti:

Un gruppo di comuni (Castelnuovo Val di Cecina, Chiusdino, Monteverdi Marittimo e Montieri) risultano complessivamente legati tra loro (cluster) condividendo una sovrarmortalità per malattie ischemiche del cuore tra gli uomini, mentre tra le donne un eccesso per la stessa causa si segnala solo a Monteverdi Marittimo.

Sempre tra le donne si registra un altro cluster significativo comprendente i quattro comuni di Castelnuovo Val di Cecina, Monteverdi Marittimo, Monterotondo Marittimo e Pomarance, per i disturbi circolatori dell'encefalo. A Montieri e Monterotondo Marittimo si segnala un eccesso di morti per cause respiratorie tra gli uomini ed anche per la pneumoconiosi.

Un addensamento di comuni con eccesso di morti per malattie infettive negli uomini include i comuni di Castelnuovo Val di Cecina, Montecatini Val di Cecina, Pomarance e Radicondoli.

Si segnalano inoltre alcuni eccessi di mortalità risultati dalla sola analisi classica degli SMR tra i maschi nel comune di Pomarance per i tumori linfomatopoietici, tra le femmine nel comune di Monteverdi Marittimo per infarto del miocardio e nel comune di Montecatini Val di Cecina per le malattie dell'apparato genito-urinario.

Nell'area Sud diversi eccessi di mortalità si concentrano su pochi (quattro) comuni. Abbadia San Salvatore, Castel del Piano, Piancastagnaio e Arcidosso hanno un simile eccesso di mortalità generale nei soli uomini (nei primi due comuni confermato dal BMR).

Per il complesso di tutte le cause tumorali si registra un eccesso di mortalità tra gli uomini nel comune di Abbadia San Salvatore e un cluster di comuni con sovrarmortalità tumorale includente, oltre ad Abbadia San Salvatore, anche i comuni di Piancastagnaio, Arcidosso, Santa Fiora e Radicofani.

Tra i soli uomini, emergono addensamenti di comuni con mortalità in eccesso sempre includenti Abbadia San Salvatore e Piancastagnaio, per malattie infettive, neoplasie di labbra-bocca-faringe e pneumoconiosi, che risulta in eccesso anche a Santa Fiora. Il Comune di Santa Fiora e quello di Roccalbegna mostrano anche una sovrarmortalità tra gli uomini per i tumori della vescica. La mortalità per tumori polmonari negli uomini non mostra BMR significativi.

A Piancastagnaio emerge un eccesso di morti tra gli uomini per tumori epatici e delle vie biliari.

Sempre tra gli uomini, Arcidosso e Castel del Piano condividono eccessi di mortalità per i tumori del retto pur in assenza di un BMR significativo. Un Cluster di comuni con eccesso di mortalità per tubercolosi tra gli uomini include Abbadia San Salvatore, Castel del Piano, Piancastagnaio, Santa Fiora e San Casciano dei Bagni. Si segnalano inoltre alcuni eccessi di mortalità risultati dalla sola analisi classica degli SMR a Castel del Piano per il tumore del rene, a Piancastagnaio per le malattie respiratorie e per le malattie dell'apparato digerente, tra cui, in particolare per la cirrosi epatica.

Tra le donne si registra un eccesso di mortalità per tumore dello stomaco a Castel del Piano e per malattie respiratorie acute ad Abbadia San Salvatore, Radicofani e San Casciano dei Bagni. Un addensamento di comuni con mortalità più elevata per tumori polmonari include Arcidosso, Castel del Piano e Abbadia San Salvatore.

Un cluster di comuni con eccesso di mortalità per malattie respiratorie acute include Abbadia San Salvatore, Piancastagnaio, Radicofani e San Casciano dei Bagni. I comuni di Abbadia San Salvatore e di Castel del Piano presentano una sovr mortalità per l'insufficienza renale. I comuni di Piancastagnaio e Abbadia San Salvatore si clusterizzano per una sovramortalità per ipertensione. Si segnalano inoltre alcuni eccessi di mortalità risultati dalla sola analisi classica degli SMR nel comune di Abbadia San Salvatore per le malattie respiratorie, per le malattie dell'apparato digerente e per quelle dell'apparato genito-urinario. “

Ricoveri per causa e per comune

più o meno inquinato delle due aree geotermiche (Allegato VI dello studio del 2010).
Riassunto a cura di Medicina democratica.

Medicina democratica – Sezione di Livorno e val di Cecina (sintesi a cura di)

Correlazione tra inquinanti e malattie nell'area geotermica toscana

Link

https://www.ars.toscana.it/files/aree_intervento/ambiente/geotermia/studio_geotermia/16_allegato_6_correlazione_ambiente-salute_dati_significativi.pdf

Nell'allegato 6 dello Studio epidemiologico sulla geotermia (pag 638 di 715, al link qui sopra tutto lo Studio, sul sito di ARS Toscana, novembre 2010), sulla correlazione tra inquinanti nelle diverse matrici e le patologie osservate, si legge:

RICOVERATI

Matrice aria, acido solfidrico, malattie respiratorie, maschi pag. 5

Nelle aree con valori più elevati di acido solfidrico nell'aria (terzo terzile) si registra un eccesso di rischio del 49% rispetto ai comuni del primo terzile.

Negli uomini, all'aumentare della concentrazione di acido solfidrico (passando da un terzile al successivo) aumenta l'eccesso di malattie respiratorie acute del 26% ...

Matrice aria, acido solfidrico, malattie respiratorie, femmine pag. 6

Nelle aree con valori più elevati di acido solfidrico nell'aria (terzo terzile) si registra un eccesso di rischio del 130% rispetto ai comuni del primo terzile.

Nelle femmine, all'aumentare della concentrazione di acido solfidrico (passando da un terzile al successivo) aumenta l'eccesso di malattie respiratorie acute del 56% ...

Matrice aria, mercurio, tumore al sistema nervoso centrale, maschi pag 7

Nelle aree con valori più elevati di mercurio nell'aria (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 383% rispetto ai comuni del primo t.

Nei maschi all'aumentare della concentrazione di mercurio (passando) aumenta

l'eccesso di tumori al sistema nervoso centrale (e le) malattie respiratorie acute del 130 % (trend).

Matrice aria, mercurio, malattie respiratorie, femmine pag. 8

Nelle aree con valori intermedi di mercurio nell'aria (secondo t.) si registra un eccesso di rischio del 34% rispetto alle aree del primo t. Nelle aree con valori più elevati di mercurio nell'aria (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 29 % rispetto ai comuni del primo t.

Nelle femmine all'aumentare della concentrazione di mercurio (passando ...) aumenta l'eccesso di malattie respiratorie del 13 %, con trend significativo ...

Matrice aria, mercurio, malattie polmonari cronico ostruttive, femmine pag. 9

Nelle aree con valori più elevati di mercurio nell'aria (terzo t.) si registra un eccesso di rischio dell'82 % rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di mercurio (passando ...) aumenta l'eccesso di malattie polmonari cronico ostruttive del 39%, con trend significativo ...

Matrice aria, mercurio, insufficienza renale, femmine pag. 10

Nelle aree con valori intermedi di mercurio nell'aria (secondo t.) si registra un eccesso di rischio del 269 % rispetto alle aree del primo t.

Nelle aree con valori elevati di mercurio nell'aria (terzo terzile) si registra un eccesso di rischio ai limiti della significatività del 103% rispetto ai comuni del primo t. Non emerge un trend significativo del rischio di insufficienza renale all'aumentare dell'indice categorico mercurio.

Matrice suolo, arsenico, tumore del sistema linfoematopoietico, maschi pag. 11

Nei comuni con valori più elevati di arsenico nel suolo (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 154 % rispetto ai comuni del primo t. All'aumentare della concentrazione di arsenico (passando ...) aumenta l'eccesso di tumore del sistema linfoematopoietico del 61 %.

Matrice suolo, boro, tumore del fegato, maschi pag. 14

Nei comuni con valori più elevati di boro nel suolo (terzo terzile) si registra un eccesso di rischio del 217% rispetto ai comuni del primo terzile. All'aumentare della concentrazione di boro (passando..) aumenta l'eccesso di tumore al fegato dell'89%.

Matrice suolo, boro, tumore del sistema nervoso centrale, femmine pag. 15

Nei comuni con valori più elevati di boro nel suolo (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 156 % ai limiti della significatività rispetto ai comuni del primo terzile.

All'aumentare della concentrazione di boro (passando ...) aumenta l'eccesso di tumore del sistema nervoso centrale dell'84 % (trend), per il solo effetto dell'eccesso di rischio del terzo t.

Matrice suolo, boro, malattie respiratorie , femmine pag. 16

Nei comuni con valori intermedi di boro nel suolo (secondo t.) si registra un eccesso di rischio del 42 % rispetto ai comuni del primo t. Nei comuni con valori più elevati di boro nel suolo (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 34 % rispetto ai comuni del primo t.

Nota bene, il trend risultato significativo non è interpretabile in quanto dal secondo al terzo terzile si evidenzia una flessione dell'eccesso di malattie respiratorie.

Matrice suolo, boro, malattie polmonari cronico ostruttive, femmine pag. 17

Nei comuni con valori più elevati di boro nel suolo (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 66 % rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di boro (passando ...) aumenta l'eccesso di malattie polmonari cronico ostruttive del 27% (trend)

Matrice suolo, mercurio, malattie respiratorie acute, maschi pag. 18

Nei comuni con valori più elevati di mercurio nel suolo (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 57% rispetto ai comuni del primo t.. All'aumentare della concentrazione di mercurio (passando) aumenta l'eccesso di malattie respiratorie acute del 26% (trend)

Matrice suolo, mercurio, malattie polmonari cronico ostruttive, maschi pag. 19

Nei comuni con valori intermedi di mercurio nel suolo (secondo t.) si registra un eccesso di rischio del 133 % rispetto ai comuni del primo t. Nei comuni con valori più elevati di mercurio nel suolo (terzo t.) si registra un eccesso di rischio dell'85% rispetto ai comuni del primo t.

Nota bene, il trend risultato significativo non è interpretabile in quanto dal secondo al terzo terzile si evidenzia una flessione dell'eccesso di malattie polmonari cronico ostruttive.

Matrice suolo, mercurio, tumore del sistema nervoso centrale, femmine pag. 20

Nei comuni con valori più elevati di mercurio nel suolo (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 110 % ai limiti della significatività rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di mercurio (passando) aumenta l'eccesso di tumore del sistema nervoso centrale del 52%, con un trend dovuto al solo terzo t.

Matrice acqua, arsenico, tumore al sistema nervoso centrale, maschi pag. 21

Nei comuni con valori più elevati di arsenico nell'acqua (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 295 % ai limiti della significatività rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di arsenico (passando) aumenta l'eccesso di tumore al sistema nervoso centrale del 97 % (trend).

Matrice acqua, arsenico, malattie respiratorie, femmine pag. 22

Nei comuni con valori più elevati di arsenico nell'acqua (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 34 % rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di arsenico (passando) aumenta l'eccesso di malattie respiratorie del 15 % (trend).

Matrice acqua, arsenico, insufficienza renale, femmine pag. 24

Nei comuni con valori intermedi di arsenico nell'acqua (secondo t.) si registra un eccesso di rischio del 97 % ai limiti della significatività rispetto ai comuni del primo t.

Nei comuni con valori più elevati di arsenico nell'acqua (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 102 % rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di arsenico (passando) aumenta l'eccesso di insufficienza renale del 33 % (trend), anche se l'eccesso risulta ai limiti della significatività e i valori di RR del 2° e 3° terzile sono simili.

Matrice acqua, boro, totalità dei tumori, femmine pag. 25

Nei comuni con valori più elevati di boro nell'acqua (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 23 % rispetto ai comuni del primo t. rischio.

All'aumentare della concentrazione di boro (passando) aumenta l'eccesso di tumori dell'11 % (trend).

Matrice acqua, boro, tumore della vescica, maschi pag. 26

Nei comuni con valori più elevati di boro nell'acqua (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 88 % rispetto ai comuni del primo t. rischio.

All'aumentare della concentrazione di boro (passando) aumenta l'eccesso di

tumori del 37 % (trend).

Matrice acqua, boro, tumori del sistema linfoematopoietico, maschi pag. 27

Nei comuni con valori più elevati di boro nell'acqua (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 171 % rispetto ai comuni del primo t..

All'aumentare della concentrazione di boro (passando) aumenta l'eccesso di tumore del sistema linfoematopoietico dell'66 % (trend).

Matrice acqua, boro, tumori del sistema linfoematopoietico, femmine pag. 28

Nei comuni con valori più elevati di boro nell'acqua (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 96 % rispetto ai comuni del primo t..

All'aumentare della concentrazione di boro (passando) aumenta l'eccesso di tumore del sistema linfoematopoietico del 40 % (trend).

Matrice acqua, boro, leucemia, maschi pag. 29

Nei comuni con valori più elevati di boro nell'acqua (terzo t.) si registra un eccesso di rischio di circa 11 volte superiore al rischio dei comuni del primo t..

All'aumentare della concentrazione di boro (passando) aumenta l'eccesso di leucemia linfoematopoietico del 231% (trend).

Matrice acqua, boro, malattie dell'apparato digerente, maschi pag. 30

Nei comuni con valori più elevati di boro nell'acqua (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 24 % rispetto ai comuni del primo t..

Nota bene, il trend crescente risultato significativo non è interpretabile in quanto dal secondo al terzo terzile si evidenzia una flessione dell'eccesso di malattie dell'apparato digerente

Matrice acqua, boro, malattie dell'apparato digerente, femmine pag. 31

Nei comuni con valori più elevati di boro nell'acqua (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 21 % rispetto ai comuni del primo t..

Nota bene, il trend crescente risultato significativo non è interpretabile in quanto dal secondo al terzo terzile si evidenzia una flessione dell'eccesso di malattie dell'apparato digerente.

Matrice acqua, boro, malattie dell'apparato genitourinario, femmine pag. 32

Nei comuni con valori più elevati di boro nell'acqua (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 27 % rispetto ai comuni del primo t..

All'aumentare della concentrazione di boro (passando) aumenta l'eccesso di malattie dell'apparato genitourinario del 12 % (trend).

MORTALITA'

Matrice aria, acido solfidrico, tumore dell'ovaio, femmine pag. 33

Nei comuni con valori più elevati di acido solfidrico nell'aria (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 223 % rispetto ai comuni del primo t..

All'aumentare della concentrazione di acido solfidrico (passando) aumenta l'eccesso di malattie del tumore dell'ovaio del 73 % (trend).

Matrice aria, acido solfidrico, malattie respiratorie, femmine pag. 34

Nei comuni con valori più elevati di acido solfidrico nell'aria (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 53 % rispetto ai comuni del primo t.

Nota bene, il trend crescente risultato significativo non è interpretabile in quanto dal secondo al terzo terzile si evidenzia una flessione dell'eccesso di malattie respiratorie.

Matrice aria, mercurio, tutte le cause, maschi pag. 35

Nei comuni con valori intermedi di mercurio nell'aria (secondo t.) si registra un eccesso di rischio del 12 % ai limiti della significatività rispetto ai comuni del primo

t.

Nei comuni con valori più elevati di mercurio nell'aria (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 17 % rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di mercurio (passando) aumenta l'eccesso di mortalità dell'8% (trend).

Matrice aria, mercurio, tutti i tumori, maschi pag. 36

Nei comuni con valori intermedi di mercurio nell'aria (secondo t.) si registra un eccesso di rischio del 32 % ai limiti della significatività rispetto ai comuni del primo t.

Nei comuni con valori più elevati di mercurio nell'aria (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 46 % rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di mercurio (passando) aumenta l'eccesso di tumore dell'20% (trend).

Matrice aria, mercurio, tumore della trachea, bronchi e polmoni, maschi pag. 37

Nei comuni con valori intermedi di mercurio nell'aria (secondo t.) si registra un eccesso di rischio del 45 % ai limiti della significatività rispetto ai comuni del primo t.

Nei comuni con valori più elevati di mercurio nell'aria (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 59 % rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di mercurio (passando) aumenta l'eccesso di tumore del polmone dell'25% (trend).

Matrice aria, mercurio, malattie respiratorie acute, femmine pag. 38

Nei comuni con valori più elevati di mercurio nell'aria (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 123 % rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di mercurio (passando) aumenta l'eccesso di malattie respiratorie acute del 50% (trend).

Matrice aria, mercurio, malattie dell'apparato digerente, maschi pag. 39

Nei comuni con valori più elevati di mercurio nell'aria (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 89 % rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di mercurio (passando) aumenta l'eccesso di malattie dell'apparato digerente del 37% (trend).

Matrice suolo, arsenico, disturbi circolatori dell'encefalo, femmine pag. 40

Nei comuni con valori più elevati di arsenico nel suolo (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 25 % rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di arsenico (passando) aumenta l'eccesso di mortalità del 13% con un trend dovuto al solo RR del 3° terzile.

Matrice suolo, arsenico, malattie respiratorie, maschi pag. 41

Nei comuni con valori più elevati di arsenico nel suolo (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 38 % rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di arsenico (passando) aumenta l'eccesso di mortalità del 17% (trend).

Matrice suolo, arsenico, pneumoconiosi, maschi pag. 42

Nei comuni con valori intermedi di arsenico nel suolo (secondo t.) si registra un eccesso di rischio del 210 % rispetto ai comuni del primo t.

Nei comuni con valori più elevati di arsenico nel suolo (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 387 % rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di arsenico (passando) aumenta l'eccesso di mortalità per pneumoconiosi del 97 % (trend).

Matrice suolo, boro, tutte le cause, maschi pag. 43

Nei comuni con valori intermedi di boro nel suolo (secondo t.) si registra un eccesso di rischio del 14 % rispetto ai comuni del primo t.

Nei comuni con valori più elevati di arsenico nel suolo (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 16 % rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di boro (passando) aumenta l'eccesso di mortalità per tutte le cause del 7 % (trend).

Matrice suolo, boro, mortalità per tutti i tumori, maschi pag. 44

Nei comuni con valori intermedi di boro nel suolo (secondo t.) si registra un eccesso di rischio del 17 % rispetto ai comuni del primo t.

Nei comuni con valori più elevati di arsenico nel suolo (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 26 % rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di boro (passando) aumenta l'eccesso di mortalità per tumore del 12 % (trend).

Matrice suolo, boro, tumore allo stomaco, femmine pag. 45

All'aumentare della concentrazione di boro (passando) aumenta l'eccesso di mortalità per tumore allo stomaco del 30 % (trend), anche se ai limiti della significatività e solo per effetto del valore di rischio del 3° terzile.

Matrice suolo, boro, tumore al polmone, maschi pag. 46

Nei comuni con valori intermedi di boro nel suolo (secondo t.) si registra un eccesso di rischio del 86 % rispetto ai comuni del primo t.

Nei comuni con valori più elevati di arsenico nel suolo (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 80 % rispetto ai comuni del primo t.

Nota bene, il trend crescente risultato significativo non è interpretabile in quanto dal secondo al terzo terzile si evidenzia una leggera flessione dell'eccesso di mortalità.

Matrice suolo, antimonio, tumore del cavo orale, della bocca e della faringe, maschi pag. 47

Nei comuni con valori intermedi di antimonio nel suolo (secondo t.) si registra un eccesso di rischio di 4 volte superiore rispetto al rischio dei comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di antimonio (passando) aumenta l'eccesso di mortalità del 72 % (trend).

Da notare che tutti gli eccessi evidenziati sono al limite della significatività.

Matrice suolo, antimonio, malattie respiratorie, maschi pag. 48

Nei comuni con valori intermedi di antimonio nel suolo (secondo t.) si registra un eccesso di rischio del 46% rispetto ai comuni del primo t.

Nei comuni con valori più elevati di antimonio nel suolo (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 68 % rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di antimonio (passando) aumenta l'eccesso di mortalità per malattie respiratorie del 27 % (trend).

Matrice suolo, antimonio, pneumoconiosi, maschi pag. 49

Nei comuni con valori intermedi di antimonio nel suolo (secondo t.) si registra un eccesso di rischio di 14 volte superiore rispetto al rischio dei comuni del primo t.

Nei comuni con valori più elevati di antimonio nel suolo (terzo t.) si registra un eccesso di rischio di 23 volte superiore rispetto al rischio dei comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di antimonio (passando) aumenta l'eccesso di mortalità per pneumoconiosi del 168 % (trend).

Matrice suolo, mercurio, mortalità per tutti i tumori, femmine pag. 50

Nei comuni con valori intermedi di mercurio nel suolo (secondo t.) si registra un eccesso di rischio del 24% rispetto ai comuni del primo t.

Nei comuni con valori più elevati di mercurio nel suolo (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 19% ai limiti della significatività rispetto ai comuni del primo t.

Matrice suolo, mercurio, mortalità per tutti i tumori, maschi pag. 51

Nei comuni con valori più elevati di mercurio nel suolo (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 18% rispetto ai comuni del primo t.

Il trend crescente risultato significativo non è interpretabile in quanto dal secondo al terzo terzile si evidenzia una flessione dell'eccesso di mortalità.

Matrice suolo, mercurio, tumore all'esofago, maschi pag. 52

Nei comuni con valori più elevati di mercurio nel suolo (terzo t.) si registra un eccesso di rischio di circa 8 volte superiore rispetto al rischio dei comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di mercurio (passando) aumenta l'eccesso di mortalità per tumore all'esofago del 212 % (trend).

Matrice suolo, mercurio, tumore della trachea, bronchi e del polmone, maschi pag. 53

Nei comuni con valori più elevati di mercurio nel suolo (terzo t.) si registra un eccesso di rischio di del 31% ai limiti della significatività rispetto ai comuni del primo t.

Nota bene, il trend crescente risultato significativo non è interpretabile in quanto dal secondo al terzo terzile si evidenzia una flessione dell'eccesso di mortalità.

Matrice acqua, arsenico, mortalità per tutte le cause, maschi pag. 54

Nei comuni con valori intermedi di arsenico nell'acqua (secondo t.) si registra un eccesso di rischio del 20% rispetto al rischio dei comuni del primo t.

Nei comuni con valori più elevati di arsenico nell'acqua (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 15% rispetto ai comuni del primo t.

Nota bene, il trend crescente risultato significativo non è interpretabile in quanto dal secondo al terzo terzile si evidenzia una flessione dell'eccesso di mortalità.

Matrice acqua, arsenico, mortalità per tutti i tumori, maschi pag. 55

Nei comuni con valori più elevati di arsenico nell'acqua (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 29% rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di arsenico (passando) aumenta l'eccesso di mortalità per tumore del 13 % (trend).

Matrice acqua, arsenico, tumore allo stomaco, femmine pag. 56

Nei comuni con valori più elevati di arsenico nell'acqua (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 83% ai limiti della significatività rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di arsenico (passando) aumenta l'eccesso di mortalità per tumore allo stomaco del 42 % (trend).

Matrice acqua, arsenico, tumore della trachea, bronchi e del polmone, maschi pag. 57

Nei comuni con valori più elevati di arsenico nell'acqua (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 42% ai limiti della significatività rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di arsenico (passando) aumenta l'eccesso di mortalità per tumore del polmone del 17 % (trend), anche ai limiti della significatività.

Matrice acqua, arsenico, malattie respiratorie acute, femmine pag. 58

Nei comuni con valori più elevati di arsenico nell'acqua (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 154% rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di arsenico (passando) aumenta l'eccesso di mortalità per malattie respiratorie acute del 61 % (trend).

Matrice acqua, arsenico, malattie respiratorie acute, maschi pag. 59

Nei comuni con valori più elevati di arsenico nell'acqua (terzo t.) si registra un

eccesso di rischio del 141% rispetto ai comuni del primo t.

All'aumentare della concentrazione di arsenico (passando) aumenta l'eccesso di mortalità per malattie respiratorie acute del 64 % (trend).

Matrice acqua, boro, tumori del sistema linfematoipietico, maschi pag. 60

Nei comuni con valori più elevati di boro nell'acqua (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 88 % rispetto ai comuni del primo t..

All'aumentare della concentrazione di boro (passando) aumenta l'eccesso di tumore del sistema linfematoipietico del 37 % (trend).

Matrice acqua, boro, malattie circolatorie, femmine pag. 61

Nei comuni con valori più elevati di boro nell'acqua (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 18 % rispetto ai comuni del primo t..

All'aumentare della concentrazione di boro (passando) aumenta l'eccesso di mortalità per malattie circolatorie del 9 % (trend).

Matrice acqua, boro, disturbi circolatori dell'encefalo, maschi pag. 62

Nei comuni con valori più elevati di boro nell'acqua (terzo t.) si registra un eccesso di rischio del 73 % rispetto ai comuni del primo t..

All'aumentare della concentrazione di boro (passando) aumenta l'eccesso di mortalità del 31 % con un trend dovuto principalmente al RR del 3° terzile.

ABBREVIAZIONI e NOTE di Medicina democratica:

“Passando....” sta per “passando da un terzile al successivo”

“t.” sta per terzile.

Terzile (*terzile basso, medio, alto*) può equivalere a “fascia”

RR = rischio relativo

Marzo 2011

chi è povero, muore prima e/o si ammala di più

Visto probabilmente che questi dati sembrarono troppo preoccupanti, nonostante i tentativi di minimizzazione, la Regione e ARS decisero di “approfondire”, introducendo la correzione dell'indice di deprivazione (ID): in parole semplici, chi è povero, muore prima e/o si ammala di più.

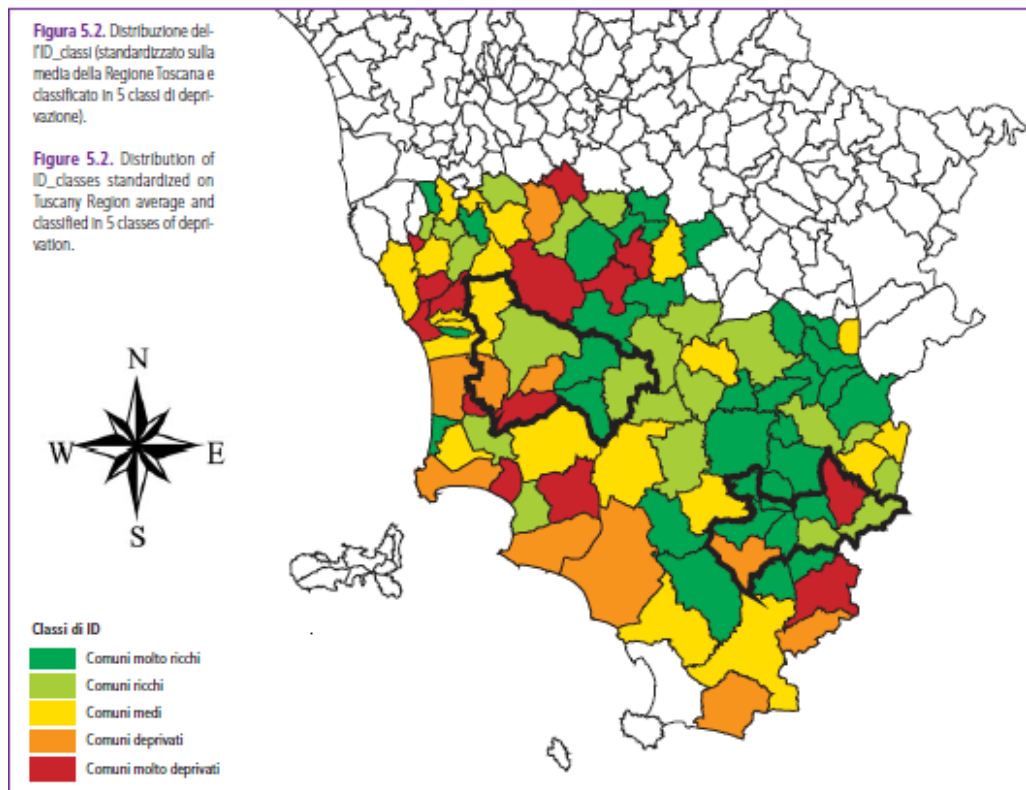
I criteri per considerare deprivata una popolazione , al censimento 2001, sono i seguenti:

- _ percentuale di popolazione con istruzione pari o inferiore alla licenza elementare (mancato raggiungimento dell'obbligo scolastico);
- _ percentuale di popolazione attiva disoccupata o in cerca di prima occupazione;
- _ : percentuale di abitazioni occupate in affitto;
- _ percentuale di famiglie monogenitoriali con figli dipendenti conviventi;
- _ indice di affollamento (numero di occupanti per 100 m2) nell'abitazione.

Dato che i comuni geotermici risultano poco deprivati (l'area Nord è poco deprivata, con il 62% della popolazione che risiede in comuni non deprivati, e l'area Sud è ancor meno deprivata, con oltre il 90% della popolazione che risiede in comuni non deprivati a fronte di due soli comuni deprivati (ID_classi>3) di piccole dimensioni) l'indagine di E&P¹ – sembra di capire- propende

¹ La Rivista E&P Epidemiologia e Prevenzione fu fondata nel 1976 da Giulio Maccacaro, che nello stesso anno fondò anche Medicina democratica. La rivista aveva perciò una forte connotazione sociale, con una particolare attenzione alla condizione operaia e popolare. Con il tempo, vista la sua

per ritenere che la deprivazione non sia un fattore di confondimento aggravante sullo stato di salute. **Quindi i problemi di salute devono essere cercati in altre motivazioni.**



Tra i comuni molto deprivati nella zona geotermica “larga” (50 Km) figurano Cecina, Castellina, Riparbella, ma figurano soprattutto comuni molto geotermizzati come Castelnuovo Val di Cecina, Monteverdi Marittimo, Monterotondo Marittimo, Roccalbegna e Radicofani, ciò che fa riflettere sulla utilità economica della geotermia:

autorevolezza e la dirompenza dei problemi affrontati, fu assorbita dall'area culturale del PCI e parzialmente neutralizzata. Mantiene tuttavia una certa autorevolezza ed autonomia.

Tabella 5.1. Classificazione dei comuni in studio secondo l'ID_classi. I comuni sono ordinati per area di appartenenza, per ID_classi e per ID_Z.

Table 5.1. Classification of studied municipalities by ID_classes. Municipalities are ordered by area of membership, by ID_classes and by ID_Z.

Area	Comune	Codice Istat	Popolazione 2001	ID_Z	ID_classi
Nord	Radicondoli	9052025	978	-1,83	1
	Montieri	9053017	1.248	-1,37	1
	Chiusdino	9052010	1.918	-1,23	2
	Pomarance	9050027	6.323	-0,51	2
	Montecatini Val di Cecina	9050019	2.008	0,43	3
	Castelnuovo di Val di Cecina	9050011	2.467	0,69	4
	Monteverdi Marittimo	9050021	701	1,03	4
	Monterotondo Marittimo	9053027	1.210	2,20	5
Sud	Santa Fiora	9053022	2.767	-4,39	1
	Castel Del Piano	9053004	4.331	-3,54	1
	Arcidosso	9053001	4.114	-2,42	1
	Abbadia San Salvatore	9052001	6.832	-1,34	1
	San Casciano dei Bagni	9052027	1.745	-1,15	2
	Piancastagnaio	9052020	4.196	-1,13	2
	Roccalbegna	9053020	1.241	1,24	4
	Radicondoli	9052024	1.219	2,07	5

ID_Z: ID standardizzato sulla media della Regione Toscana; ID_classi: ID_Z classificato secondo i quintili di popolazione al censimento del 2001; Popolazione 2001: popolazione al censimento 2001.
 ID_Z: standardized ID on Tuscany Region average; ID_classes: ID_Z classified by population quintiles at census of 2001.

La monocoltura geotermica nuoce anche all'economia

Ecco che cosa scrive lo stimato Roberto Barocci sugli aspetti delle ricadute economico-sociali della geotermia, nel maggio 2017:

A quanti hanno la sventura di essere amministrati da Sindaci che invocano altre centrali geotermiche: ragioniamo sui NUMERI comparati, non sulle fantasie.

Assecondare la richiesta di altre centrali geotermoelettriche, come stanno chiedendo a gran voce i Sindaci di Pomarance, Castelnuovo e Montecatini Val di Cecina, accompagnati da altri sindaci dell'alta Maremma e Amiata, significa volere caratterizzare ulteriormente i territori come aree industriali del tutto simili a quelle storiche dell'alta Val di Cecina, ormai sacrificate alla monocoltura geotermica. Ma se si ragiona sui numeri, possiamo dimostrare che questa è una scelta sbagliata, sulla quale le popolazioni locali non sono mai state informate e interpellate.

Infatti, va ribadito che in alta Val di Cecina, dove per prime sono state agevolate le attività geotermiche toscane, da Larderello a Castelnuovo VdC, realizzando investimenti diffusi con impianti ravvicinati che hanno portato al territorio un carattere mono culturale, gli amministratori locali non hanno compreso che stavano portando quei Comuni ad essere oggi **i più poveri della Toscana, con la popolazione più vecchia e bisognosa di sostegni esterni.** Lo testimoniano i dati comparati con il resto della Toscana e la definizione di area di crisi, decisa dal Consiglio regionale.

I dati reali, che consentono di fare confronti in ambito regionale, sono oggi disponibili per tutti i comuni riuniti nella Comunità Montana della Val di Cecina, che costituiscono nella classificazione elaborata dall'Istituto Regionale Programmazione Economica della Toscana, IRPET¹ un Sistema Economico Locale (SEL) sufficientemente omogeneo.

Riportiamo tre paragrafi salienti, tratti dai Quaderni IRPET, relativi al Sistema economico Locale (SEL) dell'alta Val di Cecina, dove nessun imprenditore ha investito negli ultimi decenni in produzioni agricole di qualità o in agriturismo o in attività turistiche, come invece è avvenuto intensamente in tutto il resto della Toscana meridionale:

Capitolo “1.5.3 Traiettorie dello sviluppo”: “... *L’analisi delle traiettorie di crescita economica seguite dal SEL e dalla regione nel suo complesso mostra come lo sviluppo della Val di Cecina sia stato completamente diverso da quello della Toscana. Il ritmo di crescita degli addetti pro-capite nelle attività extra agricole è stato nettamente rallentato e, ad oggi, il livello di attività raggiunto risulta essere inferiore a quello medio regionale. Anche per l’aspetto demografico si nota una profonda differenza con i valori medi regionali: il SEL registra infatti una costante diminuzione della popolazione in controtendenza con i dati regionali.*”

Capitolo “1.5.6 Caratteri della struttura produttiva locale”

“... *Il sistema non presenta una struttura produttiva particolarmente sviluppata e mostra indici di dotazione che sono decisamente più bassi della media regionale.*”

Capitolo “1.5.8 Conto risorse impieghi 2003”

“... *La bilancia commerciale del SEL è caratterizzata da un deficit complessivo determinato dal commercio con il resto d’Italia e del mondo. Nel complesso ciò ha fatto sì che il PIL pro-capite realizzato nel sistema economico dell’Area della Val di Cecina sia inferiore a quello medio regionale (per la precisione il 87,6% di quello toscano), mentre risulta decisamente superiore il ricorso ad importazioni dal resto della Toscana.*”

Che l’intera area sia oggi in uno stato di crisi lo ha annunciato il 15 luglio scorso Antonio Mazzeo² consigliere regionale PD e presidente della Commissione Costa: “*In accordo con il presidente Enrico Rossi, posso annunciare che la zona verrà riconosciuta come **area di crisi regionale**... ».*

Gli ha fatto eco l’altro consigliere PD Andrea Pieroni³: “*è stato importante condividere una modalità di azione politica e amministrativa coi comuni e i territori della Val di Cecina e il suo riconoscimento come area di crisi non complessa rappresenta senza dubbio una opportunità*”

Quindi, i Sindaci pro geotermici, nonostante che siano chiaramente smentiti dai dati economici comparativi, non comprendono gli errori commessi e rilanciano per avere altre centrali, dimostrando che sono incuranti del declino sociale che hanno contribuito a determinare. Ma vanno oltre, con dichiarazioni minacciose nei confronti di chi li critica anche sul versante sanitario, richiamano dati e studi in modo errato.

Questi Sindaci o mentono o non hanno mai letto interamente lo Studio epidemiologico CNR/2010 su tutte le popolazioni toscane residenti nei comuni geotermici. Infatti tale Studio contiene anche una valutazione cumulativa della salute pubblica in relazione agli inquinanti presenti, misurati in concentrazioni crescenti nei comuni geotermici. E’ il suo **Allegato 6**⁴ dal titolo inequivocabile; “*Risultati statisticamente significativi delle analisi di correlazione geografica tra dati ambientali e dati sanitari – Analisi dei ricoverati e analisi della mortalità*”, che riporta una descrizione dettagliata, a cui si rimanda, tra la mortalità da un lato e gli inquinanti misurati nell’ambiente ed emessi anche dalle centrali

geotermiche: **gli eccessi di rischio sono statisticamente significativi per 9 patologie mortali nelle femmine e 21 patologie mortali nei maschi al crescere delle concentrazioni misurate nei paesi geotermici degli stessi inquinanti emessi anche dalle centrali geotermiche.**

Riteniamo che sia una buona pratica, prima di compiere scelte così negative per un territorio, che siano compiute serie valutazioni comparative preventive e che i cittadini siano bene informati, anziché gestire a posteriori i finanziamenti pubblici per le aree di crisi economica e sociale.

Roberto Barocci,
Forum Ambientalista Toscano,
aderente a SOS Geotermia e Rete NOGESI

Seguono note:

1- IRPET, 2005, Il mosaico dello sviluppo territoriale in Toscana. La Provincia di Pisa, Firenze.

vedi http://www.irpet.it/index.php?page=pubblicazione&pubblicazione_id=165

2- Dal quotidiano "La Nazione" del 15 luglio 2016. Vedi:

<http://www.lanazione.it/livorno/cronaca/val-di-cecina-criasi-1.2350396>

3- Regione Toscana. Vedi:

http://www.consiglio.regione.toscana.it/commissioni/comunicati_view.aspx?idc=38&id=22841

4 - studio CNR-ARS è scaricabile da : <https://www.ars.toscana.it/it/geotermia-e-salute/dati-e-statistiche/1728-progetto-di-ricerca-epidemiologica-sulle-popolazioni-residenti-nellintero-bacino-geotermico-toscano-ottobre-2010.html>. L'Allegato 6 si scarica dal file 16 nella suddetta pagina;

Ma il grosso dei dati epidemiologici non cambia rispetto allo studio del 2010. Ecco che cosa scrive ARS nel 2013 :

“Seconda fase della ricerca epidemiologica dell'area geotermica toscana

Lo studio epidemiologico ARS-CNR del 2008-2010 aveva evidenziato criticità sanitarie soprattutto nell'Area geotermica Sud. Per questo la Regione Toscana ha deciso di effettuare ulteriori approfondimenti epidemiologici e implementare [interventi sanitari specifici](#) per le patologie risultate problematiche ([delibera della Giunta regionale 24 ottobre 2011 n. 893](#)).

I risultati degli **approfondimenti epidemiologici**, relativi all'analisi di mortalità e ospedalizzazione specifica per età e quella aggiustata per condizioni socio-economiche, sono stati pubblicati nel 2012 in seguito a revisione di esperti, nel supplemento [Stato di salute delle popolazioni residenti nelle aree geotermiche della Toscana](#) allegato al numero di **settembre-ottobre** della rivista **Epidemiologia & Prevenzione**.

Inoltre, nel corso del 2011-2013 l'ARS ha effettuato ulteriori **attività ed approfondimenti**, tra cui in particolare:

- [aggiornamento della letteratura scientifica](#) sugli effetti sanitari delle principali **sostanze** presenti nelle **emissioni geotermiche**, naturali e antropiche

- **collaborazione** con il gruppo di ricerca del **prof. Michael Bates** dell'Università della California, impegnato nello studio sugli effetti sanitari dell'esposizione ad acido solfidrico dei residenti nell'area geotermica di Rotorua, in Nuova Zelanda
- **organizzazione del seminario** "[Geotermia e salute. L'esperienza neozelandese e toscana](#)", svolto a Firenze il 25 ottobre 2012 con la partecipazione del team del prof. Michael Bates, in cui sono stati presentati in anteprima i nuovi dati sugli studi toscani e neozelandesi
- [indagine telefonica su stili di vita](#) nelle aree geotermiche ed in un campione di controllo
- analisi epidemiologica della mortalità ed ospedalizzazione anche nei comuni limitrofi non geotermici

Per approfondire:

- Scarica il report [Stato di salute delle popolazioni residenti nelle aree geotermiche della Toscana](#)

STATO DI SALUTE DELLE POPOLAZIONI RESIDENTI NELLE AREE GEOTERMICHE DELLA TOSCANA (OTTOBRE 2012)



Approfondimenti dello studio ARS-CNR pubblicato sul **supplemento** al numero di **settembre-ottobre 2012** di **Epidemiologia & Prevenzione**

I risultati sono ancora in linea con l'ipotesi che le emissioni geotermiche abbiano un ruolo **del tutto marginale** o **assente** negli eccessi delle malattie, ma non consentono

di ridurre l'attenzione, la sorveglianza e gli interventi, soprattutto nell'area geotermica amiatina.

- [Indice](#)
- [Prefazione](#)
- [Riassunto](#)
- [Intero volume](#)
- [Autori](#) “

2015, Terza fase di ricerca epidemiologica

Cambiano, riducendosi, gli anni di riferimento, di conseguenza cambiano i risultati: 2010-2012 per la mortalità, 2010-2014 per l'ospedalizzazione

Sezione B: Analisi dei flussi sanitari correnti

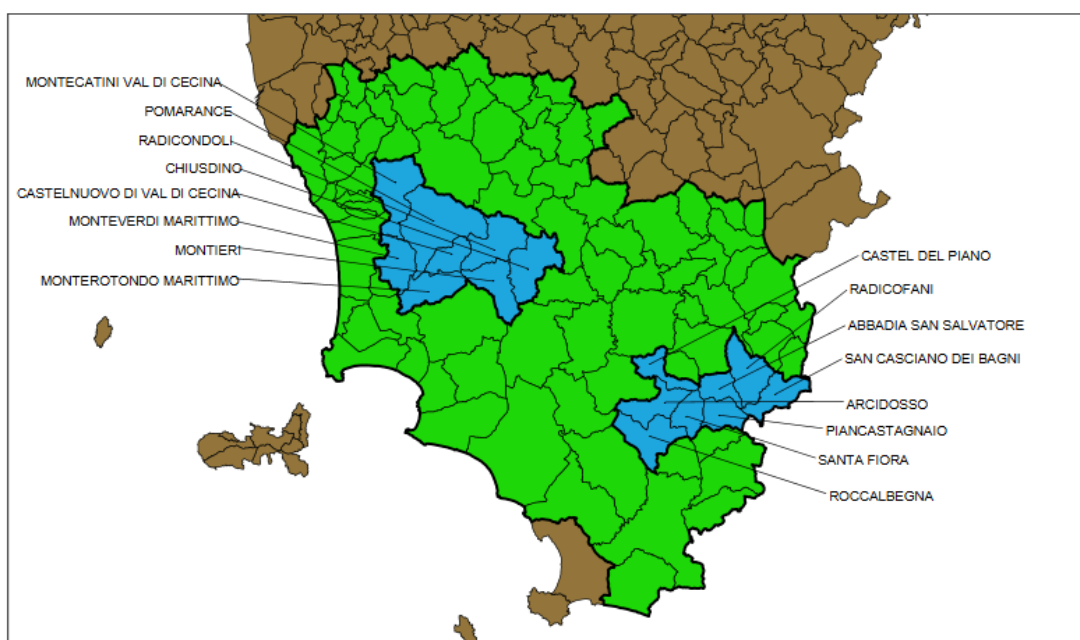
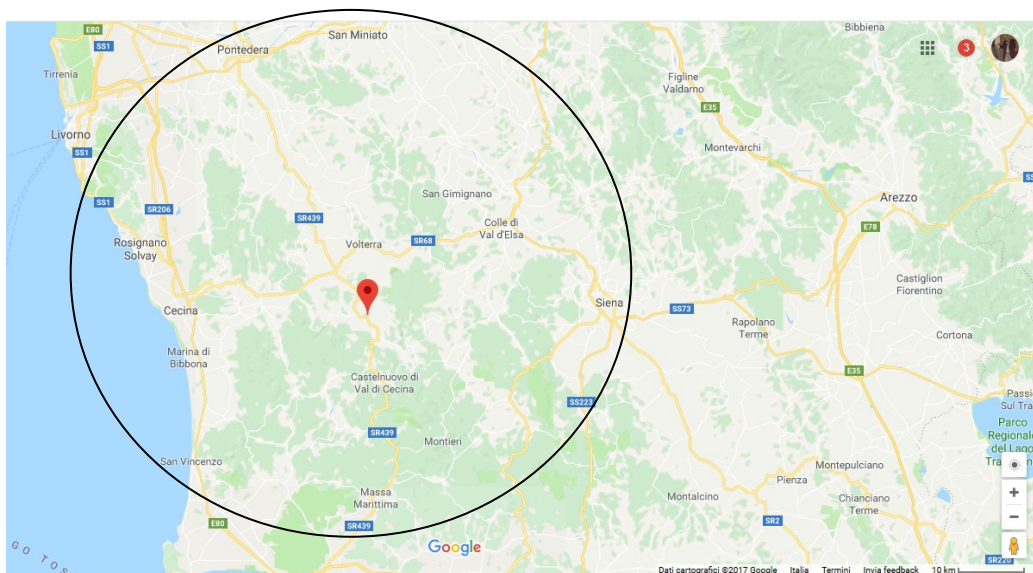


Figura 5.1.1 - Mappa dell'area di riferimento locale contenente i comuni in studio.
Nota: in verde l'area di riferimento locale.

Sopra la cartina a pag. 69 dello studio del 2010: in verde i comuni considerati “riferimento locale” nel raggio di 50 Km dai comuni geotermici, indicati in azzurro. Ma dove si colloca il centro del raggio di 50 Km ? Ad esempio a Monteverdi, il comune geotermico più ad ovest, o a Chiusdino, quello più ad est ? O a Pomarance,

*quello intermedio, riferendoci all'area nord ? Questa è una **nebulosità** dello studio del 2010 e dei successivi aggiornamenti.*

In realtà, come si vede da questo riesame compiuto da Medicina democratica, i comuni entro il raggio di 50 Km da (ad esempio) Pomarance sono molti di più, comprendendone altri ad ovest, Pontedera e San Miniato a nord, esclusi dalla cartina sopra:



Il raggio del cerchio con il centro a Pomarance è di 50 Km circa

La distanza in linea d'aria in chilometri è:

Pomarance-Siena 37.2 Km
Pomarance – Livorno 53,2 Km
Pomarance-Pontedera 44,7 Km
Pomarance-San Miniato 42,8
Pomarance-San Vincenzo 35,5 km
Pomarance-Rosignano Marittimo Km 35,3
Pomarance-Cecina 30,6 Km
Pomarance-Castagneto Carducci 26,2
Pomarance-Massa Marittima Km 27,4
Pomarance-Volterra km 11,2
Pomarance-Colle Valdelsa Km 24,6
Pomarance-San Gimignano Km 23,3
Pomarance-Piombino Km 50,2
Pomarance-Follonica Km 42,9

Un'altra inquietante nebulosità è il silenzio assoluto sui comuni non toscani confinanti con quelli amiatini di San Casciano dei Bagni e di Piancastagnaio, cioè i comuni di Acquapendente (Vt), Allerona (TR), Castel Giorgio (TR), Castel Viscardo (TR) Si è analizzato le loro mortalità ed ospedalizzazione per farne riferimento con i

comuni amiatini ?

La terza fase della ricerca epidemiologica di ARS sulle aree geotermiche: il diavolo si nasconde nelle pieghe

La terza fase della ricerca epidemiologica di ARS sulle aree geotermiche si limita ad osservare la mortalità nei 3 anni 2010-2012 (anziché dal 2000 al 2006, cioè sette anni come lo studio del 2010, dove si osservavano 535 morti in più) ed i risultati – come vedremo – sono inevitabilmente diversi e vogliono essere ultra-tranquillizzanti, soprattutto per l'area nord: qui sembra di vivere meglio che nel resto della Toscana, ciò che non sembra molto fondato.

E' nelle pieghe che si nasconde il diavolo.

In questo modo spariscono, dallo studio (terza fase) ma non dalla realtà circa 400 morti in più rispetto ai comuni limitrofi relativi agli anni 2006-2009, se si fosse voluto analizzare lo stesso numero di anni, cioè 7 come nel precedente studio.

Negli anni 2010-2012 nell'area sud Amiata sono morte in più 198 persone, mentre nell'area sud c'è un difetto sulla mortalità attesa, per cui, facendo la media di Trilussa, si ha un eccesso di mortalità nell'area geotermica totale di “solo” 58 morti in più.

Morti in più che ovviamente verranno attribuiti non tanto alla geotermia, ma agli “stili di vita” malsani, come il fumo di sigaretta, l'alimentazione con troppi grassi, l'abuso di alcool, la sedentarietà o scarso movimento, come se questi stili di vita non fossero ubiquitari in Toscana, ma si concentrassero – chissà per quale incomprensibile ragione – nei comuni comunque inquinati.

Inoltre i comuni presi a riferimento, limitrofi a quelli geotermici, non sono esattamente “bianchi”, cioè incontaminati proprio dalla geotermia.

Facciamo gli esempi di Volterra, Casole d'Elsa, Cecina e Pitigliano, comuni non geotermici, ma entro i 50 km. Dati tratti da <https://www.ars.toscana.it/it/relazione-comuni.html>

VOLTERRA (area nord, entro 50 km)

La mortalità per tutte le cause a Volterra (PI) nel periodo 2004-2013 è in forte eccesso sulla Toscana

Mortalità per tutte le cause - numero decessi, tasso grezzo e standardizzato per età, IC95% (x 100.000) - 2004-2013

Residenza	Totale				
	Decessi	Tasso grezzo	Tasso standard	Limite inf	Limite sup
Volterra	1572	1.416,00	1.108,04	1.052,12	1.163,95
AUSL 5 - Pisa	36549	1.104,00	1.020,85	1.010,24	1.031,46
Alta val di cecina	3018	1.407,00	1.020,10	982,89	1.057,32
ASL NORD-OVEST	147316	1.164,00	1.039,21	1.033,83	1.044,59
Toscana	410369	1.119,00	993,00	989,92	996,08

1108,04: 993 = 1,1158 cioè la mortalità a Volterra nel periodo 2004-2013 è superiore dell'11,58 % alla media toscana

Nati vivi e IVG con almeno una malformazione congenita - numero malformazioni/soggetti, proporzione grezza, IC95% (x 1.000) - 2005-2014

Residenza	NV e IVG affetti da almeno una malformazione escludendo i difetti minori	NV e IVG affetti da almeno una malformazione escludendo i difetti minori per 1.000 nati vivi	Limite inferiore	Limite superiore
Volterra	15	21,10	10,53	31,66
AUSL 5 - Pisa	767	26,61	24,76	28,47
Alta val di cecina	22	16,26	9,52	23,00
ASL NORD-OVEST	2740	27,42	26,41	28,44
Toscana	6130	20,57	20,06	21,08

Anche sulle malformazioni (attribuibili all'esposizione a vapori di mercurio) Volterra è in lieve eccesso sulla Toscana 21,10 – 20,57 = 0,53

Mortalità per malattie dell'apparato genito-urinario - numero decessi, tasso grezzo e standardizzato per età, IC95% (x 100.000) - 2004-2013

Residenza	Totale				
	Decessi	Tasso grezzo	Tasso standard	Limite inf	Limite sup
Volterra	39	35,00	26,27	17,86	34,68
AUSL 5 - Pisa	656	19,00	18,32	16,90	19,74
Alta val di cecina	77	35,00	25,27	19,54	31,00
ASL NORD-OVEST	2583	20,00	17,92	17,22	18,62
Toscana	7020	19,00	16,62	16,22	17,01

Per la mortalità da malattie dell'apparato genito-urinario (attribuibili all'esposizione a boro ed arsenico) Volterra è in forte eccesso sulla Toscana, 26,27 : 16,62 = 1,58 cioè è superiore del 58 % rispetto alla Toscana.

Come si vede sotto, anche per l'ospedalizzazione (si noti, ospedalizzazione ovunque sia avvenuta) per tutte le cause Volterra è in eccesso rispetto alla Toscana 74,62: 69,54 = 1,073 cioè è superiore del 7,3% rispetto alla Toscana.

Ospedalizzazione per tutte le cause - numero ricoverati, tasso grezzo e standardizzato per età, IC95% (x 1.000) - 2012-2016

Residenza	Soggetti ricoverati				
	Ricoverati	Tasso grezzo	Tasso standard	Limite inf	Limite sup
Volterra	4230	79,52	74,62	72,25	77,00
AUSL 5 - Pisa	123582	72,66	71,54	71,14	71,95
Alta val di cecina	8033	77,90	71,92	70,26	73,57
ASL NORD-OVEST	454314	71,06	69,47	69,26	69,68
Toscana	1321625	71,02	69,54	69,41	69,66

CASOLE D'ELSA (area nord, entro 50 km)

Restando sull'ospedalizzazione, anche Casole (SI) è in eccesso sulla Toscana:
 $72,89: 69,54 = 1,048$ cioè l'ospedalizzazione a Casole è superiore del 4,8% rispetto alla Toscana

Ospedalizzazione per tutte le cause - numero ricoverati, tasso grezzo e standardizzato per età, IC95% (x 1.000) - 2012-2016

Residenza	Soggetti ricoverati				
	Totale				
	Ricoverati	Tasso grezzo	Tasso standard	Limite inf	Limite sup
Casole D'Elsa	1396	71,42	72,89	68,94	76,83
AUSL 7 - Siena	98192	73,05	70,60	70,15	71,06
Alta val d'Elsa	22532	71,22	70,65	69,70	71,59
ASL SUD-EST	298613	71,36	69,41	69,16	69,67
Toscana	1321625	71,02	69,54	69,41	69,66

Per la mortalità per tumore del polmone Casole è in eccesso sulla Toscana, ma solo nei maschi:

$120,07 : 106,20 = 1,130$ cioè la mortalità per tumore del polmone nei maschi a Casole è superiore del 13 % rispetto alla Toscana.

Mortalità per tumore del polmone - numero decessi, tasso grezzo e standardizzato per età, IC95% (x 100.000) - 2004-2013

Residenza	Maschi				
	Decessi	Tasso grezzo	Tasso standard	Limite inf	Limite sup
Casole D'Elsa	18	102,00	120,07	63,69	176,46
AUSL 7 - Siena	1142	89,00	88,41	83,22	93,61
Alta val d'Elsa	255	83,00	92,06	80,62	103,49
ASL SUD-EST	3707	92,00	94,59	91,50	97,67
Toscana	17612	99,00	106,20	104,61	107,80

PITIGLIANO (area sud, entro 50 km)

Mortalità per tutte le cause - numero decessi, tasso grezzo e standardizzato per età, IC95% (x 100.000) - 2004-2013

Residenza	Totale				
	Decessi	Tasso grezzo	Tasso standard	Limite inf	Limite sup
Pitigliano	637	1.598,00	1.120,13	1.030,46	1.209,79
AUSL 9 - Grosseto	27418	1.235,00	1.040,20	1.027,69	1.052,72
Colline dell'albegna	6515	1.249,00	1.053,52	1.027,55	1.079,48
ASL SUD-EST	96344	1.162,00	988,77	982,41	995,12
Toscana	410369	1.119,00	993,00	989,92	996,08

La mortalità per tutte le cause a Pitigliano (GR) è in forte eccesso sulla Toscana

1120,13: 993 = 1,128 cioè è in eccesso del 12,8% per donne e uomini.

Mortalità per malattie dell'apparato digerente - numero decessi, tasso grezzo e standardizzato per età, IC95% (x 100.000) - 2004-2013

Residenza	Totale				
	Decessi	Tasso grezzo	Tasso standard	Limite inf	Limite sup
<i>Pitigliano</i>	<i>38</i>	<i>95,00</i>	<i>68,18</i>	<i>45,73</i>	<i>90,62</i>
<i>AUSL 9 - Grosseto</i>	<i>1074</i>	<i>48,00</i>	<i>41,10</i>	<i>38,60</i>	<i>43,60</i>
<i>Colline dell'albegna</i>	<i>273</i>	<i>52,00</i>	<i>45,09</i>	<i>39,68</i>	<i>50,51</i>
<i>ASL SUD-EST</i>	<i>3559</i>	<i>42,00</i>	<i>36,64</i>	<i>35,41</i>	<i>37,86</i>
<i>Toscana</i>	<i>15942</i>	<i>43,00</i>	<i>38,59</i>	<i>37,98</i>	<i>39,20</i>

Anche la mortalità per malattie dell'apparato digerente a Pitigliano è in forte eccesso rispetto alla Toscana $68,18: 38,59 = 1,766$, cioè la mortalità per malattie dell'apparato digerente per donne e uomini a Pitigliano è superiore del 76,6% rispetto alla Toscana.

Ospedalizzazione per tumore del colon-retto - numero ricoverati, tasso grezzo e standardizzato per età, IC95% (x 1.000) - 2012-2016

Residenza	Soggetti ricoverati				
	Femmine				
	Ricoverati	Tasso grezzo	Tasso standard	Limite inf	Limite sup
<i>Pitigliano</i>	<i>11</i>	<i>1,09</i>	<i>0,86</i>	<i>0,33</i>	<i>1,39</i>
<i>AUSL 9 - Grosseto</i>	<i>475</i>	<i>0,82</i>	<i>0,64</i>	<i>0,58</i>	<i>0,70</i>
<i>Colline dell'albegna</i>	<i>114</i>	<i>0,86</i>	<i>0,67</i>	<i>0,54</i>	<i>0,79</i>
<i>ASL SUD-EST</i>	<i>1599</i>	<i>0,74</i>	<i>0,60</i>	<i>0,57</i>	<i>0,63</i>
<i>Toscana</i>	<i>7293</i>	<i>0,75</i>	<i>0,62</i>	<i>0,61</i>	<i>0,64</i>

Di conseguenza anche l'ospedalizzazione a Pitigliano per tumore al colon retto è in eccesso rispetto alla Toscana, specialmente tra le femmine, ma anche tra i maschi $0,86: 0,62 = 1,387$ cioè l'ospedalizzazione per il tumore del colon retto nelle femmine a Pitigliano è superiore del 38,7% rispetto alla Toscana.

CECINA (area nord, entro 50 km)

La mortalità per tutte le cause a Cecina (LI) è in forte eccesso per le femmine rispetto alla Toscana, meno nei maschi $840,18: 810,49 = 1,0366$, cioè la mortalità per tutte le cause nelle femmine a Cecina è superiore del 3,66% rispetto alla Toscana.

Mortalità per tutte le cause - numero decessi, tasso grezzo e standardizzato per età, IC95% (x 100.000) - 2004-2013

Residenza	Maschi				
	Decessi	Tasso grezzo	Tasso standard	Limite inf	Limite sup
<i>Cecina</i>	<i>1546</i>	<i>1.175,00</i>	<i>1.272,79</i>	<i>1.207,69</i>	<i>1.337,89</i>
<i>AUSL 6 - Livorno</i>	<i>19538</i>	<i>1.173,00</i>	<i>1.260,34</i>	<i>1.242,28</i>	<i>1.278,39</i>
Bassa val di cecina	4589	1.180,00	1.225,04	1.188,84	1.261,24
<i>ASL NORD-OVEST</i>	<i>70429</i>	<i>1.157,00</i>	<i>1.323,93</i>	<i>1.313,88</i>	<i>1.333,97</i>
<i>Toscana</i>	<i>197507</i>	<i>1.118,00</i>	<i>1.256,96</i>	<i>1.251,29</i>	<i>1.262,63</i>

Mortalità per tutte le cause - numero decessi, tasso grezzo e standardizzato per età, IC95% (x 100.000) - 2004-2013

Residenza	Femmine				
	Decessi	Tasso grezzo	Tasso standard	Limite inf	Limite sup
<i>Cecina</i>	<i>1694</i>	<i>1.160,00</i>	<i>840,18</i>	<i>799,22</i>	<i>881,14</i>
<i>AUSL 6 - Livorno</i>	<i>21525</i>	<i>1.194,00</i>	<i>853,32</i>	<i>841,63</i>	<i>865,00</i>
Bassa val di cecina	4800	1.148,00	827,08	803,12	851,04
<i>ASL NORD-OVEST</i>	<i>76887</i>	<i>1.171,00</i>	<i>845,20</i>	<i>839,06</i>	<i>851,33</i>
<i>Toscana</i>	<i>212862</i>	<i>1.120,00</i>	<i>810,49</i>	<i>806,96</i>	<i>814,03</i>

Anche la mortalità per malattie dell'apparato digerente è in eccesso a Cecina rispetto alla Toscana

44,11 : 38,59 = 1,143 cioè la mortalità per malattie dell'apparato digerente in donne e uomini a Cecina è superiore all'attesa toscana del 14,3 %

Mortalità per malattie dell'apparato digerente - numero decessi, tasso grezzo e standardizzato per età, IC95% (x 100.000) - 2004-2013

Residenza	Totale				
	Decessi	Tasso grezzo	Tasso standard	Limite inf	Limite sup
<i>Cecina</i>	<i>139</i>	<i>50,00</i>	<i>44,11</i>	<i>36,68</i>	<i>51,55</i>
<i>AUSL 6 - Livorno</i>	<i>1704</i>	<i>49,00</i>	<i>42,79</i>	<i>40,73</i>	<i>44,86</i>
Bassa val di cecina	392	48,00	41,45	37,28	45,63
<i>ASL NORD-OVEST</i>	<i>5944</i>	<i>46,00</i>	<i>41,99</i>	<i>40,91</i>	<i>43,07</i>
<i>Toscana</i>	<i>15942</i>	<i>43,00</i>	<i>38,59</i>	<i>37,98</i>	<i>39,20</i>

Sotto, anche la mortalità per malattie all'apparato genito-urinario, correlabile all'assunzione di boro e arsenico nell'acqua potabile, è in eccesso a Cecina rispetto alla Toscana 20,68 : 16,62 = 1,244 cioè è in eccesso del 24,4 % rispetto alla Toscana.

Mortalità per malattie dell'apparato genito-urinario - numero decessi, tasso grezzo e standardizzato per età, IC95% (x 100.000) - 2004-2013

Residenza	Totale				
	Decessi	Tasso grezzo	Tasso standard	Limite inf	Limite sup
<i>Cecina</i>	<i>67</i>	<i>24,00</i>	<i>20,68</i>	<i>15,65</i>	<i>25,72</i>
<i>AUSL 6 - Livorno</i>	<i>643</i>	<i>18,00</i>	<i>15,72</i>	<i>14,49</i>	<i>16,96</i>
Bassa val di cecina	178	22,00	18,48	15,72	21,24
<i>ASL NORD-OVEST</i>	<i>2583</i>	<i>20,00</i>	<i>17,92</i>	<i>17,22</i>	<i>18,62</i>
<i>Toscana</i>	<i>7020</i>	<i>19,00</i>	<i>16,62</i>	<i>16,22</i>	<i>17,01</i>

Un altro fattore di confondimento, cambiano di nuovo gli anni di riferimento

“Nel periodo 2000-2009, **nell’Area geotermica Nord** si sono registrati 2.451 decessi, a fronte di 2.572 attesi, equivalenti a 121 casi in meno in 10 anni, di cui 94 in meno nei maschi e 27 in meno nelle femmine.

Nello stesso periodo, i livelli di mortalità sono del tutto sovrapponibili a quelli dei residenti nei comuni limitrofi non geotermici. Anzi, la mortalità generale, per tumori e per tumore del polmone, nei maschi residenti nell’Area geotermica Nord risulta significativamente inferiore all’atteso (- 7%, - 19% e - 30% rispettivamente). “

ma tuttavia

“Nei maschi, superiore all’atteso è solo la mortalità per malattie del sistema respiratorio (+ 26%), sostenuta perlopiù da quella per pneumoconiosi. Nelle femmine si osservano eccessi significativi di mortalità per malattie cerebrovascolari (+ 18%), per malattie del sistema genitourinario (+ 49%) e per tumore dell’ovaio (+ 63%), ma non per malattie respiratorie, per tumori, né per tumori polmonari.

Rispetto all’analisi precedente, riferita al periodo 2000-2006, sia nei maschi che nelle femmine, non si rilevano importanti variazioni nei risultati, con esclusione dell’eccesso di malattie dell’apparato genitourinario nelle femmine.”

Ospedalizzazione per primo ricovero, 168 ricoveri in più nell’area geotermica nord (91,1 uomini, 77 donne)

Geotermia e salute in Toscana

Analisi di primo ricovero: osservati (OSS), attesi (ATT), differenza tra osservati e attesi (OSS-ATT), rapporti di primo ricovero standardizzati per età (SHR) e intervalli di confidenza inferiori e superiori al 95% (IC95%). Anni 2007-2009.
Sono evidenziati in rosso gli eccessi significativi, in verde i difetti significativi.

Patologia	ICD-9	Area geotermica Nord									
		Maschi					Femmine				
		OSS	ATT	OSS-ATT	SHR %	IC95%	OSS	ATT	OSS-ATT	SHR %	IC95%
Tutte le cause	0-999	884	872,9	91,1	110,4	103,6-117,6	1085	1008,0	77,0	107,6	101,3-114,2
Malattie infettive e parassitarie	001-139	60	52,0	8,0	115,4	88,0-148,5	57	43,9	13,1	129,9	98,4-168,3
Tubercolosi	010-018	<3	-	-	-	-	3	1,7	1,3	171,8	34,5-502,0
Epatite virale	070	7	7,5	-0,5	93,9	37,6-193,5	3	4,3	-1,3	69,3	13,9-202,4
Tutti i tumori	140-239	252	242,8	9,2	103,8	91,4-117,4	230	247,2	-17,2	93,0	81,4-105,9
Tumori delle labbra, della cavità orale, della faringe	140-149	8	5,3	2,7	150,2	64,7-286,9	<3	-	-	-	-
Tumori dell'esofago	150	<3	-	-	-	-	<3	-	-	-	-
Tumori dello stomaco	151	12	12,4	-0,4	96,4	49,7-168,4	6	8,7	-2,7	69,3	25,3-150,8
Tumori del colon	153	27	23,4	3,6	115,4	76,0-167,9	14	18,7	-4,7	74,9	40,9-125,8
Tumori del retto	154	14	14,1	-0,1	99,3	54,2-166,6	11	9,2	1,8	120,0	59,8-214,7
Tumori del fegato, della colecisti e dei dotti biliari	155-156	12	10,3	1,7	116,4	60,1-203,3	7	6,0	1,0	116,3	46,8-239,7
Tumori del pancreas	157	8	6,2	1,8	128,2	55,2-252,5	5	6,1	-1,1	82,0	26,4-191,4
Tumori della laringe	161	10	4,8	5,2	200,9	100,5-386,1	<3	-	-	-	-
Tumori della trachea, dei bronchi e del polmone	162	23	26,6	-3,6	86,5	54,8-128,8	13	8,7	4,3	149,9	79,8-256,4
Tumori della pleura	163	<3	-	-	-	-	<3	-	-	-	-
Tumori del connettivo e di altri tessuti molli	171	<3	-	-	-	-	0	-	-	-	-
Melanoma della cute	172	<3	-	-	-	-	3	3,1	-0,1	95,8	19,3-279,8
Tumori della mammella	174-175	0	-	-	-	-	38	46,5	-8,5	81,8	57,8-112,2
Tumori dell'utero	179-180,182	0	-	-	-	-	7	8,8	-1,8	79,6	31,9-164,0
Tumori dell'ovario e di altri annessi uterini	183	0	-	-	-	-	12	5,8	6,2	208,3	107,5-384,0
Tumori della prostata	185	24	31,2	-7,2	76,9	49,2-114,4	0	-	-	-	-
Tumori del testicolo	186	<3	-	-	-	-	0	-	-	-	-

Come si vede nella tabella sopra, nell'area nord negli anni 2007-2009 ci sono stati 168,1 ricoveri in più rispetto agli attesi, oltre a quelli che non sono conteggiati per l'intervallo di confidenza al 95%

“La [tabella con i risultati dell'analisi di primo ricovero](#) riporta per ciascuna della 60 cause esaminate per il periodo 2007-2009, il numero di caso osservati di ospedalizzazione per primo ricovero, quelli attesi in base all'ospedalizzazione dei residenti nei comuni limitrofi, la differenza tra osservati ed attesi, i rapporti standardizzati di ospedalizzazione (SHR) ed i relativi intervalli di confidenza al 95%.

I risultati delle analisi sui ricoverati nel periodo 2007-2009 mostrano un eccesso di ospedalizzazione generale sia nei maschi che nelle femmine.

Nel dettaglio delle singole cause, nei maschi dell'Area geotermica Nord si conferma l'eccesso significativo di ricoverati per pneumoconiosi già rilevato nei dati di mortalità e compare quello per malattie dell'apparato digerente e per tumore della laringe. Nelle femmine si osservano eccessi di ricoverati per malattie del sistema digerente e si conferma quello per tumore dell'ovaio. D'altra parte, nelle femmine risultano in difetto significativo i ricoveri per malattie dell'apparato respiratorio, tra cui quelle polmonari cronico-ostruttive e per le malformazioni.

Rispetto all'analisi precedente, riferita al periodo 2004-2006, non si rilevano importanti novità tra gli eccessi, ad eccezione del tumore della laringe nei maschi e del tumore dell'ovaio nelle femmine. Da segnalare, semmai, nelle femmine un riallineamento ai valori attesi delle ospedalizzazioni per tumori del sistema ematolinfopoietico, tra cui i linfomi di Hodgkin e le leucemie, che erano in eccesso.”

“**Commento dei dati**

Il profilo di salute dei residenti dell'Area geotermica Nord è sovrapponibile a quello dei comuni limitrofi presi a riferimento. Anzi, gli indicatori epidemiologici più rilevanti, quali la mortalità generale e per tumori, presentano nei maschi valori significativamente inferiori all'atteso. **L'eccesso di ospedalizzazione rilevato sia nei maschi che nelle femmine, può essere espressione di maggiore frequenza di malattie, ma anche di un uso maggiore dell'ospedale in aree con servizi sanitari extraospedalieri meno accessibili.**

L'aggiornamento attuale delle analisi dei dati di mortalità ed ospedalizzazione, pur con qualche eccezione, non evidenzia significative variazioni rispetto alle analisi precedenti.

Per approfondire:

- Scarica la scheda di sintesi e commento dei [risultati per l'Area geotermica Nord](#) in .pdf
- Scarica la [tabella dei risultati dell'analisi di mortalità](#) per l'Area Nord e la [tabella con i risultati dell'analisi di primo ricovero](#) per l'Area Nord, aggiornate al maggio 2013
- Vai alla pagina dell'[aggiornamento dei dati sanitari](#) e consulta i **risultati dell'Area Sud e dell'Area Totale**”

Ancora ARS sui risultati:

“Nelle femmine si osservano eccessi significativi di mortalità per malattie cerebrovascolari (+ 18%), per malattie del sistema genitourinario (+ 49%) e per tumore dell'ovaio (+ 63%), ma non per malattie respiratorie, per tumori, né per tumori polmonari.

Rispetto all'analisi precedente, riferita al periodo 2000-2006, sia nei maschi che nelle femmine, non si rilevano importanti variazioni nei risultati, con esclusione dell'eccesso di malattie dell'apparato genitourinario nelle femmine.”

Terza fase sull'Amiata: 198 morti in più

L'aggiornamento dei dati al 2012 della popolazione amiatina mostra una situazione peggiore di quella dell'area nord, ma in miglioramento sull'indagine del 2010, che mostrava un eccesso di mortalità nei maschi del 13 %: ora è “solo” del 10%. Ecco che cosa scrive l'ARS:

“In entrambi i generi, dal 1971 i TSM² dei residenti nell'Area geotermica Sud risultano sempre più elevati di quelli toscani.

La [tabella dei risultati dell'analisi di mortalità](#) riporta per ciascuna della 60 cause esaminate per il periodo 2000-2009, il numero di decessi osservati, quelli attesi in base alla mortalità nei comuni limitrofi, la differenza tra osservati ed attesi, i rapporti standardizzati di mortalità (SMR) ed i relativi intervalli di confidenza al 95%.

Nel periodo 2000-2009, nell'Area geotermica Sud si sono verificati 3.961 decessi per tutte le cause, a fronte 3.763 attesi. Si tratta di 198 decessi in più in dieci anni, di cui 178 in più tra i maschi e 20 in più tra le femmine.

L'eccesso di mortalità generale è significativo solo nei maschi ed è dell'ordine del 10%.

L'eccesso è significativo sia negli ultra65enni, che nei 35-64enni. Al contrario, nelle femmine la mortalità è sostanzialmente in linea con l'atteso (+ 1%).

Considerando le singole cause di mortalità, nel periodo 2000-2009, nei maschi è presente un eccesso significativo di decessi per tumori del 17%, equivalente a 99 decessi in più in 10 anni. Tra le sedi tumorali, gli eccessi sono statisticamente significativi per il tumore dello stomaco (+ 42%), del fegato (+ 42%) ed ai limiti della significatività per quello del polmone (+ 12%).

Nei maschi, ma non nelle femmine, si rileva un eccesso significativo di decessi per le malattie dell'apparato respiratorio (+ 28%), in particolare per polmoniti e pneumoconiosi, per le malattie infettive, in particolare per la tubercolosi. Tra le femmine, invece, si rileva un eccesso significativo di decessi per le malattie respiratorie acute (+ 40%), tra cui le polmoniti, per quelle dell'apparato digerente (+ 44%), tra cui la cirrosi epatica. In entrambi i generi, si rileva un eccesso di mortalità per traumatismi e sintomi e stati mal definiti. Solo nelle femmine sono da segnalare, invece, difetti significativi di mortalità per malattie dell'apparato circolatorio, in particolare per le malattie ischemiche cardiache e cerebrovascolari.

Rispetto all'analisi precedente, riferita al periodo 2000-2006, sia nei maschi che nelle femmine, non si rilevano variazioni nei risultati.”

“Ospedalizzazione per primo ricovero

La [tabella con i risultati dell'analisi di primo ricovero](#) riporta per ciascuna della 60 cause esaminate per il periodo 2007-2009, i casi osservati di ospedalizzazione per primo ricovero, quelli attesi in base all'ospedalizzazione dei residenti nei comuni limitrofi, la differenza tra osservati ed attesi, i rapporti standardizzati di ospedalizzazione (SHR) ed i relativi intervalli di

² TSM tassi standardizzati di mortalità, aggiustati per età.

confidenza al 95%.

I risultati delle analisi sui ricoverati nel triennio 2007-2009 mostrano un eccesso di ospedalizzazione generale sia nei maschi che nelle femmine.

Nei maschi si conferma buona parte delle criticità emerse dall'analisi di mortalità. Solo nei maschi, infatti, si rilevano eccessi significativi di ricoverati per tumori, tra cui per quello dello stomaco e del fegato, cui si aggiunge anche un eccesso per il tumore del colon. Sempre nei maschi si confermano gli eccessi di ricoverati per le malattie respiratorie acute, in particolare polmonite, e per quelle croniche, come le broncopneumopatie cronico-ostruttive. Rispetto alla mortalità, nei maschi compaiono eccessi anche per le malattie dell'apparato circolatorio, tra cui la malattia ipertensiva, dell'apparato genitourinario e digerente, tra cui, in particolare, la cirrosi epatica.

Nelle femmine si evidenziano eccessi di ricoverati per le malattie croniche dell'apparato respiratorio e si confermano quelli rilevati nella mortalità relativi all'apparato digerente. Compaiono inoltre eccessi di ricoverati per demenze e tumori, tra cui quello del pancreas e del sistema nervoso.

Rispetto all'analisi precedente, riferita al periodo 2004-2006, nei maschi si rilevano alcuni eccessi significativi in più, tra cui quelli per tumori, in particolare quello del colon, per malattie cardiovascolari e dell'apparato digerente, mentre scompaiono gli eccessi per demenze e malattia di Parkinson. Tra le femmine, compaiono nuovi eccessi di ospedalizzazione per tumore, in particolare per quello del pancreas, per malattie dell'apparato digerente e per demenze. Sempre tra le femmine, scompaiono invece gli eccessi di ospedalizzazione per tumore dello stomaco e dell'esofago, e i difetti di ospedalizzazione per malattie infettive e del sistema cardiocircolatorio.

Commento dei dati

Rispetto ai dati delle precedenti pubblicazioni (Primo Rapporto ARS-CNR del 2010; Supplemento Epidemiologia & Prevenzione del 2012), l'aggiornamento delle analisi con ulteriori tre anni di osservazioni, sia per la mortalità che per l'ospedalizzazione, conferma le criticità degli indicatori di salute rilevati nell'Area geotermica Sud rispetto alla popolazione residente nei comuni limitrofi. Rispetto alla precedente analisi, l'eccesso di mortalità generale evidente nei soli maschi, è ancora presente, anche se in leggera flessione (da + 13% del periodo 2000-2006 a + 10% del 2000-2009). Lo stesso è vero per l'eccesso di mortalità per tumori, tra le cui singole sedi, rispetto alle precedenti analisi, si confermano, sempre nei soli maschi, gli eccessi di mortalità per tumore dello stomaco, del fegato e, sebbene in misura minore, del polmone. Tra le malattie respiratorie, l'eccesso di mortalità rilevato nei maschi, continua ad essere sostenuto soprattutto da quello per pneumoconiosi e polmonite. Rispetto alle prime analisi, nelle femmine si confermano gli eccessi di mortalità per malattie respiratorie acute, prevalentemente polmonite, e malattie dell'apparato digerente, in particolare per cirrosi epatica. Tra le altre cause di mortalità, si confermano gli eccessi per le malattie infettive e la tubercolosi nei maschi e per traumi e sintomi mal definiti in entrambi i generi.

I risultati delle analisi sui ricoverati confermano gran parte delle criticità emerse dall'analisi precedente, con pochi miglioramenti e qualche peggioramento in più, condizionati anche dalle basse numerosità degli eventi in studio. Inoltre, nei confronti geografici, gli eccessi di ospedalizzazione possono essere espressione di maggiore frequenza di malattie, ma anche di un uso maggiore dell'ospedale in aree con servizi sanitari extraospedalieri meno accessibili.

Alcuni risultati sono più significativi: l'eccesso di mortalità generale nei maschi, ma non nelle femmine, l'eccesso di mortalità costantemente presente fin dagli anni '70 ed antecedente allo sviluppo dell'attività geotermica, le criticità sanitarie polarizzate sui maschi, la tipologia di buona parte delle patologie in eccesso (tumore dello stomaco, del fegato e del colon, pneumoconiosi, polmoniti, malattie dell'apparato digerente). **Questo supporta l'ipotesi che i**

determinanti delle debolezze riscontrate nel profilo di salute dell'Area geotermica Sud, non siano tanto da ricercare nell'esposizione ambientale alle emissioni geotermiche, quanto ad un mix di fattori che includono aspetti occupazionali, stili di vita individuali, determinanti familiari e genetici, altre esposizioni ambientali ed elementi al momento non noti.

Per approfondire:

- Scarica la scheda di sintesi e commento dei [risultati per l'Area geotermica Sud](#) in .pdf
- Scarica la [tabella dei risultati dell'analisi di mortalità](#) per l'Area Sud e la [tabella con i risultati dell'analisi di primo ricovero](#) per l'Area Sud, aggiornate al maggio 2013
- Vai alla pagina dell'[aggiornamento dei dati sanitari](#) e consulta i **risultati dell'Area Nord e dell'Area Totale**”

Geoterapia e salute in Toscana

Analisi di mortalità: osservati (OSS), attesi (ATT), differenza tra osservati e attesi (OSS-ATT), rapporti di mortalità standardizzati per età (SMR) e intervalli di confidenza inferiori e superiori al 95% (IC95%). Anni 2000-2009.
Sono evidenziati in rosso gli eccessi significativi, in verde i difetti significativi.

Patologia	ICD-9	Area geotermica Sud									
		Maschi					Femmine				
		OSS	ATT	OSS-ATT	SMR %	IC95%	OSS	ATT	OSS-ATT	SMR %	IC95%
Tutte le cause	0-999	1970	1791,7	178,3	110,0	105,1-114,9	1991	1971,0	20,0	101,0	96,6-105,6
Malattie infettive e parassitarie	001-139	18	8,4	9,6	213,1	126,2-336,8	9	9,1	-0,1	98,0	45,2-188,0
Tubercolosi	010-018	6	1,1	4,9	543,0	198,3-1182,0	<3	-	-	-	-
Epatite virale	070	<3	-	-	-	-	0	-	-	-	-
Tutti i tumori	140-239	686	597,0	99,0	116,6	108,1-125,6	449	448,4	0,6	100,1	91,1-109,8
Tumori delle labbra, della cavità orale, della faringe	140-149	14	10,5	3,5	133,8	73,1-224,5	3	4,6	-1,6	65,2	13,1-190,5
Tumori dell'esofago	150	11	8,3	2,7	132,9	66,2-237,8	5	2,9	2,1	169,7	54,7-395,9
Tumori dello stomaco	151	76	53,4	22,6	142,4	112,2-178,3	49	41,0	8,0	119,6	88,5-158,1
Tumori del colon	153	49	49,7	-0,7	98,5	72,9-130,3	34	45,0	-11,0	75,6	52,3-105,6
Tumori del retto	154	23	16,4	6,6	140,5	89,1-210,9	12	13,9	-1,9	86,6	44,7-151,3
Tumori del fegato, della colecisti e dei dotti biliari	155-156	55	37,8	17,2	145,4	108,5-189,3	30	30,3	-0,3	99,1	66,9-141,5
Tumori del pancreas	157	30	28,2	1,8	106,5	71,8-152,0	30	30,6	-0,6	98,1	66,2-140,1
Tumori della laringe	161	10	9,0	1,0	110,9	53,1-203,9	<3	-	-	-	-
Tumori della trachea, dei bronchi e del polmone	162	168	149,9	18,1	112,1	95,8-130,4	40	35,9	4,1	111,3	79,5-151,6
Tumori della pleura	163	3	3,9	-0,9	76,9	15,5-224,6	0	-	-	-	-
Tumori del connettivo e di altri tessuti molli	171	<3	-	-	-	-	4	1,9	2,1	207,8	55,9-532,0
Melanoma della cute	172	3	5,7	-2,7	52,4	10,5-153,0	5	5,2	-0,2	95,5	30,8-222,8
Tumori della mammella	174-175	3	0,7	2,3	450,0	90,5-1314,7	53	60,7	-7,7	87,3	65,4-114,2
Tumori dell'utero	179-180,182	0	-	-	-	-	14	17,7	-3,7	79,3	43,3-133,0
Tumori dell'ovaio e di altri annessi uterini	183	0	-	-	-	-	23	22,1	0,9	104,0	65,9-156,1
Tumori della prostata	185	63	53,2	9,8	118,4	91,0-151,5	0	-	-	-	-
Tumori del testicolo	186	<3	-	-	-	-	0	-	-	-	-

Anche i 198 morti in più non conteggiano nel totale quelle considerate “non significative”, cioè entro gli intervalli di confidenza al 95%. Queste morti “non significative” assommano a ben 167 (104 uomini, 63 donne), che porterebbero il totale a 365 morti in più.

Geotermia e salute in Toscana

Analisi di primo ricovero: osservati (OSS), attesi (ATT), differenza tra osservati e attesi (OSS-ATT), rapporti di primo ricovero standardizzati per età (SHR) e intervalli di confidenza inferiori e superiori al 95% (IC95%), Anni 2007-2009.
 Sono evidenziati in rosso gli eccessi significativi, in verde i difetti significativi.

Patologia	ICD-9	Area geotermica Sud									
		Maschi					Femmine				
		OSS	ATT	OSS-ATT	SHR %	IC95%	OSS	ATT	OSS-ATT	SHR %	IC95%
Tutte le cause	0-999	1480	1352,8	127,2	109,4	103,9-115,1	1739	1637,6	101,4	106,2	101,3-111,3
Malattie infettive e parassitarie	001-139	76	80,1	-4,1	94,9	74,8-118,8	80	69,9	10,1	114,4	90,7-142,4
Tubercolosi	010-018	4	3,2	0,8	123,6	33,3-316,4	3	2,8	0,2	106,1	21,3-310,1
Epatite virale	070	14	11,9	2,1	117,7	64,3-197,6	6	7,1	-1,1	84,9	31,0-184,8
Tutti i tumori	140-239	407	382,1	44,9	112,4	101,7-123,9	448	399,8	48,2	112,1	101,9-122,9
Tumori delle labbra, della cavità orale, della faringe	140-149	12	8,0	4,0	150,5	77,7-262,9	<3	-	-	-	-
Tumori dell'esofago	150	<3	-	-	-	-	0	-	-	-	-
Tumori dello stomaco	151	28	18,2	9,8	154,1	102,4-222,7	18	13,6	4,4	132,7	78,6-209,7
Tumori del colon	153	47	34,5	12,5	136,4	100,2-181,4	32	29,3	2,7	109,2	74,7-154,2
Tumori del retto	154	27	20,9	6,1	129,2	85,1-188,0	13	14,3	-1,3	90,8	48,3-155,4
Tumori del fegato, della colecisti e dei dotti biliari	155-156	27	15,3	11,7	176,6	116,3-258,9	15	9,5	5,5	158,5	88,6-261,4
Tumori del pancreas	157	13	9,1	3,9	142,2	75,6-243,1	17	9,6	7,4	177,9	103,6-284,9
Tumori della laringe	161	5	7,1	-2,1	70,4	22,7-164,3	<3	-	-	-	-
Tumori della trachea, dei bronchi e del polmone	162	50	39,2	10,8	127,7	94,7-168,3	21	13,7	7,3	153,2	94,8-234,2
Tumori della pleura	163	3	1,5	1,5	201,6	40,5-588,9	<3	-	-	-	-
Tumori del connettivo e di altri tessuti molli	171	<3	-	-	-	-	3	1,8	1,2	168,3	33,4-485,8
Melanoma della cute	172	7	5,5	1,5	127,7	51,2-263,2	<3	-	-	-	-
Tumori della mammella	174-175	0	-	-	-	-	77	74,6	2,4	103,3	81,5-129,1
Tumori dell'utero	179-180,182	0	-	-	-	-	11	14,2	-3,2	77,5	38,6-138,7
Tumori dell'ovaio e di altri annessi uterini	183	0	-	-	-	-	7	9,3	-2,3	75,3	30,2-155,2
Tumori della prostata	185	48	46,1	1,9	104,1	76,7-138,0	0	-	-	-	-
Tumori del testicolo	186	<3	-	-	-	-	0	-	-	-	-

Qui sopra notiamo 228,6 ricoveri in più (127,2 uomini e 101,4 donne) nell'area sud, ma questi ricoveri in più non conteggiano al solito quelli considerati "non significativi", cioè

quelli entro gli intervalli di confidenza al 95%. Questi ricoveri “non significativi” assommano a ben 350 (159 uomini, 191 donne), che porterebbero il totale a 578 ricoverati in più.

(Si perdoni il taglio topografico delle tabelle, necessario per ragioni di impaginazione. Le tabelle integrali sono visibili ai link indicati da ARS)

Area geotermica totale, 58 decessi in più, il 6%

Facendo una media tra la “vivibile” area nord e la critica area sud (che ha nell’aggiornamento 198 morti in più) si arriva a quanto volevano la politica e l’ENEL: “solo” 119 morti in più (desumibili dalla tabella mortalità area totale, sotto), ovviamente attribuiti ad altri fattori, non certo alla geotermia. La quadratura del cerchio. Ma non solo: i 119 morti in più si riducono a “solo” 58 se si depurano della “non significatività” in quanto entro gli intervalli di confidenza al 95%³, arrivando a “solo” il 6% in più rispetto ai comuni limitrofi.

Un’inezia, sembra aggiungere l’ARS, senza scriverlo.

³ L'intervallo di confidenza è l'intervallo di valori entro i quali si stima che cada, con un livello di probabilità scelto a piacere, il valore vero della popolazione. In realtà si sceglie quasi sempre un livello di probabilità di 0.95 o, più raramente, 0.99, ottenendo rispettivamente l'intervallo di confidenza al 95% o al 99%.

Geotermia e salute in Toscana

Analisi di mortalità: osservati (OSS), attesi (ATT), differenza tra osservati e attesi (OSS-ATT), rapporti di mortalità standardizzati per età (SMR) e intervalli di confidenza inferiori e superiori al 95% (IC95%). Anni 2010-2012.
Sono evidenziati in rosso gli eccessi significativi, in verde i difetti significativi.

Patologia	ICD-9	Area Geotermica Totale											
		Maschi						Femmine					
		OSS	ATT	OSS-ATT	SMR%	L.INF	L.SUP	OSS	ATT	OSS-ATT	SMR%	L.INF	L.SUP
Generale	0-999	943	885,2	57,8	106,5	98,8	113,6	1003	1003,4	-0,4	100,0	93,9	106,3
Malattie infettive	001-139	11	12,9	-1,9	85,3	42,5	152,6	16	17,0	-1,0	94,4	53,9	153,3
Tubercolosi	010-018	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
Epatite virale	070	3	3,4	-0,4	88,3	17,7	257,9	4	4,5	-0,5	89,4	24,1	228,9
Tumori	140-239	304	280,5	23,5	108,4	96,5	121,3	207	220,5	-13,5	93,9	81,5	107,6
Tumori maligni	140-208	282	267,0	15,0	105,6	93,7	118,7	196	210,3	-14,3	93,2	80,6	107,2
Tumori delle labbra, bocca, faringe	140-149	10	4,6	5,4	217,0	103,9	388,0	<3	-	-	-	-	-
Tumori dell'esofago	150	5	3,6	1,4	137,7	44,4	321,3	0	-	-	-	-	-
Tumori dello stomaco	151	25	22,5	2,5	111,1	71,9	164,0	17	14,7	2,3	115,6	67,3	185,1
Tumori del colon retto	153-154	40	36,4	3,6	109,8	78,4	149,5	30	33,8	-3,8	88,7	59,8	126,6
Tumori del fegato e dotti biliari	155-156	22	17,8	4,2	123,4	77,3	186,8	15	12,4	2,6	120,8	67,6	199,3
Tumori del pancreas	157	7	12,0	-5,0	58,4	23,4	120,4	17	16,0	1,0	106,5	62,0	170,6
Tumori della laringe	161	6	4,7	1,3	128,7	47,0	280,2	0	-	-	-	-	-
Tumori del polmone	162	62	61,9	0,1	100,1	76,8	128,4	17	22,3	-5,3	76,2	44,4	122,0
Tumori della pleura	163	3	1,9	1,1	156,1	31,4	456,1	<3	-	-	-	-	-
Tumori del tessuto connettivo e altri tessuti molli	171	0	-	-	-	-	-	3	1,1	1,9	273,1	54,9	798,1
Melanoma	172	4	3,6	0,4	110,2	29,7	282,2	3	2,0	1,0	147,7	29,7	431,5
Tumori della mammella	174-175	0	-	-	-	-	-	24	29,8	-6,8	80,6	51,6	119,9
Tumori dell'utero	179-180,182	0	-	-	-	-	-	3	8,0	-5,0	37,5	7,5	109,7
Tumori dell'ovaio	183	0	-	-	-	-	-	15	9,6	5,4	155,6	87,0	256,6
Tumori della prostata	185	26	21,9	4,1	118,7	77,5	173,9	0	-	-	-	-	-
Tumori della vescica	188	17	14,8	2,2	114,9	66,9	183,9	4	3,7	0,3	108,1	29,1	276,7
Tumori del rene	189	3	7,0	-4,0	42,7	8,6	124,9	<3	-	-	-	-	-
Tumori del sistema nervoso centrale	191-192,225,239,6	12	8,8	3,2	136,5	70,4	238,4	12	7,8	4,2	154,6	79,8	270,0
Tumori ai tessuti linfatici	200-208	21	23,0	-2,0	91,3	56,5	139,6	21	20,8	0,4	102,0	63,1	156,0
Linfomi non Hodgkin	200,202	6	6,9	-0,9	88,4	31,6	188,1	6	6,7	-0,7	89,2	32,6	194,1

Si notino le numerosissime patologie per le quali le morti osservate superano le morti

attese (come i tumori e i tumori maligni), ma queste morti non sono conteggiate nel totale in quanto considerate “non significative”, cioè entro gli intervalli di confidenza al 95%.

Sotto, il commento di ARS all’aggiornamento su mortalità ed ospedalizzazione

“Mortalità

Nel periodo dal 1971 al 2012, i [tassi di mortalità generale standardizzati per età](#) (TSM) sono in progressiva diminuzione nell’Area geotermica Totale, così come nell’Area geotermica Sud, nell’Area geotermica Nord ed in Regione Toscana, sia nei maschi che nelle femmine (grafici 1 e 2).

Grafico 1: Tassi di mortalità standardizzati per età (TSM x 100.000 ab. standard: popolazione europea). Maschi

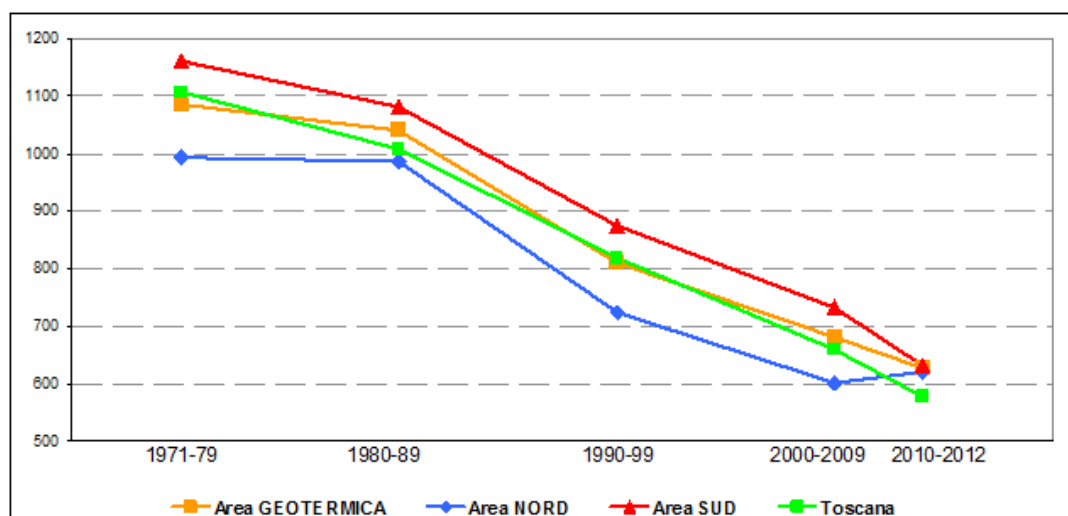
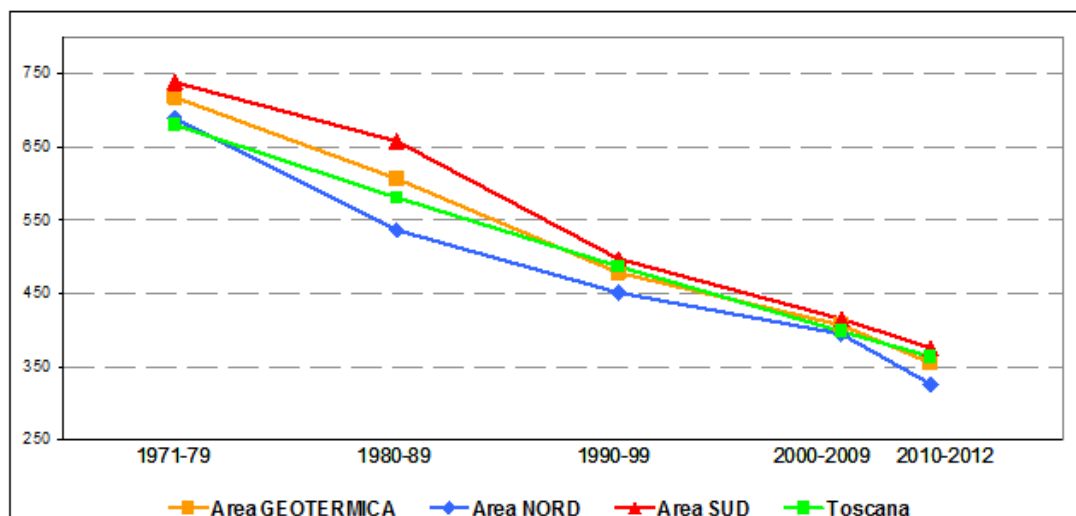


Grafico 2: Tassi di mortalità standardizzati per età (TSM x 100.000 ab. standard: popolazione europea). Femmine



In entrambi i generi, dal 1971 al 2012 i TSM dei residenti nell'Area geotermica Totale risultano pressoché sovrapponibili a quelli toscani, in particolare negli anni successivi al 1990.

La [tabella dei risultati dell'analisi di mortalità](#) riporta per ciascuna della 60 cause esaminate per il periodo 2010-2012, il numero di decessi osservati, quelli attesi in base alla mortalità nei comuni limitrofi, la differenza tra osservati ed attesi, i [rapporti standardizzati di mortalità](#) (SMR) ed i relativi intervalli di confidenza al 95%.

Nel periodo 2010-2012, **nell'Area geotermica Totale** si sono registrati 1.946 decessi, a fronte di 1.888 decessi attesi. Questi rappresentano il numero dei decessi che si sarebbero verificati nei comuni geotermici se la loro popolazione avesse la stessa probabilità di decesso di quella dei comuni limitrofi. **Si tratta di 58 decessi in più in 3 anni, tutti concentrati nella popolazione maschile. Questi decessi in più nei maschi equivalgono ad un eccesso del + 6% rispetto ai comuni limitrofi.** Sempre limitatamente ai maschi, è in eccesso la mortalità per tumori, anche se non statisticamente significativo, in particolare per tumori delle labbra, bocca e faringe, per malattie dell'apparato respiratorio, tra cui broncopneumopatie cronico-ostruttive e pneumoconiosi. Gran parte di questi eccessi sono attribuibili al profilo di salute dell'Area geotermica Sud, che presenta maggiori criticità sanitarie.

Ospedalizzazione per primo ricovero

La [tabella con i risultati dell'analisi di primo ricovero](#) riporta per ciascuna della 60 cause esaminate per il periodo 2010-2014, il numero osservato di ospedalizzazioni per primo ricovero, quelli attesi in base all'ospedalizzazione dei residenti nei comuni limitrofi, la differenza tra osservati ed attesi, i [rapporti standardizzati di ospedalizzazione](#) (SHR) ed i relativi intervalli di confidenza al 95%.

Come per i dati di mortalità, anche le analisi sui ricoveri nell'Area geotermica Totale riflettono le criticità evidenziate per l'Area geotermica Sud. Nei maschi dell'Area geotermica Totale emergono eccessi statisticamente significativi di ricoveri per tumori, in particolare per quelli del fegato, dello stomaco, esofago e linfomi non-Hodgkin, per malattie dell'apparato circolatorio, per malattie dell'apparato respiratorio, sia acute che croniche, e per malattie infettive. Nelle femmine, in linea con i maschi, si confermano gli eccessi per le malattie infettive, dell'apparato respiratorio e circolatorio; mentre sono in difetto i ricoveri per tumore della mammella. Sempre nelle femmine, ma non nei maschi, si conferma l'eccesso per insufficienze renali, evidenziato nelle analisi degli anni precedenti.

Commento dei dati

Il profilo di salute dei residenti nell'Area geotermica Totale è sostanzialmente in linea con quello degli abitanti nei comuni limitrofi, con pochi problemi, più evidenti nei maschi. Questo quadro risente però della marcata diversa distribuzione delle criticità tra Area geotermica Sud e quella Nord. In particolare, i problemi evidenziati nell'Area geotermica Totale sono imputabili a quelli dei maschi dell'Area geotermica Sud. Per questo i dati sono sempre presentati anche disaggregati per le due zone geotermiche.”

questa tabella, mischiando la mortalità osservata nelle due aree geotermiche (in difetto nell'area nord, in eccesso nell'area sud) fa apparire la mortalità nell'area

geotermica totale in eccesso, ma “solo” di 71 uomini e 48 femmine, per un totale di 119 morti in più sui morti attesi in area geotermica.

Si noti anche che per numerose altre cause di morte, i morti osservati sono più numerosi dei morti attesi, ma non figurano tra i morti in più, a causa dell'approssimazione statistica al 95%⁴

Respirare acido solfidrico ha un effetto protettivo

L'attenzione regionale solo sulla geotermia dell'Amiata: due nuovi studi

Dal sito ARS 16/12/2016

“I due studi, inquadrati nel più ampio panorama di **attività previste dal progetto triennale “Geotermia e salute”** finanziato da Regione Toscana, fanno seguito alle prime indagini condotte nelle aree geotermiche che avevano evidenziato in Amiata alcune criticità sanitarie. Per questo motivo sono stati condotti **nuovi approfondimenti epidemiologici** in collaborazione con ARPAT, Asl, medici di famiglia e pediatri di libera scelta, per valutare lo **stato di salute degli amiatini**, in relazione sia alla presenza delle **centrali geotermiche che ad altri fattori di rischio**, individuali e ambientali.

L'obiettivo del **primo** dei due studi è stato valutare le associazioni tra gli andamenti giornalieri delle **concentrazioni di acido solfidrico (H₂S)** in aria e gli **effetti acuti**, a breve termine, sulla salute della popolazione residente.

Nel **secondo** studio, invece, sono state messe in relazione le **concentrazioni urinarie ed ematiche di arsenico e mercurio**, misurate in un **campione di 900 persone nel 1998**, con esiti cronici sulla salute.

Complessivamente i risultati, presentati in [conferenza stampa il 24 novembre scorso](#) alla presenza dell'assessore Fratoni, **non hanno mostrato situazioni di particolare criticità**, sia relativamente all'esposizione ai picchi di acido solfidrico, sia rispetto agli effetti dell'esposizione a arsenico e mercurio.

In particolare, per l'**acido solfidrico** non emerge alcun segnale di effetto acuto sull'apparato respiratorio, che è uno degli organi target più studiati in relazione all'H₂S. Anzi dai dati emerge una diminuzione del rischio di patologie respiratorie all'aumentare della concentrazione di H₂S. Emergono, al contrario, dei segnali di effetto acuto per patologie di tipo cardiovascolare, sulla quale esistono però maggiori

⁴ L'intervallo di confidenza fornisce informazioni riguardo alla **precisione** dei valori ottenuti attraverso lo studio di un campione. Ad esempio, un intervallo di confidenza 95% comprende un intervallo di valori che tiene conto della variabilità del campione, in modo tale che si può confidare - con un margine di certezza ragionevole (appunto il 95%) - che quell'intervallo contenga il *valore vero* dell'intera popolazione che non si ha avuto modo di esaminare.


dubbi ed incertezze circa i meccanismi biologici di interferenza dell'H₂S.

Lo studio su **arsenico e mercurio** non ha messo in evidenza effetti su mortalità e patologie tumorali. Per l'arsenico è stato osservato un debole segnale su malattie del sistema cardiovascolare e malattie della pelle, e per il mercurio su patologie dell'apparato urinario.

In ogni caso tutti questi aspetti sono **oggetto della una nuova indagine campionaria**, che è il cuore del progetto triennale di ARS. Oltre ai campioni biologici umani questa nuova indagine prevede: un set di esami clinici (sangue e urine) di screening su specifici indicatori di salute generale, cardiovascolare, e funzionalità renale; la misurazione della pressione arteriosa e misure antropometriche; una spirometria per valutare la funzionalità respiratoria; e la somministrazione di un questionario molto approfondito su abitudini (fumo, alcol, dieta) di oggi e del passato, attività lavorativa, storia clinica, salute riproduttiva.

A cura di: daniela.nuvolone@ars.toscana.it

Per approfondire:

<p>Consulta e scarica il primo studio Esposizione ad acido solfidrico ed effetti acuti sulla salute. Uno studio case-crossover in Amiata</p>	
--	---

L'obiettivo di questo studio è quello di **valutare le associazioni tra gli andamenti giornalieri delle concentrazioni di acido solfidrico (H₂S) in aria e gli effetti acuti**, a breve termine, sulla salute della popolazione residente.

In epidemiologia ambientale il disegno di studio che più di altri consente di studiare gli effetti acuti sulla salute, legati al verificarsi di picchi di concentrazione di inquinanti più o meno prolungati nel tempo, è il modello “**case crossover**”, un tipo di studio che discende da uno degli studi più consolidati in epidemiologia, il caso controllo.

Il principio logico alla base di questa metodologia è che per **ogni esito sulla salute** in studio (caso) **si confronta l'esposizione nel giorno in cui l'esito è avvenuto** (ad es. concentrazione giornaliera di H₂S) con quella, verificatasi sullo stesso caso, dei giorni di controllo in cui l'evento non si è verificato, precedenti o futuri. In questo modo ogni caso è anche il controllo di se stesso e ne consegue che tutte le **variabili individuali**, che non variano o variano solo lentamente nel tempo, come ad esempio le principali **caratteristiche socio-demografiche e gli stili di vita**, non influenzano la relazione oggetto dello studio, ovvero la connessione tra H₂S e salute. Dunque il grande vantaggio di un modello case crossover è che, essendoci per disegno un appaiamento per tutte le variabili individuali che variano poco nel tempo breve (età, sesso, stato socio-economico, fumo e altri comportamenti a rischio), i modelli sono intrinsecamente (intrinsecamente) aggiustati per queste variabili. Ciò consente di utilizzare in maniera più efficace le informazioni sanitarie contenute nei flussi sanitari correnti (come ad esempio, mortalità, ricoveri, accessi al pronto soccorso) che per loro natura non forniscono tutte quelle informazioni individuali che sono importanti fattori di rischio per la salute.”

La conclusione di questo studio è quasi sorprendente: l'acido solfidrico fa bene alla salute, contrariamente a quanto si pensava prima di conoscere lo studio del prof. Bates sugli abitanti di Rotorua (Nuova Zelanda). Ecco che cosa scrivono i nostri ricercatori :
” *Lo studio di Rotorua (20-21), metodologicamente il più solido ed accurato rispetto agli altri studi revisionati, mostra per l'apparato respiratorio una inversione di tendenza dell'associazione con l' H₂S, sia rispetto ai precedenti studi ecologici di Bates (22-24) sia alle altre esperienze internazionali. Infatti, l'indagine campionaria a Rotorua non evidenzia alcun effetto dell'esposizione ad H₂S su sintomi respiratori, asma o sintomi asma-correlati, e sulla funzionalità respiratoria, semmai gli autori rilevano segnali di effetti **protettivi** dell'acido solfidrico sull'apparato respiratorio (20-21).*”

Ma non a tutto “fa bene” respirare l'acido solfidrico: “*Lo studio nei comuni dell'Amiata ha, invece, messo in evidenza, alcune relazioni tra l'esposizione ad acido solfidrico ed effetti acuti a carico del sistema cardiovascolare, soprattutto nelle donne, anziane ed in estate.*”

Consulta e scarica il secondo studio [Esposizione a basse dosi di arsenico e mercurio ed effetti sulla salute. Uno studio di coorte in Amiata](#)



Lo studio di cui sopra non trae conclusioni, ma rimanda alle analisi di un numero maggiore di persone, rispetto a quelle analizzate nel 1998 dall'ASL di Siena (900 persone) alla ricerca di effetti sulla salute di mercurio ed arsenico. Ecco quindi il progetto INVETTA, che analizzerà 2000 persone, anche sul versante grossetano del monte Amiata. Non sembra proprio uno sforzo immenso da parte della Regione.

INVETTA, analisi su 2000 amiatini

Per dimostrare agli abitanti amiatini (ma non ai pomarancini e dintorni) che la Regione non si dimentica di loro, nel 2017 ARS ha lanciato la campagna Invetta “un’indagine su un campione di 2000 persone, di età 18-70 anni, residenti nei comuni dell’Amiata maggiormente interessati dalle emissioni degli impianti geotermici. Il campione sarà estratto dalle liste anagrafiche tenendo conto di età e sesso..... L’obiettivo dello studio è approfondire lo stato di salute degli amiatini e i principali fattori di rischio. Per fare questo l’indagine prevede: la raccolta di un campione di **sangue e urine** per determinare la presenza di metalli pesanti (arsenico, mercurio, cromo, tallio e tanti altri) e per effettuare alcuni esami di laboratorio, tra i quali **glicemia, colesterolo, transaminasi** etc. Una visita generale dello stato di salute che prevede la misurazione della pressione, la rilevazione delle misure antropometriche (peso e altezza) e l’esecuzione di una spirometria per la valutazione della salute respiratoria, la compilazione di un questionario approfondito su abitudini, ambiente di vita e di lavoro, storia clinica personale.”

<https://www.ars.toscana.it/it/geotermia-e-salute/news-geotermia-e-salute/3661-al-via-sull-amiata-l-indagine-invetta.html>

Le emissioni delle centrali geotermiche

Indicatori	Periodi di riferimento	Aree geotermiche							Totale da produzione geotermica	
		Amiata (Sud)			Tradizionale (Nord)					
		sottoarea		Totale di area	sottoarea			Totale di area		
		Piancastagnolo (SI)	S. Fiora (GR)		Val di Cornia	Radicondoli Travale	Larderello			
Produzione (GWh)	anno 2000	555	158	713	1.477	713	1.495	3.684	4.397	
	anno 2007	405	161	566	1.835	1.142	1.698	4.675	5.241	
Emissioni	H ₂ S (t/a)	anno 2000	7.504	764	8.268	7.882	4.468	5.620	17.977	26.239
		anno 2007	2.401	91	2.492	7.491	2.934	3.265	13.619	16.181
	Hg (kg/a)	anno 2000	1.968,9	114,1	2.083	336	175	482	993	3.076
		anno 2007	739,3	20,7	760	269	212	253	733	1.494
	As (kg/a)	anno 2000	86,5	3,5	90	80	24	23	127	216
		anno 2007	74	10	84	206	64	128	398	482
	CO ₂ (t/a)	anno 2000	578.854	82.163	661.017	315.127	295.866	589.059	1.200.052	1.861.069
		anno 2007	415.390	67.008	482.398	392.559	464.093	613.592	1.470.244	1.952.642
NH ₃ (t/a)	anno 2007	1.678,3	1.453,7	3.132	1.411	731	1.141	3.283	6.415	

Tabella 2.2. Emissioni di alcune sostanze dagli impianti geotermoelettrici negli anni 2000 e 2007 (Fonte: Regione Toscana, DGR 22.03.10, n. 344 «Criteri direttivi per il contenimento delle emissioni in atmosfera delle centrali geotermoelettriche»).

Table 2.2. Emissions of some substances from geothermal power plants in 2000 and in 2007 (Ref. Tuscany Region; Dgr: 22th of March 2010, n. 344).

Queste sono le emissioni ufficiali al 2007 ammesse dalla Regione Toscana, quindi il “minimo” sicuro ed indiscutibile. La tabella confronta le emissioni del 2000 (prima dell’istallazione degli impianti AMIS (abbattimento di mercurio e idrogeno solforato) e del 2007, ad istallazione degli AMIS quasi completata da ENEL. La tabella non enumera gli altri metalli tossici in tracce, come cromo, uranio, radon, antimonio, ecc, emessi dalle centrali. 3076 kg di mercurio l’anno, ad esempio, non sono uno scherzo se si confronta il dato con le emissioni dell’elettrolisi a mercurio di Solvay di Rosignano, che fu obbligata/incentivata nel 2007 a convertire a membrana il suo impianto che emetteva “solo” 130 kg di mercurio in mare e altrettanto in aria. Secondo Medicina democratica, queste emissioni sono più che sufficienti per dichiarare le aree geotermiche come SIN, siti di interesse nazionale per le bonifiche, ammesso che sia possibile bonificare le amplissime aree che hanno inquinato in decenni di emissioni.

Che cosa emettono le 30 centrali geotermiche dell’area nord (dati ufficiali Arpat 2013-14) secondo il calcolo di Medicina democratica

Centrale	MW	Comune	Arsenico	Ammonia	Mercurio	Acido solfidrico
Farinello (PI)	60	Pomarance (PI)	5 gr/h	2 kg/h	17 gr/h	9,5 kg/h
Nuova Serrazzano	60	Pomarance				
Nuova Iagoni rossi	20	Pomarance			5	13,2
Valle secolo 1	60	Pomarance			14	2,3
Nuova gabbro	20	Pomarance			6,1	12,7
Valle secolo 2	60	Pomarance			10	10,7
Nuova Larderello	20	Pomarance			9,7	9,00
Nuova Molinetto	20	Castelnuovo VdC			3	37,1
Nuova Castelnuovo	14,5	Castelnuovo VdC			30	9,3
Le Prata	20	Castelnuovo (PI)				17,7

Nuova Sasso	20	Castelnuovo (PI)			7	24,5
Sasso 2	20	Castelnuovo (PI)				
Cornia 2	20	Castelnuovo (PI)			8	34,6
Selva 1	20	Castelnuovo				
Sesta 1	20	Radicondoli (SI)			4	13,8
Chiusdino	20	Chiusdino (SI)			5	28,9
Nuova Radicondoli 1	40	Radicondoli (SI)			50	2,7
Nuova Radidondoli 2	20	Radicondoli			5	7,8
Pianacce (SI)	20	Radicondoli				
Rancia 1 (SI)	20	Radicondoli				6,8
Rancia 2	20	“				
Travale 3 (Gr	20	Montieri			6	22,7
Travale 4 (Gr	40	Montieri			4	18,1
Monteverdi 1	20	Monteverdi (PI)			1	11,1
Monteverdi 2	20	Monteverdi			2	23,7
Nuova san martino	40	Monte rotondo Gr			6	2,8
Carboli 1 (Gr)	20	Monte rotondo			4	13
Carboli 2 (Gr)	20	Monte rotondo				46
Nuova lago	10	Monterotondo Gr				
Nuova monte rotondo	10	Monterotondo Gr				

Totale MW 794,5

Valori obiettivo di emissione in flusso di massa per le centrali GTE in nuova configurazione derivante dall'applicazione degli esiti della sperimentazione:

arsenico 5 grammi/ora a centrale

ammoniaca 2 kg/ora a centrale

Delibera Giunta regionale Toscana 344 del 22.3.10 Allegato

Tirando le somme,

mercurio emesso 196,8 grammi l'ora = 1.725,7 kg anno

acido solfidrico 385,8 kg l'ora = 3.381.360 kg anno

arsenico 150 gr/ora = 1.314 kg/anno (obiettivo)

ammoniaca 60 kg/ora = 525.600 kg/anno (obiettivo)

Medicina democratica Sezione di Livorno e della Val di Cecina

Marzo 2018

Secondo questo attendibile documento del Comitato difensori della Toscana (Casole d'Elsa)

Mercurio dall'area nord, 1489 kg l'anno

Geotermia e veleni: la quantità di Mercurio emesso dalle centrali area geotermica nord



Geotermia e veleni: il Mercurio

Non essendo mai stata pubblicata la quantità totale di mercurio emesso sulle nostre teste annualmente dalle centrali geotermiche di Enel Green Power abbiamo provato a fare questo calcolo cominciando con la zona “nord”. Per l’area dell’Amiata provvederemo in futuro.

Le fonti dei dati a cui abbiamo attinto per fare il calcolo sono i report di Arpat sulle emissioni delle aree geotermiche pubblicati negli ultimi anni.

Come base di partenza è stato scelto il documento più recente e di più facile lettura, la tabella riassuntiva “[geotermia-toscana-mercurio-totale-2011-2015](#)” pubblicata nel dicembre del 2016.

Premesso che:

-nel report del 2015 non sono state dichiarate le condizioni di carico in cui si trovavano le centrali al momento dei controlli e considerando che una centrale fatta lavorare al di sotto del carico nominale emette meno veleni, non è stato possibile fare un controllo incrociato dei dati per poter verificare la correttezza delle misure.

-Secondo i report i filtri AMIS (abbattimento mercurio e idrogeno solforato) di alcune centrali hanno dimostrato, per quanto riguarda il mercurio, efficienze globali molto basse (report 2011, Nuova San Martino efficienza globale 8,9%, Nuova Monterotondo efficienza globale 9,4%): nel report del 2015 questo importante dettaglio scompare, in compenso i comunicati stampa di Enel insistono nel magnificare tali filtri.

-I frequenti guasti dei filtri AMIS possono purtroppo far aumentare le emissioni di

una centrale anche del 20-30% (es. Valle Secolo 2, report 2015).

-Nel report 2015 non vengono riportati i dati che riguardano gli sfiori di centrale e di pozzo (fluido geotermico direttamente emesso in atmosfera). Si parla di Kg di mercurio che sfuggono al conteggio finale.

-Il dato della centrale Nuova Serrazzano riportato nella tabella riassuntiva che indica 1 g/h per 60MW di potenza nominale, non torna. È stato utilizzato al suo posto il dato di 14.3 g/h scovato nella tabella 2 del report 2015.

-Le centrali della zona nord controllate da Arpat nel 2015 sono solo 7. Per fare il calcolo del mercurio emesso da tutte le centrali della zona nord è stato necessario lavorare sui dati che sono stati pubblicati negli anni precedenti. Un ultimo problema è che alcune centrali sono state controllate prima dell'installazione dei filtri AMIS ed altre sono state controllate prima del 2011 (Sasso 2, Nuova Monterotondo).

-Per quanto riguarda le emissioni mancanti sono stati incrociati i dati delle centrali note ed è stata ottenuta una media.

-Prendendo come riferimento i dati pubblicati dal 2010 ad oggi si ottiene un'emissione media di circa 0,2 g di mercurio per ogni MWh prodotto (report 2011, tabella 2.11).

-Per essere ancor più prudenti si è optato di considerare per le centrali mancanti un'emissione media di "soli" 0,1 g per MWh.

Considerando un funzionamento degli impianti di 8600 ore all'anno si ottengono i seguenti risultati:

emissioni di mercurio per le aree geotermiche di Larderello, Radicondoli e Lago, anno 2015

1295 Kg , dato teorico che non considera i malfunzionamenti dei filtri AMIS

1489 KG , DATO REALISTICO IPOTIZZANDO +15% DI EMISSIONI PER FILTRI AMIS FUNZIONANTI IN MEDIA 95 ORE SU 100 (TABELLA 17, REPORT 2015)

In ogni caso la quantità di mercurio immessa da queste centrali nell'ambiente in cui viviamo è spaventosa.

Alcune brevi considerazioni finali.

Questo calcolo è stato fatto da alcuni semplici cittadini e il risultato potrebbe essere molto sottostimato. Se i responsabili di Arpat volessero aggiungere qualcosa ce lo comunichino, ci aiuterebbero a interpretare ancor meglio i dati:

difensoridellatoscana@gmail.com

Le centrali diffondono veleno da decenni e nemmeno i tanto decantati filtri AMIS fermano questo scempio.

Il mercurio è stato immesso in passato e continua ad essere immesso oggi nei nostri territori a tonnellate e tonnellate portando danni alla collettività.

Il silenzio e l'inerzia dei vertici politici e degli amministratori pubblici di fronte a questi fatti non è più tollerabile.

Il prossimo soggetto che affermerà che la geotermia è un'energia pulita ora potrà

essere tranquillamente sbugiardato.

fonti: Arpat report geotermia [2009](#), [2010](#), [2011](#), [2012](#), [2013](#), [2014](#), [2015](#), [tabella mercurio 2011-2015](#)

By Difensori della Toscana

Torino 27 marzo 2015

GLI EFFETTI DEL MERCURIO ANCHE SULL'APPARATO SCHELETRICO

Relazione elaborata dal sottoscritto su richiesta dell'interessato, R.B., nato a Pomarance (PI) l'1 maggio 1957 e residente a Cecina, in via del Paratino, 16, per gli usi consentiti dalla legge.

PREMESSA

Il sottoscritto, Giancarlo Ugazio nato a Galliate (NO) l'11 agosto 1932, residente a Torino in piazzetta Madonna degli Angeli, 2/D [c.f.: GZUGCR32M11D872Q], già professore ordinario di Patologia Generale presso la Scuola Medica dell'Università di Torino, dal 1976 al 2007, dichiara di ritenersi sufficientemente informato dei problemi sanitari correlati 1) con la perdita della tolleranza per i veleni ambientali, sostanziata essenzialmente dalla sindrome definita *MCS (Multiple Chemical Sensitivity, Sensibilità Chimica Multipla)* (Bonanni E & Ugazio G, 2011; Ugazio G, 20) sia 2) con le molteplici patologie provocate da esposizione alle fibrille d'asbesto che entrano nell'organismo umano per via inalatoria, attraverso l'apparato gastroenterico, oppure attraverso le mucose degli organi cavi comunicanti con l'esterno del corpo (Ugazio, 2012, 2013, 2014), sia ancora 3) con la tossicità del mercurio nelle sue varie forme chimico-fisiche, atomiche e/o molecolari, nella fattispecie, a carico del sistema nervoso centrale e periferico, del rene e, non ultimo, del tessuto osseo (Ugazio G, 2006, 2007; **Mutter J, et al., 2007; Sonne C, 2010;** Abd El-Aziz, GS *et al.* 2012; **Yachiguchi K et al., 2014**).

Nello studio, nella ricerca, nell'insegnamento di questi temi sanitari, il sottoscritto ha sempre interpretato le proprietà eziopatogenetiche degli agenti nocivi entro il quadro del sinergismo e del potenziamento tossicologico, riferiti come "effetto cocktail" da Huss J (2009), principi biomedici basilari che erano già stati tenuti in conto da Omura (2006), per la pertinenza della nocività dell'asbesto, in particolare per l'azione cancerogena. Inoltre, l'autore della presente nota, una volta raggiunto il culmine della sua preparazione professionale scientifica, a seguito d'interventi di *mobbing* per opera di operatori sanitari che avrebbero avuto il compito istituzionale di tutelare la salute umana e l'ambiente (cfr. Echi dal Target¹, sito web www.grippa.org) è stato costretto a riorientare la sua attività biomedica dalla tossicologia sperimentale in laboratorio e dall'ecotossicologia verso la prassi della ricerca bibliografica dell'esistente sui problemi sanitari e ambientali.

Quest'approccio fornisce un'imponente messe d'importanti informazioni sull'esistente, aggiornate al presente, a un costo assai minore della precedente. Per esempio, la letteratura biomedica offre i risultati di quest'attività rivolta ai numerosissimi bersagli dell'azione patogena (cancerogena o non tumorigena) delle

fibrille d'asbesto nel corpo umano. Un dato di rilievo è che quasi la metà delle citazioni raccolte risale a tempi precedenti al 2000, e tanto è il ritardo accumulato nella prevenzione dei rischi, nella diagnostica, nella messa in atto dei doverosi adempimenti giudiziari risarcitori e/o quelli preventivi. Ciò rende verosimile pensare che le statistiche sulla morbilità e sulla mortalità correlate con i veleni ambientali, occupazionali e/o non lavorativi, siano ampiamente e gravemente in difetto, quanto alle fattispecie nosologico-sanitarie e ai numeri delle prevalenze epidemiologiche.

Nello specifico, prendendo in considerazione la nocività del mercurio, inorganico e/o organico, in aggiunta a tutte le conoscenze acquisite dalla ricerca biomedica del XX secolo (Ugazio G, 2006 & 2007), ci si rende conto che, proprio negli ultimi anni, si sono accumulate informazioni che arricchiscono e completano quelle che si riferiscono alla neuro- e nefro-tossicità, consolidate da diverso tempo. Per esempio, oggigiorno si sa che l'emivita di depositi di mercurio nei tessuti del cervello e delle ossa potrebbe durare da diversi anni, fino a decenni, e in tal modo il mercurio si accumula durante il tempo di esposizione (**Mutter et al., 2007**). **Si può dire che anche il mercurio, analogamente a quanto fa il piombo, si "iberna" a lungo nelle strutture del nostro organismo, sempre pronto a causare danni biologici, inclusi quelli comunemente inattesi. E' anche noto che questo metallo pesante può provocare riduzione della densità del tessuto osseo in mammiferi selvatici predatori alla fine della catena alimentare (orso polare) (Sonne C, 2010). Quest'osservazione è corroborata dai risultati sperimentali secondo i quali il trattamento con MeHg (una forma molecolare particolarmente nociva, poiché liposolubile) causa effetti negativi sui parametri della crescita fetale e della calcificazione del tessuto osseo dello scheletro appendicolare (degli arti) (Abd El-Aziz GS, et al., 2012). Del tutto recentemente, Yachiguchi K et al., (2014) ha pubblicato il primo rapporto, in assoluto, sugli effetti del mercurio verso gli osteoclasti e gli osteoblasti, impiegando specie di teleostei marini come sistema modello di tessuto osseo. E' rilevante notare che gli osteoblasti e gli osteoclasti, due precipui tipi delle cellule del tessuto osseo, esprimono funzioni importantissime sull'omeostasi delle ossa, e garantiscono sia la salute, da un lato, oppure provocano alcune patologie delle suddette strutture, dall'altro. Infatti, gli osteoblasti svolgono la funzione di formare nuovo osso, mentre gli osteoclasti hanno il compito di modellare il callo osseo, riparativo delle fratture, erodendolo. Un fenomeno patologico rappresentativo del disordine di queste funzioni si realizza nell'osteoporosi da piombo, un metallo pesante responsabile di tante patologie nel nostro organismo, che blocca gli osteoblasti e stimola gli osteoclasti. Le piu' recenti informazioni biomediche, offerte dalla bibliografia, rendono conto del serio concreto rischio che il mercurio possa comportarsi con altrettanta nocività nei confronti del tessuto osseo.**

La consapevolezza delle informazioni scientifiche che la letteratura biomedica aggiornata ci offre non può esimerci dal collegare i danni prodotti dall'esposizione al mercurio sull'apparato scheletrico di un soggetto umano sofferente, qual è il nostro, R.B.. Costui, nel corso dell'ultimo quinquennio, a causa della sintomatologia sofferta, non solo nell'ambito della comune vita di relazione ma anche nell'attività

lavorativa, è dovuto ricorrere a una sequela d'interventi diagnostici sul suo stato di non salute di diverse porzioni del suo apparato scheletrico. La tabella seguente riporta la sequela suddetta.

TABELLA

DATA	STRUTTURA	SEDE SCHELETRICA
13.05.2009	USL 6 LI	Ginocchio Sn
10.11.2010	USL 6 LI	Mano Dx
10.01.2011	USL 6 LI	Caviglia e piede Dx
02.05.2012	USL 6 LI	Rachide lombo-sacrale e coccigeo
11.09.2013	USL 5 PI	Mano Dx
25.01.2014	USL 6 LI	Piede Dx
03.04.2014	USL 6 LI	Piede Sn
16.05.2014	USL 5 PI	Colonna lombo-sacrale
24.12.2014	USL 6 LI	Ginocchio Dx
28.02.2015	USL 6 LI	Gomito Dx
s.e.&o.		

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Abd El-Aziz, GS, El Fark MM, Saleh HA. Effetto tossico del metilmercurio prenatale sullo sviluppo dello scheletro appendicolare dei feti di ratto e il ruolo protettivo della vitamina E Anat Rec (Hoboken). 295, 939-949, 2012.

Bonanni E. & Ugazio G., MCS, Amianto & Giustizia, Editrice Minerva Medica, Torino, 2011, cap. 2, pag. 4.

Huss J., Report "Environment And Health", Council of Europe, 2009.

Lo Pinto G., Michelino M. Pinta S., Tkacova X., Trollio D., Ugazio G., Attualità su Ambiente e Salute, Aracne Editrice, Ariccia (Rm), 2014b

Mutter J, Naumann J, Guethlin C. Crit Rev Toxicol. 36, 609-662, 2006. Commenti sull'articolo "La tossicologia del mercurio e dei suoi composti chimici" di Clarkson e Magos (2006).

Omura Y. Amianto come possibile causa principale di tumori polmonari maligni (compresi il carcinoma a cellule piccole, l'adenocarcinoma e il mesotelioma), tumori cerebrali (cioè l'astrocitoma e il glioblastoma multiforme), e di molti altri tumori maligni, della fibromialgia, del dolore intrattabile, e di alcune patologie cardio-vascolari: metodi sicuri ed efficaci per ridurre l'amianto dalle aree normali e patologiche. Acupunct Electrother Res. 31, 61-125, 2006

Sonne C Effetti sulla salute di lungo raggio contaminanti trasportati nelle migliori predatori artici: recensione integrata sulla base di studi su orsi polari e su importanti specie modello. Environ Int. 36, 461-491, 2010.

Ugazio G. Manuale di Patologia Ambientale, Minerva Medica, Edizioni Vitalità (Torino) 2006.

Ugazio G. Compendio di Patologia Ambientale, Minerva Medica Editrice, (Torino) 2007

Ugazio G. sito web www.grippa.org Vittime del Progresso, traduzione italiana di Casualties of Progress, di Alison Johnson, 57 storie cliniche di malati di MCS, 2009.

Ugazio G. sito web www.grippa.org. L'MCS/ES Malattia da Ambiente Inquinato, vista da un medico non pentito in base alla letteratura scientifica, 2009.

Ugazio G. sito web www.grippa.org. L'MCS/ES Malattia da Ambiente Inquinato, vista da un medico non pentito attraverso la parola di malati, di gente a rischio, di soggetti con la condizione morbosa in fieri. 2010

Ugazio G., Asbesto/Amianto, Ieri-Oggi-Domani, Viaggio tra Verità, Ipocrisie, Reticenze, Dolore. Aracne Editrice, Ariccia (Rm), 2012, cap. VII, pag. 118.

Ugazio G., La Triade Interattiva Aracne Editrice, Ariccia (Rm), 2013.

Ugazio G., The Interactive Triad, Aracne Editrice, Ariccia (Rm), 2014b

Yachiguchi K , Sekiguchi T, Nakano M, Hattori A, Yamamoto M, Kitamura K, Maeda M, Y Tabuchi, Kondo T, Kamauchi H, Nakabayashi H, Srivastav AK, Hayakawa K,

T Sakamoto, Suzuki N. Effetti del mercurio inorganico e del metilmercurio sugli osteoclasti e sugli osteoblasti nelle specie dei teleostei marini come sistema modello del tessuto osseo. *Sci Zoolog.* 31, 330-337, 2014.



Giancarlo Ugazio
Fondatore e Presidente del G.Ri.P.P.A., Torino
(Gruppo di Ricerca per la Prevenzione della Patologia Ambientale)

Sos geotermia, ottimo lavoro, ma solo sull'Amiata

Gli impianti per l'energia geotermale nell'area del monte Amiata emettono nell'aria una grande varietà di prodotti non-condensabili (CO₂, H₂S, NH₃, CH₄). Inoltre i gas geotermici emessi contengono anche tracce di mercurio (Hg), arsenico (As), antimonio (Sb) selenio (Se) e cromo (Cr). L'anidride carbonica è l'emissione principale dal campo geotermico. Le emissioni di gas a effetto serra provenienti da impianti geotermoelettrici non possono essere considerati trascurabili [5]. La falda acquifera dell'Amiata, a partire dagli anni '60 è diminuita di circa 200 metri. Ci sono **prove del collegamento tra la falda superficiale per l'acqua potabile e la falda acquifera geotermica profonda**. Il Monte Amiata è una zona ad alta sismicità e lo sfruttamento geotermico rischia di provocare terremoti.

* Nella **Delibera di Giunta Regionale della Toscana n. 344 del 22 marzo 2010**, recante “**Criteri direttivi per il contenimento delle emissioni in atmosfera delle centrali geotermoelettriche**” (p.14) si legge: “...i fattori di emissione più alti per la quasi totalità degli inquinanti si registrano nell'area geotermica dell'Amiata”. Per precisione questi sono i primati, dichiarati nel suddetto atto ⁵:

a) **Mercurio (Hg)**: “le emissioni specifiche di mercurio [sono] estremamente differenti tra l'area tradizionale e quella amiatina a causa della differente composizione del fluido geotermico, con quest'ultima che presenta valori più alti anche di un fattore 10” (p. 25);

b) **Arsenico (As)**: dopo aver ricordato che “l'impianto AMIS [Abbattitore di Mercurio ed Idrogeno Solforato] ha un'influenza marginale su questo inquinante”, la Regione afferma: “per quanto riguarda l'area dell'Amiata l'incremento registrato dal 2003 al 2007 è ascrivibile essenzialmente alla diversa composizione del fluido geotermico che ha presentato negli anni un aumento della composizione percentuale di arsenico” (p. 21);

c) **Anidride carbonica (CO₂)**: “l'emissione specifica di anidride carbonica al 2007 risulta molto maggiore per le centrali dell'area amiatina (852 t/GWhe) con valori più che doppi rispetto all'area tradizionale (308 t/GWhe)” (p. 26);

d) **Ammoniaca (NH₃)**: si legge: “queste emissioni [sono] concentrate essenzialmente

⁵⁵ In Appendice la Delibera regionale 344 del 22 marzo 2010

nell'area Amiata, dove l'emissione specifica di NH₃ per centrale è di circa 620 tonnellate contro le 100 tonnellate nell'area tradizionale Val di Cornia, 120 nell'area tradizionale Travale-Chiusdino e le 160 nell'Area tradizionale Larderello".(p.40). Nell'ambito del distretto geotermico amiatino, l'area geotermica di Bagnore risulta essere la più inquinante [6].

* Il "caso" Amiata è stato oggetto di uno studio a cura del Dott. M. Bravi e del Prof. R. Basosi, Environmental impact of electricity from selected geothermal power plants in Italy, in "Journal of Cleaner Production", 66 (2014), pp.301-308, (All.2) lavoro validato dalla comunità scientifica internazionale, in cui tra l'altro si afferma che "... dal punto di vista dell'ACP [potenziale di acidificazione], l'impatto derivante dall'energia prodotta dalle centrali geotermoelettriche del Monte Amiata è in media 2,2 volte maggiore dell'impatto di una centrale a carbone. Il valore medio dell'ACP di Bagnore 3 (il campo geotermico di Bagnore emette 21,9 kg SO₂ equiv/MWh) è 4,3 volte più alto di una centrale a carbone e circa 35,6 volte più alto di una centrale a gas. Gli alti valori dell'ACP del campo geotermico di Bagnore rispetto a quello di Piancastagnaio, sono connessi alla grande quantità di ammoniaca (NH₃) presente nelle emissioni di Bagnore 3".

E ancora si legge: "**... In alcuni casi l'impatto della produzione di elettricità da geotermia è perfino maggiore di quello della produzione di elettricità da combustibili fossili.** L'analisi mostra che la produzione di elettricità delle centrali geotermiche dell'area del Monte Amiata non può essere considerata "carbon free". ... I due ricercatori concludono lo studio con un pesante giudizio: "... In ogni caso il profitto finanziario non può essere il principale criterio nel processo decisionale per lo sviluppo di centrali geotermiche nell'area dell'Amiata" [6]

. * **Le emissioni giornaliere** delle centrali geotermiche amiatine di Enel nell'anno 2014 con filtri Amis attivi (dato ARPAT) risultano le seguenti:

- Anidride Carbonica (CO₂) : 918,226 tonnellate giornaliere
- Metano (CH₄) : 15,72 tonnellate g
- Acido Solfidrico (H₂S) : 1322,4 kg g
- Mercurio (Hg) : 960 grammi g
- Arsenico (As) : 180 grammi circa g
- Ammoniaca (NH₃) : 4.389,6 kg (183kg/h)

I dati si riferiscono soltanto alle centrali di Bagnore 3, PC3 (Piancastagnaio 3), PC4 e PC5, quattro impianti della potenza di 20 MW ciascuno, escluso la centrale di Bagnore 4 (40 MW).

* Secondo l'articolo "Geotermia d'Impatto" pubblicato nella rivista QualEnergia del giugno/luglio 2015 le emissioni della geotermia dell'Amiata rappresentano il 43,3% per l'ammoniaca e il 46,3% per il mercurio di tutte le emissioni toscane relative ai settori industriali [6].

* Secondo quanto riportato dal Report CAFE (Clean Air for Europe), che le emissioni di ammoniaca contribuiscono in maniera significativa alla formazione in atmosfera di particolato di origine secondaria (PM₁₀ e PM_{2,5}) per circa il 20% in massa, i cui effetti sono nocivi per la qualità dell'aria e per la salute [8].

* La Regione Toscana, attraverso l'Agenzia Regionale di Sanità (Ars), ha commissionato alla Fondazione "Gabriele Monasterio" e al CNR di Pisa uno Studio epidemiologico (da qui in poi: Rapporto) per verificare i possibili danni alla salute dei residenti nei sedici comuni toscani sedi di impianti geotermici. Il Rapporto, pubblicato

nell'Ottobre 2010, scaricabile dal sito della Regione Toscana, successivamente aggiornato, è stato pubblicato sulla rivista Epidemiologia & Prevenzione. L'Allegato 6 al Rapporto, dal titolo significativo “Risultati staticamente significativi delle analisi di correlazione geografica tra dati ambientali e dati sanitari”, individua ben 54 relazioni, statisticamente significative, tra incrementi di malattie nei comuni geotermici e concentrazioni crescenti nell'ambiente di Arsenico, Mercurio, Acido solfidrico....cioè degli stessi inquinanti che vengono immessi in atmosfera in maniera rilevante anche dalle centrali geotermiche [6].

* Secondo lo studio Geology, Geophysics and of the Monte Amiata Geothermal; studio organico sulla geotermia amiatina” a cura di Calamai A., Cataldi R., Squarci P., Taffi L. – 1970 (All.) I primi due autori sono geologi del Centro Ricerca geotermica di Pisa – ENEL, Direzione Studi e Ricerche; gli altri due studiosi sono del CNR, Istituto Internazionale per le Ricerche Geotermiche, Pisa.

Lo studio, quasi sempre citato nelle varie bibliografie sul tema geologia e geotermia del Monte Amiata, è stato pubblicato sulla rivista internazionale Geothermics e questo riteniamo sia un ulteriore elemento che ne conferma il rilievo scientifico.

Alla Tav. 6 Mappa idrogeologica della Regione del Monte Amiata. si legge:

”Le vulcaniti del Monte Amiata, così come quelle di Radicofani, hanno un grado di permeabilità molto alto, per quanto variabile da posto a posto. Il corpo vulcanico di Radicofani, per la sua limitata estensione, gioca un ruolo trascurabile nel quadro idrogeologico della regione. La struttura vulcanica del Monte Amiata, al contrario costituisce un’ampia area di assorbimento, che oltre a mantenere delle circolazioni abbondanti ma relativamente superficiali, rappresenta un’area importante di alimentazione dell’acquifero confinato (n.d.r., acquifero geotermico). In effetti, questo ultimo e la struttura del M. Amiata sono collegati idrogeologicamente attraverso camini vulcanici, fratture e faglie vulcanico-tettoniche ... Dati diretti sui livelli sono stati ottenuti da sistematiche misurazioni effettuate in pozzi profondi di esplorazione e sfruttamento. Questi dati, combinati con informazioni idrogeologiche di superficie, hanno reso possibile mappare con buona approssimazione la superficie piezometrica dell’acqua contenuta nell’acquifero confinato. Questa superficie appare abbastanza uniforme, ad altitudini intorno ai 200 m.s.l.m. nelle aree lontane dagli affioramenti carbonatici Mesozoici e dal massiccio vulcanico del Monte Amiata; aumenta ad elevazioni crescenti, tuttavia, quando si avvicina a tali affioramenti e allo stesso massiccio vulcanico. **Ciò conferma che l’acquifero confinato è collegato idrogeologicamente non solo con gli affioramenti carbonatici Mesozoici ma anche con il corpo vulcanico del Monte Amiata** La mappatura delle linee isopiestiche intorno al versante meridionale del massiccio del Monte Amiata è stata fatta quasi esclusivamente sulla base dei dati raccolti da trivellazioni profonde, dopo perdita di circolazione nel deposito principale [6].

Impatti sulla salute

Visible: Esposizione a fattori di rischio incerti o non conosciuti (radiazioni, etc.), Morti, Specifica le malattie registrate

Potential: Malattie legate alla contaminazione ambientale

Altri

* Uno studio più recente redatto da F. Paulot e D. J. Jacobi, Hidden Cost of U.S Agricultural Exports: Particulate Matter from Ammonia Emissions, in “Environmental Science & Technology”, XII, 2013, i cui risultati sono confermati anche in una recensione di Erik Stokstadii apparsa sulla rivista “Science” - evidenza

una precisa correlazione scientifica tra le emissioni in aria di ammoniaca, PM 10 secondario e impatto sanitario [6].

* Uno studio epidemiologico della Fondazione Monasterio di Pisa realizzato per conto dell'Agenzia Regionale Sanitaria documenta l'incremento di gravi patologie e mortalità in relazione alle crescenti concentrazioni degli agenti inquinanti emessi dalle centrali geotermiche. Nei comuni dell'Amiata, la media di mortalità è del 13% più alta che altrove in Toscana e nelle città più vicine con lo stesso stile di vita [7].

* Le emissioni di ammoniaca delle centrali di Bagnore, hanno gravi impatti sulla salute umana come dimostrato dalla ricerca degli studiosi F. Paulot e J. Jacob dell'Università di Harvard sui costi sanitari di queste emissioni [8].

<http://atlanteitaliano.cdca.it/conflitto/impianti-geotermici-enel-sul-mt-amiata>

Secondo il Geologo Andrea Borgia e la rete NOGESI, scaricati nel torrente Paglia affluente del fiume Tevere 52,5 tonnellate di mercurio tra il 1969 e il 2016

Nogesi 28.2.17

Gentili amministratori,

Come probabilmente avete avuto modo di sapere il problema “inquinamento da mercurio” emesso dalle ex-miniere di cinabro del Monte Amiata e dalle emissioni in aria delle centrali geotermiche ENEL del sud Amiata (Piancastagnaio e Bagnore) -tiene banco da mesi, in particolare presso i territori prospicienti le aste fluviali del Paglia e Tevere.

Il problema della contaminazione da mercurio sta diventando uno dei problemi ambientali e sanitari del centro Italia interessando le aste dei fiumi Paglia e Tevere ed anche del fiume Fiora e con essi-gettandosi tali fiumi nel Mar Tirreno rispettivamente ad Ostia e a Montalto di Castro- anche il mare Tirreno, determinano così una contaminazione dei pesci di acqua dolce e di mare (oltre il 90% del mercurio ritrovato nei pesci è nella forma metilata, la più pericolosa per la salute umana).

La questione vede molto attivi i sindaci umbri e laziali (alcuni dei quali-a seguito di controlli - hanno dovuto emettere ordinanze di divieto di pesca e di attività sul fiume) che hanno investito le tre Giunte Regionali (Toscana, Umbria e Lazio) ed il MATTM (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) per arrivare a debellare tale fenomeno. Le tre Regioni hanno attivato le rispettive ARPA che, unitamente ad altri istituti, hanno elaborato un primo comune “Piano di indagine per la verifica dello stato di contaminazione del mercurio” (che si rimette in allegato, geo 1411a).

Il piano di indagine elaborato dalle tre Arpa, però, sorprendentemente, si concentra solo sull'inquinamento da mercurio prodotto dalle ex miniere del Monte Amiata - dismesse da oltre 40 anni e in massima parte bonificate – tralasciando completamente l'indagine circa l'inquinamento prodotto dalle centrali geotermiche dell'Amiata tutt'ora in funzione, che rappresenta il 42,5% delle emissioni di mercurio provenienti dall'intero comparto industriale italiano (Studio Basosi e Bravi, 2014) nonostante gli abbattitori di questo inquinante (AMIS).

Secondo il prof. Andrea Borgia, (Università di Milano, Open University M. Keynes, UK, e Global Research Council proprio in geotermia): “In base ai dati ufficiali disponibili, la quantità di mercurio emesso in atmosfera dagli impianti geotermici è impressionante - il totale emesso negli anni 1969-1999 è di 37,894 tonnellate, a cui si aggiungono le emissioni dal 2000 al 2016, **per un totale di 52,559 tonnellate** - . Quindi si dovrebbe concludere, che non c'è bisogno di tirare in ballo le vecchie miniere di Mercurio dismesse ormai da quasi 40 anni ed in buona parte bonificate, ma che con tutta probabilità la maggior parte del mercurio accumulato nel Paglia, o che passa attraverso il Paglia per arrivare al Mar Tirreno, proviene dalle centrali geotermiche di Piancastagnaio”.

Ma che l'inquinamento da mercurio prodotto dalle centrali geotermiche sia assolutamente rilevante, per quanto attiene alla contaminazione delle acque fluviali, lo dimostra anche la contaminazione da mercurio del fiume Cecina, situato nell'area geotermica nord della Toscana, che drena i torrenti dell'area geotermica e nei cui pressi non vi è alcuna miniera di mercurio (il divieto di mangiare pesce al mercurio pescato nel fiume Cecina risale al 2002).

Ed allora, perché fare le indagini a metà?

La pubblica amministrazione deve operare secondo criteri di economicità, efficacia ed efficienza.

Ampliare, oggi, il Piano di indagine all'inquinamento da mercurio prodotto dalle centrali

geotermoelettriche presenti nell'area porterebbe a compiere uno studio più completo ed esaustivo, in grado di distinguere tra le varie fonti di inquinamento (miniere e centrali geotermoelettriche) così da attribuire a ciascuna di esse la paternità della distribuzione di mercurio e poter intervenire in modo efficace e mirato.

Dunque, perché non farlo?

Proprio per questo Rete Nazionale NOGESI (No Geotermia Elettrica Speculativa e Inquinante) invia una sollecitazione affinché i comuni interessati, direttamente o indirettamente, dal problema inoltrino una richiesta di ampliamento del piano di indagine alle tre Regioni (Toscana, Umbria e Lazio); e diversi comuni, tra cui Acquapendente (VT), vi hanno già aderito. Vi rimettiamo pertanto il fac-simile di lettera proposto e l'atto inviato i giorni scorsi dal sindaco di Acquapendente (rispettivamente geo.1413 et geo.1437 +1437a).

Di questo si è parlato anche recentemente nel convegno di Abbadia San Salvatore del 4 febbraio scorso organizzato dalla Rete Nazionale NOGESI e che potete seguire da questo link:

<https://sosgeotermia.noblogs.org/>

Vi rimettiamo del materiale sull'argomento, per vostra opportuna conoscenza e considerazione.

Sarà nostra cura tenervi informati sull'evolversi della vicenda, nel mentre ci aspettiamo vostre prese di posizione.

Cordiali saluti, NOGESI

Volterra, la giunta civica spalanca le porte alla geotermia nel gioiello etrusco-medievale

Medicina democratica Sezione di Livorno e della val di Cecina

Incredibile giunta Buselli su geotermia a Volterra

Con la delibera n. 184 del 26.9.17 la Giunta Buselli apre le porte alla geotermia sul proprio territorio comunale. La delibera si avvale di una relazione tecnica che entra nel merito delle aree che il Comune ritiene idonee alla geotermia e quali meno. La Giunta Buselli è ben consapevole dei disastri provocati dalla geotermia, per la sua confinanza con il Comune di Pomarance, il comune più geotermizzato del mondo, e scrive: *“Come noto, quella geotermica è una risorsa (parzialmente) rinnovabile ad impatto ambientale non nullo. A parte il potenziale impatto sul paesaggio, i possibili effetti sull'ambiente sono dovuti ai costituenti dei fluidi geotermici ed a eventuali fenomeni di subsidenza e sismicità indotti dallo sfruttamento dei campi. Pertanto, nella valutazione della compatibilità tra sviluppo della geotermia e tutela ambientale, è quindi indispensabile una analisi costi/benefici allargata agli aspetti socio economici ed ambientali oltre che a quelli puramente tecnici e finanziari. Ovviamente gli impatti sul territorio e sul paesaggio possono essere da molto bassi a rilevanti, a seconda della taglia dell'impianto e dell'ubicazione specifica dello stesso.”*

Le taglie sono queste:

tipo A” impianti di produzione geotermoelettrica”, pari o superiori ad 1 Megawatt elettrici, cioè vere e proprie centrali elettriche.

Tipo B”piccoli impianti” sono impianti di piccola taglia, soggetti a procedura autorizzativa semplificata, fino a 1 megawatt elettrici o 3 MW termici, cioè piccole centrali elettriche o termiche.

Tipo c “microimpianti” sono impianti con potenza elettrica sotto i 200 Kw elettrici, corrispondenti ad un quinto di Megawatt, cioè alla potenza richiesta da circa 70 famiglie.

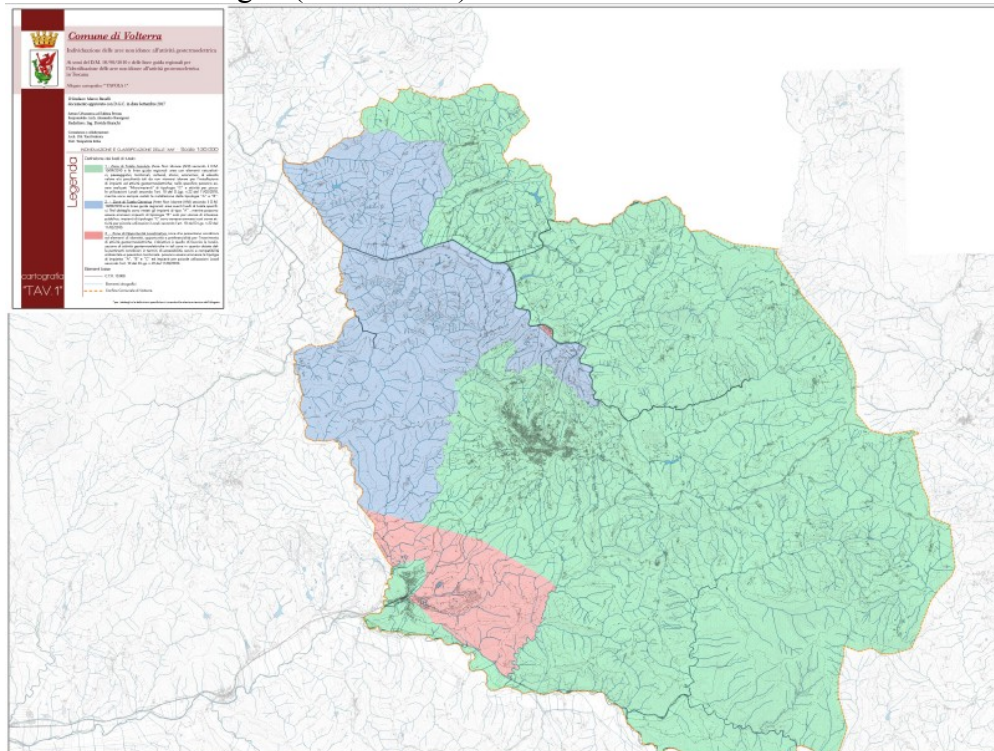
Ognuno di questi impianti, anche i più piccoli, hanno bisogno di perforazioni del sottosuolo, anche ad oltre 400 metri di profondità, e dei relativi vapordotti, per trasportare il vapore all'impianto. Non si parla quindi di “bassa entalpia”, talvolta

imprudentemente vista come positiva e poco impattante finalizzata al riscaldamento di ambienti, ma di media ed alta entalpia, finalizzata alla produzione elettrica: in altre parole, tecnologia impattante.

Ecco, per la Giunta Buselli nelle zone del comune a tutela assoluta (tipo Piazza dei Priori o le Balze) non possono essere collocati (bontà sua) impianti di tipo A e B, ma solo impianti di tipo C. Nelle zone del comune “a tutela generica” possono essere installati impianti di tipo B (in ospedali, scuole, ecc) e impianti di tipo C ovunque. Infine sono individuate zone di Opportunità localizzativa ovvero zone ritenute idonee per l’insediamento di impianti/attività geotermoelettriche senza vincoli di taglia. Cioè vere e proprie centrali geotermoelettriche come già le conosciamo a Pomarance, che potrebbero rappresentare “un vantaggio” (pagine 7 e seguenti di 31). L’area “avvantaggiata” secondo la giunta di Volterra è quella intorno a Saline di Volterra, già circondata dalle miniere di salgemma di Solvay.

La giunta Buselli darà il colpo finale al gioiello etrusco-romano-medievale di Volterra ? e al relativo turismo, primaria fonte di reddito ? Non hanno niente da dire inoltre abitanti di Saline e associazioni ambientaliste ?

27.11.17 sotto la mappa delle aree idonee alla geotermia del Comune di Volterra senza vincoli di taglia (zona in rosa)



Zona in verde tutela assoluta, zona in celeste tutela generica, zona rosa opportunità localizzativa.

L’intera relazione tecnica è leggibile sul sito di Medicina democratica
<http://www.medicinademocraticalivorno.it>

Qui alcuni stralci della Relazione firmata dall’ing. Davide Bianchi su indicazione della giunta comunale di Volterra.

Con la Risoluzione n° 140/2017 del Consiglio della Regione Toscana, è stata approvata la definizione delle “Aree Non Idonee (in seguito ANI) per l’installazione di impianti di produzione di energia geotermica in Toscana”. L’intento, palesato in tale risoluzione, è chiaramente quello di assicurare livelli di sostenibilità nei luoghi interessati dall’attività geotermoelettrica con la necessità di garantire un corretto equilibrio tra la coltivazione della risorsa geotermica e la tutela ambientale, anche in relazione al contesto paesaggistico ed alle vocazioni socio-economiche dei territori toscani. La Risoluzione sottolinea l’importanza che la geotermia riveste nella politica energetica della Toscana ma, al tempo stesso, si rifà ai principi della normativa vigente che ribadisce con forza la necessità di garantire un corretto inserimento territoriale dell’attività geotermoelettrica. . . . La individuazione preliminare delle esigenze di tutela graduale sul territorio si pone l’obiettivo di individuare:

- **Zone di Tutela Assoluta e/o Generica corrispondenti alle “Aree Non Idonee (ANI secondo il DM 10/09/2010)”** ovvero aree dove non sono ammesse attività/impianti geotermoelettrici come normalmente definiti e concepiti. Possono essere ammessi solo con particolari limitazioni date dalla taglia di impianto come dettagliato successivamente;

- **Zone di Opportunità localizzativa** ovvero zone ritenute idonee per l’insediamento di impianti/attività geotermoelettriche senza vincoli di taglia.

.... Ai soli fini dell’individuazione delle aree e siti non idonei, le attività e gli impianti di produzione geotermoelettrica sono classificati:

- **“A” – “Impianti di produzione geotermoelettrica”**: sono attività/impianti aventi capacità di produzione pari o superiore a 1 MW elettrici;

- **“B” – “Piccoli Impianti”**: sono attività/impianti di piccola taglia, per i quali la realizzazione ed esercizio sono soggetti a Procedura Abilitativa Semplificata (PAS) secondo l’art. 6 del D.Lgs. 28/2011 e secondo l’art. 16bis della Legge Regionale Toscana 39/2005 (e ss.mm.ii.). Rientrano nella definizione di cui all’art. 16 bis comma 4 lettera b) della citata Legge Regionale in quanto attività/impianti alimentati da fonti rinnovabili, di produzione combinata di energia elettrica e calore, quando la capacità di generazione massima è inferiore a 1 MW elettrico oppure a 3 MW termici;

- **“C” – “Microimpianti”**: sono attività/impianti aventi potenza inferiore a 200 kW elettrici e rientranti nella casistica prevista al Punto 12.7 dell’Allegato – *“Linee guida per il procedimento di cui all’articolo 12 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 per l’autorizzazione alla costruzione e all’esercizio di impianti di produzione di elettricità da fonti rinnovabili nonché linee guida tecniche per gli impianti stessi”* del D.M. 10-9-2010 (*“impianti idroelettrici e geotermoelettrici realizzati in edifici esistenti sempre che non alterino i volumi e le superfici, non comportino modifiche delle destinazioni di uso, non riguardino le parti strutturali dell’edificio, non comportino aumento del numero delle unità immobiliari e non implicino incremento dei parametri urbanistici”*). La produzione di energia elettrica da tali impianti è destinata a soddisfare solo il fabbisogno energetico della specifica struttura o del piccolo nucleo limitrofo (impianto per autoproduzione) e deve avere capacità di generazione compatibile con il regime di scambio sul posto. La dimostrazione che l’impianto è definibile “per autoproduzione”, deve essere effettuata tramite apposita relazione tecnica

DEFINIZIONE DEI LIVELLI DI TUTELA

I criteri localizzativi adottati derivano dalle norme di tutela territoriale e ambientale definite ai diversi livelli istituzionali. Sulla base dei disposti normativi è, pertanto, possibile individuare diversi livelli di tutela da adottare sul territorio comunale:

1. Zone di Tutela Assoluta (Aree Non Idonee (ANI) secondo il D.M. 10/09/2010 e secondo le Linee Guida Regionali): Sono aree con elementi naturalistici, paesaggistici, territoriali, culturali, storici, economici, di elevato valore e/o peculiarità e non sono da ritenersi idonee per l’installazione degli impianti ed attività geotermoelettriche. In queste aree sono particolarmente rilevanti i valori sopra citati per i quali le esigenze di tutela, conservazione e valorizzazione prevalgono sulle opportunità di realizzazione delle attività geotermoelettriche. Nello specifico, gli impianti/attività di tipo “A” e “B” non sono ammessi. In queste aree possono essere realizzati solo “Microimpianti” di tipologia “C” e attività/impianti per Piccole Utilizzazioni Locali secondo la definizione riportata nell’art. 10 del D. L.gs. n° 22 del 11/02/2010;

2. Zone di Tutela Generica (Aree Non Idonee (ANI) secondo il D.M. 10/09/2010 e secondo le Linee Guida Regionali): sono aree aventi livelli di tutela specifici. Vengono previste limitazioni solo per

alcune tipologie e taglie di impianto in considerazione dei valori che si intendono salvaguardare. In queste zone sono vietati le attività/impianti di tipo "A-Impianti di produzione geotermoelettrica". Gli impianti di tipologia "B – Piccoli Impianti" possono essere ammessi solo per utenze che abbiamo interesse pubblico come, ad esempio, ospedali, case di cura e riposo, uffici/locali pubblici, scuole, impianti sportivi, edifici per la cultura e/o per il culto, e piccoli nuclei/agglomerati privati dove all'interno siano presenti strutture ricettive, ecc... In queste aree, gli impianti di tipo "C – Microimpianti" sono sempre ammessi. Possono essere realizzati, altresì, attività/impianti per Piccole Utilizzazioni Locali secondo la definizione riportata nell'art. 10 del D. L.gs. n° 22 del 11/02/2010

3. Zone di Opportunità Localizzativa: sono zone che presentano condizioni ed elementi di idoneità, opportunità e preferenzialità per l'insediamento di attività geotermoelettriche. Costituiscono criterio di preferenzialità e contengono situazioni adeguate di natura logistico, economica e territoriale. L'obiettivo generale è **favorire la localizzazione** degli impianti e delle attività geotermoelettriche in tali zone, in quanto dotate delle pertinenti condizioni in termini di accessibilità, servizi e compatibilità ambientale e paesistico-territoriale. In queste aree possono essere ammesse tutte le tipologie di impianto "A", "B" e "C", oltre che attività/impianti per Piccole Utilizzazioni Locali secondo la definizione riportata nell'art. 10 del D. L.gs. n° 22 del 11/02/2010; Pertanto l'area riportata nella cartografia allegata con codice "1", che si colloca ad Est dell'abitato di Volterra, e quella sottostante lo stesso abitato sul lato che guarda Montecatini Val di Cecina (zona delle Balze e calanchi) ed anch'essa individuata con codice "1", sono da classificarsi come Zone di Tutela Assoluta ed Aree Non Idonee vista la coesistenza di valori e relazioni non compatibili con l'attività geotermoelettrica. Inoltre, rientrano nella stessa classificazione, le aree individuate nell'allegato cartografico con codice "1" anche quelle comprendenti l'abitato di Villamagna e le zone limitrofe.

In tali Zone di Tutela Assoluta (e, si ribadisce, non idonee ai fini geotermoelettrici), in linea con i criteri dell'Allegato 3 al D.M. 10/09/2010, rientrano anche quelle contenute nel Sistema delle Aree Protette – Rete Natura 2000 che sono riprese dal Piano Strutturale – Relazione Sistema Storico Ambientale – Allegato "B" da pag. 50 a pag. 59.

Di seguito sono riportati documenti estratti dal Piano Strutturale dove sono riportati i principali riferimenti sul territorio che costituiscono il Sistema Storico Ambientale e gli elementi di particolare pregio. Pag. 13 a 31

.....

2. Zone di Tutela Generica (Aree Non Idonee (ANI) secondo il D.M. 10/09/2010 e secondo le Linee Guida Regionali)

Aree diverse dalle "1. Zone di Tutela Assoluta" e dalle "3. Zone di Opportunità Localizzativa". Sono zone nelle quali non è individuato un valore specifico come per le "Zone di Tutela Assoluta", ma contribuiscono a conferire il rilevante valore del più ampio contesto territoriale nel quale sono inserite e, pertanto, necessitano di tutele e condizioni per le trasformazioni. Per tale motivo sono da ritenersi non idonee per l'introduzione di impianti di tipo "A-Impianti di produzione geotermoelettrica", mentre possono essere ammessi solo impianti di tipo "B-Piccoli impianti" e "C-Microimpianti". Queste aree, diverse da quelle a "Tutela Assoluta" ed alle "Zone di Opportunità Localizzativa", si estendono per lo più a sud dell'abitato di Volterra ed arrivano fino a sud dell'abitato di Villamagna. Trovano riferimento nella cartografia allegata con codificazione "2".

3. Zone di Opportunità Localizzativa

Si tratta di aree già connotate dalla presenza di insediamenti produttivi ed aree miste o limitrofe ad esse. Tali offrono opportunità localizzativa grazie ad una serie di caratteri ed infrastrutture. In particolar modo è adeguata la viabilità con disponibilità di trasporto ferroviario nelle vicinanze e sono facilitate le attività di logistica. Inoltre vi è la compatibilità con gli aspetti paesaggistici ed ambientali e trova supporto favorevole nelle indicazioni fornite dall'Amministrazione.

Le aree individuate nell'ambito della presente classificazione sono quelle che riguardano la zona di Saline di Volterra ed i suoi dintorni (ricomprendendo anche le aree già oggetto di concessioni minerarie) e la lottizzazione artigianale/industriale di San Quirico. Nel primo caso, la frazione nasce sostanzialmente come borgo legato ad una posizione strategica di passaggio, poi cresciuto cospicuamente attorno al grande stabilimento industriale, andando ad occupare via via i versanti delle colline circostanti. L'area rappresenta il vero polo industriale per Volterra, sostanzialmente formato da grandi e piccole aziende e si estende sul crocevia delle direttrici che dirigono verso la costa, verso

Volterra e verso Pisa, sulla quale è stata inserita, in tempi abbastanza recenti, un'ulteriore destinazione artigianale ed industriale. In tale "Zona di Opportunità Localizzativa" sono da ricomprendere anche le aree già oggetto di concessioni minerarie (estrazione salgemma). Nel secondo caso si tratta di una lottizzazione industriale/artigianale degli anni 70 in una area ristretta collocata sul margine destro del torrente Era e destinata quasi esclusivamente ad attività produttive. In queste aree le trasformazioni derivanti dall'insediamento di attività/impianti geotermoelettrici sono da ritenersi compatibili con il contesto esistente e, in condizioni di ordinaria gestione, sono da prevedersi bilanciamenti e Pag. 30 a 31 compensazioni tra minacce ed opportunità. L'insediamento in queste aree di impianti per la produzione geotermoelettrica, potrebbe favorire lo sviluppo di sinergie con gli attori già presenti o creare presupposti per insediarsene di nuovi, al fine di realizzare energie di scala e collaborazioni costruttive (es. in termini di logistica, utilizzo di sistemi di cogenerazione, ecc...).

Al riguardo anche i vigenti strumenti di pianificazione e gli atti di governo del territorio individuano queste aree come vocate per l'insediamento di attività ed impianti produttivi.

Le aree definite dal presente paragrafo, trovano riferimento nella cartografia allegata con codificazione "3". Pag. 31 a 31"

Curiosa presa di posizione del Comune di Montecatini Val di Cecina, che scrive:

“Delibera di C.C. n. 85 del 27.09.2017

Oggetto: Individuazione aree non idonee (ANI) per l'installazione di impianti di produzione di energia geotermica.

IL CONSIGLIO COMUNALE

Sindaco: la Regione chiede ai Comuni di individuare le Aree non idonee alla geotermia. Al riguardo noi ci stiamo concretamente opponendo a un progetto della specie di quelli oggetto della presente delibera nella zona di Casino di Terra. Ci siamo opposti in sede di VIA ambientale e vedremo gli sviluppi. **Si tratta di attività ben diverse da quelle gestite da ENEL per l'alta entalpia che accoglieremmo ben volentieri.** Al Comune l'attività geotermica di cui trattasi non porterebbe benefici. Con questa delibera ci opponiamo a uno sfruttamento privatistico della geotermia. Nel nostro Comune siamo contrari alla installazione di questi impianti, sarebbe un salto nel buio perché non ci sono precedenti e termini di raffronto.

Vice Sindaco: non si riesce nemmeno a capire se una volta liberalizzata un'area questa attività può essere imposta anche a mezzo espropri a un privato proprietario anche se contrario.

Sindaco: noi siamo favorevoli alle rinnovabili ma qui si prospetta uno sfruttamento del territorio senza garanzie.

Cons. Baldanzi: la paura più grave è per l'utilizzo dell'acqua e per la sostenibilità da parte del territorio. Dal punto di vista visivo la vedo come una zona industriale. Come produzione di lavoro e energia pulita sarei d'accordo. Magari l'unione montana può fare valutazioni più specifiche.

Sindaco: la Regione dovrà presentarci un progetto guida di questi impianti di medi entalpia, allo stato liberalizzati e non garantiti, e per i quali non abbiamo termini di paragone. Quando sarà più chiaro i Comuni potranno esprimersi meglio.”

Comunque il Comune conclude la delibera dichiarando l'intero territorio comunale non idoneo alla geotermia.

Appendice

ACCORDO VOLONTARIO ATTUATIVO del Protocollo d'Intesa del 20 dicembre 2007 denominato Accordo Generale sulla Geotermia

L'anno 2009 il giorno 20 del mese di aprile, presso la sede della Regione Toscana, palazzo Sacratì Strozzi, tra:

- Regione Toscana, rappresentata dal Presidente Claudio Martini
- Enel spa, rappresentata dall'Amministratore Delegato Fulvio Conti

Premesso che:

1. Gli Accordi Volontari territoriali sono stati definiti strumenti di politica ambientale appropriati dal Consiglio dei Ministri dei Paesi dell'Unione Europea competenti in materia energetica, nella seduta del 11 maggio 1998, e dal Patto Generale per l'Energia e l'Ambiente;
2. Il Piano di Indirizzo Energetico Regionale, approvato dal Consiglio Regionale l'8 luglio 2008, richiama la validità dei ricordati Accordi Volontari quali strumenti di attuazione del piano;
3. Il PIER, al paragrafo dedicato alla geotermia: "...*ritiene adeguata una previsione di sviluppo di ulteriori 200 MW, tenuto conto del programma Enel per il quinquennio 2007/2011 il quale prevede interventi per 112 MW*". Allo stesso tempo ricorda che "*Le previsioni di sviluppo della coltivazione geotermica sono connesse al contemporaneo sviluppo delle attività di ricerca in questo settore. Su questo fronte l'attenzione si concentra sulla necessità di migliorare l'impatto generale, sulla salute e sull'ambiente, degli impianti geotermici. Allo stesso tempo attività di ricerca sono rivolte ad innovare la tecnologia impiegata per rendere più efficiente la resa produttiva degli impianti e per favorire l'impiego del calore anche in aree distanti da quelle di produzione.*". Il PIER conclude infine con la seguente "**Nota: La geotermia rappresenta una esclusiva toscana a livello nazionale. La coltivazione geotermica presenta, tuttavia, criticità per le popolazioni delle aree interessate e per l'ambiente circostante in particolare per quanto riguarda le coltivazioni dell'Amiata. Pertanto, al fine di assicurare uno svolgimento sostenibile di tale attività, soprattutto tenuto conto della specificità rappresentata dalle coltivazioni sull'Amiata, è stato ricercato un accordo di carattere generale con il gestore degli impianti e sono stati attivati studi rivolti a scongiurare rischi di inquinamento e di danni alla salute dei cittadini. La previsione di sviluppo dell'attività geotermica in queste aree, pertanto, resta subordinata alla verifica, sul piano scientifico, delle condizioni di assoluta salubrità della coltivazione geotermica.**"

Premesso altresì che:

1

4. il gruppo Enel è leader mondiale, anche attraverso le proprie società controllate, nella produzione di energia da fonte geotermica ed esercisce attualmente nella Regione Toscana n. 31 centrali per una potenza installata di 810,5 MW con l'occupazione di circa 900 unità nella Regione Toscana.
5. Il Protocollo d'Intesa sottoscritto dal Presidente della Regione Toscana con l'Amministratore Delegato di Enel, 15 Sindaci, 5 Presidenti di Comunità Montana e

3 Presidenti di Provincia il 20 dicembre 2007 a Roma prevede, all'articolo 7, comma 1, che *"Gli aspetti tecnici e procedurali concernenti le erogazioni relative sia alle somme indicate ai precedenti articoli 3 e 4, sia alle altre forme di compensazione previste dal precedente articolo 5, in relazione a quanto stabilito nel successivo articolo 6, saranno disciplinati da uno specifico Accordo Volontario Attuativo, da sottoscrivere, tra Regione Toscana ed Enel, entro e non oltre 120 giorni dalla firma del presente Protocollo d'Intesa"*.

6. Enel, la Regione Toscana e gli enti locali hanno concordato di considerare ordinario il termine di cui al comma precedente, per la sottoscrizione dell'Accordo Volontario Attuativo del Protocollo d'Intesa

7. Nello specifico il comma 1 dell'articolo 7 del protocollo, sopra integralmente riportato alla premessa 5, indica che con l'Accordo si dovranno definire le *modalità* per consentire:

A) Secondo quanto riportato all'articolo 3 del Protocollo d'Intesa, l'erogazione, da parte di Enel, *"a decorrere dal 2008 con riferimento alla produzione 2007"* di un corrispettivo annuo di circa 6,7 milioni di Euro. *"Tale corrispettivo sarà calcolato negli anni in funzione della produzione complessiva, secondo il meccanismo di determinazione ed aggiornamento di cui allo stesso articolo 17 L. 896/86 e dell'articolo 7, comma 1/bis, L.R. 45/97, come modificata dalla L.R. 5/2004"*.

B) Secondo quanto riportato dall'articolo 4 del Protocollo d'Intesa, *"Relativamente ai nuovi impianti produttivi, Enel si impegna a corrispondere, a partire dal rilascio delle relative autorizzazioni, secondo le modalità ed i tempi disciplinati dall'Accordo Volontario Attuativo di cui al successivo articolo 7 comma 1, una somma a titolo di compensazione ambientale e territoriale, pari, complessivamente, a 650.000,00 Euro per ciascuno dei 112 megawatt installati, da corrispondere in ragione di Euro 65.000,00 all'anno per 10 anni"* (primo comma); *"Più in generale, qualunque intervento successivo alla data della firma del presente Protocollo d'Intesa, anche sostitutivo di potenza esistente, per effetto del quale Enel percepirà i Certificati Verdi, darà diritto alla compensazione ambientale di cui ai precedenti commi 1 e 3, pari cioè a complessivi 650.000 Euro per ciascun megawatt interessato, da corrispondere sempre in ragione di Euro 65.000 l'anno per 10 anni, ovvero per la frazione di anni residua fino al 2024."* (quarto comma)

C) Secondo quanto riportato dall'articolo 5 del Protocollo d'Intesa, *"..... Ciò significa considerare, per i primi 112 megawatt programmati, un valore di circa 2
140.000.000,00 Euro, da impiegare a favore degli interventi definiti prioritari dal successivo articolo 6, nonché attraverso la condivisione di piani pluriennali in materia di ricerca e di cooperazione internazionale, da attivare a seguito della installazione di nuova potenza geotermica. La parte residua, per i restanti 88 MW e pari ad un valore di 110.000.000,00 Euro, sarà stanziata in proporzione agli eventuali investimenti in incrementi di potenza che dovessero essere avviati da Enel nel periodo successivo alla realizzazione degli investimenti di cui al precedente articolo 2 comma 1."* (secondo comma);

D) Secondo quanto riportato dall'articolo 6 del Protocollo d'Intesa, *"Rispetto alle sostanze inquinanti per le quali non sono stati fissati dalla legge limiti di emissione, Enel si impegna altresì, dalla firma del presente Protocollo, a consentire la realizzazione, da parte di Arpat, di un Piano rivolto alla conoscenza e caratterizzazione delle emissioni delle principali tra tali sostanze inquinanti (in particolare ammoniaca ed acido bórico) e ad assumere gli impegni in campo ambientale che ne dovessero conseguire."*

E) Sono in corso di rilascio le autorizzazioni uniche per i nuovi impianti produttivi di Chiusdino 1 e Nuova Radicondoli gruppo 2.

8. Il Protocollo d'Intesa contiene altri temi sviluppati nella parte dispositiva del presente Accordo Volontario Attuativo.

Considerato che:

- In data 10 ottobre 08 il gruppo di lavoro incaricato dall'Università di Siena e coordinato dal prof Gaggi ha formalmente consegnato alla Regione Toscana lo

Studio Geostrutturale, Idrogeologico e Geochimico ambientale dell'area amiatina, tutt'ora all'esame degli uffici regionali, al cui esito erano subordinati, dall'articolo 9 comma 2 del protocollo d'intesa del 20 dicembre 2007, gli atti di competenza regionale in materia di geotermia, relativi all'area dell'Amiata.

– Lo studio dell'Università di Siena, sopra specificato, contiene, in conclusione, dei “Suggerimenti per il proseguimento della coltivazione dei campi geotermici”, dei quali viene tenuto conto nel presente Accordo;

– Con segnalazione del 12 settembre 2008, ex articolo 21 L. 287/1990, l'Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato, Antitrust, si è rivolta al Presidente del Consiglio dei Ministri, al Ministro dello Sviluppo Economico ed ai Presidenti dei due rami del Parlamento per “*porre in evidenza possibili distorsioni della concorrenza derivanti da alcune disposizioni della legge 9 dicembre 1986 n. 896 contenente la disciplina della ricerca e della coltivazione delle risorse geotermiche*”. Nel corpo della segnalazione, il Garante scrive “*Appare di immediata evidenza che una eventuale proroga delle concessioni in capo al concessionario uscente, quale quella prefigurata nel menzionato protocollo d'intesa (quello firmato a Roma il 20 dicembre 2007 – ndr) rappresenta una forma di deroga alla concorrenza per il mercato, che consentirebbe di consolidare in via automatica delle gestioni esistenti,*

3

traducendosi in un ostacolo all'accesso al mercato di nuovi operatori, incompatibile con un contesto di piena liberalizzazione del settore”. Inoltre l'Autorità, tutto ciò premesso, “*sottolinea l'esigenza di un intervento legislativo che consenta di precisare il quadro normativo di riferimento, nel senso di prevedere espressamente procedure che garantiscano una concorrenza per il mercato nell'assegnazione dei permessi di ricerca e delle concessioni di coltivazione di risorse geotermiche*”.

– Con lettera del 25 novembre 08, ad oggetto “*segnalazione sulla disciplina della ricerca e della coltivazione delle risorse geotermiche*” Il Presidente dell'Autorità Garante della Concorrenza e del Mercato ha specificato all'Assessore Regionale alla Tutela Ambientale e all'Energia che con la segnalazione sopra riportata “... *l'Autorità ha posto l'accento sulla necessità di superare, tramite un'espressa previsione legislativa, regimi di esclusiva e preferenziali in capo ai concessionari uscenti, che non risultano coerenti con l'assetto ormai liberalizzato del mercato della generazione di energia elettrica*” e che “*Con specifico riferimento al Protocollo di intesa sottoscritto tra Enel spa, da un lato, e la Regione Toscana, le Province di Grosseto, Siena e Pisa, 15 Comuni e 5 Comunità Montane delle aree geotermiche interessate, dall'altro, l'Autorità, pur auspicando in generale il ricorso a procedure ad evidenza pubblica per la assegnazione delle concessioni, osserva che tale protocollo non ha costituito l'oggetto dell'intervento di segnalazione dell'Autorità, risultando lo stesso in attuazione di una riserva contenuta in una norma nazionale (art. 3 comma 6 della L. 896/1986)*”

– Rilevato pertanto, da quanto sopra riportato, che il protocollo d'intesa siglato in data 20 dicembre 2007 non ha costituito oggetto di rilievo alcuno da parte di Antitrust.

– Ritenuto, tuttavia, in via precauzionale, e nelle more degli adempimenti richiesti al Parlamento ed al Governo dall'Antitrust, che il presente Accordo venga aggiornato entro il 31 dicembre 2011, previa verifica delle condizioni che stanno alla base del protocollo generale geotermia, da effettuare entro il 31 ottobre 2009.

– Dato atto che la Regione Toscana sta completando, assieme agli enti locali interessati, la costituzione di un osservatorio sull' Amiata e che **è ancora in corso lo studio epidemiologico sulle popolazioni di tutte le aree geotermiche, da parte dell' Agenzia Regionale Sanità Toscana.**

Considerato inoltre che anche l'Accordo Volontario Territoriale in attuazione del Protocollo di Intesa del 20 dicembre 07 denominato “Accordo Generale sulla Geotermia”, sottoscritto nell'ottobre 2008 dalla Regione Toscana e da tutti gli enti locali territoriali firmatari del ricordato Protocollo, prevede, all'articolo 5 “aggiornamenti” che “*Il presente Accordo verrà aggiornato al termine di ogni triennio di validità, con le stesse modalità con cui è stato costituito*”.

Considerato infine che in data 8 aprile il Consiglio Regionale, con una propria mozione, ha impegnato la Giunta Regionale “Ad operare per giungere in tempi rapidi alla firma dell'Accordo Volontario con Enel, al fine di dare attuazione al Protocollo d'Intesa sottoscritto in data 20 dicembre 2007, denominato Accordo Generale sulla Geotermia, che

4

fra l'altro, per quanto riguarda l'Amiata, permette anche di integrare il programma di approfondimenti tecnico-scientifici già in corso sugli impatti ambientali. Con riferimento

alle problematiche legate alla ricerca è opportuno che l'accordo tenga conto:

- a. - dell'istituzione di un gruppo misto, tra Regione Toscana e Enel, che si avvalga anche di esperti esterni, al fine di studiare la realizzazione di una centrale sperimentale in grado di applicare all'alta entalpia il ciclo chiuso, nonché tecnologie in grado di ridurre al massimo le emissioni di CO2 e degli inquinanti, anche in previsione della scadenza della concessione di Bagnore ;
- b. - della realizzazione di progetti di ricerca e sviluppo sperimentale per il recupero ed il riutilizzo, a fini alimentari ed agricoli, della CO2 emessa dalle centrali, in particolar modo di quelle dell'Amiata;
- c. - della necessità che, oltre al finanziamento della ricerca e fattibilità, Enel si impegni a concedere gratuitamente la CO2 in uscita dagli impianti dopo gli amis (abbattitori mercurio e idrogeno solforato) e gli spazi nell'ambito delle centrali per la realizzazione degli impianti necessari al riutilizzo della CO2 ai fini alimentari ed agroindustriali;
- d. - della necessità di istituire un tavolo misto per consentire la liberalizzazione della produzione di energia elettrica da media entalpia, favorendo la nascita di imprese toscane e comunque locali anche nelle aree di pertinenza delle concessioni all'Enel stessa. ”

Che Enel, nel prendere atto della mozione di cui sopra, ne valuterà i contenuti, le modalità e le applicazioni conseguenti nell'ambito del tavolo tecnico di cui al successivo articolo 2 comma 3 del presente accordo.

Quanto sopra premesso e considerato,

Si conviene e si stipula il seguente Accordo Volontario inerente l'attuazione da parte della Regione Toscana e di Enel, dell'Accordo Generale della Geotermia di cui al Protocollo d'Intesa sottoscritto a Roma il 20 dicembre 2007.

Articolo 1

Oggetto dell'Accordo Volontario

La premessa del presente Accordo è parte integrante e sostanziale dello stesso. Oggetto del presente Accordo Volontario è l'attuazione del Protocollo d'Intesa firmato in data 20 dicembre 2007, con riferimento alle sole disposizioni che a tale Accordo espressamente rinviano anche per la parte relativa alla previsione di cui all'articolo 9 comma 3.

Articolo 2

Prima attuazione

5

1. Entro 15 giorni dalla firma del presente Accordo, Enel si impegna a corrispondere le somme di cui all'articolo 3 comma 1, secondo l'entità e le modalità definite allo stesso articolo 3, relativamente all'annualità 2008 riferita alla produzione 2007.
2. Con riferimento al progetto di riassetto dell'area di Piancastagnaio, Regione Toscana ed Enel concordano sulla necessità di procedere quanto prima alla chiusura di PC2 ed alla nuova alimentazione della zona industriale di Casa del Corto e, nel contempo, di procedere alla VIA sul piano di riassetto di Piancastagnaio. Con riferimento a quest'ultima procedura la Regione Toscana, nel rispetto dei tempi previsti dalla normativa di settore, dà atto che la stessa si svolgerà tenendo conto delle esigenze di celerità dettate dalla necessità di giungere quanto prima alla chiusura di PC2 ed al nuovo sistema di fornitura di calore geotermico alla zona industriale di Casa del Corto, garantendo nello stesso tempo la disponibilità delle risorse geotermiche necessarie.
3. Regione Toscana ed Enel concordano, con riferimento alle attività di ricerca di cui al successivo articolo 5, di costituire un Tavolo Scientifico, aperto anche a collaborazioni esterne, con il compito di definire, nei termini di un mese dalla data della firma del presente Accordo, un primo programma di attività di ricerca che Enel si impegna ad attuare con le somme di cui al successivo articolo 5.

Articolo 3

Attuazione Articolo 3 del Protocollo d'Intesa

1. Enel conferma l'impegno già assunto ai sensi dell'art. 3 del Protocollo d'Intesa ed a tal fine si impegna a corrispondere per l'anno 2009 alla Regione Toscana, una somma calcolata in funzione della produzione complessiva dell'anno 2008, secondo il meccanismo di determinazione ed aggiornamento di cui all'articolo 17 comma 3

lettera a) L. 896/86 e dell'articolo 7, comma 1/bis, L.R. 45/97, come modificata dalla L.R. 5/2004. L'erogazione di tale somma dovrà avvenire entro e non oltre il prossimo 31 ottobre 2009 (fermo restando la verifica di cui al successivo articolo 7).

2. Enel conferma altresì l'impegno già assunto ai sensi dell'art. 3 del Protocollo d'Intesa ed a tal fine si impegna a corrispondere, per tutta la durata del Protocollo, fatto salvo quanto previsto alla clausola di cui all'art 9 comma 3 del Protocollo d'Intesa, alla Regione Toscana, in aggiunta al contributo di cui all'articolo 17 comma 3, lett a) L. 896/86 e successive modificazioni ed integrazioni, un corrispettivo annuo di circa 6,7 milioni di Euro, calcolato, negli anni, in funzione della produzione complessiva relativa all'annualità precedente a quella di erogazione, secondo il meccanismo di determinazione ed aggiornamento di cui allo stesso articolo 17 L. 896/86 e dell'articolo 7, comma 1/bis, L.R. 45/97, come modificata dalla L.R. 5/2004.

3. L'importo di cui sopra corrisponderà annualmente alla quota versata ai Comuni (o al doppio di quella versata alla regione Toscana), a norma dell'articolo 17 L. 896/86 e verrà erogato ogni anno in un'unica soluzione contestualmente all'erogazione

6

disposta da Enel a favore della Regione Toscana, a norma dell'articolo 17 comma 3 lettera b) L. 896/86 (la comunicazione da parte di Enel dovrà essere effettuata entro il 31 marzo e la liquidazione entro il 31 maggio)

Articolo 4

Attuazione Articolo 4 del Protocollo d'Intesa

1. Enel conferma l'impegno già assunto ai sensi dell'art. 4 del Protocollo d'Intesa ed a tal fine si impegna a corrispondere, a partire dal rilascio del relativo titolo autorizzativo, una somma a titolo di compensazione ambientale e territoriale, pari, complessivamente, a 650.000,00 Euro per ciascun megawatt installato/incrementale, fino alla previsione complessiva di 200 megawatt entro il 2024.

2. La somma di cui al precedente comma verrà corrisposta in 10 rate di 65.000 Euro ciascuna. La prima rata verrà corrisposta entro sessanta giorni dall'avvenuto rilascio del titolo autorizzativo necessario alla costruzione ed all'esercizio dell'impianto. Per gli anni successivi la rata verrà corrisposta entro il mese corrispondente a quello in cui è avvenuto il rilascio del titolo autorizzativo.

3. La somma complessiva per ciascuno megawatt autorizzato, secondo quanto specificato nel precedente comma 1, verrà corrisposta da Enel direttamente ai Comuni firmatari del Protocollo d'Intesa, nella misura determinata secondo il meccanismo di riparto indicato dall'articolo 17 comma 3 lettera a) Legge 896/86 riservando cioè una quota del 60% ai Comuni sede di impianto e il 40% proporzionalmente ai Comuni i cui territori rientrano nell'area delimitata dal titolo concessorio di riferimento. Per i Comuni i cui territori rientrano nella concessione oggetto di intervento, la proporzionalità sarà data dai chilometri quadrati di territorio interessato per ciascuno di essi. Per i titoli concessori che interessano anche territori diversi da quelli dei Comuni firmatari del Protocollo d'Intesa, il meccanismo di riparto tra i Comuni firmatari verrà preventivamente comunicato ad Enel dalla Regione, sentiti i Comuni stessi.

4. Con specifico riferimento alle autorizzazioni relative alle centrali denominate Sasso 2 e Lagoni Rossi, già rilasciate in data 26 marzo 2008, la prima rata dovrà essere erogata entro 30 giorni dalla data della firma del presente Accordo, mentre la seconda entro il 31 ottobre 2009.

5. Nel caso in cui il rilascio del titolo autorizzativo avvenga dopo il 2015, l'importo complessivo da corrispondere ai Comuni da parte di Enel sarà ripartito per un numero di annualità tale da concludersi il entro il 2024.

6. Qualunque intervento successivo alla data della firma del Protocollo d'Intesa, anche sostitutivo di potenza esistente, per effetto del quale Enel percepirà i Certificati Verdi, darà diritto alla compensazione ambientale di 650.000 Euro per ciascun megawatt interessato, da corrispondere con le stesse modalità di cui ai precedenti

7

commi 2, 3 e 5, ad esclusione degli interventi per i quali non è possibile la determinazione a priori della potenza interessata e cioè i potenziamenti ottenuti senza la sostituzione del macchinario esistente.

Per tali interventi il valore della potenza interessata per il calcolo della rata della compensazione relativa all'anno N, verrà calcolato come rapporto tra la quota di energia prodotta dall'impianto ed incentivata dal GSE nell'anno N - 1 (espresso in

MWh) e le ore di funzionamento dell'impianto, convenzionalmente assunte pari a 8000 ore.

La rata della compensazione dell'anno N corrisponderà a tale valore (calcolato ai sensi del comma precedente) moltiplicato per 65.000 euro.

Di conseguenza, per tali fattispecie, la prima rata sarà corrisposta entro il mese di marzo dell'anno successivo a quello nel quale sono stati percepiti, da Enel, i Certificati Verdi.

Laddove l'intervento interessi titoli concessori che coinvolgono anche Comuni diversi da quelli che hanno sottoscritto il Protocollo d'Intesa, per il riparto delle quote vale quanto indicato nell'ultimo periodo del precedente punto 3.

7. Gli importi sopra indicati sono calcolati sul presupposto che le norme che regolano il meccanismo dei Certificati Verdi rimangano invariate rispetto a quelle previste dalla normativa vigente.

Articolo 5

Attuazione Articolo 5 del Protocollo d'Intesa

1. Per ciascun megawatt autorizzato, dei 200 massimi previsti, Enel conferma l'impegno già assunto ai sensi dell'articolo 5 del Protocollo d'Intesa ed a tal fine destinerà una somma di 1.250.000 Euro a favore di quanto specificato ai commi successivi.

2. Le somme di volta in volta impiegabili da parte di Enel negli investimenti previsti dall'articolo 5 del Protocollo d'Intesa saranno investite a seguito dell'ottenimento dei singoli titoli autorizzativi rilasciati.

3. Considerato che sono già maturate le somme risultanti dal totale dei megawatt autorizzati per Sasso 2 e Lagoni Rossi, in quanto le relative autorizzazioni sono state già rilasciate per una potenza aggiuntiva di 32 MW, cui corrispondono **Euro 40.000.000 di impegno da parte di Enel**, e considerato altresì che il Protocollo indica come prioritario l'intervento di Piancastagnaio, Enel, previo l'ottenimento delle relative autorizzazioni, conferma l'impegno a realizzare con priorità assoluta, quanto previsto nell'articolo 6, comma 1 primo alinea, del Protocollo d'Intesa. A tal proposito Enel si impegna, prima dell'avvio dei lavori, a sottoporre il piano dei costi dell'intervento richiesto alla Regione Toscana per un preventivo nulla osta nel rispetto delle previsioni di cui all'articolo 5 comma 2 e articolo 6 comma 1 del Protocollo Generale Geotermia.

8

4. Per la parte che residuerà a seguito dell'intervento di cui al precedente comma, Enel si impegna, nel rispetto di quanto indicato nel Protocollo, a finanziare le prime attività indicate dal piano di ricerca di cui al precedente articolo 2 comma 3.

5. Con riferimento agli interventi di cui agli articoli 5 comma 2 (relativo ai piani di investimento dell'Enel) e 6 comma 1 ultimo alinea del Protocollo (relativo alle attività di ricerca), Enel si impegna a predisporre, entro trenta giorni dalla firma del presente Accordo, un piano per lo sviluppo, in Toscana, di attività di ricerca, di sperimentazione e di diffusione di nuove tecnologie incentrate sull'attività geotermoelettrica e **sulla riduzione del quadro emissivo degli impianti**, con attenzione particolare a quelli collocati sull'Amiata, per il valore di cui all'articolo 5 del Protocollo d'Intesa. Tali somme verranno investite da Enel dopo il rilascio delle relative autorizzazioni. Fatto salvo quanto indicato al precedente articolo 2 comma 3, il piano sopra citato verrà aggiornato annualmente o previa intesa tra Regione Toscana ed Enel e potrà essere eventualmente integrato con interventi di cooperazione internazionale (in armonia con il Clean Development Mechanism di cui al Protocollo di Kyoto).

Articolo 6

Attuazione Articolo 6 del Protocollo d'Intesa

1. Secondo quanto stabilito dall'articolo 6 comma 1 primo alinea del Protocollo d'Intesa e dalla prima prescrizione dettata nei "suggerimenti" conclusivi dello Studio dell'Università di Siena, citato, per quanto riguarda l'area di Piancastagnaio, le parti si danno atto che ha preso avvio l'istruttoria per l'intero piano di riassetto Piancastagnaio, con priorità rivolta ad assicurare la chiusura definitiva di PC2, nonché la realizzazione di un termodotto pubblico da PC3 alla zona artigianale di Case del Corto

2. Al fine di assicurare il "*miglioramento dei sistemi di abbattimento del drift delle torri (esistenti) per minimizzare l'input di boro nelle acque di deflusso*", Enel si impegna

a presentare, entro 60 giorni dalla firma del presente Accordo, un progetto che tenga conto delle migliori tecnologie disponibili.

3. Al fine di “evitare accuratamente fuoriuscite del fluido geotermico accidentali o durante la manutenzione degli impianti”, si rinvia al documento descrittivo del rispetto della prescrizione, già presentato da Enel, dando atto che lo stesso, con le adeguate modificazioni, verrà trattato nel piano stralcio sulle aree geotermiche previsto del Piano Regionale di Risanamento e Miglioramento della qualità dell'aria approvato dal Consiglio Regionale il 25 giugno 2008, in fase di predisposizione.

4. Le Parti si danno atto che Arpat realizzerà, con avvio entro trenta giorni dalla firma del presente Accordo, un Piano rivolto alla conoscenza e caratterizzazione delle

9

emissioni delle principali tra le sostanze inquinanti per le quali non sono stati fissati dalla legge limiti di emissione (in particolare ammoniaca ed acido borico).

5. Enel e Regione Toscana attivano, dalla data della firma del presente Accordo, con riferimento alle centrali collocate sull'Amiata, un tavolo tecnico che assicurerà l'attuazione, secondo un cronogramma degli interventi da definire entro un mese dalla firma del presente Accordo, dei seguenti punti:

- a) chiusura mineraria dei pozzi, siano essi produttivi che adibiti alla reiniezione, non più utilizzabili;
- b) demolizione con bonifica delle infrastrutture in disuso quali: vapordotti, acquedotti, separatori e/o silenziatori di piazzola relativi a pozzi chiusi minerariamente;
- c) implementazione dell'efficacia dei sistemi di abbattimento AMIS, attraverso lo sviluppo di nuove tecniche in grado di abbattere i contaminanti residui che escono dalle torri con la corrente di processo aeriforme, secondo i tempi indicati nel piano di ricerca di cui al precedente articolo 5 punto 5;
- d) supporto tecnico al monitoraggio della qualità dell'aria da parte di Arpat effettuato con stazioni di rilevamento automatico ubicate nei centri abitati in prossimità delle centrali geotermoelettriche Enel, secondo le modalità e la tempistica di cui ai successivi punti 6 e 10;
- e) bio-monitoraggio ambientale (con matrici ambientali da concordare con Arpat), lungo le direttrici dei venti prevalenti, a partire dal confine delle centrali fino ai siti di massima ricaduta previsti dalla modellistica di trasporto degli inquinanti, per verificare l'efficienza dei sistemi di mitigazione, da attivare, previo accordo con Arpat;
- f) messa in opera di un monitoraggio stagionale dei *markers* geochimici delle attività geotermiche sia nelle acque di scorrimento superficiale che in quelle di falda, secondo un reticolo di stazioni di campionamento predeterminato e idoneo a tenere in debito conto le peculiarità geologiche e geochimiche del territorio, da attivare, previo accordo con Arpat;
- g) valutazione tecnica sulla necessità di un sistema di monitoraggio delle deformazioni del suolo in continuo tramite l'installazione di una rete integrata di sensori.

6. Enel si impegna a fornire ad Arpat, in via continuativa, i dati rilevati con strumenti di proprietà in materia di controllo sulla qualità dell'aria, ad integrazione di quelli già acquisiti o acquisibili da Arpat nell'ambito della propria attività istituzionale.

7. Enel si impegna a comunicare alla Regione Toscana, entro trenta giorni dalla data della firma del presente Accordo il programma di richiesta delle certificazioni Emas per ciascuna centrale geotermoelettrica. Il totale delle richieste è previsto debba comunque completarsi entro il 31 dicembre 2009.

8. Enel si impegna a confermare, con la firma del presente Accordo, quanto riportato nell'Accordo di cui all'allegato 1 della delibera della Giunta della Regione Toscana 1376 del 17 dicembre 2001, avente ad oggetto i termini e le condizioni della fornitura del calore per usi diretti ad esclusione degli utilizzi anche parzialmente finalizzati in modo diretto o indiretto alla produzione di energia elettrica.

10

9. La Regione Toscana dà atto che Enel sta realizzando n. 19 impianti Amis sui propri impianti produttivi. L'adeguatezza di tali interventi sarà valutata dalla Regione Toscana alla stregua di quanto verrà stabilito dal piano stralcio sulle aree geotermiche previsto nel Piano Regionale di Risanamento e Miglioramento della qualità dell'aria approvato dal Consiglio Regionale il 25 giugno 2008

10. Enel si rende disponibile, nel quadro dell'esigenza di assicurare la massima diffusione di informazioni alla cittadinanza, a progettare e realizzare, entro sei mesi dalla firma del presente accordo, d'intesa con gli enti locali interessati e con Arpat,

un sistema di monitoraggio, un data center per la raccolta delle misure e una rete di monitor da installare presso le sedi comunali od in altri luoghi facilmente accessibili al pubblico, per la diffusione dei dati relativi ai livelli di concentrazione di particolari sostanze inquinanti rispetto alla qualità dell'aria. Gli interventi da realizzare saranno parte integrante delle iniziative di cui all'articolo 5 del Protocollo d'Intesa. Si impegna altresì a presentare, entro trenta giorni dalla firma del presente Accordo, il programma annuale di iniziative proprie quali "centrali aperte".

Articolo 7

Aggiornamenti

Il presente Accordo verrà aggiornato entro il 31 dicembre 2011, con le stesse modalità con cui è stato costituito, sempre a condizione che venga verificata, entro il 31 ottobre 2009, la persistenza delle condizioni oggettive e sostanziali poste alla base del Protocollo d'Intesa denominato Accordo Generale sulla Geotermia siglato.

Il Presidente l'Amministratore Delegato

Regione Toscana Enel spa

Claudio Martini Fulvio Conti

11

REGIONE TOSCANA

GIUNTA REGIONALE

ESTRATTO DAL VERBALE DELLA SEDUTA DEL 22-03-2010 (punto N. 25)

Delibera N. 344 del 22-03-2010

Proponente

ANNA RITA BRAMERINI

DIREZIONE GENERALE POLITICHE TERRITORIALI E AMBIENTALI

Pubblicità/Pubblicazione: Atto soggetto a pubblicazione integrale (PBURT/BD)

Dirigente Responsabile: Mario Romanelli

Estensore: Furio Forni

Oggetto:

D.C.R. n. 44/2008 - PRRM 2008-2010: **approvazione criteri direttivi per il contenimento delle**

emissioni in atmosfera delle centrali geotermoelettriche.

Presenti:

AMBROGIO BRENNI RICCARDO CONTI AGOSTINO FRAGAI

FEDERICO GELLI GIANNI SALVADORI GIANFRANCO SIMONCINI

GIUSEPPE BERTOLUCCI EUGENIO BARONTI MARCO BETTI

PAOLO COCCHI

Assenti:

CLAUDIO MARTINI ANNA RITA BRAMERINI ENRICO ROSSI

MASSIMO TOSCHI

ALLEGATI N°: 1

ALLEGATI:

Denominazione Pubblicazione Tipo di trasmissione Riferimento

A Si Cartaceo+Digitale Criteri direttivi

Note:

LA GIUNTA REGIONALE

Vista la legge regionale 5 maggio 1994 n. 33 recante " Norme per la tutela della qualità dell'aria"

Vista la legge regionale 13 agosto 1998, n. 63 "Norme in materia di zone a rischio di episodi acuti

di inquinamento atmosferico e modifiche alla L.R. 5 maggio 1994 n. 33" .

Vista la legge regionale 24 febbraio 2005 n. 39 recante "Disposizioni in materia di energia"

Vista la legge 9 dicembre 1986, n. 896 "Disciplina della ricerca e della coltivazione delle risorse geotermiche"

Visto il decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351 di attuazione della Direttiva 96/62/CE del Consiglio in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente;

Visto il decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale"

Vista la legge regionale 3 novembre 1998, n. 79 "Norme per l'applicazione della valutazione di impatto ambientale" modificata dalla legge regionale 20 dicembre 2000, n. 79.

Visto il decreto legislativo 3 Agosto 2007 , n. 152 "Attuazione della direttiva 2004/107/CE
 concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente".

Vista la legge 23 luglio 2009, n. 99 "Disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia"

Vista la direttiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;

Visto il protocollo d'Intesa "Accordo generale sulla geotermia" sottoscritto alla presenza del Ministro dello sviluppo Economico il 20 dicembre 2007 tra Regione Toscana, le Province di Grosseto, Pisa e Siena, i Comuni di Arcidosso, Castel del Piano, Castelnuovo Val di Cecina, Chiusdino, Montecatini Val di Cecina, Monterotondo Marittimo, Montieri, Piancastagnaio, Pomarance, Radicofani, Radicondoli, Roccalbenga, San Casciano dei Bagni e Santa Fiora, le Comunità Montane Amiata Grossetana, Amiata Val d'Orcia, Colline Metallifere, Val di Merse e Val di Cecina, ed Enel.

Visto l' "Accordo Volontario Attuativo del Protocollo d'Intesa del 20 dicembre 2007 denominato "Accordo Generale sulla geotermia" stipulato il 20 aprile 2009 tra la Regione Toscana ed Enel.

Vista la delibera del Consiglio regionale n. 44 del 25 giugno 2008 con la quale è stato approvato il Piano Regionale di Risanamento e Mantenimento della qualità dell'aria (PRRM) 2008-2010;

Visto in particolare il punto 4.3 del Documento di piano sopra citato, nel quale è indicato l'intervento AP3 "Miglioramento delle prestazioni ambientali delle centrali geotermoelettriche" che impegna la Giunta regionale ad adottare uno specifico provvedimento in cui si indicano:

- relativamente ai nuovi impianti in progettazione ed alle modifiche sostanziali degli esistenti, i valori limite di emissione per gli inquinanti normati;
- relativamente agli impianti già esistenti le modalità ed i tempi di applicazione della tecnologia AMIS;
- i sistemi di controllo delle emissioni delle sostanze inquinanti in emissione e di rilevamento della qualità dell'aria;
- l'introduzione di nuove tecnologie di abbattimento per le altre sostanze inquinanti.

Considerato che le azioni previste riguardano una sola tipologia di impianti di proprietà di un unico gestore e che le prescrizioni indicate nel PRRM diventano cogenti solo quando inserite nell'ambito di atti amministrativi quali i procedimenti di V.I.A. e le autorizzazioni/concessioni ex legge 896/1986 e legge regionale 39/2005. riguardanti la costruzione o il rinnovamento totale degli impianti delle centrali geotermoelettriche, o negli atti amministrativi per il rinnovo delle autorizzazioni alle emissioni in atmosfera di quelle esistenti ex art. 281 decreto legislativo 152/2006.

Considerato quindi, per quanto sopra esposto, che il documento da approvare/adottare

si configura come una linea guida contenente criteri direttivi che prevedano il recepimento di questi all'interno di atti amministrativi quali quelli già indicati nel punto precedente.

Constata l'opportunità di indicare in un unico documento il quadro conoscitivo aggiornato e gli scenari futuri sulla realtà delle attività di coltivazione della risorsa geotermica in relazione alle emissioni in atmosfera degli inquinanti prodotti e sulla qualità dell'aria nelle aree interessate da tale attività.

Constatata inoltre l'opportunità di indicare in un unico documento le prescrizioni relative alla applicazione delle migliori tecniche disponibili, ai valori di emissione, ai requisiti minimi di esercizio ed al protocollo di gestione e manutenzione impianti, che devono essere inserite nell'ambito degli atti amministrativi derivanti dai procedimenti di V.I.A. e per il rilascio delle autorizzazioni/concessioni ex legge 896/1986 e legge regionale 39/2005 coinvolgenti la costruzione o il rinnovamento totale degli impianti delle centrali geotermoelettriche, o agli atti amministrativi per il rinnovo delle autorizzazioni alle emissioni in atmosfera di quelle esistenti ex art. 281 decreto legislativo 152/2006.

Considerando che il citato "Accordo Volontario Attuativo del Protocollo d'Intesa del 20 dicembre 2007 denominato Accordo Generale sulla geotermia" prevede all'art. 5 l'impegno di Enel a sviluppare in Toscana attività di ricerca di ricerca e di sperimentazione di tecniche di riduzione del quadro emissivo delle centrali geotermoelettriche.

Ravveduta l'esigenza di integrare le indicazioni contenute nel PRRM relativamente alla individuazione di nuove tecnologie per l'abbattimento di sostanze inquinanti attualmente non normate e più specificamente per riduzione delle emissioni di ammoniaca, con quelle discendenti dall'accordo volontario citato.

Ritenuto pertanto che il gestore debba, entro 30 giorni dall'approvazione della presente deliberazione, predisporre un piano/programma per la sperimentazione di nuove tecniche per la riduzione delle emissioni delle centrali geotermoelettriche al fine di poterle implementare nel ciclo produttivo entro il 2013.

Dato atto che l'Allegato A "Criteri direttivi per il contenimento delle emissioni in atmosfera delle centrali geotermoelettriche" è stato predisposto congiuntamente con i settori competenti della Regione Toscana ed ARPAT.

Dato atto altresì che detto Allegato A è stato illustrato alle Amministrazioni provinciali e comunali dell'area geotermica, alle associazioni ambientaliste, ai rappresentanti del gestore, alle associazioni industriali, ed ai cittadini in data 9 ottobre 2009.

Visto il parere favorevole espresso dal CTD nella seduta del 10/12/2009

A voti unanimi

DELIBERA

- 1. di approvare i "Criteri direttivi per il contenimento delle emissioni in atmosfera delle centrali geotermoelettriche" di cui all'allegato A parte integrante della presente deliberazione;**
2. di indicare che nell'ambito degli atti amministrativi derivanti dai procedimenti di V.I.A. e per il rilascio delle autorizzazioni/concessioni ex legge 896/1986 e legge regionale 39/2005 riguardanti la costruzione o il rinnovamento totale degli impianti delle centrali geotermoelettriche, o agli atti amministrativi per il rinnovo delle autorizzazioni alle emissioni in atmosfera di quelle esistenti ex art. 281 decreto legislativo 152/2006 vengano recepite le prescrizioni di cui nell'allegato A relative a:

- applicazione delle migliori tecniche disponibili;
 - valori di emissione;
 - requisiti minimi di esercizio;
 - protocollo di gestione e manutenzione impianti.
3. di indicare che il soggetto gestore predisponga entro 30 giorni dall'approvazione della presente il piano/programma di sperimentazione di nuove tecniche di cui in premessa.
4. di indicare che tale piano/programma debba essere valutato ai fini della sua adozione da parte della Giunta regionale, dagli uffici competenti della regione con la collaborazione di ARPAT.
5. Il presente atto è pubblicato integralmente sul BURT ai sensi dell'art. 5 comma 1 lett. F della L.R. 23/2007 e sulla banca dati degli atti amministrativi della Giunta regionale ai sensi dell'art. 18 comma 2 della medesima LR 23/2007.

SEGRETERIA DELLA GIUNTA
 IL DIRETTORE GENERALE LUCIA BORA
 Il Dirigente Responsabile MARIO ROMANELLI
 Il Direttore Generale MAURO GRASSI

Per la lettura integrale dell'allegato A, si veda il link
http://www.regione.toscana.it/bancadati/atti/Contenuto.xml?id=204106&nomeFile=Delibera_n.344_del_22-03-2010-Allegato-A

Allegato A stralci

ALLEGATO A REGIONE TOSCANA

Direzione Generale

Politiche Territoriali e Ambientali

Area di Coordinamento

Prevenzione integrata degli inquinamenti e programmazione Ambientale

Settore

Qualità dell'aria, rischi industriali, prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento

CRITERI DIRETTIVI PER IL

CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI IN

ATMOSFERA DELLE CENTRALI

GEOTERMoeLETTRICHE

Prescrizioni da utilizzare nei procedimenti regionali di VIA e di concessione/autorizzazione ex L. 896/1986 e L.R. 39/2006

INDICE

PREMESSA

1. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

2. QUADRO ANALITICO CONOSCITIVO

2.1 Le sorgenti di emissione nelle aree geotermiche

2.2 Il ciclo tecnologico di una centrale geotermoelettrica

2.3 Le sostanze inquinanti emesse

2.4 Le tecnologie di abbattimento delle emissioni – Impianti AMIS e Demister

2.5 L'evoluzione delle emissioni dal 2000 al 2007

2.6 La qualità dell'aria nelle aree geotermiche

2.6.1 Le concentrazioni di riferimento

2.6.2 La struttura del monitoraggio attuale

2.6.3 I livelli delle sostanze inquinanti

2.6.4 La meteorologia nelle aree geotermiche

3 OBIETTIVI DEL PROVVEDIMENTO

4 INTERVENTI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI E STRUMENTI DI ATTUAZIONE

4.1 Valori di emissione

4.2 Requisiti minimi di esercizio

4.3 Riduzione del drift

4.4 Valori obiettivo di emissione

4.5 Ricerca e sperimentazione di nuove tecniche per il miglioramento delle prestazioni

ambientali degli impianti di coltivazione dei fluidi geotermici

4.6 Metodologie di controllo di emissioni

4.7 Protocollo gestione manutenzione impianti

4.7.1 Protocollo di gestione impianti

4.7.2 Documento di impianto

4.8 Sviluppo modellistica di simulazione per le aree geotermiche

4.9 Criteri direttivi e strumenti di attuazione finalizzati alla riduzione delle emissioni delle

centrali geotermoelettriche

4.9.1 Inquadramento normativo

4.9.2 Elenco prescrizioni

5 SCENARI

5.1 Scenari per H₂S

5.2 Scenari per Hg

5.3 Scenari per As

5.4 Scenari per CO₂

5.5 Scenari per NH₃

2

5.6 Scenari per i rapporti di emissione per energia elettrica prodotta

APPENDICE 1 EMISSIONI PER SINGOLA CENTRALE

GEOTERMOELETTRICA

APPENDICE 2 DECRETO N° 2750 del 12 maggio 2003 "Adozione della procedura di

riferimento per il controllo delle emissioni di impianti geotermoelettrici."

GLOSSARIO

3

PREMESSA

La Regione Toscana ha adottato con DCR n. 44/08 il Piano Regionale di Risanamento e Mantenimento della qualità dell'aria (PRRM) che prevede nel settore degli interventi sulle attività produttive, l'intervento denominato "AP3) Miglioramento delle prestazioni ambientali delle centrali

geotermoelettriche".

Nelle aree interessate dalle attività di coltivazione della risorsa geotermica si riscontrano specifiche problematiche in ordine alle sostanze inquinanti emesse ed ai conseguenti livelli di concentrazione in aria ambiente. L'idrogeno solforato e l'ammoniaca contribuiscono, tra l'altro, alla formazione di PM10 secondario che, attraverso meccanismi di diffusione e trasporto, interessa ambiti territoriali più vasti. Altre sostanze connesse allo sfruttamento della risorsa, in particolar modo mercurio ed arsenico, presentano un tasso di emissione molto più contenuto e sono coinvolte in meccanismi di deposizione che interessano, prevalentemente, le aree limitrofe alle centrali, come riportato anche nel recente studio dell'Università di Siena del 2008.

Questa situazione va ad inserirsi all'interno di un quadro delle norme per la gestione della qualità dell'aria, D.Lgs 351/99 e D.M. 60/02, che non considerano specifici valori limite di qualità dell'aria relativamente ai livelli di concentrazione di queste sostanze (in quanto non di diffusione generale) che, comunque, sono oggetto di monitoraggio da parte di ARPAT e delle stazioni di rilevamento del gestore (rilevamento principalmente dedicato all'idrogeno solforato).

Alla domanda delle popolazioni residenti nelle aree geotermiche, di maggiore informazione e "consapevolezza", la Regione ha inteso rispondere con studi già effettuati ed in corso finalizzati ad approfondire gli aspetti ambientali e sanitari dell'uso della risorsa geotermica.

Accanto a queste azioni intese a rappresentare e definire un quadro conoscitivo devono essere, ovviamente, affiancati interventi diretti tesi a minimizzare le emissioni in atmosfera derivanti dalla coltivazione della risorsa geotermica. Già da tempo, in questo senso, sono iniziati interventi di contenimento delle emissioni grazie all'innovazione tecnologica impiegata in questo settore con l'installazione di impianti di abbattimento, in grado di ridurre efficacemente le emissioni di idrogeno solforato e mercurio.

La Regione, al fine di migliorare il quadro emissivo e la compatibilità ambientale degli impianti geotermoelettrici (centrali GTE), sulla base delle risultanze degli studi attualmente in essere nelle aree geotermiche, intende con il presente documento individuare le prescrizioni che dovranno essere inserite nei procedimenti amministrativi regionali di valutazione di Impatto Ambientale VIA e di concessione/autorizzazione ex L. 896/1986 e L.R. 39/2005 relative alle nuove centrali GTE e, per quelle esistenti, già autorizzate ai sensi della L. 896/1986, e che prevedono prescrizioni relative alle emissioni in atmosfera delle norme tecniche del DPR n. 203/1988, ora sostituite dalla parte quinta del D.Lgs. n. 152/2006.

Infatti, in sede di rinnovo della autorizzazione, secondo il programma indicato all'art. 281 del decreto legislativo n. 152/2006, dovranno essere adottate con le modalità ed i tempi necessari le prescrizioni individuate da questo documento (si veda per il dettaglio il punto 4.9)

Le principali azioni previste nei punti del documento, al fine di perseguire gli obiettivi del capitolo 3, sono:

4

Criteri direttivi per il contenimento delle emissioni in atmosfera delle centrali geotermoelettriche

- definizione di nuovi valori di emissione delle centrali GTE coerenti con le innovazioni tecnologiche;
- relativamente agli impianti già esistenti, che non ne sono dotati, definizione delle modalità ed i tempi di applicazione della tecnologia AMIS;
- applicazione di sistemi di controllo delle emissioni delle sostanze inquinanti (in continuo) e potenziamento di quelli esistenti per la qualità dell'aria;
- ricerca e sperimentazione per l'introduzione di nuove tecnologie di abbattimento per le altre sostanze inquinanti.

Si segnala inoltre che è stata recentemente approvata la legge 23 luglio 2009 n. 99 *"Disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia"* che impegna il governo ad adottare uno o più decreti legislativi al fine di determinare un nuovo assetto della normativa in materia di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche che garantisca, in un contesto di sviluppo sostenibile del settore e assicurando la protezione ambientale, un regime concorrenziale per l'utilizzo delle risorse geotermiche ad alta temperatura e che semplifichi i procedimenti amministrativi per l'utilizzo delle risorse geotermiche a bassa e media temperatura. L'attività di controllo ambientale è svolta da ARPAT sulla base della nuova legge regionale n. 30/2009 *"Nuova disciplina dell'Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana (ARPAT)"* ed ha come oggetto la conoscenza dello stato delle componenti ambientali, delle pressioni e degli impatti, nonché la verifica delle forme di autocontrolli effettuati dai gestori e previste dalle norme comunitarie e statali.

1 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Il quadro normativo di riferimento è costituito sostanzialmente dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" che nella Parte quinta titolata " Norme in materia di tutela della qualità dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera" riporta il Titolo I "Prevenzione e limitazione delle emissioni in atmosfera di impianti e attività" che sostituisce il Decreto del Presidente della Repubblica n. 203/1988 che a sua volta attuava alcune direttive della Comunità Europea.

In particolare l' Art. 271 - comma 4, del Dlgs 152/2006 recita:

I piani e i programmi previsti dall'articolo 8 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351, e dall'articolo 3 del decreto legislativo 21 maggio 2004, n. 183, possono stabilire valori limite di emissione e prescrizioni, anche inerenti le condizioni di costruzione o di esercizio dell'impianto, più severi di quelli fissati dall'Allegato I alla parte quinta del presente decreto e dalla normativa di cui al comma 3 purchè ciò risulti necessario al conseguimento dei valori limite e dei valori bersaglio di qualità dell'aria. Fino all'emanazione di tali piani e programmi, continuano ad applicarsi i valori limite di emissione e le prescrizioni contenuti nei piani adottati ai sensi dell'articolo 4 del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203.

Attualmente i valori limite di emissione ed altre prescrizioni relative agli impianti per la coltivazione degli idrocarburi e dei fluidi geotermici sono indicati nell'allegato I, Parte IV, Sezione 2, della Parte Quinta del D.lgs n. 152/06 che nella parte 3, impianti che utilizzano fluidi geotermici, recita:

Gli effluenti gassosi negli impianti che utilizzano i fluidi geotermici di cui all'articolo 1 della legge 9 dicembre 1986, n. 896, devono essere dispersi mediante torri refrigeranti e camini di caratteristiche adatte. Per ciascuno dei due tipi di emissione i valori di emissione minimi e massimi, di seguito riportati, sono riferiti agli effluenti gassosi umidi ed intesi come media oraria su base mensile:

Tabella 1.1 - Valori di emissione minimi e massimi per effluenti gassosi umidi

Tabella 1.1 - Valori di emissione minimi e massimi per effluenti gassosi umidi

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

Poiché i valori limite di emissione prevedono una soglia per il flusso di massa (soglia di rilevanza) si deve preliminarmente misurare/calcolare il flusso di massa emesso della sostanza inquinante e confrontare tale valore con il flusso di massa previsto dalle norme. Se il flusso di massa misurato è inferiore a quello previsto (soglia di rilevanza) non è applicabile il limite di concentrazione. Diversamente, se il flusso di massa misurato è uguale o superiore alla soglia di rilevanza è applicabile il limite di concentrazione.

Poiché i valori limite di emissione prevedono una soglia per il flusso di massa (soglia di rilevanza) si deve preliminarmente misurare/calcolare il flusso di massa emesso della sostanza inquinante e confrontare tale valore con il flusso di massa previsto dalle norme. Se il flusso di massa misurato è inferiore a quello previsto (soglia di rilevanza) non è applicabile il limite di concentrazione. Diversamente, se il flusso di massa misurato è uguale o superiore alla soglia di rilevanza è applicabile il limite di concentrazione.

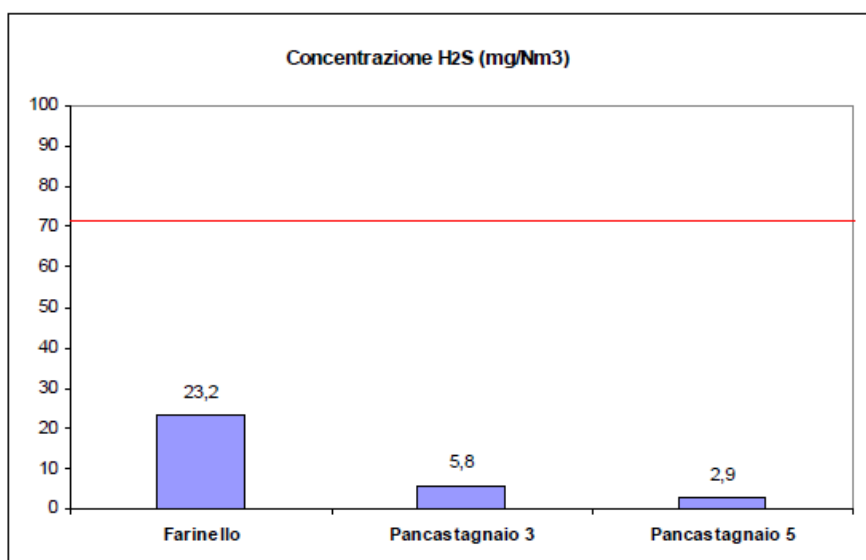
6

I controlli effettuati da ARPAT sulle centrali geotermiche mostrano che per tutte le centrali i flussi di massa per l'arsenico As ed il mercurio Hg sono inferiori a quanto stabilito dalla normativa. Per questi inquinanti, quindi, non si applicano i valori limite in concentrazione. Per quanto riguarda l'idrogeno solforato H₂S, i valori di flusso massa misurati superano quanto stabilito dalla normativa

solo per alcune centrali (Piancastagnaio 3, Piancastagnaio 5 e Farinello). Per queste centrali, per le quali quindi si applicano i valori limite in concentrazione, le misure indicano un ampio rispetto di tale valore. Nel grafico seguente sono indicate le concentrazioni di H₂S misurate per queste tre centrali ed il relativo valore limite.

Grafico 1.1 Valori di concentrazione di H₂S (mg/Nm³) per le centrali con flussi di massa uguale o superiore a 170 kg/h

Grafico 1.1 Valori di concentrazione di H₂S (mg/Nm³) per le centrali con flussi di massa uguale o superiore a 170 kg/h



1.1 Obiettivi generali di riduzione delle emissioni delle CGTE

Negli ultimi anni, a seguito dello studio e della realizzazione di tecniche di abbattimento si è reso disponibile un impianto di abbattimento, denominato AMIS1 che, già installato in un importante numero di centrali geotermoelettriche, ha ottenuto una significativa riduzione delle emissioni di acido solfidrico H₂S e di mercurio Hg.

Questo fatto ed una serie di altre considerazioni anche basate sulle indicazioni contenute nelle recenti disposizioni normative, permettono di motivare la necessità di un intervento generale per la riduzione delle emissioni delle centrali geotermiche.

Di seguito si riportano queste considerazioni:

1 Acronimo di impianto di Abbattimento del Mercurio e dell'Idrogeno Solforato

7

a) ai fini del rispetto dei valori limite di qualità dell'aria nel territorio regionale, in particolare per il PM₁₀ (e in seguito alla direttiva 2008/50/CE anche per il PM_{2.5}), la Regione deve ridurre le emissioni dei precursori del PM₁₀ secondario. Le emissioni degli impianti che utilizzano fluidi geotermici contengono H₂S (acido solfidrico) e NH₃ (ammoniaca) che contribuiscono, tra l'altro, alla formazione del PM₁₀ secondario inorganico.

b) inoltre, poiché tali emissioni sono caratterizzate anche dalla presenza, in quantità variabili, di Hg (mercurio) che è regolamentato dal Decreto legislativo 3 agosto 2007, n. 152

"Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente" modificato dal Decreto Legislativo 26 giugno 2008, n. 120 "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 agosto 2007, n. 152, di attuazione della direttiva 2004/107/CE relativa all'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente", la sua immissione nell'ambiente, deve essere controllata secondo l'applicazione delle migliori tecniche disponibili.

c) ai fini di tutelare l'ambiente e la salute umana dagli effetti nocivi causati dalla acidificazione, dalla eutrofizzazione del suolo e dalla presenza di ozono a livello del suolo a

seguito alla direttiva 2001/81/CE, recepita con Dlgs. 21 maggio 2004 n° 171 "Attuazione della direttiva 2001/81/CE relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici" sono stati stabiliti dei limiti nazionali di emissione per alcune sostanze inquinanti da raggiungere entro il 2010 e negli anni successivi, che per le emissioni nazionali annue di NH₃ fissa un limite annuo pari a 419 kt.

Nel documento, si ritiene, in particolare, di definire nuovi riferimenti, come i "requisiti minimi di esercizio", riguardanti il funzionamento delle centrali e degli AMIS e i "valori di emissione" delle sostanze sulle quali agisce l'impianto di abbattimento AMIS, cioè l'acido solfidrico ed il mercurio, nonché del biossido di zolfo, emesso come risultato delle ossidazione dell'acido solfidrico negli impianti AMIS.

Inoltre viene definito anche un protocollo di gestione impianto delle centrali geotermoelettriche (compreso AMIS) al fine di ridurre al minimo il tempo di emissioni dirette in atmosfera di fluido geotermico in caso manutenzioni programmate e non ed eventi accidentali che provochino sfioramenti diretti in atmosfera del fluido geotermico.

8

2 QUADRO ANALITICO CONOSCITIVO

2.1 Le sorgenti di emissione nelle aree geotermiche

Il margine peri-tirrenico della penisola Italiana, dove si trovano le aree geotermiche della Toscana, è costellato da un elevato numero di zone con emanazioni naturali di gas endogeni.

Due sono le aree toscane significative per la coltivazione delle risorse geotermiche:

L'area del Monte Amiata è circondata da una corona di sorgenti termali e termominerali usate a scopo curativo-ricreativo. Fra le più importanti e conosciute ricordiamo le terme di Chianciano e le terme di San Casciano dei Bagni (rispettivamente a Est ed a Sud Est della montagna), le terme di Bagni San Filippo e le terme di Bagno Vignoni (a Nord), le terme di Saturnia (nella parte meridionale), nonché le sorgenti termali di Bagnore (ad Ovest). Inoltre, nel territorio Amiatino sono presenti zone con emanazioni superficiali naturali di gas endogeno ricco in CO₂, ma con consistenti contenuti anche di H₂S. Le principali sono poste in loc. Bagni San Filippo, in loc. Chianciano e in loc. Argus.

Accanto a queste manifestazioni naturali, sul territorio Amiatino si trovano molti impianti della minero-metallurgia del cinabro, testimoni di una pregressa e fiorente attività ormai dismessa (tra i principali si ricordano quelli situati ad Abbadia San Salvatore, in loc. Siele, in loc. Argus ed in loc. Morone) che risultano essere anch'essi fonti di emissioni, in particolare di mercurio. Su una parte di questi impianti sono stati completati gli interventi per la bonifica dei siti inquinati, interventi ancora in corso di svolgimento o in fase di avvio su ulteriori stabilimenti.

A partire dalla metà degli anni 1960, nell'area Amiata è iniziata la coltivazione dei fluidi geotermici per la produzione di energia elettrica, attività che ha subito un consistente sviluppo nel decennio 1990-2000. La coltivazione dei fluidi geotermici a scopi energetici è incentrata prevalentemente nel Comune di Piancastagnaio (Si), dove nel 2007 erano in esercizio 4 centrali geotermoelettriche, con una potenza nominale complessiva di 68 MW, due delle quali equipaggiate con AMIS2, e nel Comune di Santa Fiora, in loc. Bagnore, dove è in esercizio una centrale geotermoelettrica, con una potenza nominale di 20 MW, equipaggiata con AMIS.

Analogha situazione è riscontrabile nell'area cosiddetta tradizionale di Larderello (Pi) - Val di Cornia (Gr) - Travale/Chiusdino (Si), dove frequenti, seppur di minore rilevanza, sono le manifestazioni termali, mentre assai più diffuse risultano le emissioni naturali dal suolo di fluido geotermico. Ciò è determinato dalla diversa natura delle caratteristiche geologiche dell'area e delle rocce che vi affiorano. Inoltre, in questo caso, il campo geotermico è legato non tanto alla presenza di un edificio vulcanico, ma alla intrusione negli strati più superficiali della crosta di un batolite granitico, la sorgente di calore, a seguito dell'assottigliamento crostale conseguente ai movimenti orogenetici che hanno portato alla formazione della catena appenninica.

In quest'area al 2007 erano in esercizio 27 centrali, per una potenza nominale di circa 750 MW, delle quali 13 dotate di AMIS.

Queste attività connesse alla coltivazione della risorsa geotermica costituiscono fonti di rilascio nell'ambiente di sostanze inquinanti specifiche.

2 Vedi glossario

9

2.2 Il ciclo tecnologico di una centrale geotermoelettrica

Le correnti di processo che concorrono all'emissione complessiva della centrale geotermoelettrica

sono: la *linea degli incondensabili*, e l'*aeriforme della torre*. Le due correnti si riuniscono a livello della torre (nelle celle di espulsione), che costituisce quindi l'interfaccia della CGTE con l'atmosfera, producendo l'emissione totale in atmosfera della centrale.

La *linea degli incondensabili* inizia dallo scarico dei compressori, che estraggono la fase gassosa dal condensatore a miscela. Comprende la sezione d'impianto che mette in comunicazione lo scarico compressori con la torre. In questa corrente, esclusivamente gassosa, si ritrovano le sostanze originariamente presenti nel fluido geotermico allo stato fisico di gas (anidride carbonica, metano, acido solfidrico, azoto, argon, ossigeno e idrogeno) e le altre sostanze che nelle condizioni di processo del condensatore a miscela permangono allo stato fisico di vapore, come il mercurio. Pertanto, la linea degli incondensabili rappresenta la corrente di processo a cui ricondurre in massima parte l'emissione delle sostanze climalteranti, dell'acido solfidrico e dei vapori di mercurio. Su questa linea sono emesse anche quantità minime di ammoniaca e di arsenico allo stato fisico di vapore.

L'*aeriforme della torre* è generato dal passaggio dell'aria attraverso le gocce di condensa all'interno della torre stessa. La circolazione dell'aria sulla condensa, proveniente dal condensatore a miscela e inviata sulle torri per raffreddarla, provoca la parziale evaporazione del liquido circolante (si verifica una contrazione di volume delle gocce) associata ad un'azione meccanica di strappaggio e trascinamento delle gocce medesime. A seguito di ciò una parte delle sostanze disperse o disciolte nella condensa vengono liberate e passano nell'aeriforme per poi, unendosi a quelle provenienti dalla linea degli incondensabili, essere emesse dalla torre. È attraverso l'aeriforme della torre che sono veicolati all'emissione il drift (aerosol) con il suo carico di sali disciolti e l'ammoniaca, quasi totalmente in fase gassosa. È questa la corrente di processo responsabile in modo esclusivo dell'emissione del drift, nonché di ammoniaca. Anche parte dell'acido solfidrico e del mercurio, trattenuti in equilibrio nella condensa a livello del condensatore a miscela, ritornano allo stato di gas nell'aeriforme che pertanto contribuisce, seppur in misura molto ridotta rispetto alla linea degli incondensabili, all'emissione complessiva di questi inquinanti.

2.3 Le sostanze inquinanti emesse

Il quadro emissivo che contraddistingue le centrali geotermoelettriche (CGTE) ha una propria specificità rispetto ad altre tipologie di impianti destinati alla produzione di energia elettrica, perché rispecchia la variabilità della composizione del fluido endogeno impiegato. Tra gli inquinanti emessi dalle CGTE troviamo: l'acido solfidrico, l'ammoniaca, i sali di sostanze disciolti nell'aerosol (o drift) proveniente dalle torri di raffreddamento, il mercurio allo stato di vapore, l'arsenico, e ancora altre sostanze che non sono classificate come inquinanti (fra cui argon, elio, idrogeno) o che, per le quantità in gioco, hanno un'incidenza trascurabile (come l'antimonio, il selenio ed altri metalli). Va ricordato, inoltre, che il fluido geotermico contiene anche sostanze climalteranti quali l'anidride carbonica ed il metano.

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

10

- **Area geotermica Amiatina**, comprendente gli impianti localizzati nei territori comunali di Piancastagnaio (SI) e Santa Fiora (GR).
- **Area geotermica tradizionale**, comprendente gli impianti localizzati nei territori comunali di Pomarance, Castelnuovo di Val di Cecina e di Monteverdi Marittimo (PI), di Monterotondo Marittimo e Montieri (GR) e di Radicondoli e Chiusdino (SI); Nell'area geotermica tradizionale si possono distinguere, con un maggior dettaglio, tre sub-aree:
 - la sub-area Larderello-Castelnuovo V.C. (Comuni di Pomarance e Castelnuovo V.C.);
 - la sub-area Val di Cornia (Comuni di Pomarance, Monterotondo Marittimo e Monteverdi Marittimo);
 - la sub-area Travale-Chiusdino (Comuni di Montieri, Radicondoli).

I fattori di emissione dei vari inquinanti presentano differenze significative, talvolta anche rilevanti, fra le due aree sopra indicate. I fattori di emissione più alti per la quasi totalità degli inquinanti si registrano nell'area geotermica dell'Amiata. Le sub-aree di Larderello e Val di Cornia sono quelle che possiedono i fattori di emissione minori, mentre fanno registrare le maggiori entità delle emissioni a causa della maggiore potenza installata. Le differenze dei fattori di emissione dipendono dal diverso contenuto di gas nel fluido geotermico nelle varie aree e sub aree sopra indicate. Le centrali nel 2007 in esercizio erano 32. In particolare 5 nell'area Amiata e 27 nell'area

tradizionale (14 nella sub area Val di Cornia, 6 nella sub area Travale-Chiusdino e 7 nella sub area Larderello). Alcune di queste CGTE sono il frutto della ristrutturazione di 9 vecchi impianti obsoleti, 3 dei quali dismessi in modo definitivo.

Al 2013 saranno in esercizio altre 4 centrali: 2 nella sub area Val di Cornia (Nuova Lagoni Rossi, per ristrutturazione dell'attuale Lagoni Rossi 3, e Nuova Sasso 2, di nuova realizzazione), 2 nella sub area Travale-Chiusdino (Chiusdino e Nuova Radicondoli 2, entrambe di nuova realizzazione). Sempre al 2013 è prevista la chiusura di 2 centrali, una nella sub area Val di Cornia (Lagoni Rossi 3) ed una nell'area Amiatina (Piancastagnaio 2). Il totale delle centrali al 2013 sarà quindi 34.

Al 2007 le centrali dotate di AMIS risultavano 13. Nel 2008 tale numero è aumentato a 19.

Dato che tutte le 4 nuove centrali previste al 2013 saranno dotate di AMIS, che per tale data anche le centrali di Nuova Molinetto e Nuova Sasso saranno dotate di impianti AMIS e che, inoltre, le 2 centrali che saranno chiuse al 2013 ne sono sprovviste, le centrali dotate di AMIS al 2013 risulteranno 25 su 34 attive⁴.

Di seguito si riporta una tabella comprendente tutte le centrali in esercizio al 2007, le centrali dismesse e quelle che saranno attive nel 2013 con l'indicazione dell'area e sub area di appartenenza, precisando se attive nel 2007 e nel 2013 e se dotate di AMIS (con il simbolo * si sono indicate le centrali che avranno l'AMIS entro il 2013, ma che ne erano sprovviste nel 2007).

³ Vedi glossario

⁴ Dati ricavati dal piano industriale del gestore

11

Tabella 2.1 - Elenco centrali geotermoelettriche

Tabella 2.1 - Elenco centrali geotermoelettriche

	Area	Sotto Area	Nome cgte	ATTIVE NEL 2007	ATTIVE NEL 2013	CON AMIS
1	Amiata	-	Dagnore 3	S	S	S
2	Amiata	-	Bellavista			
3	Amiata	-	Piancastagnaio 2	S		
4	Amiata	-	Piancastagnaio 3	S	S	S
5	Amiata	-	Piancastagnaio 4	S	S	*
6	Amiata	-	Piancastagnaio 5	S	S	S
7	Tradizionale	Val di Cornia	Carboli 1	S	S	
8	Tradizionale	Val di Cornia	Carboli 2	S	S	
9	Tradizionale	Val di Cornia	Cornia 1			
10	Tradizionale	Val di Cornia	Cornia 2	S	S	
11	Tradizionale	Val di Cornia	Lago			
12	Tradizionale	Val di Cornia	Lagone Rossi 3	S		
13	Tradizionale	Val di Cornia	Le Pute	S	S	
14	Tradizionale	Val di Cornia	Molinetto 2			
15	Tradizionale	Val di Cornia	Monterotondo			
16	Tradizionale	Val di Cornia	Monteverdi 1	S	S	
17	Tradizionale	Val di Cornia	Monteverdi 2	S	S	
18	Tradizionale	Val di Cornia	Nuova Lago	S	S	*
19	Tradizionale	Val di Cornia	Nuova Lagone Rossi		S	*
20	Tradizionale	Val di Cornia	Nuova Molinetto	S	S	*
21	Tradizionale	Val di Cornia	Nuova Monterotondo	S	S	*
22	Tradizionale	Val di Cornia	Nuova San Martino	S	S	S
23	Tradizionale	Val di Cornia	Nuova Sasso	S	S	*
24	Tradizionale	Val di Cornia	Nuova Sasso 2		S	*
25	Tradizionale	Val di Cornia	Nuova Serrazzano	S	S	*
26	Tradizionale	Val di Cornia	S. Martino			
27	Tradizionale	Val di Cornia	Selva 1	S	S	
28	Tradizionale	Val di Cornia	Serrazzano			
29	Tradizionale	Travale-Chiusdino	Chiusdino		S	*
30	Tradizionale	Travale-Chiusdino	Nuova Radicondoli	S	S	*
31	Tradizionale	Travale-Chiusdino	Nuova Radicondoli 2		S	*
32	Tradizionale	Travale-Chiusdino	Pianacce	S	S	S
33	Tradizionale	Travale-Chiusdino	Radicondoli			
34	Tradizionale	Travale-Chiusdino	Rancia 1	S	S	
35	Tradizionale	Travale-Chiusdino	Rancia 2	S	S	
36	Tradizionale	Travale-Chiusdino	Travale 3	S	S	S
37	Tradizionale	Travale-Chiusdino	Travale 4	S	S	S
38	Tradizionale	Larderello	Castelnuovo			
39	Tradizionale	Larderello	Farinello	S	S	S
40	Tradizionale	Larderello	Gabbro			
41	Tradizionale	Larderello	La Leccia			
42	Tradizionale	Larderello	Nuova Castelnuovo	S	S	S
43	Tradizionale	Larderello	Nuova Gabbro	S	S	*
44	Tradizionale	Larderello	Nuova Larderello	S	S	S
45	Tradizionale	Larderello	Sesta	S	S	S
46	Tradizionale	Larderello	Valle Secco 1	S	S	S
47	Tradizionale	Larderello	Valle Secco 2	S	S	S
Totale				32	34	25

12

Riguardo all'aspetto quantitativo che contraddistingue le emissioni delle CGTE si fa presente che in questo documento sono stati riportati i dati aggiornati all'anno 2007.

A tale data le centrali CGTE avevano i seguenti ratei emissivi, così come risulta dai controlli di ARPAT:

sostanze in forma di gas o vapore

➤ acido solfidrico , con fattore di emissione⁵ per le due aree compreso tra 1,1 e 3,2 kg/MWhe (4,8 kg/MWhe comprendendo anche Piancastagnaio 2 – PC 2). Questo valore tiene conto dell'abbattimento prodotto dagli AMIS in esercizio al 2007. Il consistente miglioramento rispetto agli anni precedenti, riscontrabile anche dalla generale diminuzione del fattore di emissione in tutte le aree, e attribuibile all'installazione dell'AMIS su molte centrali geotermoelettriche. E' da ricordare che l'acido solfidrico rappresenta un precursore nella formazione del materiale particolato fine secondario inorganico;

➤ ammoniaca con fattore di emissione per le due aree compreso tra 0,57 e 5,3 kg/MWhe⁶. E' da ricordare che l'ammoniaca rappresenta un precursore nella formazione del materiale particolato fine secondario inorganico ;

➤ mercurio . Il mercurio allo stato di vapore ha un fattore di emissione⁷ per le due aree compreso tra 0,18 e 1,1 g/MWhe (1,9 g/MWhe comprendendo anche PC 2). Anche per questo inquinante il miglioramento, rispetto agli anni precedenti, e attribuibile all'installazione dell'AMIS su molte centrali geotermoelettriche. Il mercurio, oltre che allo stato di vapore, e emesso in parte anche nella forma di sale disciolto veicolato dal drift, descritta di seguito;

➤ arsenico . L'arsenico allo stato di vapore ha un fattore di emissione compreso tra 0,011 e 0,029 g/MWhe per le due aree geotermiche. Come il mercurio, anche i composti dell'arsenico sono presenti nelle emissioni delle centrali GTE sia allo stato di vapore, sia in forma di sali disciolti contenuti nel drift, di seguito trattati. L'emissione complessiva di Arsenico (ossia l'insieme delle forme gassosa e salina) ha un fattore di emissione per le due aree geotermiche compreso tra 0,020 e 0,11 g/MWhe. Il massimo valore misurato durante i controlli e stato 2 g/h, nella centrale Travale 4, inferiore alla soglia di rilevanza di 5 g/h stabilita dalla vigente normativa; 5 i fattori di emissione relativi alle centrali controllate precedentemente all'installazione dell'AMIS sono stati stimati

utilizzando il valore medio di efficienza dell'impianto sulla linea degli incondensabili, pari al 98,5%. 6 i valori sono da interpretare con riserva, perche i dati antecedenti al 2007 potrebbero risentire della sovrastima

associata al metodo ufficiale di misura come evidenziato da prove di intercalibrazione

7 i fattori di emissione relativi alle centrali controllate precedentemente all'installazione dell'AMIS sono stati stimati

utilizzando il valore medio di efficienza dell'impianto sulla linea degli incondensabili, pari al 93,7%.
13

➤ sostanze climalteranti ⁸ , ossia l'anidride carbonica, con fattore di emissione per le quattro aree compreso tra 183,5 e 531,5 kg/MWhe (995,1 kg/MWhe comprendendo anche la centrale di Piancastagnaio 2), ed il metano, con fattore di emissione variabile tra 1,3 e 6,0 kg/MWhe (11,9 kg/MWhe comprendendo anche la centrale di Piancastagnaio 2),
sostanze in forma di sali disciolti trascinati dal drift (aerosol liquido emesso dalle torri delle centrali GTE)

➤ drift . L'emissione e abbastanza rilevante su tutte le aree, con fattore di emissione compreso tra 20,2 e 44,3 l/MWhe. L'emissione e condizionata dalle caratteristiche impiantistiche delle torri delle CGTE (velocita dell'aeriforme nelle celle, quantita di condensa circolante, efficienza degli abbattitori di gocce, cioe i cosiddetti demister o drift eliminator). Nell'aerosol sono contenute diverse sostanze, in forma di sali disciolti, presenti in quantita variabili in funzione della composizione della condensa che origina il drift stesso. Tra i sali disciolti, veicolati dal drift, caratteristici delle emissioni di questi impianti troviamo:

- **acido borico** . Nelle centrali GTE l'acido borico e emesso in modo pressoché esclusivo in forma di sale disciolto. Il fattore di emissione risulta compreso 0,0052 e 0,055 Kg/MWhe;

- **arsenico** . L'arsenico, come sale disciolto, ha un fattore di emissione compreso 0,0027 e 0,081 g/MWhe;

- **mercurio** . Il mercurio, come sale disciolto, ha un fattore di emissione compreso tra 0,07 e 0,80 mg/MWhe. I sali disciolti di mercurio sono solo 1/100 o ancor meno rispetto al mercurio emesso allo stato di vapore. Pertanto, il contributo che i sali disciolti apportano all'emissione totale di mercurio e trascurabile;

• **sali di ammonio** . La misura dei sali di ammonio (ossia la forma di sali disciolti dell'ammoniaca) presenti nel drift è stata avviata solo di recente e richiede ulteriori verifiche. Il fattore di emissione, calcolato solo per alcune centrali delle due aree geotermiche, è compreso tra 0,021 e 0,1 Kg/MWhe. Anche in questo caso, i sali disciolti di ammoniaca rappresenterebbero circa 1/100 della emissione complessiva di questo inquinante.

8 In merito all'emissione di sostanze climalteranti, gli indirizzi in tema di politica ambientale sono contenuti nel protocollo di Kyoto, allegato alla convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, che impegna le Parti aderenti a ridurre le emissioni di gas ad effetto serra di origine antropica. La Comunità Europea ha approvato il Protocollo di Kyoto con la decisione 2002/358/CE. Con la direttiva 2003/87/CE (cd "emission trading", recepita dallo Stato Italiano con il decreto DEC/RAS/074/2006, del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, e con il D. Lgs. 4 aprile 2006 n° 216) la Comunità ha istituito al proprio interno un sistema di scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra, escludendo dall'Allegato 1, cioè dal campo di applicazione relativo alle attività energetiche, gli impianti geotermoelettrici. Inoltre, andrebbero considerate le emissioni di CO₂ naturali delle aree geotermiche che vengono evitate con l'impiego del fluido geotermico.

14

2.4 Le tecnologie di abbattimento delle emissioni – Impianti AMIS e Demister

Gli impianti AMIS

Dalla metà degli anni 1990 il gestore ha avviato studi, ricerche e sperimentazioni per la messa a punto di sistemi di abbattimento dell'acido solfidrico e del mercurio, ritenuti gli inquinanti che, per vari aspetti, rappresentavano i fattori di criticità delle emissioni delle CGTE. Verso la fine degli anni 1990 venne realizzato (presso la centrale Piancastagnaio 4 - PC 4) un impianto pilota, per l'abbattimento di tali inquinanti, utilizzato per la sperimentazione dei materiali e la messa a punto di soluzioni impiantistiche. Nel 2000 seguì la costruzione e la messa in esercizio presso la centrale Bagnore 3 del prototipo industriale dell'AMIS. Con il procedere degli anni l'installazione degli AMIS è proseguita su ulteriori centrali fino ad arrivare, alla fine del 2008, ad un numero complessivo di 16 impianti AMIS in esercizio che trattano la linea di processo degli incondensabili di 19 centrali geotermoelettriche.

Relativamente al ciclo di funzionamento, nella centrale dotata di AMIS la linea degli incondensabili non va più direttamente alla torre di refrigerazione (come nel caso sopra descritto), ma è inviata all'AMIS stesso che provvede a rimuovere efficacemente l'acido solfidrico ed il mercurio, non modificando sostanzialmente la concentrazione delle altre sostanze. Lo scarico dell'AMIS è convogliato alla base della torre.

Sotto l'aspetto progettuale, impiantistico e di funzionamento gli AMIS sono impianti abbastanza complessi. Le sezioni impiantistiche fondamentali per le funzioni di abbattimento che svolgono sono:

- il filtro del mercurio, costituito da una massa porosa ceramica con deposito di Selenio sulla superficie dei pori. In alternativa il filtro del mercurio può anche essere costituito da carbone attivo solforizzato;
- il reattore di ossidazione selettiva dell'acido solfidrico a SO₂;
- lo scrubber per l'abbattimento della SO₂ formatasi dall'ossidazione dell'H₂S. Si tratta di un abbattitore ad umido, costituito da una torre con corpi di riempimento, dove la corrente gassosa con SO₂ viene trattata con condensa geotermica alcalina, per la presenza di NH₃ o, quando insufficiente, additivata di NaOH. Il trattamento provoca la rimozione della SO₂ dal fluido gassoso, per assorbimento nella condensa, favorito anche da reazioni chimiche che avvengono con la componente alcalina.

Parallelamente, l'alcalinità residua della condensa subisce una diminuzione.

L'esercizio dell'AMIS comporta quindi la trasformazione dell'acido solfidrico in biossido di zolfo, determinando la formazione di un nuovo inquinante, appunto la SO₂. La progettazione dell'AMIS prevede l'abbattimento della SO₂ che avviene in modo pressoché totale (i controlli finora eseguiti hanno mostrato un valore esiguo di SO₂ in emissione dagli AMIS, pari mediamente a circa 80 g/h, notevolmente inferiore al valore della sua soglia di rilevanza, che è di 2kg/h, che comporterebbe l'applicazione del VLE in concentrazione).

La capacità, o più precisamente, l'efficacia che ha l'AMIS di rimuovere i due inquinanti è veramente notevole. I valori di **efficienza media di linea** riscontrati con i controlli di ARPAT

risultano:

- > per l'acido solfidrico, pari al 98 – 99 %;
- > per il mercurio, pari al 93 – 94 %.

15

Come detto, l'AMIS tratta esclusivamente la corrente di processo della linea degli incondensabili, estratta dal condensatore a miscela mediante i compressori. All'emissione della centrale concorre anche la corrente di processo dell'aeriforme della torre, sulla quale il dispositivo AMIS non interviene. Anche in presenza di AMIS, l'aeriforme della torre conserva pressoché inalterato il contenuto dei H₂S e Hg, divenendo così l'emissione residua di acido solfidrico e di mercurio delle CGTE in assetto con AMIS. In base a ciò, è opportuno considerare anche un'efficienza dell'AMIS riguardo all'emissione complessiva della centrale.

I valori di **efficienza media globale**, ossia riferita alla emissione totale della centrale, riscontrati con i controlli ARPAT risultano:

- > per l'acido solfidrico, pari al 82 – 85 %;
- > per il mercurio, pari al 50 – 60 %.

È da mettere in evidenza che la stima dell'efficienza media globale necessita di ulteriori approfondimenti, in particolare nelle metodiche per la misura degli inquinanti nelle torri di raffreddamento.

I Demister

Ulteriori soluzioni impiantistiche su cui intervenire, nel breve-medio periodo, per ridurre gli impatti provocati dalle emissioni delle CGTE sono gli eliminatori di gocce (detti anche demister o drift eliminator). Questi dispositivi, già in uso da molti anni, sono installati nella torre di refrigerazione, sotto le celle di espulsione, e trattengono, per azione inerziale, le gocce di condensa trascinate (il drift) dalla corrente di processo dell'aeriforme. La funzione del dispositivo è di ridurre la quantità di drift emesso e, conseguentemente, dei sali in esso disciolti, in particolare quelli dell'acido borico e di arsenico. L'evoluzione tecnologica avvenuta negli anni ha perfezionato l'impiantistica di questi separatori di gocce, migliorandone le prestazioni. Un riscontro del miglioramento raggiunto dai dispositivi più recenti è avvenuto presso la CGTE Piancastagnaio 3, dove nel corso del 2007 sono stati sostituiti i vecchi eliminatori con un modello di tipo cellulare di recente progettazione. L'emissione di drift misurata si è ridotta dai precedenti 1.130 l/h (valore medio risultante dai controlli svolti fino al 2006) ai 200 l/h attuali, accertati con gli ultimi controlli. L'esperienza dimostra quindi che un miglioramento delle prestazioni ambientali delle CGTE è conseguibile anche con l'ammodernamento degli eliminatori di gocce, specie su quelle più datate o dove il dispositivo non ha le prestazioni di quelli più aggiornati.

2.5 L'evoluzione delle emissioni dal 2000 al 2007

Nei grafici seguenti sono indicate le emissioni annuali complessive dal 2000 al 2007 (dati IRSE) per le sostanze inquinanti acido solfidrico (H₂S), mercurio (Hg), arsenico (As) ed ammoniaca (NH₃), nonché per l'anidride carbonica (CO₂) per ciascuna area e sub area geotermica e per l'insieme di tutte le centrali.

9 La presenza della SO₂ nella condensa in uscita dalla torre di abbattimento (scrubber) dell'AMIS riduce l'alcalinità residua della condensa stessa. Questo liquido, unitamente alla condensa proveniente dalla vasca della torre di refrigerazione, è inviato al condensatore a miscela. All'interno del condensatore, la minore disponibilità di riserva alcalina favorisce il trasferimento di parte dell'acido solfidrico, ripartito in fase liquida, verso la fase gassosa, estratta con i compressori e trattata con AMIS, sottraendolo così dalla successiva emissione con l'aeriforme della torre. In definitiva, la presenza dell'AMIS produce indirettamente una diminuzione, non quantificata, della massa di acido solfidrico rilasciato attraverso la corrente di processo dell'aeriforme della torre.

16

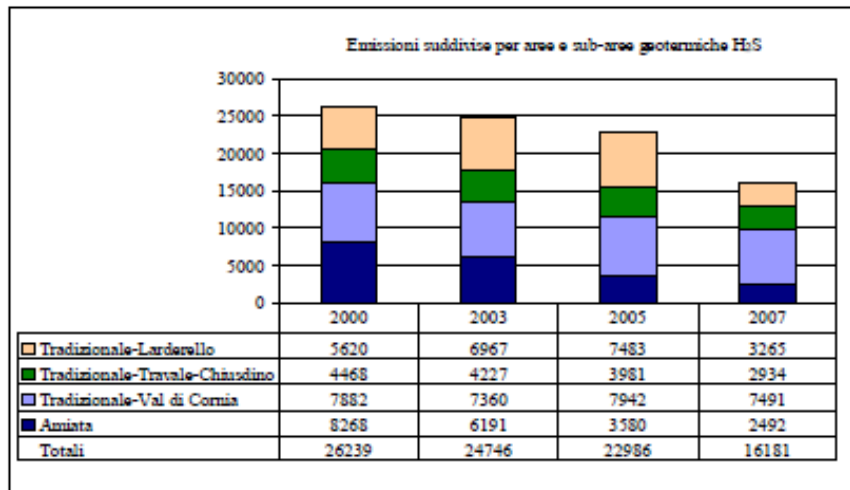
Criteri direttivi per il contenimento delle emissioni in atmosfera delle centrali geotermoelettriche. In Appendice 1 sono riportate le tabelle con i valori delle emissioni degli inquinanti sopracitati per le singole centrali.

Grafico 2.1 - Emissioni di acido solfidrico per area geotermica (tonnellate/anno)

Il grafico 2.1 mostra un significativo decremento delle emissioni dal 2005 al 2007 dovute all'installazione degli impianti AMIS su 13 centrali. In particolare tale diminuzione è particolarmente significativa nell'area amiatina dove si passa da 3580 tonnellate di H₂S emesse nel 2005 a 2492 tonnellate emesse nel 2007, e nella sub area Larderello dove si passa da 7483 tonnellate di H₂S emesse nel 2005 a 3265 tonnellate emesse nel 2007.

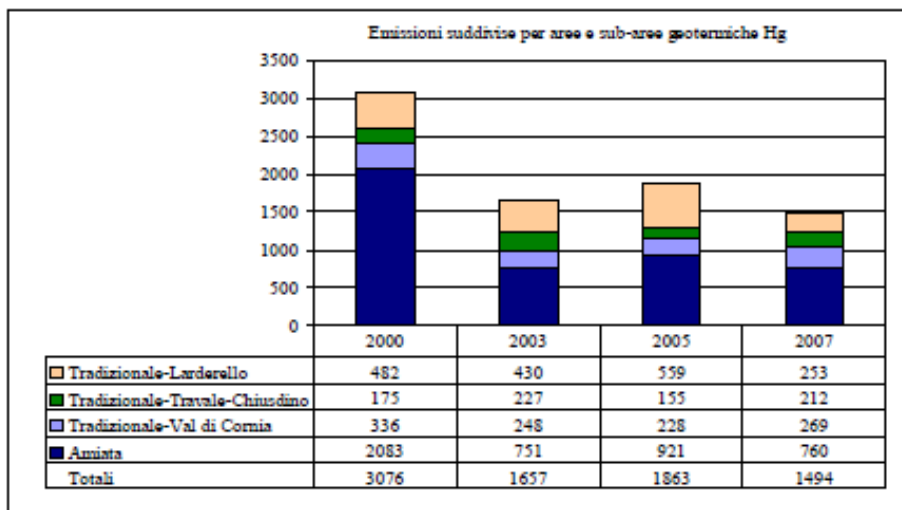
In Appendice 1 sono riportate le tabelle con i valori delle emissioni degli inquinanti sopracitati per le singole centrali.

Grafico 2.1 - Emissioni di acido solfidrico per area geotermica (tonnellate/anno)



Il grafico 2.1 mostra un significativo decremento delle emissioni dal 2005 al 2007 dovute all'installazione degli impianti AMIS su 13 centrali. In particolare tale diminuzione è particolarmente significativa nell'area amiatina dove si passa da 3580 tonnellate di H₂S emesse nel 2005 a 2492 tonnellate emesse nel 2007, e nella sub area Larderello dove si passa da 7483 tonnellate di H₂S emesse nel 2005 a 3265 tonnellate emesse nel 2007.

Grafico 2.2 - Emissioni di mercurio per area geotermica (Kg/anno)



Il grafico 2.2 mostra a livello complessivo un andamento decrescente. Se si analizzano le emissioni per ogni area si rileva una significativa diminuzione delle emissioni nell'area amiatina a partire dal 2000 dovuta alla chiusura di una centrale (Bellavista), all'installazione dell'impianto AMIS nel 2003 sulla centrale di Bagnore e nel 2005 sulle centrali Piancastagnaio 3 e Piancastagnaio 5. Il leggero incremento registrato tra il 2003 ed il 2005 è ascrivibile per la quasi totalità alla centrale di Piancastagnaio 2 (area Amiata), che si ricorda non presenta impianto AMIS e della quale è prevista la chiusura entro il 2013.

Grafico 2.3 - Emissioni di arsenico per area geotermica (Kg/anno)

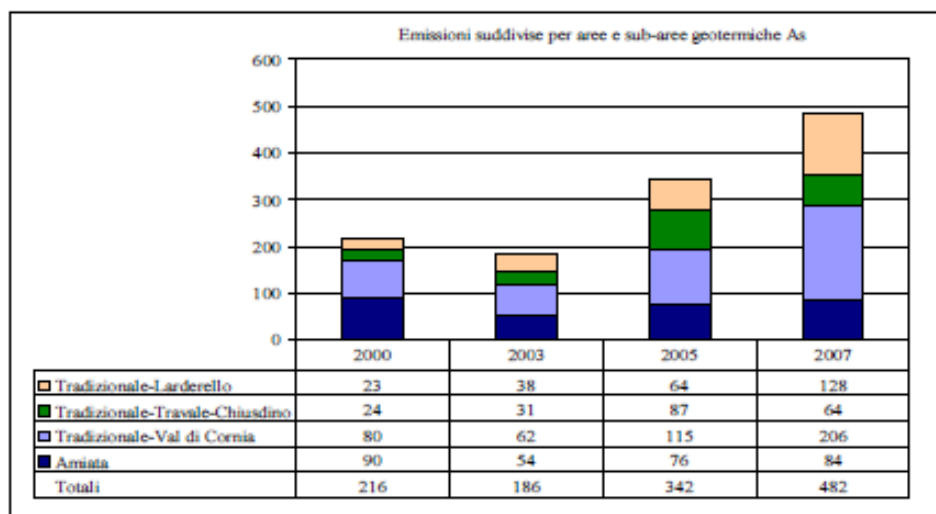


Grafico 2.3 - Emissioni di arsenico per area geotermica (Kg/anno)

Il grafico 2.3 mostra a livello complessivo un andamento crescente delle emissioni di arsenico in particolare per quanto riguarda tutta l'area tradizionale. Per quest'area infatti si passa da 127 kg emessi nel 2000 a 398 kg emessi nel 2007. Questo incremento è dovuto essenzialmente all'apertura di nuove centrali e al conseguente aumento di energia elettrica prodotta. Va ricordato che l'impianto AMIS ha un'influenza marginale su questo inquinante. Per quanto riguarda l'area dell'Amiata, l'incremento registrato dal 2003 al 2007 è ascrivibile essenzialmente alla diversa composizione del fluido geotermico che ha presentato negli anni un aumento della composizione percentuale di arsenico. Conseguentemente anche a parità di fluido geotermico utilizzato, si ha un incremento delle emissioni di questo inquinante.

Va comunque precisato che l'incertezza nelle misure di arsenico è molto alta in quanto si misura al limite di sensibilità del metodo (cioè a livelli estremamente bassi).

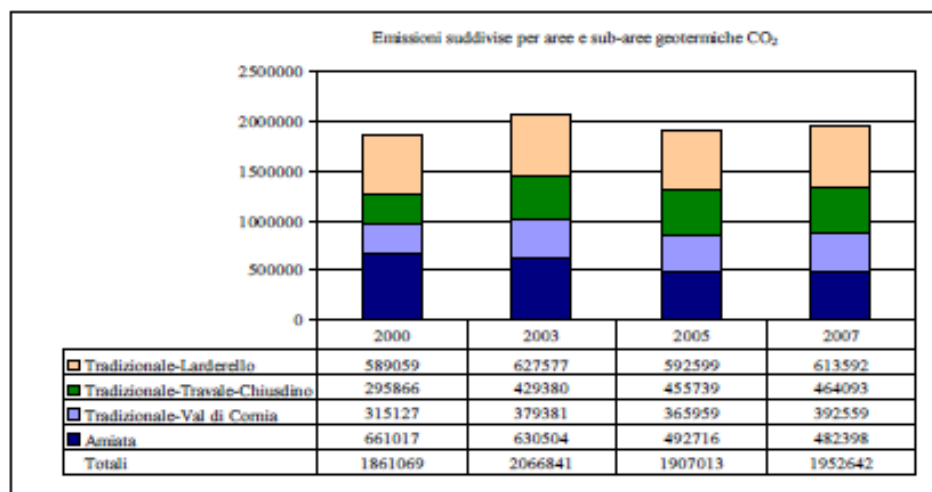
18

Grafico 2.4 - Emissioni di anidride carbonica per area geotermica (tonnellate/anno)

Il grafico 2.4 evidenzia come le emissioni di anidride carbonica siano aumentate dal 2000 al 2003 e poi sono rimaste sostanzialmente costanti in accordo con la quantità di energia elettrica prodotta (vedi di seguito).

La misura di ammoniaca (NH₃) nelle emissioni è iniziata nel 2003. La determinazione delle emissioni di questo inquinante antecedenti al 2007 sono oggetto di ulteriori verifiche, per una possibile sovrastima dei valori determinata dal metodo di misura utilizzato per la prova analitica. Per questo motivo vengono dati due valori di riferimento, NH₃ min e NH₃ max relativi al 2007. Per NH₃ max si intende l'ammoniaca contenuta nel fluido geotermico prima dell'ingresso in centrale. Tale dato, che non tiene conto degli eventuali abbattimenti dovuti all'AMIS, rappresenta quindi un valore cautelativo rispetto alle emissioni effettive. Nel grafico seguente sono indicati i valori di ammoniaca per ciascuna area e sub area geotermica.

Grafico 2.4 - Emissioni di anidride carbonica per area geotermica (tonnellate/anno)



Il grafico 2.4 evidenzia come le emissioni di anidride carbonica siano aumentate dal 2000 al 2003 e poi sono rimaste sostanzialmente costanti in accordo con la quantità di energia elettrica prodotta (vedi di seguito).

La misura di ammoniaca (NH₃) nelle emissioni è iniziata nel 2003. La determinazione delle emissioni di questo inquinante antecedenti al 2007 sono oggetto di ulteriori verifiche, per una possibile sovrastima dei valori determinata dal metodo di misura utilizzato per la prova analitica. Per questo motivo vengono dati due valori di riferimento, NH₃ min e NH₃ max relativi al 2007.

Per NH₃ max si intende l'ammoniaca contenuta nel fluido geotermico prima dell'ingresso in centrale. Tale dato, che non tiene conto degli eventuali abbattimenti dovuti all'AMIS, rappresenta quindi un valore cautelativo rispetto alle emissioni effettive. Nel grafico seguente sono indicati i valori di ammoniaca per ciascuna area e sub area geotermica.

Grafico 2.5 - Emissioni di ammoniaca per area geotermica – anno 2007 (tonnellate/anno)

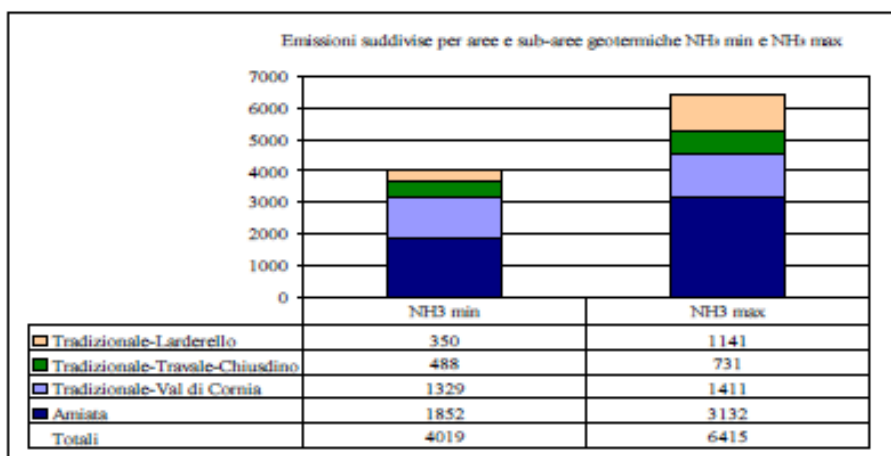


Grafico 2.5 - Emissioni di ammoniaca per area geotermica – anno 2007 (tonnellate/anno)

19

I livelli di emissione di ammoniaca sono estremamente significativi e rappresentano per importanza, dopo l'agricoltura, la seconda sorgente regionale di emissione per questo inquinante.

Al fine di valutare correttamente l'evoluzione delle emissioni e utile normalizzare le stesse rapportandole alla quantità di energia elettrica prodotta. I grafici seguenti rappresentano la produzione di energia elettrica dal 2000 al 2007 ed i rapporti tra le emissioni delle sostanze inquinanti e l'energia elettrica prodotta (fattori di emissione) nei vari anni suddivisa per ciascuna area e sub-area geotermica.

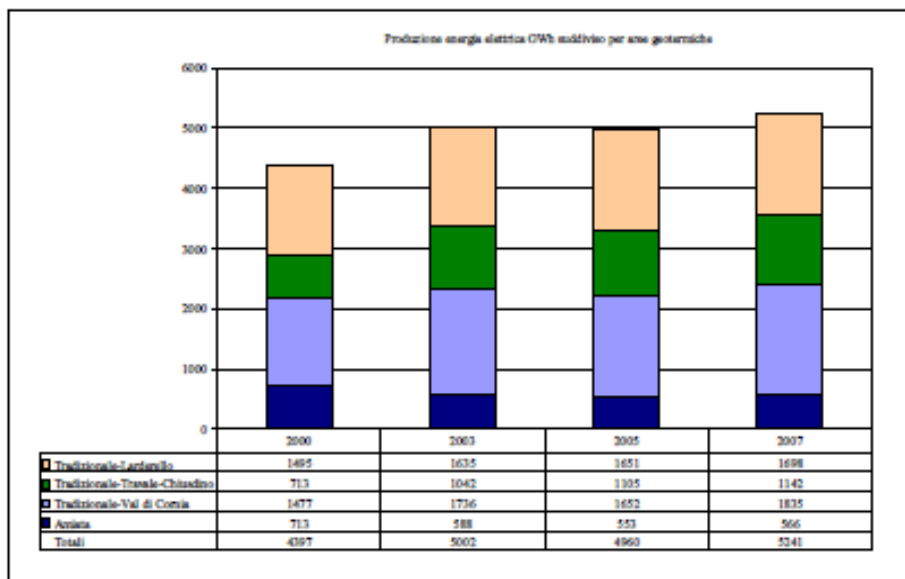
Grafico 2.6 - Produzione di energia elettrica per area geotermica (GWh/anno)

Il grafico 2.6 mostra un andamento crescente dell'energia elettrica netta prodotta nel corso degli 8 anni. Se si analizzano i dati a livello di singola sub area si nota come la produzione sia diminuita nell'area amiatina e aumentata nell'area tradizionale in particolare nelle sub aree Val di Cornia e Travale -Chiusdino a causa sostanzialmente dell'entrata in esercizio di nuove centrali.

Di seguito sono indicati i fattori di emissione per le varie sostanze inquinanti nella varie aree geotermiche rispetto all'energia elettrica prodotta. Tale fattore è calcolato come rapporto tra il totale delle emissioni delle varie sostanze inquinanti nelle aree geotermiche delle centrali esistenti nei vari anni e il totale dell'energia elettrica prodotta nelle aree geotermiche nei vari anni.

20

Grafico 2.6 - Produzione di energia elettrica per area geotermica (GWh/anno)



Il grafico 2.6 mostra un andamento crescente dell'energia elettrica netta prodotta nel corso degli 8 anni. Se si analizzano i dati a livello di singola sub area si nota come la produzione sia diminuita nell'area amiatina e aumentata nell'area tradizionale in particolare nelle sub aree Val di Cornia e Travale -Chiusdino a causa sostanzialmente dell'entrata in esercizio di nuove centrali.

Di seguito sono indicati i fattori di emissione per le varie sostanze inquinanti nella varie aree geotermiche rispetto all'energia elettrica prodotta. Tale fattore è calcolato come rapporto tra il totale delle emissioni delle varie sostanze inquinanti nelle aree geotermiche delle centrali esistenti nei vari anni e il totale dell'energia elettrica prodotta nelle aree geotermiche nei vari anni.

Grafico 2.7 - Fattore di emissione dell'acido solfidrico per le aree geotermiche (tonnellate/GWh)

Il grafico 2.7 mostra chiaramente come negli 8 anni presi in considerazione le emissioni specifiche medie di H₂S siano diminuite notevolmente passando da 5,97 tonn/GWh nel 2000 a 3,09 tonn/GWh nel 2007. Tale decremento è avvenuto a partire dal 2005 e rispecchia l'effetto di riduzione ottenuto con l'installazione dei sistemi AMIS su molte centrali geotermoelettriche.

Grafico 2.8 - Fattore di emissione del mercurio per le aree geotermiche (Kg/GWh)

Omessi

Il grafico 2.8 mostra come le emissioni specifiche di mercurio siano estremamente differenti tra l'area tradizionale e quella amiatina a causa della differente composizione del fluido geotermico, con quest'ultima che presenta valori più alti anche di un fattore 10. Per quanto riguarda il trend, il grafico mostra come l'emissione specifica di mercurio sia rimasta sostanzialmente invariata nell'area tradizionale, dovuta ai bassi valori di questo inquinante nel fluido geotermico che non possono portare a significative riduzioni, mentre ha subito un notevole decremento nell'area amiatina. Questo fatto, come già detto è dovuto all'installazione degli impianti AMIS in 3 centrali di tale area

(sulle 5 centrali attive al 2007) che hanno permesso un abbattimento delle emissioni di mercurio estremamente significativo (vedi Appendice 1 per i dati di dettaglio) facendo quasi dimezzare l'emissione di mercurio per GWh elettrico prodotto.

Grafico 2.9 - Fattore di emissione dell'arsenico per le aree geotermiche (Kg/GWh)

Il grafico 2.9 mostra un costante aumento dell'emissione specifica di arsenico a partire dal 2003 dovuto all'attivazione di nuove centrali che utilizzano un fluido geotermico con un contenuto maggiore di questo inquinante. L'aumento riguarda tutte le zone ad eccezione della sub area Travale-Chiusdino. Come già detto, per l'arsenico non sono attivi sistemi di abbattimento. Va comunque precisato che le misure di emissioni presentano notevoli incertezze legate alla sensibilità del metodo.

22 omesso

Grafico 2.10 - Fattore di emissione dell'anidride carbonica per le aree geotermiche (tonnellate/GWh)

L'emissione specifica di anidride carbonica al 2007 risulta molto maggiore per le centrali dell'area amiatina (852 t/GWh) con valori più che doppi rispetto all'area tradizionale (308 t/GWh). Se si confronta l'emissione specifica media di anidride carbonica delle centrali geotermoelettriche relativa all'intero parco geotermico regionale con quella derivante dalle centrali termoelettriche si consta come esse siano sostanzialmente equivalenti a quelle di una moderna centrale termoelettrica alimentata a metano a cogenerazione (circa 350 t/GWh) ma risultino notevolmente inferiori rispetto a quelle di una centrale termoelettrica alimentata a olio combustibile (circa 700 t/GWh). Questi dati non contemplano però le emissioni naturali di CO₂ delle aree geotermiche (ancora non correttamente valutate) che vengono evitate con l'utilizzo del fluido geotermico. Il fattore di emissione netto delle centrali geotermoelettriche inteso come incremento netto della emissione di anidride carbonica emessa in atmosfera rispetto alle emissioni naturali, per unità di energia elettrica prodotta, non è allo stato attuale valutabile, ma, ovviamente, è inferiore a quanto indicato nel grafico.

Omesso

2.6. La qualità dell'aria nelle aree geotermiche

Il quadro conoscitivo dello stato di qualità dell'aria disponibile si basa sulle misurazioni condotte da ARPAT a partire dal 1997. Da tale data, con l'utilizzo di un laboratorio mobile dotato di strumentazione per la misura in continuo dei parametri acido solfidrico e dei vapori di mercurio, è iniziato lo svolgimento di campagne di monitoraggio periodiche su varie postazioni dislocate nel territorio geotermico regionale. Dall'Aprile 2000 si è aggiunto un ulteriore laboratorio mobile, dotato di strumentazione per la misura in continuo dell'acido solfidrico, con cui sono state eseguite campagne di misura periodiche in postazioni localizzate prevalentemente nel territorio geotermico della provincia di Grosseto. Infine dal Gennaio 2003 è operativa una cabina, dotata di

23

strumentazione per la misura in continuo dell'Acido Solfidrico, ubicata nella postazione fissa in loc. Montecerboli, Pomarance (PI).

Dagli inizi dell'attività al dicembre 2008, mediante la rete pubblica di monitoraggio della qualità dell'aria sono stati eseguiti rilevamenti su 33 postazioni, per complessivi 5632 giorni validi di monitoraggio, con l'acquisizione di 125.572 dati orari validi di acido solfidrico e 38.129 dati orari validi di vapori di mercurio.

Nel territorio geotermico è presente anche una rete di monitoraggio della qualità dell'aria del gestore, costituita da 15 cabine collocate in postazioni fisse, attrezzate con strumentazione per la misura in continuo dei parametri acido solfidrico (su tutte), del radon (solo su cinque), dell'anidride carbonica (solo su due) e dei parametri meteorologici (solo su una). Le varie cabine sono state avviate progressivamente negli anni, a partire dal 1995 fino al 2002. Per l'acquisizione dei dati provenienti da questa rete di monitoraggio e in corso un confronto tecnico con ARPAT che prevede anche una fase di verifica congiunta in campo.

2.6.1 Le concentrazioni di riferimento

La normativa europea e quella nazionale non stabiliscono valori limite, soglie di allarme e/o valori obiettivo di qualità dell'aria per le sostanze inquinanti emesse dalle centrali geotermoelettriche

(acido solfidrico, boro, ammoniaca, antimonio, mercurio, ecc.) nonostante l'attenzione rivolta dalla Comunità Europea ai rischi connessi all'esposizione di queste ultime due sostanze (riferimento al recente D. Lgs. 152/2007 che recepisce la direttiva 2004/107/CE). La normativa indica comunque che le emissioni di arsenico e mercurio devono essere ridotte, per quanto possibile, dal punto di vista tecnico e dell'esercizio.

In mancanza di riferimenti normativi e una prassi consolidata, a livello nazionale ed internazionale, riferirsi ai valori guida indicati dalla OMS-WHO.

Per approfondire il tema dei valori di riferimento tecnico e normativo per la qualità dell'aria, in ambito di procedure di VIA per le nuove centrali geotermoelettriche o per il potenziamento delle esistenti, con il coordinamento della Provincia di Pisa, ARPAT ha operato un confronto con pubblicazioni di fonti istituzionali (OMS, ICPS CICAD e EHC, IRIS-EPA, ATSDR) e/o scientifiche nazionali o internazionali, in collaborazione e con il contributo e gli approfondimenti effettuati dall'USL n° 5 di Pisa, sentita anche l'Agenzia Regionale Sanitaria (ARS). Questo lavoro ha consentito di individuare "criteri e valori di riferimento" ai fini della tutela della salute umana.

Questi valori sono riportati nella tabella seguente¹⁰.

Deve essere ricordato che quando la letteratura propone per uno stesso inquinante più valori guida riferiti a tempi di mediazione differenti, questi devono essere considerati congiuntamente.

¹⁰ Fondamentale e di massima importanza è la necessità di provvedere alla periodica verifica/revisione di questi riferimenti, in base ai risultati ottenuti dagli approfondimenti dell'attività di ricerca bibliografica e/o dagli studi epidemiologici svolti dalle strutture pubbliche, dagli esiti dell'attività di monitoraggio e dagli aggiornamenti/sviluppi a cui possono andare incontro le tecniche utilizzate nella produzione industriale di comparto.

24

Tabella 2.2 - Valori di riferimento e criteri di applicazione per acido solfidrico, arsenico, vapori di mercurio, boro, ammoniaca e antimonio

Tabella 2.2 - Valori di riferimento e criteri di applicazione per acido solfidrico, arsenico, vapori di mercurio, boro, ammoniaca e antimonio

Parametro	Concentrazione	Riferimento individuato
Idrogeno solforato (H ₂ S)	150 µg/m ³ media 24 ore	WHO Guidelines ed. 2000
	100 µg/m ³ >1-14 giorni (valore medio sul periodo)	WHO-IPCS
	20 µg/m ³ fino a 90 giorni (valore medio sul periodo)	WHO-IPCS
Arsenico (As)	6 ng/m ³ media annuale	Il valore indicato costituisce il valore obiettivo della Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2004/107/CE del 18/12/2004 e del Decreto Legislativo 152 del 3/8/2007, di recepimento della suddetta direttiva
Mercurio (Hg)	0,2 µg/m ³ media annuale	MRLs Minimal Risk level - Livelli guida significativi per la salute elaborati dalla Agenzia governativa USA ATSDR, in analogia ai valori soglia EPA, per effetti non cancerogeni delle sostanze chimiche nell'ambiente ad uso della stessa ATSDR per valutare i siti contaminati (fonte lista aggiornata a novembre 2007). Valore aggiornato al 2001 http://www.atsdr.cdc.gov/
Boro (B)	20 µg/m ³ media 24 ore	Adottando un valore di confidenza pari a 100 rispetto al Valore di 2 mg/m ³ riferito al TLV-TWA (Time Weighted Average) dello ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) ed. 2006 (borati inorganici)
	10 µg/m ³ >1-14 giorni (valore medio sul periodo)	MRLs Minimal Risk level - Livelli guida significativi per la salute, elaborati dalla Agenzia governativa USA ATSDR, in analogia ai valori soglia EPA, per effetti non cancerogeni delle sostanze chimiche nell'ambiente ad uso della stessa ATSDR per valutare i siti contaminati (fonte lista aggiornata a novembre 2007)
Ammoniaca (NH ₃)	170 µg /m ³ media 24 ore	Adottando un valore di confidenza pari a 100 rispetto al Valore di 17 mg/m ³ riferito al TLV-TWA (Time Weighted Average) dello ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) ed. 2006 (ammoniaca)
	70 µg /m ³ >1-14 giorni (valore medio sul periodo)	MRLs Minimal Risk level - Livelli guida significativi per la salute, elaborati dalla Agenzia governativa USA ATSDR, in analogia ai valori soglia EPA, per effetti non cancerogeni delle sostanze chimiche nell'ambiente ad uso della stessa ATSDR per valutare i siti contaminati (fonte lista aggiornata a novembre 2007). Il valore per ammoniaca è aggiornato al 2004 http://www.atsdr.cdc.gov
Antimonio (Sb)	5 µg/m ³ -media 24 ore	Adottando un valore di confidenza pari a 100 rispetto al Valore di 0,5 mg/m ³ riferito al TLV-TWA (Time Weighted Average) dello ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) ed. 2006 (antimonio)

Parametro Concentrazione Riferimento individuato

Idrogeno solforato (H₂S)
 150 µg/m³
 media 24 ore
 WHO Guidelines ed. 2000
 100 µg/m³
 >1-14 giorni (valore medio sul periodo)
 WHO-IPCS
 20 µg/m³
 fino a 90 giorni (valore medio sul periodo)

WHO-IPCS

Arsenico (As) 6 ng/m³ media annuale

Il valore indicato costituisce il valore obiettivo della Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2004/107/CE del 18/12/2004 e del Decreto Legislativo 152 del 3/8/2007, di recepimento della suddetta direttiva

Mercurio (Hg) 0,2 µg/m³ media annuale

MRLs Minimal Risk level - Livelli guida significativi per la salute elaborati dalla Agenzia governativa USA ATSDR, in analogia ai valori soglia EPA, per effetti non cancerogeni delle sostanze chimiche nell'ambiente ad uso della stessa ATSDR per valutare i siti contaminati (fonte lista aggiornata a novembre 2007). Valore aggiornato al 2001

<http://www.atsdr.cdc.gov/>

Boro (B)

20 µg/m³

media 24 ore

Adottando un valore di confidenza pari a 100 rispetto al Valore di 2 mg/m³ riferito al TLV-TWA (Time Weighted Average) dello ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) ed. 2006 (borati inorganici)

10 µg/m³

>1-14 giorni (valore medio sul periodo)

MRLs Minimal Risk level - Livelli guida significativi per la salute, elaborati dalla Agenzia governativa USA ATSDR, in analogia ai valori soglia EPA, per effetti non cancerogeni delle sostanze chimiche nell'ambiente ad uso della stessa ATSDR per valutare i siti contaminati (fonte lista aggiornata a novembre 2007)

Ammoniaca

(NH₃)

170 µg /m³

media 24 ore

Adottando un valore di confidenza pari a 100 rispetto al Valore di 17 mg/m³ riferito al TLV-TWA (Time Weighted Average) dello ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) ed. 2006 (ammoniaca)

70 µg /m³

>1-14 giorni (valore medio sul periodo)

MRLs Minimal Risk level - Livelli guida significativi per la salute, elaborati dalla Agenzia governativa USA ATSDR, in analogia ai valori soglia EPA, per effetti non cancerogeni delle sostanze chimiche nell'ambiente ad uso della stessa ATSDR per valutare i siti contaminati (fonte lista aggiornata a novembre 2007). Il valore per ammoniaca è aggiornato al 2004 <http://www.atsdr.cdc.gov>

Antimonio (Sb) 5 µg/m³-media 24 ore

Adottando un valore di confidenza pari a 100 rispetto al Valore di 0,5 mg/m³ riferito al TLV-TWA (Time Weighted Average) dello ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) ed. 2006 (antimonio)

25

L'acido solfidrico è una sostanza dotata di odore. Relativamente alla soglia di percezione umana

dell'odore dell'acido solfidrico, la vasta letteratura evidenzia il ruolo fondamentale assunto dalla "variabilità individuale" che ha portato a proporre di volta in volta campi di valori molto diversificati fra loro. Recenti studi sull'esposizione ad odori distinguono una "soglia di rilevazione", che è la minima concentrazione che suscita una risposta sensoriale, una "soglia di riconoscimento", che è la minima concentrazione di identificazione del tipo di odore, e una "soglia del disturbo o fastidio", proponendo anche criteri per queste soglie. Esse non corrispondono a valori definiti e costanti, ma piuttosto sono degli intervalli, generalmente, abbastanza ampi di concentrazione, che dipendono anche del metodo utilizzato per la loro individuazione. Per il fatto che l'ampio materiale relativo a tali studi, reperibile in letteratura, non fornisce un'indicazione univoca sul valore della soglia olfattiva per questo inquinante, e prassi consolidata utilizzare il riferimento indicato dalla OMS-WHO che stabilisce un valore pari a 7 µg/m³, come media da non superare in un periodo di 30 minuti.

2.6.2 La struttura del monitoraggio attuale

La rete pubblica di rilevamento nelle aree geotermiche del territorio toscano si compone di:

- una stazione fissa, di proprietà della Provincia di Pisa, facente parte della rete pubblica regionale di monitoraggio della Qualità dell'Aria per il PM10, gestita dal Dipartimento provinciale ARPAT di Pisa. La stazione è localizzata in via Manzoni, a 353 metri s.l.m., in prossimità del campo sportivo nel centro abitato della frazione di Montecerboli, Comune di Pomarance. Oltre all'analizzatore di PM10 dispone di strumenti per la misura in continuo dell'Acido Solfidrico e dell'Ozono, mentre non ha una sensori per il rilevamento dei parametri meteorologici.
- un laboratorio mobile di proprietà della Provincia di Grosseto e gestito dal Dipartimento provinciale ARPAT di Grosseto. Il laboratorio mobile è attrezzato con strumentazione per la misura in continuo del PM10, del monossido di carbonio, dell'ozono, degli ossidi di azoto, del biossido di zolfo e dell'acido solfidrico, ma non ha una sensori per il rilevamento dei parametri meteorologici. È utilizzato per l'effettuazione di campagne di misura periodiche in postazioni situate sul proprio territorio provinciale;
- un laboratorio mobile di proprietà di ARPAT e gestito dal Dipartimento provinciale ARPAT di Siena. Il laboratorio mobile dispone di strumentazione per la misura in continuo dell'acido solfidrico e dei vapori di mercurio, nonché di sensori per il rilevamento dei parametri meteorologici DV, VV, UR, P, T e Radiazione solare. È utilizzato per l'effettuazione di campagne di misura periodiche in postazioni situate nel territorio regionale.

Nelle due aree geotermiche è presente anche una rete di monitoraggio della qualità dell'aria di proprietà del gestore, descritta nella successiva tabella 2.3. È in corso un confronto tecnico con ARPAT, che prevede anche una fase di verifica delle procedure condivise, per l'acquisizione dei dati provenienti da questa rete di rilevamento, così come previsto anche dall'Accordo volontario sottoscritto da Regione Toscana ed Enel.

26

Tabella 2.3 - Struttura della rete Enel di monitoraggio della qualità dell'aria

Comune Parametri misurati

H2S CO2

Arcidosso (GR) x
 Santa Fiora (GR) x
 Santa Fiora (GR) x x
 Piancastagnaio (SI) x
 Monteverdi M.mo (GR) x
 Pomarance (PI) x
 Pomarance (PI) x
 Castelnuovo V. di C. (PI) x x
 Monterotondo M.mo (GR) x
 Pomarance (PI) x
 Castelnuovo V. di C. (PI) x
 Pomarance (PI) x
 Radicondoli (SI) x
 Chiusdino (SI) x
 Montieri (GR) x

Tabella 2.3 - Struttura della rete Enel di monitoraggio della qualità dell'aria

Comune	Parametri misurati	
	H ₂ S	CO ₂
Arcidosso (GR)	x	
Santa Fiora (GR)	x	
Santa Fiora (GR)	x	x
Piancastagnaio (SI)	x	
Monteverdi M.mo (GR)	x	
Pomarance (PI)	x	
Pomarance (PI)	x	
Castelnuovo V. di C. (PI)	x	x
Monterotondo M.mo (GR)	x	
Pomarance (PI)	x	
Castelnuovo V. di C. (PI)	x	
Pomarance (PI)	x	
Radicondoli (SI)	x	
Chiusdino (SI)	x	
Montieri (GR)	x	

2.6.3 I livelli delle sostanze inquinanti

Va ricordato che anche prima della coltivazione della risorsa geotermica, l'area presentava e presenta tuttora, sorgenti naturali di acido solfidrico e di mercurio. I valori di qualità dell'aria misurati sono conseguenti sia delle emissioni dovute alle attività antropiche di coltivazione del fluido geotermico, sia del contributo naturale. Ad oggi non è possibile quantificare il rapporto tra le sorgenti di tipo antropico rispetto a quelle naturali.

Nella successiva tabella 2.4 si riepilogano i livelli medi di concentrazione in aria di acido solfidrico e vapori di mercurio, nonché ulteriori indicatori, rilevati nei Comuni che hanno ospitato postazioni di misura delle due aree geotermiche toscane nel periodo 1997-2008. Alcuni Comuni non sono sedi di CGTE, ma risentono degli effetti prodotti dagli impianti posti in zone limitrofe e/o di sorgenti naturali.

27

Tabella 2.4 - Concentrazioni di acido solfidrico e mercurio misurate nel periodo 1997-2008

Tabella 2.4 - Concentrazioni di acido solfidrico e mercurio misurate nel periodo 1997-2008

Area geotermica	Comune	Inquinanti				
		H ₂ S			vapori di Hg	
		Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Max 24 h	% ore con concentrazione superiore a $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Media ng/m^3	Max 24 h
Amiatina	Piancastagnaio (SI)	19,5	173,5	39	6,6	50,2
	Abbadia San Salvatore (SI)	10,6	69,6	23	15,8	> 57,8
	Radicondoli (SI)	5,6	28,1	13,7	5,6	25,8
	Castell'Azzara (GR)	8,5	25,6	27,8	7,6	18,1
	Castiglione d'Orcia (SI)	3,5	11,3	6,8	2,8	9,8
	Santa Fiora (GR)	1,9	13,3	6,4	2,9	10,4
	Arcidosso (GR)	3,9	33,3	13,6	1,1	6,3
Tradizionale	Pomarance (PI)	21	187	52,4	0,8	2,1
	Castelnuovo di Val di Cecina (PI)	7,1	37,1	32,9	0,3	0,9
	Montieri (GR)	6,1	44,9	24,6	0,3	1,5
	Chiusdino (SI)	6,4	39,6	31,9	0,3	1,3
	Radicondoli (SI)	3,3	10,9	15,5	0,4	1,9
	Monterotondo Marittimo (GR)	11,7	30,2	49,8	1,0	4,3

Le concentrazioni in aria dei vapori di mercurio non hanno mai eguagliato, e conseguentemente superato, il valore guida per la tutela sanitaria OMS-WHO e neppure il più restrittivo valore di riferimento (MLRs) indicato dalla ATSDR.

Per l'acido solfidrico sono stati riscontrati complessivamente 7 superamenti del valore guida per la tutela sanitaria OMS-WHO, 5 nella postazione di Montecerboli, Pomarance (PI) ed 2 in postazioni nel Comune di Piancastagnaio (SI). Anche il più restrittivo valore di riferimento ATSDR (WHO-IPCS), relativo alle esposizioni fino a 90 giorni, risulta superato a Montecerboli ed in due postazioni a Piancastagnaio.

Il valore di riferimento della soglia odorigena per l'H₂S è quello proposto dalla OMS, pari a $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media di 30 minuti. Analizzando l'indicatore “% ore con concentrazione superiore a $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ” risulta evidente che la percezione della maleodoranza avviene in tutti i Comuni coinvolti. In alcuni di essi la persistenza della maleodoranza supera il 30 % del periodo di osservazione, pertanto, l'inquinamento olfattivo rappresenta una potenziale e costante condizione di disturbo. Su alcune postazioni, i fenomeni di diffusione dell'acido solfidrico comportano, talvolta, episodi acuti di maleodoranza, che si associa con valori di concentrazione oraria maggiori anche di $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, determinando transitorie condizioni di criticità circa la percezione olfattiva.

2.6.4. La meteorologia nelle aree geotermiche

Una preliminare analisi anemologica delle principali aree geotermiche in Toscana, area geotermica tradizionale e area amiatina (vedi figure seguenti), è stata effettuata utilizzando come base dati le stime di vento ottenute dall'archivio meteorologico RAMS, relative all'anno 2002.

Figura 2.1 - Area geotermica tradizionale

Figura 2.2 - Area geotermica amiatina.

Omesso

In particolare sono state elaborate le stime orarie di velocità e direzione prevalente del vento in modo da ottenere, per ciascuna area, una mappa relativa alla velocità media annua (vedi figure seguenti).

29

Figura 2.3 -Area geotermica tradizionale: velocità media annua del vento.

Figura 2.4 -Area geotermica amiatina: velocità media annua del vento.

Omesso

Per una visualizzazione sintetica dell'andamento della velocità e della direzione prevalente del vento sono state elaborate le rose dei venti, georeferenziate e riportate sulle mappe delle aree di studio (vedi figure seguenti).

30

Figura 2.5 -Area geotermica tradizionale: rose dei venti.

Figura 2.6 -Area geotermica amiatina: rose dei venti.

omesso

Area geotermica tradizionale

L'area geotermica tradizionale si distingue in tre sub-aree, Larderello, Val di Cornia, Travale-Chiusdino, che rispecchiano diversi regimi anemologici. La mappa in cui sono riportate le rose dei venti relative a 13 stazioni virtuali evidenzia che le direzioni prevalenti del vento seguono le caratteristiche orografiche. La velocità media annua raggiunge valori maggiori in corrispondenza dei rilievi più alti (Montieri, Cornate), superiori a 4.5 m/s, mentre nelle aree in cui sono presenti gli impianti geotermici la velocità media annua del vento è inferiore, compresa tra 3.5 e 4.5 m/s.

31

Area geotermica amiatina

Una visione d'insieme dei risultati si può ottenere dalla tavola in cui sono riportate le rose dei venti annuali per 6 stazioni virtuali dell'archivio RAMS. Il regime anemologico dell'area è ben riprodotto: in particolare si può notare l'aggiramento dei rilievi, indicato dalle direzioni prevalenti dei venti, che variano in maniera sensibile in relazione alla complessa configurazione orografica. Si individuano chiaramente le differenze tra i regimi relativi a due diversi versanti montuosi, l'uno relativo all'area di Piancastagnaio e Abbadia S. Salvatore, l'altro relativo alla valle del Fiora. La mappa relativa alla velocità del vento media annua evidenzia valori medio alti di velocità media del vento, compresi tra 4 e 4.5 m/s nell'area di Piancastagnaio, tra 4.5 e 5 m/s nell'area di Bagnore e superiori a 5 m/s nel Monte Amiata.

32

3 OBIETTIVI DEL PROVVEDIMENTO

In coerenza con quanto indicato nel Piano Regionale di Risanamento e Mantenimento della qualità dell'aria (PRRM) 2008-2010, gli obiettivi del provvedimento da perseguire ed a cui il gestore deve adeguarsi sono i seguenti:

➤ **Applicazione delle MTD11 alle centrali geotermoelettriche.** Si prevede tramite il rinnovo delle autorizzazioni per le centrali in esercizio, l'applicazione delle migliori tecniche disponibili al fine di ridurre gli impatti delle emissioni sull'ambiente e sulla salute umana. Analogamente per le nuove centrali l'applicazione delle MTD sarà prescritta all'interno delle procedure di VIA. L'applicazione delle MTD consiste in particolare nella realizzazione di impianti AMIS dotati di componenti impiantistiche a più alto grado di affidabilità strutturale (perciò meno soggette a guasti), nonché l'attivazione di sistemi di gestione mirati per minimizzare le criticità legate all'uso della tecnologia AMIS e delle centrali (per ridurre i tempi di fermata e le emissioni dirette in atmosfera nei casi di blocchi, malfunzionamenti e manutenzioni programmate). Inoltre si dovrà includere l'installazione di demister ad alta efficienza di ultima generazione. L'utilizzo di queste tecnologie è contemplato anche nell'Accordo Volontario Attuativo sottoscritto tra Enel e Regione Toscana il 20-4-2009 che all'art. 6 comma 2 e 3 indica come Enel si dovrà impegnare a ridurre le emissioni attraverso il miglioramento anche dei sistemi di abbattimento del drift delle torri per minimizzare l'acido borico nelle acque di deflusso, e per evitare accuratamente le fuoriuscite di fluido geotermico accidentali o durante la manutenzione degli impianti.

➤ **Riduzione delle emissioni di sostanze inquinanti:**

➤ **ammoniacale.** La riduzione delle emissioni di questo inquinante è importante soprattutto perché, tra l'altro, l'ammoniaca partecipa alla formazione della

componente inorganica del PM10 secondario sotto forma di solfati e nitrati di ammonio.

➤ **acido solfidrico.** L'emissione complessiva di zolfo dalle centrali geotermoelettriche, stimabile per l'anno 2007 in circa 16.000 tonnellate, e pari alla quantità di zolfo emessa sotto forma di ossidi di zolfo (SOx) da tutte le sorgenti regionali.

➤ **arsenico.** L'emissione di questo metalloide, inserito nella Tabella A1, classe II dell'allegato 1 alla parte 5 del D.lgs. 152/2006, deve essere limitata nella maggior misura possibile dal punto di vista tecnico e dell'esercizio. La norma prevede per questo inquinante una soglia di rilevanza (espressa come flusso di massa) di 5 g/h ed un valore di emissione (espresso come concentrazione) di 1mg/Nm³. Va evidenziato che ad oggi, tutti i controlli effettuati sulle CGTE, danno valori di flusso di massa per questo inquinante sotto la soglia di rilevanza pari a 5 g/h, pertanto la normativa non prevede che si applichi un valore limite in concentrazione. Comunque, anche per questo inquinante dovranno essere attivate sperimentazioni al fine di ridurre l'emissione nella

11 Vedi glossario

33 maggiore misura possibile. Le emissioni di arsenico stimata al 2007 è circa 480 Kg.

➤ **mercurio.** Questo metallo è inserito nella Tabella A1, classe I dell'allegato 1 alla parte 5 del D.lgs. 152/2006. La norma prevede per questo inquinante una soglia di rilevanza (espressa come flusso di massa) di 1 g/h ed un valore di emissione (espresso come concentrazione) di 0,2 mg/Nm³. Il mercurio presenta potenzialità di inquinamento degli ecosistemi molto elevate e può accumularsi nella catena alimentare. L'emissione stimata al 2007 è circa 1500 Kg.

➤ **anidride carbonica.** Gas responsabile dell'aumento dell'effetto serra e la cui riduzione è prevista nell'ambito degli impegni assunti con il protocollo di Kyoto. L'emissione stimata al 2007 è circa 2.000.000 t.

➤ **Integrazione del sistema pubblico e privato per la conoscenza sulla qualità dell'aria.** Questo presuppone la definizione, congiuntamente con il gestore, di un protocollo di verifica e manutenzione delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria per ampliare la base di raccolta dei dati con risultati di misure ottenute secondo rigorosi criteri di validazione dei valori. Come già rilevato e in corso per questo obiettivo un percorso tecnico che vede la partecipazione di ARPAT.

➤ **Miglioramento dell'informazione.** Al fine di assicurare la massima diffusione delle informazioni ai cittadini ed alle istituzioni, in coerenza con quanto previsto nell'Accordo Volontario Attuativo del Protocollo d'Intesa del 20 dicembre 2007 denominato "Accordo Generale sulla Geotermia", dovrà essere definito nell'ambito del tavolo tecnico previsto nell'Accordo citato, un sistema di monitoraggio, un data center per la raccolta delle misure e una rete di monitor da installare presso le sedi comunali od in altri luoghi facilmente accessibili al pubblico con l'indicazione del funzionamento ambientalmente corretto delle centrali.

34

4 INTERVENTI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI E STRUMENTI DI ATTUAZIONE

Nel presente capitolo sono indicati i valori di emissione (V.E.) e requisiti minimi di esercizio per le CGTE, intesi come requisiti minimi prestazionali finalizzati al contenimento delle emissioni in atmosfera.

4.1 Valori di emissione

Per gli impianti che utilizzano i fluidi geotermici i valori limite di emissione (V.L.E.). vigenti sono stabiliti dal D. Lgs. 152/2006 (vedi Capitolo 1):

➤ per le centrali anteriori al 1988, i V.L.E. sono indicati nella parte IV, sezione 2 punto 3 dell'allegato I. **Tali limiti comprendono l'acido solfidrico (H₂S), nonché l'arsenico (As) ed il mercurio (Hg) come sali disciolti;**

➤ per le centrali autorizzate tra il 1988 e l'inizio del 2006, in attesa di un atto nazionale di aggiornamento dei limiti, continuano ad essere applicati i V.L.E. precedentemente in uso, ossia quelli indicati dalle rispettive autorizzazioni in essere. Comunque le autorizzazioni più recenti hanno ampliato il campo delle prescrizioni per quanto riguarda sia i parametri di esercizio sia i V.L.E. Si è così passati da un regime iniziale che vedeva confermati i

parametri richiamati al punto precedente, alle ultime autorizzazioni che comprendono V.L.E. per **acido solfidrico, arsenico e mercurio, in alcuni casi riferiti a tutte le loro forme e anidride carbonica** ed infine prescrizioni di esercizio sull'efficienza dell'impianto AMIS.

➤ per i nuovi impianti, in attesa del decreto che provvederà a fissare i valori di emissione, andranno applicati **V.L.E. e prescrizioni di esercizio pertinenti con le migliori tecniche disponibili per quel comparto industriale**, già in uso o in fase di sviluppo.

Prima di definire i valori di emissione delle sostanze inquinanti va ricordato che l'impianto AMIS è destinato all'abbattimento delle emissioni di mercurio e di acido solfidrico. L'abbattimento di quest'ultimo inquinante si realizza con l'ossidazione del H₂S e formazione di biossido di zolfo (SO₂) che, disciolto nella condensa geotermica, viene reiniettato nel sottosuolo attraverso i pozzi di reiniezione. Esiste, tuttavia, la possibilità che per un malfunzionamento o per ridotta efficienza dello scrubber che presiede all'abbattimento dell'anidride solforosa, una parte di essa sia emessa in atmosfera. Di conseguenza, risulta utile definire valori di emissione anche per questo inquinante. Dall'analisi dei dati ricavati da ARPAT durante le numerose campagne di misura in varie centrali che sono state svolte negli ultimi anni è stato possibile definire valori di emissione più restrittivi rispetto a quanto indicato dalla norma nazionale, applicabili anche agli impianti già in esercizio. Essi tengono conto dell'attuale tecnologia per l'utilizzo della risorsa geotermica per la produzione di energia elettrica.

I valori di emissione, da applicarsi alle CGTE provviste di AMIS funzionante, espressi in flusso di massa per H₂S, Hg ed SO₂ ed articolati per potenza della centrale e per tipologia di tiraggio, sono indicati nella tabella 4.1.

35

Nelle condizioni di non funzionamento degli AMIS e per le centrali sprovviste di AMIS si applicano i valori di emissione previsti nelle autorizzazioni ovvero quelli previsti nel Dlgs. 152/06 Parte V Allegato I Parte IV.

Date le caratteristiche peculiari delle attività geotermiche e la variabilità della composizione del fluido geotermico utilizzato dalle CGTE per la produzione di energia elettrica, i valori di emissione sono fissati in termini di flusso di massa.

Relativamente ai valori di emissione e da premettere che tali valori non costituiscono riferimenti per la tutela sanitaria, ma sono *limiti tecnologici* stabiliti sulla base delle "migliori tecniche disponibili" e in relazione alle caratteristiche dei fluidi utilizzati.

Tabella 4.1 - Valori di emissione in flusso di massa

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

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

In appendice 2 e riportata la metodologia per l'effettuazione delle misure per il controllo del rispetto dei valori di emissione.

E' da ricordare che i valori di emissione minimi e massimi per il mercurio previsto nel D.Lgs 152/2006 parte V allegato I parte IV, sezione 2 punto 3, si riferiscono al flusso di massa del mercurio metallico presente come sale disciolto nel drift, mentre i valori riportati nella tabella 4.1 fanno riferimento al mercurio in forma gassosa, di gran lunga il più significativo per quantità delle emissioni.

Acido solfidrico

E' da mettere in evidenza che l'eventuale applicazione di impianti AMIS su tutte le centrali (vedi punto 5, scenario 2) permetterebbe di ottenere per l'H₂S una ulteriore riduzione complessiva delle emissioni di circa 2400 tonnellate pari a circa il 22% delle emissioni totali stimate per tale data secondo il piano industriale del gestore che prevede, al 2013, ancora 9 centrali non dotate della

tecnologia AMIS (vedi punto 5 scenario 1). Per il mercurio, la riduzione prevista è di 68 Kg, pari a circa il 9% delle emissioni stimate al 2013 secondo il piano industriale del gestore.

Acido borico

L'adozione dei drift eliminator ad alta efficienza di nuova generazione, come quelli di tipo cellulare costituisce l'adozione della MTD per l'abbattimento delle emissioni di acido borico. Sulla base degli esiti di questa applicazione potranno essere definiti limiti di emissione anche per questo inquinante.

36

Ammoniaca

Come già detto, la riduzione delle emissioni di ammoniaca devono essere perseguite, non tanto per i rischi sanitari per la popolazione connessi alla concentrazione in aria di questo inquinante (si veda il successivo punto 4.4), quanto per il fatto che l'ammoniaca rappresenta uno dei precursori del PM10 secondario inorganico. Le evidenze del Progetto regionale PATOS, recentemente concluso, hanno permesso di valutare le varie componenti del PM10 in Toscana. Per quanto riguarda il PM10 secondario inorganico, le evidenze indicano che la concentrazione media di questa componente non presenta forti variazioni fra i diversi siti misurati ed oscilla tra i 5 µg/m³ e 7 µg/m³. Questi valori, che rappresentano circa il 20% del PM10 totale misurato, indicano come questa componente del PM10 sia significativa e che una riduzione importante di ammoniaca possa produrre effetti tutt'altro che trascurabili sui livelli regionali di PM10

Le emissioni totali, stimate al 2007 per questa sostanza inquinante, oscillano tra 4000 e 6500 tonnellate; tali numeri rendono la geotermia la seconda sorgente per importanza a livello regionale

dopo l'agricoltura. In particolare le emissioni dalle centrali geotermiche rappresentano dal 30 al 40% del totale delle emissioni di tale inquinante in Toscana. Se si analizzano i dati in dettaglio (vedi Appendice 1) si nota come queste emissioni siano concentrate essenzialmente nell'area dell'Amiata, dove l'emissione specifica di NH₃ per centrale è di circa 620 tonnellate contro le 100 tonnellate nell'area tradizionale Val di Cornia, le 120 tonnellate nell'Area tradizionale Travale-Chiusdino e le 160 nell'Area tradizionale Larderello. I dati mostrano chiaramente come le centrali nell'area Amiata presentino emissioni specifiche di ammoniaca decisamente superiori a quelle di tutte le altre zone geotermiche.

L'attuale tecnologia degli impianti geotermoelettrici non consente di ridurre in maniera significativa le emissioni di ammoniaca. Lo stesso AMIS ha un effetto parziale al momento non quantificabile rispetto all'emissione complessiva.

La riduzione delle emissioni di questo inquinante sono perseguite attraverso l'individuazione e utilizzo delle MTD da inserire nel ciclo produttivo, così come verranno definite al termine della sperimentazione di cui al punto 4.5.

4.2 Requisiti minimi di esercizio

Il D. Lgs. 152/2006 riporta all'art. 271, comma 4, che *“I piani e i programmi previsti dall'articolo 8 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351, e dall'articolo 3 del decreto legislativo 21 maggio 2004, n. 183, possono stabilire valori limite di emissione e prescrizioni, anche inerenti le condizioni di costruzione o di esercizio dell'impianto, più severi di quelli fissati dall'Allegato I alla parte quinta del presente decreto e dalla normativa di cui al comma 3 purché ciò risulti necessario al conseguimento dei valori limite e dei valori bersaglio di qualità dell'aria”*. Risulta, quindi, possibile definire, oltre ai valori di emissione, anche requisiti minimi di esercizio per le centrali geotermoelettriche e per gli impianti AMIS. Tali indicazioni appaiono oltremodo necessarie date le caratteristiche di funzionamento delle centrali geotermoelettriche, differenti rispetto, per esempio, a quelle termoelettriche. Infatti, mentre per le centrali termoelettriche, in caso di interruzione del funzionamento, l'impianto può essere progressivamente “spento” in modo da eliminare le emissioni di inquinanti in atmosfera, in caso di non funzionamento delle centrali geotermoelettriche, per questioni di natura impiantistica e gestionale, allo stato attuale delle conoscenze tecniche, risulta non perseguibile un completo contenimento delle emissioni dirette in atmosfera. Appare quindi,

37

fondamentale fissare requisiti minimi di esercizio delle centrali e degli AMIS, volti al ridurre le cause di “fermo impianto”.

Sulla base delle considerazioni precedenti si indicano i requisiti minimi di esercizio come riportati nella tabella seguente.

Tabella 4.2 - Requisiti minimi di esercizio

Descrizione Requisito minimo %

per le centrali: ore di non funzionamento $12 \times 100 / 8760 < 5\%$

per gli impianti AMIS: ore di funzionamento AMIS $\times 100 /$ ore di funzionamento centrale $> 90\%$

4.3 Riduzione del drift

In considerazione dei buoni risultati ottenuti nella sperimentazione degli eliminatori di gocce (demister) ad alta efficienza di nuova generazione, come ad esempio i separatori di tipo “cellulare”, che sono stati installati in alcune torri di raffreddamento a umido, tali dispositivi dovranno essere installati su tutte le centrali esistenti secondo il programma di rinnovo delle autorizzazioni (vedi punto 4.9)

4.4 Valori obiettivo di emissione

La consapevolezza che:

O l'ammoniaca, oltre ad essere un inquinante in quanto tale, anche se non di primario interesse sanitario ai livelli normalmente presenti in atmosfera, prende parte, come precedentemente rilevato, alle reazioni chimiche in atmosfera per la produzione del materiale particolato fine (PM10) secondario. Essa, infatti, si trasforma in ammonio che, combinandosi con i solfati ed in misura minore con i nitrati, forma rispettivamente il solfato di ammonio ed il nitrato di ammonio, che rappresentano la maggior parte del PM10 secondario inorganico. E' da mettere in evidenza che, come evidenziato da Progetto PATOS recentemente concluso, il PM10 secondario inorganico contribuisce mediamente per circa il 20% ai livelli di concentrazione di PM10 misurati in Toscana;

l'emissione specifica di ammoniaca delle centrali GTE è rilevante e particolarmente alta nell'area geotermica dell'Amiata, in particolare sul campo di Bagnore dove si hanno valori di flusso di massa di circa 200 kg/h;

Le emissioni totali, stimate nel 2007 per questa sostanza inquinante, oscillano tra 4000 e 6500 tonnellate;

12 Per ore di non funzionamento delle centrali si intende quando questa non è attiva e si ha contemporaneamente sfioramento diretto in atmosfera del fluido geotermico. Sono quindi escluse da questo computo le ore di non funzionamento della centrale durante le quali non si ha emissione diretta del fluido geotermico (es. quando il fluido è reindirizzato verso altre centrali attive) .

38

fa sì che la limitazione delle emissioni di ammoniaca dalle centrali GTE sia coerentemente inserita tra gli interventi previsti dal PRRM per perseguire l'obiettivo specifico A3 “Ridurre le emissioni dei precursori del PM10 su tutto il territorio regionale”.

La riduzione di ammoniaca, come detto, passa attraverso innovazione tecnologica del ciclo produttivo delle centrali geotermoelettriche con l'adozione delle tecnologie più avanzate, prospettata e sostenuta nel Protocollo d'Intesa sottoscritto il 20 dicembre 2007 tra Regione Toscana e Amministrazioni locali con l'Enel, all'articolo 6, comma 1, e confermata anche nell'Accordo Volontario Attuativo del 20 aprile 2009, articolo 5 comma 5. In particolare questi atti impegnano Enel a sviluppare una specifica attività di ricerca, di sperimentazione e di applicazione sulle centrali, con attenzione particolare per quelle collocate sull'Amiata, di nuove tecnologie per ridurre il quadro emissivo specifico. In risposta all'impegno assunto, il gestore ha progettato un impianto prototipale in scala pilota di una torre di refrigerazione a secco da sperimentare presso la centrale GTE Nuova Larderello.

L'adozione delle torri di refrigerazione a secco, in sostituzione delle torri di refrigerazione ad umido, appare, ad oggi, una tra le possibili scelte tecnologiche con concrete possibilità di applicazione al settore geotermoelettrico. Tale soluzione tecnologica, seppur non la sola da approfondire, come già indicato, e in grado di perseguire, nel breve-medio periodo, i risultati attesi di ridurre l'emissione in atmosfera non solo di ammoniaca, ma anche di acido borico e degli altri sali disciolti nel drift, come l'arsenico (per tutte queste sostanze le emissioni verrebbero addirittura evitate), nonché dell'acido solfidrico e del mercurio attualmente rilasciati con l'aeriforme delle torri ad umido.

Sulla base delle conoscenze disponibili ed al livello attuale della sperimentazione per l'abbattimento delle emissioni, è possibile definire, dei requisiti minimi di prestazioni ambientali che le centrali GTE, una volta dotate delle apparati in fase di sperimentazione potranno soddisfare. Tali valori, espressi come valore obiettivo di emissione in flusso di massa, indipendenti dalla potenza della centrale e dalla tipologia di tiraggio, sono indicati nella tabella seguente.

Tabella 4.3 - Valori obiettivo di emissione in flusso di massa per le centrali GTE in nuova configurazione derivante dall'applicazione degli esiti della sperimentazione

Tabella 4.3 - Valori obiettivo di emissione in flusso di massa per le centrali GTE in nuova configurazione derivante dall'applicazione degli esiti della sperimentazione

Descrizione	H ₂ S (Kg/h)	Hg (tutte le forme) (g/h)	As (tutte le forme) (g/h)	NH ₃ (kg/h)	SO ₂ (g/h)	H ₃ BO ₃
Uscita impianto AMIS	3 (*)	1	-	-	200	
Uscita dalla centrale	3 (*)	1	5	2	-	< 0,1

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

39

La coerenza dei valori di emissione proposti andrà in ogni caso verificata una volta che le nuove tecniche di abbattimento verranno installate sulle centrali funzionanti nella configurazione proposta. La verifica potrà comportare eventuali modifiche ai valori indicati in tabella, anche in senso più restrittivo.

4.5 Ricerca e sperimentazione di nuove tecniche per il miglioramento delle prestazioni ambientali degli impianti di coltivazione dei fluidi geotermici

In coerenza con l'Accordo Volontario Attuativo già citato che prevede un Tavolo Tecnico che deve seguire le sperimentazioni, dovrà essere predisposto **un piano/programma** per lo sviluppo di attività di ricerca, di sperimentazione e di diffusione di nuove tecnologie incentrate sull'attività geotermoelettrica e sulla riduzione del quadro emissivo degli impianti, con particolare riferimento a quelli collocati sull'Amiata.

Allo stato attuale delle conoscenze, le principali linee di ricerca riguarderanno:

- **Miglioramento dell'efficienza degli impianti AMIS.** Gli impianti AMIS in esercizio hanno mostrato una elevata efficienza di abbattimento per l'idrogeno solforato ed il mercurio contenuti nella corrente gassosa in uscita dall'estrattore gas. I programmi di ricerca e sperimentazione sugli impianti AMIS sono, quindi, essenzialmente finalizzati:
 - al miglioramento delle prestazioni in termini di affidabilità;
 - alla possibilità di inviare ad AMIS ulteriori quote di gas per il trattamento al fine di migliorare l'efficienza globale di abbattimento;
 - all'analisi di configurazioni di processo in grado di predisporre l'impianto AMIS anche per l'abbattimento dell'arsenico attraverso l'impiego di specifici sorbenti;
- **Miglioramento dell'efficienza dei demister.** Nel ciclo di produzione geotermoelettrico, le emissioni di acido bórico sono legate al trascinato liquido ("drift") delle torri di raffreddamento a umido. La riduzione delle emissioni può essere ottenuta agendo sulle quantità di drift delle torri. Ciò si realizza attraverso l'installazione di separatori di trascinato liquido (demister) ad alta efficienza. L'efficienza dei demister di nuova generazione (es. tipo cellulari) nel ridurre il trascinato liquido della torre di refrigerazione è già stata testata in modo positivo attraverso la loro installazione su alcune centrali che, precedentemente, erano contraddistinte da un'emissione specifica di drift molto elevata per la scarsa efficienza dei preesistenti separatori. La sperimentazione consiste, pertanto, nella verifica della perdita di funzionalità o di efficienza a causa degli eventuali fenomeni di sporco dovuti alla deposizione di zolfo colloidale e dovrebbe concludersi entro un anno. Il passo subito successivo da compiere sarà l'installazione progressiva di questi separatori ad alta efficienza sulle torri delle centrali a maggior emissione di drift, tenendo conto del possibile inserimento delle torri di refrigerazione a secco nel ciclo produttivo.
- **Riduzione delle condense e delle emissioni generate dalle torri di raffreddamento a umido delle centrali.** Una riduzione delle emissioni delle condense e delle altre emissioni generate dalle torri di raffreddamento a umido, incluse quelle di acido bórico e ammoniaca, può essere ottenuta mediante il ricorso a sistemi di raffreddamento a superficie, anziché a contatto diretto costituiti dalle torri a tiraggio naturale o indotto, attualmente impiegate in

tutte le centrali geotermoelettriche. Il programma di ricerca attuale prevede la realizzazione di un circuito con torre a secco, da installare presso la centrale Nuova Larderello, adeguatamente strumentato per il monitoraggio dell'efficienza termodinamica e con caratteristiche costruttive tali da consentire la verifica dell'entità dei fenomeni di sporco ("fouling") e corrosione, dovuti alle peculiari caratteristiche chimiche dei fluidi geotermici (presenza di gas incondensabili e di altre impurezze).

➤ **Riduzione delle emissioni di ammoniaca.** Nel ciclo di produzione geotermoelettrico, l'ammoniaca contenuta nel vapore in ingresso alla centrale risulta pressoché interamente disciolta (sotto forma di ione ammonio, NH_4^+) nell'acqua calda in uscita dal condensatore a miscela. Nella torre di raffreddamento, per effetto dell'intimo contatto dell'acqua di raffreddamento con l'aria ambiente ("stripping"), si verifica il passaggio dell'ammoniaca in fase aeriforme e la conseguente emissione all'atmosfera. La quantificazione delle emissioni di ammoniaca dalla torre di raffreddamento è soggetta a imprecisioni legate al metodo di misura. Da ciò la necessità di mettere a punto un metodo di misura ufficiale, più accurato, attraverso lo specifico Piano di Intercalibrazione previsto al punto 4.6 "Metodologie di controllo delle emissioni". Premesso ciò, la ricerca e sperimentazione di processi per la riduzione delle emissioni di ammoniaca dovrà indirizzarsi verso due linee generali di intervento:

1) la riduzione delle emissioni generate dalle torri di refrigerazione ad umido, dato che costituiscono la linea di processo a cui si deve l'emissione pressoché totale di questo inquinante;

2) la riduzione del contenuto di ammoniaca nelle acque del circuito di raffreddamento.

Considerato che è già operativo un progetto sperimentale basato sulla linea di intervento del punto 1, che prevede la realizzazione di un impianto prototipale su scala pilota con torre di refrigerazione a secco presso la centrale GTE Nuova Larderello, si sottolinea l'importanza di sviluppare concretamente ed in tempi brevi la messa in servizio e la successiva fase di valutazione delle prestazioni, per passare al progetto del prototipo industriale da inserire nel ciclo produttivo entro il 2013, anno di scadenza dell'attuale piano industriale del gestore.

Tale progetto dovrà essere prioritariamente attuato sulle centrali con maggiori criticità ed in particolare l'area di Bagnore. Ad oggi l'adozione delle torri di refrigerazione a secco, in sostituzione delle torri di refrigerazione ad umido, appare come la tecnologia più promettente, con concrete possibilità di applicazione al settore geotermoelettrico, in grado di perseguire, nel breve-medio periodo, i risultati attesi di ridurre l'emissione in atmosfera non solo di ammoniaca, ma anche di acido borico e degli altri sali disciolti nel drift, come l'arsenico (per tutte queste sostanze le emissioni verrebbero addirittura evitate), nonché dell'acido solfidrico e del mercurio attualmente rilasciati con l'aeriforme delle torri ad umido. Altri progetti, compresi quelli basati sulla linea di intervento 2, sono ancora in una fase di studio di fattibilità. L'avvio di questi progetti, che potrà comportare fasi sperimentali di laboratorio e/o la realizzazione e la prova di piccoli impianti pilota, non dovrà però ritardare il percorso di sviluppo del prototipo della torre a secco. Quindi il gestore dovrà predisporre un documento con il programma e la tempistica per la sperimentazione della ricerca di soluzioni tecniche per l'abbattimento dell'ammoniaca tra cui per esempio l'uso di torri a secco, e la realizzazione di un impianto pilota da attivarsi nell'area di Bagnore, dove maggiori sono le emissioni di NH_3 .

41

➤ **Riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra.** Le emissioni di gas serra degli impianti geotermoelettrici sono costituite essenzialmente dall'anidride carbonica (CO_2) e in minima parte metano (CH_4); si tratta, comunque, di gas serra di origine naturale, che si formano a seguito di reazioni che avvengono nel sottosuolo e che, anche in assenza di un utilizzo industriale dei fluidi, darebbero luogo a emanazioni spontanee dal terreno (tipicamente di tipo diffuso). Ricordato che l'emissione specifica media delle sostanze climalteranti

associata alle centrali GTE toscane è equivalente a quella di una moderna centrale termoelettrica a cogenerazione alimentata a metano, una possibile strategia, attuabile nel breve-medio termine, per ridurre ulteriormente le emissioni di gas serra degli impianti geotermoelettrici è rappresentata dalla verifica della possibilità di riutilizzo della CO_2 contenuta nel fluido. In coerenza con quanto previsto nell'Accordo Volontario Attuativo, già citato, andranno perseguite le iniziative volte all'utilizzazione ai fini alimentari ed agroindustriali della CO_2 in uscita dagli impianti AMIS, assicurando la sua concessione in

uso gratuito, unitamente agli spazi necessari per la realizzazione degli impianti nell'ambito delle centrali. Non dovranno essere trascurate le analisi, lo sviluppo e la fattibilità dei processi industriali che prevedono la reiniezione totale del fluido endogeno, a valle di un ciclo binario, e/o di tecniche di sequestro nel sottosuolo.

Entro 30 giorni dall'approvazione del presente documento, il gestore dovrà predisporre il piano/programma con la tempistica per lo sviluppo delle sperimentazioni finalizzate alla riduzione delle emissioni delle sostanze inquinanti in atmosfera. La Regione e ARPAT valuteranno tale documento al fine della sua adozione.

4.6 Metodologie di controllo delle emissioni

Le metodologie di riferimento a cui ricorrere per lo svolgimento dei controlli alle emissioni delle CGTE sono contenute nella Procedura allegata al Decreto n° 2750 del 12 Maggio 2003 del Dirigente Responsabile del Settore "Qualità dell'aria, rischi industriali, prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento" della Direzione delle Politiche Territoriali e Ambientali della Regione Toscana (vedi Appendice 3).

ARPAT sulla base dei disposti delle L.R. n. 30/2009 svolge i controlli sulle emissioni delle centrali geotermoelettriche.

L'esperienza maturata con l'attività svolta consente, al momento, di proporre alcune modifiche riguardanti:

➤ campionamento e misura della SO₂ nello scarico degli AMIS. A supporto del metodo ufficiale, previsto dal DM 25/08/2000, che è risultato poco sensibile a rilevare i livelli normalmente riscontrabili, su questa linea di processo si affiancano misure con analizzatori automatici e/o metodi basati sull'analisi gascromatografica dell'effluente;

➤ campionamento e misura della NH₃. Il metodo ufficiale riportato nella Procedura e l'UNICHIM 632. I risultati di una Prova di Intercalibrazione hanno evidenziato che la prova di laboratorio, su cui si basa l'UNICHIM 632, porterebbe ad una sovrastima di circa 2,5 volte il risultato ottenuto con una tecnica di analisi basata sulla cromatografia ionica. Non potendo affermare a priori quali fra i due sia il metodo più accurato, nel transitorio va proseguito il Piano di Intercalibrazione, ricorrendo ad

altri metodi di confronto, per una verifica e un'adeguata valutazione del metodo di prova più affidabile da proporre come metodo ufficiale;

➤ metodo di campionamento del parametro Hg dalla corrente di processo dell'aeriforme della torre. In considerazione delle difficoltà riscontrate nell'esecuzione di questo campionamento, al quale e da ricondurre le differenze tra i dati ARPAT e del gestore (i metodi di prova analitici, verificati, sono accurati e i risultati confrontabili), dovrà essere concordato un analogo Piano di Intercalibrazione per una messa a punto definitiva delle operazioni di campionamento da proporre come metodo ufficiale.

4.7 Protocollo gestione manutenzioni impianti

Le indicazioni fornite nel presente paragrafo sono basate sulle attuali esperienze nella gestione dei fluidi geotermici e delle centrali geotermoelettriche.

In condizioni di normale funzionamento l'interazione del fluido geotermico con la matrice aria si verifica attraverso le torri di raffreddamento, che rappresentano l'unico punto di emissione degli impianti. Tutti gli altri punti di emissione associati al normale esercizio sono stati eliminati convogliando le relative emissioni alle torri di raffreddamento.

Come già detto, in caso di malfunzionamento della centrale o dei suoi apparati, il fluido geotermico proveniente dai pozzi in genere non può essere interrotto e, nella maggior parte dei casi, si ha uno sfioramento diretto all'atmosfera del fluido geotermico. Risulta, quindi, estremamente importante gestire al meglio i tempi degli episodi di malfunzionamento al fine di ridurre al minimo le emissioni dirette in atmosfera del fluido geotermico con tutto il suo carico di inquinanti.

L'incremento delle emissioni in atmosfera per malfunzionamenti rispetto al normale esercizio riguarda prevalentemente l'acido solfidrico ed il mercurio che vengono direttamente emessi in atmosfera senza l'abbattimento del sistema AMIS. L'incremento delle emissioni di questi due inquinanti è stimato, per le emissioni relative al 2007, in circa 1,9% del totale per H₂S pari a circa 140 t/anno e 3,2% del totale per Hg pari circa 8 Kg/anno.

Nella tabella 4.4 sono indicate le cause che determinano le emissioni dirette in atmosfera del fluido geotermico ed una loro breve descrizione.

Tabella 4.4 - Situazioni di sfioramento del fluido geotermico diretto in atmosfera

Sfioramenti in atmosfera del fluido geotermico nell'ambito del pozzo geotermico ed impiantistica ad esso associata	
Cause degli sfiori diretti all'atmosfera	Descrizione
<i>Prove di produzione del pozzo.</i>	Nel corso del normale esercizio, può essere necessario ricorrere a prove di produzione con erogazione all'atmosfera per esigenze di caratterizzazione dei pozzi
<i>Interventi di manutenzione del pozzo o dell'impiantistica ad esso associata.</i>	L'emissione diretta all'atmosfera rappresenta una necessità quando si debba intervenire sugli organi di chiusura del pozzo.
Sfioramenti in atmosfera del fluido geotermico nell'ambito della centrale ed impiantistica ad essa associata	
Cause degli sfiori diretti all'atmosfera	Descrizione
<i>Scatto (blocco) della centrale</i>	malfunzionamenti della componentistica di centrale possono determinare la fermata (definita accidentale per cause interne) dell'impianto.
<i>Rimessa in servizio di un vapordotto che alimenta la centrale.</i>	Per evitare possibili danni al macchinario, il fluido non può essere immediatamente immesso in turbina, ma deve essere sfiorato all'atmosfera.
<i>Fermata della centrale per interventi di manutenzione a "spot" su indicazioni di diagnostica predittiva</i>	La centrale viene fermata dagli operatori per risolvere problemi di degrado o malfunzionamento di componenti della centrale individuati dai sistemi di telediagnostica.
<i>Fermata della centrale per interventi di manutenzione programmata periodica (revisione).</i>	Si tratta degli interventi di revisione completa del macchinario e dei componenti di centrale.

Tabella 4.4 - Situazioni di sfioramento del fluido geotermico diretto in atmosfera

Sfioramenti in atmosfera del fluido geotermico nell'ambito del pozzo geotermico ed impiantistica ad esso associata

4.7.1 Protocollo di gestione impianti

Al fine di permettere ad ARPAT di effettuare i controlli, per ogni centrale geotermoelettrica, nonché per ogni altro apparato (pozzi, vapordotti, ecc..) relativo all'attività di coltivazione geotermoelettrica, dovrà essere disponibile un protocollo di gestione impianto. Tale documento dovrà contenere il programma delle manutenzioni e le prevedibili azioni da mettere in campo per ridurre al minimo le emissioni durante le manutenzioni programmate.

Per ogni centrale il gestore dovrà trasmettere ad ARPAT ed agli Enti locali, il calendario annuale/triennale delle manutenzioni programmate, comunicando almeno 15 giorni prima, la data effettiva di queste, nonché tutte le informazioni utili per permettere la presenza di ARPAT e delle autorità di controllo.

Entro 60 giorni dalla data di approvazione del presente atto, il gestore dovrà mettere a disposizione per ogni centrale il relativo protocollo di gestione impianti.

44

4.7.2 Documento di impianto

Per ogni centrale geotermoelettrica, nonché per ogni altro apparato (pozzi, vapordotti, ecc..) relativo all'attività di coltivazione geotermoelettrica, il gestore deve redigere un documento nel quale sono indicati tutti gli accadimenti e informazioni relative agli impianti (fermi, blocchi, manutenzioni programmate e non, sostituzione apparati, ecc..). In particolare tale documento dovrà riportare ex post gli eventi di manutenzione programmata e accidentali in cui l'impianto è stato soggetto e le azioni conseguenti intraprese per minimizzare gli sfioramenti diretti all'atmosfera del fluido geotermico, nonché le modalità di comunicazione, in coerenza con quanto prescritto dal D.lgs. 152/06 parte V art. 271, alle autorità competenti. Tale documento dovrà essere reso disponibile ad ARPAT e agli Enti locali interessati.

Entro 60 giorni dalla data di approvazione del presente atto, il gestore dovrà mettere a

disposizione per ogni centrale il relativo documento di impianto.

4.8 Sviluppo modellistica di simulazione per le aree geotermiche

Così come prescritto nelle ultime relazioni di Valutazione di Impatto Ambientale (V.I.A.) legate all'attivazione di nuove centrali geotermoelettriche, per tutti i principali inquinanti le sostanze saranno valutate la dispersione in atmosfera attraverso l'impiego di un modello numerico che consideri l'orografia e le condizioni meteorologiche sfavorevoli. La scelta e le modalità di applicazione del modello diffusionale dovranno essere concordate con ARPAT, anche al fine di individuare i recettori sui quali eseguire le simulazioni.

Si ritiene, inoltre, che il gestore debba sviluppare una modellistica diffusionale di area vasta con la quale stimare la qualità dell'aria in termini di concentrazione dei vari inquinanti (es. H₂S, As, Hg). Questa modellistica di area deve rappresentare lo scenario all'interno del quale si potranno inserire le simulazioni degli effetti, in termini di qualità dell'aria, dovuti all'attivazione delle nuove centrali geotermoelettriche. La specifica metodica per le applicazioni modellistiche da realizzarsi nelle varie aree geotermiche, identificando la tipologia dei modelli numerici ed il data set dei dati meteorologici maggiormente attinenti all'area in questione, dovrà essere concordata rispettivamente con il Centro di modellistica di ARPAT e con il LaMMA.

45

Nel presente paragrafo sono indicate le prescrizioni che devono essere recepite negli atti amministrativi derivanti dai procedimenti di V.I.A. e per il rilascio delle autorizzazioni/concessioni ex legge 896/1986 e legge regionale 39/2005 riguardanti la costruzione o il rinnovamento totale degli impianti delle centrali geotermoelettriche, o negli atti amministrativi per il rinnovo delle autorizzazioni alle emissioni in atmosfera di quelle esistenti ex art. 281 decreto legislativo 152/2006

4.9.1 Inquadramento normativo

Nel settore geotermico la Legge 9 dicembre 1986 n. 896 – “Disciplina della ricerca e della coltivazione delle risorse geotermiche” ed il suo Regolamento di attuazione (DPR 27 maggio 1991 n. 395), delineano le procedure ai fini della richiesta di rilascio di permesso di ricerca e di concessione, e le regole relative all'esercizio della ricerca e delle concessioni stesse.

Le risorse geotermiche vengono distinte in tre tipologie:

- Interesse nazionale - potenza erogabile complessiva di almeno 20.000 KW termici, alla temperatura convenzionale dei reflui di 15 gradi centigradi

Interesse locale - potenza inferiore a 20.000 KW termici ottenibili dal solo fluido geotermico alla temperatura convenzionale dei reflui di 15 gradi centigradi.

- Piccole utilizzazioni locali - utilizzazione di acque calde geotermiche reperibili a profondità inferiori ai 400 metri con potenza termica complessiva non superiore a 2000 KW termici

Per quanto attiene la disciplina dei procedimenti di rilascio di permesso di ricerca e di concessione alla coltivazione delle risorse di interesse nazionale, questa è regolamentata dal DPR 18 aprile 1994 n. 485, che prevede esplicitamente che il permesso di ricerca, prima, e successivamente la concessione, siano rilasciati dall'Autorità Competente (attualmente la Regione, a seguito dell'entrata in vigore del D.Lgs. 112/1998, nel caso di risorse presenti sulla terraferma).

Anche i permessi di ricerca e le concessioni di interesse locale sono rilasciati dalla Regione competente per territorio.

Come accennato in premessa va ricordato che recentemente è stata approvata la Legge 23 luglio 2009, n. 99 "Disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia" che prevede un nuovo assetto della normativa in materia di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche. In particolare i commi 28 e 29 dell'articolo 27 recitano:

28. Il Governo è delegato ad adottare, entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge, su proposta del Ministro dello sviluppo economico, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare e d'intesa con la Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, uno o più decreti legislativi al fine di determinare un nuovo assetto della normativa in materia di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche che garantisca, in un contesto di sviluppo sostenibile del

46

settore e assicurando la protezione ambientale, un regime concorrenziale per l'utilizzo delle risorse geotermiche ad alta temperatura e che semplifichi i procedimenti amministrativi per l'utilizzo delle

risorse geotermiche a bassa e media temperatura. La delega è esercitata, senza nuovi o maggiori oneri per la finanza pubblica, e con le risorse umane, strumentali e finanziarie previste a legislazione vigente, secondo i seguenti principi e criteri direttivi:

- a) garantire, in coerenza con quanto già previsto all'articolo 10, comma 3, della legge 9 dicembre 1986, n. 896, l'allineamento delle scadenze delle concessioni in essere facendo salvi gli accordi intercorsi tra regioni ed operatori, gli investimenti programmati e i diritti acquisiti;
- b) stabilire i requisiti organizzativi e finanziari da prendere a riferimento per lo svolgimento, da parte delle regioni, delle procedure concorrenziali ad evidenza pubblica per l'assegnazione di nuovi permessi di ricerca e per il rilascio di nuove concessioni per la coltivazione di risorse geotermiche ad alta temperatura;
- c) individuare i criteri per determinare, senza oneri nè diretti nè indiretti per la finanza pubblica, l'indennizzo del concessionario uscente relativamente alla valorizzazione dei beni e degli investimenti funzionali all'esercizio delle attività oggetto di permesso o concessione, nel caso di subentro di un nuovo soggetto imprenditoriale;
- d) definire procedure semplificate per lo sfruttamento del gradiente geotermico o di fluidi geotermici a bassa e media temperatura;
- e) abrogare regolamenti e norme statali in materia di ricerca e coltivazione di risorse geotermiche incompatibili con la nuova normativa.

29. Con effetto dalla data di entrata in vigore dei decreti legislativi di cui al comma 28, sono abrogati gli articoli 3, commi 3 e 6, e 10, comma 2, secondo periodo, della legge 9 dicembre 1986, n. 896.

Ai sensi del D.Lgs. 152/2006 così come modificato dal D.Lgs. 4/2008, le attività di coltivazione e di ricerca delle risorse geotermiche devono essere sottoposti alla verifica di assoggettabilità o alla valutazione di impatto ambientale di competenza regionale o provinciale, a seconda delle caratteristiche specifiche del progetto.

A seguito di istruttoria tecnica di competenza, effettuata dal Settore Regionale "Autorità di Vigilanza sulle Attività Minerarie" e dell'esito della citata procedura di V.I.A., il Settore Regionale "Miniere e Energia" rilascia, con decreto, il Permesso di ricerca o la Concessione di Coltivazione. Il decreto di Concessione ha anche valore di autorizzazione ai fini della costruzione ed esercizio degli impianti geotermoelettrici.

Le nuove centrali Geotermoelettriche sono, quindi, sottoposte ai seguenti procedimenti amministrativi:

1. Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (V.I.A.)
2. Autorizzazione/concessione ex L.896/1986 e L.R. 39/2005.

Per le **nuove centrali geotermoelettriche** nel parere di compatibilità ambientale si devono riportare le indicazioni/prescrizioni previste dal documento in termini di realizzazioni e di prestazioni. In tal modo si avrà anche una armonizzazione delle prescrizioni relative alla matrice Aria.

Anche le **centrali esistenti**, autorizzate ai sensi della L.896/1986, prevedono prescrizioni relative alle emissioni in atmosfera che prima dell'entrata in vigore del D.lgs n. 152/2006 derivavano dall'applicazione delle norme tecniche del DPR n. 203/1988.

47

Tale autorizzazione, di competenza regionale, riporta anche le prescrizioni sulle emissioni in atmosfera, basandosi su quanto previsto dal D.lgs n. 152/2006, ne consegue che, se sono applicabili tutti i disposti pertinenti della Parte Quinta, si applicano anche quelle relative al rinnovo/modifica dell'autorizzazione alle emissioni in atmosfera.

Quindi, applicando "le disposizioni transitorie e finali" dell'art. 281, comma 1, della Parte Quinta del D.lgs n. 152 relativamente al rinnovo dell'autorizzazione rilasciata ai sensi del DPR n. 203/88, ovvero di atti che la ricomprendevano, i gestori degli impianti devono presentare istanza di rinnovo, per la parte relativa alle emissioni in atmosfera, secondo il seguente calendario:

1. entro il 31 dicembre 2010 per impianti esistenti, autorizzati anche in via tacita o provvisoria, anteriori al 1988,
2. dal 1° gennaio 2011 e fino al 31 dicembre 2014 per impianti anteriori al 2006 autorizzati in data anteriore al 1° gennaio 2000;
3. dal 1° gennaio 2015 e fino al 31 dicembre 2018 per impianti anteriori al 2006 che siano stati autorizzati in data successiva al 31 dicembre 1999.

Questo significa che il gestore deve:

- a) per le centrali esistenti prima del 1 luglio 1988, presentare domanda di rinnovo autorizzazione entro il 31 dicembre 2010, secondo un calendario che verrà stabilito dall'autorità

competente;

b) per le centrali autorizzate tra il 1 luglio 1988 ed il 31 dicembre 1999, presentare domanda di rinnovo autorizzazione tra 1 gennaio 2011 ed il 31 dicembre 2014, secondo un calendario che verrà stabilito dall'autorità competente;

c) per le centrali autorizzate tra il 1 gennaio 2000 ed il 30 aprile 2006, presentare domanda di rinnovo autorizzazione tra 1 gennaio 2015 ed il 31 dicembre 2018, secondo un calendario che verrà stabilito dall'autorità competente.

Nella tabella seguente è indicato per ciascuna centrale geotermoelettrica la casistica rispetto alle domande di rinnovo che il gestore dovrà presentare ai sensi del Dlgs. 152/2006

Tabella 4.5 Casistica autorizzazioni per singola centrale geotermoelettrica

Impianto Concessione di coltivazione NOTE in riferimento all'art. 281 del Dlgs. 152/2006

Bagnore 3 Bagnore impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Carboli 1 Rio Secco impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Carboli 2 Rio Secco impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Cornia 2 Lustignano impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Farinello Larderello impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Le Prata Lustignano impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Monteverdi 1 Canneto impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Monteverdi 2 Canneto impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Nuova Castelnuovo Larderello impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
48
Nuova Gabbro Larderello impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Nuova Lago Lustignano impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Nuova Molinetto Lustignano impianto anteriore al 2006 autorizzato dopo il 31/12/1999 (lettera c)
Nuova Monterotondo Rio Secco impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Nuova Radicondoli Travale impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Nuova San Martino Rio Secco impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Nuova Sasso Lustignano impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Nuova Serrazzano Lustignano impianto anteriore al 2006 autorizzato dopo il 31/12/1999 (lettera c)
Pianacce Travale impianto anteriore al 1988 (lettera a)
Piancastagnaio 2 Piancastagnaio impianto anteriore al 1988 (lettera a)
Piancastagnaio 3 Piancastagnaio impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Piancastagnaio 4 Piancastagnaio impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Piancastagnaio 5 Piancastagnaio impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Rancia 1 Travale impianto anteriore al 1988 (lettera a)
Rancia 2 Travale impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Selva 1 Lustignano impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Sesta 1 Travale impianto anteriore al 2006 autorizzato dopo il 31/12/1999 (lettera c)
Travale 3 Travale impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Travale 4 Travale impianto anteriore al 2006 autorizzato dopo il 31/12/1999 (lettera c)
Valle Secolo 1 Larderello impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Valle Secolo 2 Larderello impianto anteriore al 2006 autorizzato prima del 1/1/2000 (lettera b)
Nuova Larderello Larderello da valutare se lettera b oppure lettera c (qualora si interpreti il decreto RT 19/10/2004 come riautorizzazione)

4.9.2 Elenco prescrizioni

A seguito dell'approvazione del presente documento, gli atti amministrativi derivanti dai procedimenti di V.I.A. e per il rilascio delle autorizzazioni/concessioni ex legge 896/1986 e legge regionale 39/2005 coinvolgenti la costruzione o il rinnovamento totale degli impianti delle centrali geotermoelettriche, o gli atti amministrativi per il rinnovo delle autorizzazioni alle emissioni in atmosfera di quelle esistenti ex art. 281 decreto legislativo 152/2006, dovranno prevedere:

- l'utilizzo delle MTD tra cui l'installazione di impianti AMIS e demister ad alta efficienza di nuova generazione;
- determinazione dei valori di emissione di cui alla tabella 4.1;
- determinazione dei livelli minimi di esercizio di cui alla tabella 4.2;

- protocollo di gestione impianto di cui al punto 4.7.1;
- documento di impianto di cui al punto 4.7.2.

49

In fase di applicazione delle nuove tecniche individuate nella fase di sperimentazione, gli atti amministrativi coinvolgenti la costruzione o il rinnovamento totale degli impianti delle centrali geotermoelettriche, o gli atti amministrativi per la riautorizzazione alle emissioni in atmosfera di quelle esistenti, dovranno determinare dei valori limite di emissione non più riferiti a quelli indicati in tabella 4.1 ma (così come indicato nel punto 4.4) a quanto indicato nella tabella 4.3 o ad un suo successivo aggiornamento definito a seguito degli esiti della sperimentazione.

Per quanto riguarda le emissioni di ammoniaca, nei siti dove queste sono particolarmente significative, il rilascio degli atti amministrativi precedentemente citati è subordinato all'applicazione di sistemi di abbattimento adeguatamente sperimentati che comportino almeno il raggiungimento del valore obiettivo di emissione di cui alla tabella 4.3.

50

Scenari omessi

APPENDICE 1

EMISSIONI PER SINGOLA CENTRALE GEOTERMoeLETTRICA

Si riportano i valori di emissione di tutte le sostanze inquinanti per singola centrale negli anni 2000 2003 2005 2007 nonché le stime al 2013.

Si ricorda che lo scenario 1 rispecchia il piano industriale del gestore e prevede che al 2013 ancora 9 centrali siano sprovviste dell'impianto AMIS, mentre lo scenario 2 ipotizza l'installazione degli impianti AMIS su tutte le centrali.

La mancanza del dato indica che in quell'anno la centrale non era attiva.

Tabella A.1 -Emissioni di H₂S in tonnellate per singola centrale anni 2000 2003 2005 2007 e stime al 2013 ommissis

61

Criteri direttivi per il contenimento delle emissioni in atmosfera delle centrali geotermoelettriche

Tabella A.2 -Emissioni di Hg in Kg per singola centrale anni 2000 2003 2005 2007 e stime al 2013 ommissis

63

Criteri direttivi per il contenimento delle emissioni in atmosfera delle centrali geotermoelettriche

Tabella A.3 -Emissioni di As in Kg per singola centrale anni 2000 2003 2005 2007 e stime al 2013 ommissis

65

Tabella A.4 - Emissioni di CO₂ in tonnellate per singola centrale anni 2000 2003 2005 2007 e stime al 2013 ommissis

67

Criteri direttivi per il contenimento delle emissioni in atmosfera delle centrali geotermoelettriche

Tabella A.5 - Emissioni di NH₃ min e NH₃ max¹⁴ in tonnellate per singola centrale anno 2007 ommissis

APPENDICE 2

DECRETO N° 2750 del 12 maggio 2003

“Adozione della procedura di riferimento per il controllo delle emissioni di impianti geotermoelettrici.”

Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali Area Qualità dell'Aria, Rischi Industriali, Prevenzione e Riduzione Integrata dell'Inquinamento

DECRETO 12 maggio 2003, n. 2750

certificato il 19-05-2003

Adozione della procedura di riferimento per il controllo delle emissioni di impianti geotermoelettrici.

IL DIRIGENTE

Visti gli artt. 3, 22 e 27 della L.R. n. 26/2000 e successive modifiche e integrazioni;

Visto il Decreto del Coordinatore del Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali n. 3099 del 20/06/2002 con il quale il sottoscritto è stato nominato Responsabile dell'Area "Qualità dell'aria, rischi industriali, prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento", in applicazione della Legge Regionale n. 26/2000 e successive modifiche e integrazioni;

Visto il Decreto del Presidente della Repubblica del 24 maggio 1988, n. 203 che attribuisce alle Regioni la competenza relativa alla tutela della qualità dell'aria ed in particolare la formulazione di piani di rilevamento, prevenzione, conservazione e risanamento;

Visto il D.M. 12 luglio 1990 "Linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione";

Considerato che il sopracitato D.M. nell'Allegato 3, paragrafo C, lettera C (Impianti che utilizzano fluidi geotermici) stabilisce che gli effluenti gassosi provenienti dai componenti di interfaccia con l'ambiente atmosferico degli impianti che utilizzano fluidi geotermici devono essere dispersi mediante torri refrigeranti e/o camini di caratteristiche geotermiche adatte e determina i valori massimi e minimi degli effluenti gassosi umidi, intesi come media oraria su base mensile;

Considerato che il sopracitato D.M. riporta nell'Allegato 4 i metodi di campionamento, analisi e valutazione delle emissioni ma non prevede una specifica procedura di riferimento per il controllo delle emissioni in atmosfera degli impianti geotermoelettrici;

Visto il D.Lgs. n. 351 del 4 agosto 1999 recante l'attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente che ribadisce ed amplia le competenze regionali di risanamento e di mantenimento della qualità dell'aria ambiente;

Vista la legge sulla geotermia 09/12/1986 n. 896 e successive modificazioni;

Vista il D.P.R. n. 395 del 27/05/1991 che reca il Regolamento attuativo della legge sopracitata;

Visto il D. Lgs n. 112/98 di trasferimento alle Regioni delle competenze in materia di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche, comprese le autorizzazioni per l'esercizio delle centrali geotermoelettriche;

72

Criteri direttivi per il contenimento delle emissioni in atmosfera delle centrali geotermoelettriche
Considerato che il sottoscritto in quanto Responsabile dell'Area "Qualità dell'aria, rischi industriali, prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento" è competente relativamente alla tutela della qualità dell'aria ambiente;

Ritenuto opportuno che, in attesa della eventuale determinazione di indirizzi tecnici in merito a livello nazionale, la Regione, in base alle proprie competenze, detti delle indicazioni come riferimento sicuro per il controllo sulla qualità e quantità delle emissioni in atmosfera degli impianti geotermoelettrici;

Considerato che A.R.P.A.T. (Agenzia Regionale di Protezione Ambientale della Toscana), ai sensi della L.R. n. 66/95, esercita, in materia di controlli e protezione ambientali, funzioni tecniche e svolge attività scientifiche di supporto alle competenze della Regione;

Vista la proposta tecnica relativa ad una "Procedura di riferimento per il controllo delle emissioni di impianti geotermoelettrici" redatta da A.R.P.A.T. di concerto con gli Uffici Regionali e trasmessa con nota prot. n.11774/1.8.4 del 5 maggio 2003;

Ritenuto opportuno adottare la "Procedura di riferimento per il controllo delle emissioni di impianti geotermoelettrici" sopracitata, che costituisce parte integrante del presente atto (Allegato A), come metodo di riferimento per le modalità di controllo delle emissioni in atmosfera degli impianti geotermoelettrici collocati nel territorio della Regione Toscana applicabile sia per la verifica del rispetto dei limiti di emissione determinati per tali impianti, che nel caso degli autocontrolli previsti dalle autorizzazioni rilasciate;

DECRETA

1. di adottare il documento "Procedura di riferimento per il controllo delle emissioni di impianti geotermoelettrici", che costituisce parte integrante del presente atto (Allegato A), come metodo di riferimento per le modalità di controllo delle emissioni in atmosfera degli impianti geotermoelettrici collocati nel territorio della Regione Toscana, applicabile sia per la verifica del rispetto dei limiti di emissione determinati per tali impianti, che nel caso degli autocontrolli previsti dalle autorizzazioni rilasciate;

2. di inviare, per opportuna conoscenza, copia del presente atto all'Area "Energia" del Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali, competente in merito al rilascio delle autorizzazioni per l'esercizio delle centrali geotermoelettriche.

3. Il presente provvedimento è soggetto a pubblicità ai sensi della L.R. 9/95 in quanto conclusivo del procedimento amministrativo regionale. In ragione del particolare rilievo del provvedimento, che per il suo contenuto deve essere portato alla piena conoscenza della generalità dei cittadini, se

ne dispone la pubblicazione per intero sul Bollettino Ufficiale della Regione Toscana ai sensi dell'art. 2, comma 3, della L.R. 18/96.

Il Dirigente
Mario Romanelli

SEGUE ALLEGATO

73

Criteria direttivi per il contenimento delle emissioni in atmosfera delle centrali geotermoelettriche

**ALLEGATO A
PROCEDURA DI RIFERIMENTO PER IL CONTROLLO DELLE EMISSIONI DI IMPIANTI
GEOTERMoeLETTTRICI**

INDICE

1. OGGETTO

2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI

3. TIPOLOGIA E FREQUENZA DEI CONTROLLI

4. PROCEDURA DI CONTROLLO DELLE EMISSIONI

4.1 ASSETTO DELLE CENTRALI

4.2 CORRENTI DI PROCESSO CHE CONCORRONO ALLE EMISSIONI

4.3 CAMPIONAMENTO E ANALISI DELLE EMISSIONI

4.4 VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI

ALLEGATO N°1: ELENCO PARAMETRI

GAS SCARICATO DAL COMPRESSORE

TORRE DI RAFFREDDAMENTO

ALLEGATO N°2: ELENCO DEI METODI DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI

GAS SCARICATO DAL COMPRESSORE

TORRE DI RAFFREDDAMENTO

ACQUE CIRCOLANTI NELLA TORRE DI RAFFREDDAMENTO

ALLEGATO N°3: ELENCO DELLE TECNICHE ANALITICHE PER LE DETERMINAZIONI

ALLEGATO N° 4: ELENCO PARAMETRI AGGIUNTIVI

74

Criteria direttivi per il contenimento delle emissioni in atmosfera delle centrali geotermoelettriche

1. OGGETTO

La presente procedura descrive le modalità di controllo delle emissioni in atmosfera degli impianti geotermoelettrici

collocati nel territorio della Regione Toscana.

Questa procedura di riferimento si applica sia per la verifica del rispetto dei limiti di emissione determinati per tali impianti, che nel caso degli autocontrolli previsti dalle autorizzazioni rilasciate.

2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI

Le emissioni delle centrali geotermoelettriche sono disciplinate dalle seguenti norme:

Decreto del Ministero dell'Ambiente 12 luglio 1990 (Linee Guida), all'Allegato 3, paragrafo C, lettera C, che si applica agli impianti esistenti ai sensi del DPR 203/88;

dalle specifiche autorizzazioni, rilasciate dal MICA e, dal 21.02.2001, dalla Regione Toscana, che si applicano a impianti nuovi ai sensi del DPR 203/88.

Il Decreto del Ministero dell'Ambiente 12 luglio 1990, all'Allegato 3, paragrafo C, lettera C (Impianti che utilizzano fluidi geotermici) stabilisce che "gli effluenti gassosi provenienti dai componenti di interfaccia con l'ambiente atmosferico degli impianti che utilizzano i fluidi geotermici, di cui all'art.1 della Legge 9 dicembre 1986, n. 896,

devono essere dispersi mediante torri refrigeranti e/o camini di caratteristiche geometriche adatte. Per ciascuno dei due tipi di scarico i valori di emissione minimi e massimi, riferiti agli effluenti gassosi umidi, intesi come media oraria su base mensile data la variabilità della sorgente mineraria geotermica, sono così determinatiomissis...."

La norma appare di difficile attuazione non solo per le problematiche connesse alla verifica dei valori di emissione, come definiti dal Decreto sopracitato, ma anche per le particolari modalità di emissione previste per le centrali geotermoelettriche dalla stessa normativa e per la mancata disponibilità di strumentazione idonea al monitoraggio in continuo delle emissioni di tale tipologia di Centrale .

Lo stesso D.M. 12 luglio 1990, che riporta nell'allegato 4 i metodi di campionamento, analisi e valutazione delle emissioni, non prevede una specifica procedura di riferimento per il controllo di

questo tipo di emissione.

E' pertanto necessario definire una procedura che consenta per quanto possibile di superare le difficoltà sopra evidenziate, mantenendo la conformità al dettato normativo.

3. TIPOLOGIA E FREQUENZA DEI CONTROLLI

I controlli dell' Agenzia Regionale per la protezione ambientale saranno svolti secondo il programma previsto nel Progetto di controllo delle emissioni geotermoelettriche di cui alla DGRT 265 del 18.03.2002 ed eventuali sue modifiche ed integrazioni, seguendo la presente procedura di riferimento.

4. PROCEDURA DI CONTROLLO DELLE EMISSIONI

Le emissioni in atmosfera delle centrali geotermoelettriche dipendono dalla portata e dalle caratteristiche del fluido in ingresso e, nel caso di centrali equipaggiate con impianti di abbattimento, anche dall'efficienza di rimozione dei vari inquinanti da parte dell'impianto.

Poiché le centrali sono alimentate da una rete interconnessa alla quale sono allacciati i pozzi di produzione del fluido geotermico, si ritiene ragionevole prevedere in questa fase che la variazione delle caratteristiche chimico-fisiche del fluido in ingresso alle singole centrali sia contenuta, che le emissioni, perciò dipendano prevalentemente dalla portata del fluido in ingresso e, quindi, dalla potenza elettrica generata dalla centrale. Tale assunzione dovrà comunque essere verificata da parte del gestore dell'impianto, sulla base dei dati rilevati nel corso delle misure per il controllo delle emissioni e dell'elaborazione dei dati storici, al fine di stabilire una correlazione tra le emissioni e le variabili in gioco:

caratteristiche e portata del fluido in ingresso e potenza.

Nella previsione che le emissioni dipendano essenzialmente dalla portata del fluido, il riferimento normativo all'emissione media oraria su base mensile risulterebbe soddisfatto qualora le misure di emissione fossero effettuate con la centrale funzionante ad una potenza – nel seguito riferita come “potenza mensile massima”- uguale al più grande dei valori assunti dalla potenza media mensile in un periodo ragionevolmente lungo (es. 2 anni).

La potenza media mensile è definita come il rapporto tra l'energia elettrica generata nel mese e le ore di funzionamento della centrale. Data l'impossibilità tecnica di far funzionare la centrale alla “potenza mensile massima”, si procederà nel modo seguente:

- Le misure di emissione saranno effettuate solo quando la centrale funziona ad una potenza compresa entro \square } 10% rispetto alla “potenza mensile massima”. Qualora per motivi particolari (ad es., decadimento del campo geotermico, avarie al macchinario, etc.) la potenza della centrale risultasse inferiore di oltre il 10% rispetto alla “potenza mensile massima” e non fosse possibile porre rimedio a tale situazione in tempi brevi, le misure saranno effettuate alla massima potenza tecnicamente ottenibile.
- I valori di emissione misurati saranno normalizzati, secondo le modalità nel seguito descritte, per tenere conto della differenza tra la potenza della centrale nel periodo di misura e la “potenza mensile massima”.
- Qualora, per motivi diversi da quelli richiamati precedentemente, la differenza tra la potenza della centrale e la “potenza mensile massima” risultasse superiore a \square } 10%, le misure dovranno essere rinviate ovvero, nel caso che fossero già state effettuate, non saranno considerate valide.

Le misure di emissione saranno integrate da rilievi della composizione del fluido in ingresso alle centrali nei casi in cui è possibile procedere con il gestore dell'impianto al campionamento. Tali misure saranno utilizzate per verificare l'esistenza di eventuali variazioni significative della composizione del fluido in ingresso rispetto a quella rilevata in occasione di precedenti controlli. In caso di variazioni significative, ARPAT valuterà l'opportunità di effettuare ulteriori controlli sia della composizione del fluido geotermico, sia delle emissioni.

4.1 ASSETTO DELLE CENTRALI

Le misure saranno effettuate, come stabilito, con la centrale funzionante ad una potenza compresa nel campo \square } 10% rispetto alla “potenza mensile massima”.

Ai fini del rispetto delle condizioni individuate per l'osservanza del dettato normativo e di una corretta elaborazione dei risultati delle misure, dovranno essere forniti, pertanto, da parte del gestore dell'impianto, i valori dei parametri più significativi, atti a caratterizzare l'assetto di funzionamento della centrale al momento del controllo e nel periodo di riferimento:

- valore della potenza mensile massima della centrale nei due anni antecedenti il primo controllo ovvero nel periodo intercorso dall'ultimo controllo ;

Criteri direttivi per il contenimento delle emissioni in atmosfera delle centrali geotermoelettriche

- valore medio della potenza generata dalla centrale durante i controlli;
- pozzi produttivi in servizio
- portata, pressione, temperatura, rapporto gas/vapore, composizione del fluido geotermico in ingresso alla centrale durante i controlli;
- portata ponderale (t/h) e volumetrica (Nm³/h), temperatura e pressione dei gas scaricati, durante i controlli, dall'estrattore ovvero dall'impianto di abbattimento, qualora installato;
- portata ponderale (t/h) e volumetrica (Nm³/h), temperatura e pressione dell'aeriforme circolante nella cella di misura durante i controlli;
- potenza assorbita dai motori dei ventilatori della torre durante i controlli, ricavata sulla base della misura della corrente assorbita.

4.2 CORRENTI DI PROCESSO CHE CONCORRONO ALLE EMISSIONI

Le sorgenti di emissione che concorrono all'emissione complessiva sono rappresentate dall'aeriforme scaricato dall'estrattore dei gas incondensabili del condensatore e da quello uscente dalla torre di raffreddamento. Le due correnti di processo saranno misurate separatamente.

Nel caso di installazione di un impianto d'abbattimento, l'aeriforme scaricato dall'estrattore dei gas incondensabili è inviato all'impianto d'abbattimento e da quest'ultimo alla torre di raffreddamento. Non si hanno pertanto modifiche in termini di circolazione dei fluidi. Si avranno sempre due correnti di fluido che confluiscono ad un unico punto d'emissione, costituito dalla torre.

L'“emissione” della centrale sarà data, pertanto, dai due contributi associati alle correnti di cui sopra.

Poiché la torre di raffreddamento è composta di più celle con le stesse caratteristiche costruttive, le misure saranno effettuate su una cella di riferimento e considerate applicabili anche alle altre celle.

La cella di riferimento, salvo impedimenti di tipo impiantistico, sarà quella caratterizzata dalla maggior portata di aria di raffreddamento e, quindi, dal maggior assorbimento di potenza da parte del ventilatore di tiraggio indotto (la maggior portata d'aria favorisce il desorbimento degli inquinanti presenti nell'acqua ed aumenta il “drift”).

4.3 CAMPIONAMENTO E ANALISI DELLE EMISSIONI

Le misure, i campionamenti e le analisi sono effettuati utilizzando, di preferenza, metodi normati o, in mancanza, metodi interni, come riportato per ciascuna delle correnti di processo considerate negli allegati che seguono.

In particolare, i campionamenti saranno eseguiti nei punti riportati in Allegato 2, mentre le misure fisiche e le analisi chimiche saranno eseguite con la strumentazione e le metodiche di cui agli Allegati 2 e 3, rispettivamente.

Per alcuni inquinanti (mercurio e arsenico), i valori limiti fissati dal DM 12/07/90 si riferiscono al trascinato liquido (“drift”) della torre di raffreddamento, che rappresenta solo una frazione dell'emissione della torre. I controlli riguarderanno, quindi, la misura delle emissioni associate al “drift” e degli inquinanti emessi in fase gassosa.

77

Criteri direttivi per il contenimento delle emissioni in atmosfera delle centrali geotermoelettriche
 È opportuno, inoltre, effettuare misure di emissione di tipo straordinario per gli elementi e i composti indicati nell'Allegato 4, allo scopo di verificare l'eventuale opportunità di un'estensione delle specie chimiche da sottoporre ai controlli.

4.4 VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI

Essendo necessario ricorrere a sistemi di campionamenti discontinui, il valore medio di emissione è determinato calcolando la media dei valori di emissione ottenuti da più campionamenti (almeno 3), eseguiti in un arco di tempo non superiore ad una settimana, in condizioni d'assetto della centrale corrispondenti alla potenza mensile massima della centrale con variazioni entro l'intervallo $\pm 10\%$. Come già detto in precedenza, per differenze superiori le misure si ripeteranno o saranno posticipate. La normalizzazione delle misure è effettuata con lo scopo di tenere conto della differenza tra le emissioni misurate e quelle che si avrebbero qualora la centrale funzionasse alla “potenza mensile massima”.

La normalizzazione delle misure, sia per gli inquinanti in fase gassosa che per quelli associati al drift, è effettuata mediante l'algoritmo seguente:

I valori normalizzati saranno confrontati:

- per gli impianti esistenti, ai sensi del DPR 203/88, con i valori limite di cui al DM 12 luglio 1990, art. 2 punto 4.

- per i nuovi impianti, ai sensi del DPR 203/88, con quelli fissati nel decreto di autorizzazione alla costruzione ed all'esercizio della centrale.

Nel caso in cui la concentrazione di un inquinante in una corrente di processo risultasse inferiore al limite di rilevabilità (detection limit), il flusso di massa dell'inquinante ad essa associato non sarà calcolato.

5. CONDIZIONI DI MISURA E SICUREZZA

Affinché ARPAT possa effettuare i controlli previsti dalla presente procedura il gestore dell'impianto dovrà assicurare:

- la presenza e la funzionalità delle prese necessarie per il campionamento delle emissioni, del fluido in ingresso alle centrali e del liquido inviato alla reiniezione. Le prese dovranno essere accessibili in sicurezza;

78

$$VEN = VEM \times E/F,$$

E = "potenza mensile massima" della centrale (MW);

F = potenza elettrica della centrale nel periodo di misura (MW).

Criteri direttivi per il contenimento delle emissioni in atmosfera delle centrali geotermoelettriche

- la funzionalità e l'accuratezza della propria strumentazione di misura per la determinazione delle grandezze fisiche necessarie alla caratterizzazione delle emissioni e della potenza della centrale durante i controlli;

- la presenza di personale qualificato e la piena collaborazione, per il periodo necessario per eseguire gli interventi sull'impianto necessari alle operazioni di campionamento e controllo (indicativamente 3 giorni);

- l'invio preventivo ad ARPAT, da parte del gestore dell'impianto, dell'estratto del Documento di Salute e Sicurezza (DSS) relativo alle aree degli impianti a cui il personale ARPAT dovrà accedere per l'esecuzione dei controlli;

- fornire i dati relativi all'assetto della centrale (punto 4.1) al momento del campionamento ovvero entro 7 giorni dalla data del campionamento qualora sia necessaria successiva elaborazione del dato rilevato.

ARPAT provvederà a:

- Richiedere al gestore dell'impianto di partecipare a specifiche verifiche di calibrazione della strumentazione che fornisce dati per la valutazione delle emissioni.

- redigere apposito verbale di campionamento e consegnarne copia al personale dell'impianto presente al controllo;

- garantire la riservatezza di ogni informazione acquisita nel corso dei controlli e non divulgare le metodiche

sviluppate dal gestore, se non previa autorizzazione scritta;

- comunicare al gestore, con almeno 15 giorni d'anticipo, la centrale oggetto di controllo e il periodo delle operazioni di controllo, al fine di facilitare l'attuazione delle condizioni di misura e sicurezza, di acquisire le condizioni di assetto dell'impianto nonché di disporre della indispensabile collaborazione sopra evidenziata;

- eseguire le operazioni di controllo secondo le condizioni di sicurezza di cui alla PO/07/017 del Dipartimento provinciale ARPAT di Siena, elaborata sulla base del documento di valutazione dei rischi per i controlli delle emissioni degli impianti geotermoelettrici redatto da ARPAT;

- trasmettere al gestore il documento di valutazione dei rischi per i controlli delle emissioni degli impianti geotermoelettrici e la PO/07/017.

- sottoscrivere il Documento di Salute e Sicurezza (DSS) del gestore relativo agli impianti interessati dai controlli e far firmare giornalmente, al proprio personale, il registro di presenza di terzi operanti negli impianti del gestore;

- non arrecare danno alle infrastrutture degli impianti. L'ARPAT rimarrà comunque responsabile di eventuali danni provocati, anche incidentalmente, dal proprio personale ad opere, macchinari, infrastrutture, strumentazioni, etc., di proprietà del gestore;

- comunicare alla Regione gli esiti dei controlli, secondo quanto previsto nel Progetto di cui alla DGRT n° 265 del 18.03.2002 e successive modifiche e integrazioni.

79

ALLEGATO N°1: ELENCO PARAMETRI

Il controllo dovrà prevedere la determinazione dei seguenti parametri a livello dei componenti

impiantistici sotto indicati:

Gas scaricato dal compressore o in uscita dall'impianto di abbattimento, qualora esistente :

la composizione del gas, sia in termini di macrocostituenti (biossido di carbonio, ossigeno, argon, azoto, metano, idrogeno, elio e vapor d'acqua), che di inquinanti (acido solfidrico, mercurio, arsenico, antimonio e ammoniaca, monossido di carbonio e, nel caso di centrali dotate di impianti di abbattimento, SO_x a valle di quest'ultimo). Per ciascuno degli inquinanti saranno determinate sia le concentrazioni, sia i flussi di massa;

la portata, sia volumetrica che di massa, la temperatura e la pressione del gas. In caso di presenza dell'impianto d'abbattimento, tali misure saranno eseguite in uscita dall'impianto stesso.

Torre di raffreddamento

la portata, la temperatura e la pressione dell'aeriforme circolante nella torre;

la portata di trascinato liquido (drift) uscente dalla torre.

La determinazione del drift richiede, tra l'altro, la misura della concentrazione di boro nell'acqua inviata alla torre; In caso di concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità nel liquido prelevato per la misura del drift si ricorrea al metodo indiretto. Le portate di arsenico e di mercurio emesse con il drift verranno determinate moltiplicando la portata del drift per le concentrazioni di

mercurio e arsenico nell'acqua inviata alla torre;

misura delle concentrazioni di acido solfidrico, mercurio e arsenico

in fase gassosa, nell'aeriforme circolante nella torre;

flussi di massa di acido solfidrico, mercurio e arsenico in uscita dalla torre.

80

ALLEGATO N°2: ELENCO DEI METODI DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI

Per l'acquisizione dei parametri fisici dell'emissione sarà impiegata, temporaneamente, la strumentazione del gestore dell'impianto, con il controllo di ARPAT della validità e regolarità dei valori rilevati.

Gas scaricato dal compressore

Le misure sono eseguite sul condotto d'adduzione del gas incondensabile alla torre, immediatamente a valle dell'estrattore. Sui campioni saranno determinate le sostanze di cui all'allegato 1, punto 1:

Per la misura della portata volumetrica del gas incondensabile è utilizzato il metodo UNI-EN ISO 5167-1,

misurando la pressione differenziale mediante diaframmi tarati inseriti nella tubazione di adduzione del gas alla torre, ovvero utilizzando, in alternativa, un sensore a turbina secondo la norma UNI 10727.

Per la misura della temperatura e della pressione assoluta del fluido, sono impiegate una termoresistenza Pt 100 classe A, secondo quanto indicato nella norma CEI 60751 e nella successiva norma di integrazione CEI 60751/A2, ed un trasduttore "strain gauge".

La portata di massa del gas incondensabile è invece ricavata moltiplicando la portata volumetrica per la densità del fluido.

La densità del gas incondensabile è determinata dalla sua composizione, corretta in funzione della temperatura e della pressione, misurate nel punto di campionamento.

La composizione del gas incondensabile in uscita dal compressore, inclusa la concentrazione di Acido Solfidrico, viene determinata tramite n° 3 campionamenti indisturbati di gas anidro, utilizzando apposite fiale. I campioni di gas sono sottoposti ad analisi gascromatografica, possibilmente entro le successive 24h. In alternativa la concentrazione di Acido Solfidrico può essere ottenuta impiegando un metodo basato sul prelievo di volumi noti di gas, impiegando apposite fiale di campionamento e stabilizzando poi il contenuto prelevato con soluzione di fissaggio a base di Acetato di Zinco - (CH₃COO)₂Zn. La determinazione analitica del solfuro di Zinco, dalla soluzione stabilizzata, è effettuata con il metodo UNICHIM 634.

Per la determinazione del contenuto di umidità del gas incondensabile si fa riferimento al metodo UNICHIM 467.

Per la determinazione dei metalli presenti in fase gassosa si eseguono due serie di campionamenti, selettivamente destinati alla misura del mercurio e degli altri metalli (As e Sb) rispettivamente.

Ciascuna serie consiste di n° 3 prelievi di volumi noti di gas umido, eseguiti utilizzando apposite fiale di campionamento. Il contenuto delle fiale è stabilizzato con specifiche soluzioni di fissaggio che hanno le stesse caratteristiche di quelle di cui al metodo EPA 29, senza gorgogliamento (metodo EPA modificato). Le soluzioni stabilizzate sono analizzate con le tecniche di determinazione analitica di cui all'allegato 3. Il metodo delle fiale è stato preferito al metodo EPA 29 classico in quanto quest'ultimo sottostima i valori ottenibili.

Per la determinazione dell'Ammoniaca nel gas incondensabile e adottato il metodo UNICHIM 632.

81

Torre di raffreddamento

Le misure di emissione alla torre sono condotte a livello della cella di riferimento, che di norma è quella caratterizzata

dalla maggior portata di aria, ossia dal maggior assorbimento di potenza da parte del ventilatore indotto (la maggior portata d'aria favorisce il desorbimento degli inquinanti presenti nell'acqua ed aumenta il "drift"). Per le torri a tiraggio indotto, durante le misure il convogliamento dello scarico del compressore alla cella esaminata deve essere intercettato.

In tale componente impiantistica sono determinate le sostanze di cui all'allegato 1, punto 2:

1. Per la misura della portata volumetrica dell'aeriforme si utilizza un trasduttore a turbina (norma UNI 10727), che fornisce il valore della velocità del fluido nella cella, eseguendo i rilevamenti nei punti di un reticolo strutturato, ispirandosi ai criteri indicate dal metodo UNICHIM 10169. La portata volumetrica è ricavata per calcolo dalla velocità media e dalla sezione del condotto;
2. Per la misura della temperatura e della pressione assoluta del fluido sono impiegati rispettivamente una termoresistenza Pt 100 classe A, secondo quanto indicato nella norma CEI 60751 e nella successiva norma di integrazione CEI 60751/A2, ed un trasduttore "strain gauge";

Per la determinazione del "drift" si effettuano campionamenti all'interno della torre, in posizioni poste sotto i ventilatori di tiraggio indotto, ovvero, nel caso delle torri a tiraggio naturale, al di sotto dell'ingresso nella torre dello scarico dell'estrattore. A tal fine, viene prelevato isocineticamente e per durate temporali costanti l'aerosol in punti prestabiliti di un opportuno reticolo, che tiene conto delle possibilità di accesso alla sezione di misura.

La costruzione del reticolo è fatta ispirandosi ai criteri indicati dalla norma UNI 10169. In base a tali criteri, l'intera superficie della cella, che costituisce la sezione di misura, è suddivisa in sottosezioni di forma quadrata,

al centro delle quali sono individuati i punti di misura. Durante i campionamenti deve essere verificato in continuo l'isocineticismo del prelievo mediante misura sequenziale della velocità del fluido nei punti di prelievo.

Per la determinazione dell'acido solfidrico nell'aeriforme della torre e adottato il metodo UNICHIM n° 634. I

campionamenti dell'aeriforme sono effettuati all'interno della torre, in posizioni poste sotto gli estrattori per la ventilazione negli stessi punti individuati per il campionamento del drift.

Per la determinazione del Mercurio, Arsenico, Antimonio in fase gassosa nell'aeriforme della torre e adottato il metodo EPA 29. I campionamenti dell'aeriforme sono anch'essi effettuati in posizioni poste al di sotto dei ventilatori di tiraggio indotto, ovvero, nel caso delle torri a tiraggio naturale, al di sotto dell'ingresso nella torre dello scarico dell'estrattore. Per la determinazione dell'Ammoniaca presente in fase gassosa nell'aeriforme della torre e adottato il metodo UNICHIM 632.

Per la valutazione del contributo della torre alle emissioni della centrale, si assume che le altre celle, di cui è composta la torre, siano equivalenti a quella di misura ed il risultato complessivo è ottenuto moltiplicando i risultati parziali relativi alla cella esaminata per il numero di celle.

Acque circolanti nella torre di raffreddamento

Le acque sono prelevate a livello della torre, campionando le acque calde in ingresso.

82

ALLEGATO N°3: ELENCO DELLE TECNICHE ANALITICHE PER LE DETERMINAZIONI

Le analisi chimiche sono eseguite con le tecniche indicate nella tabella seguente.

Tabella: tecniche analitiche utilizzate

omesso

antimonio, selenio, alluminio, cadmio, cobalto, cromo totale, ferro, manganese, nichel, piombo, rame, vanadio, zinco,

cloruri, nitrati, fosfati e solfati presenti come sali disciolti;

2. nell'aeriforme della torre

antimonio, selenio e ammoniaca;

3. nelle acque in ingresso alla torre

ammoniaca, alluminio, antimonio, cadmio, cobalto, cromo totale, ferro, manganese, nichel, piombo, rame, selenio, vanadio, zinco, cloruri, nitrati, fosfati e solfati. a tal fine, una parte delle aliquote sono tratte con le apposite soluzioni di fissaggio previste dal metodo EPA 29 per i metalli, con acido solforico per l'ammoniaca.

84

GLOSSARIO

Termini e Definizioni inerenti la qualità dell'aria

Aria ambiente:aria esterna presente nella troposfera, ad esclusione di quella presente nei luoghi di lavoro;

Livello:concentrazione nell'aria ambiente di un inquinante o deposito di un inquinante su una superficie in un dato periodo di tempo;

Inquinante:qualsiasi sostanza immessa direttamente o indirettamente dall'uomo nell'aria ambiente che puo avere effetti dannosi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso;

Valore limite di qualità dell'aria: livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, tale livello deve essere raggiunto entro un determinato termine e in seguito non superato. I valori limite sono pertanto requisiti (ossia norma di qualita ambientale) che devono sussistere in un dato momento in un determinato ambiente o in una parte specifica di esso

Soglia di allarme:livello oltre il quale vi e un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale si deve intervenire con misure strutturali/gestionali e precauzionali (piani di azione) per ridurre il rischio di superamento dei valori limite e limitare le conseguenze degli episodi d'inquinamento sulla salute umana

Valore obiettivo:livello fissato al fine di evitare, a lungo termine, ulteriori effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, tale livello deve essere raggiunto per quanto possibile nel corso di un dato periodo. I valori obiettivo non costituiscono norma di qualita ambientale (ossia i requisiti che devono sussistere in un dato momento in un determinato ambiente o in una parte specifica di esso) e per il loro raggiungimento richiedono condizioni piu rigorose di quelle ottenibili con l'applicazione delle migliori tecniche disponibili.

Le definizioni sopra citate sono riportate sul D. Lgs. 4.08.1999 n° 351 e sulla Direttiva 96/62/CE del Consiglio Europeo. La vigente normativa, europea ed italiana, ha finora stabilito:

- i valori limite di qualita dell'aria e le soglie di allarme per gli inquinanti "Biossido di zolfo" e "Biossido di azoto e ossidi di azoto";
- i valori limite per gli inquinanti "Materiale particolato fino PM10", "Piombo", "Benzene" e "Monossido di carbonio";
- i valori obiettivo per gli inquinanti "Ozono", "Arsenico", "Nichel", "Cadmio" e "IPA" (gli ultimi quattro contenuti nella Direttiva 2004/107/CE non ancora recepita nell'ordinamento italiano).

Valori guida:livelli indicati per la prevenzione a lungo termine degli effetti sulla salute umana o sull'ambiente, per il benessere della popolazione o per costituire parametri di riferimento per l'istituzione di zone specifiche di protezione ambientale

Si tratta di riferimenti improntati su criteri di estrema cautela, proposti da Organizzazioni riconosciute in campo internazionale e basati sui risultati dei lavori condotti da gruppi scientifici. Per il principio della cautela i valori guida sono significativamente inferiori (100 o piu volte) rispetto ai livelli che possono costituire oggetto di disturbi sanitari, anche lievi, nei soggetti esposti. Come il Valore obiettivo non sono norme di qualita ambientale, ossia Valori limite.

Ad esempio l'OMS per la definizione del Valore guida per l'esposizione continuativa all'Acido Solfidrico, indicato pari a 150 µg/m3 come media giornaliera, si e basata sul concetto di LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level, ossia la piu bassa concentrazione di una sostanza in grado di causare effetto sulla salute umana) assunto pari a 15.000 µg/m3 (□□15 mg/m3) che provoca l'insorgenza di sintomi di irritazione della congiuntiva oculare umana. Da questo valore di LOAEL diviso per un fattore di protezione pari a 100, ossia relativamente elevato perche la curva dose effetto subisce un repentino innalzamento (a 70 mg/m3 sono riscontrati seri danni agli occhi), e stato determinato il Valore guida raccomandato

Igiene Industriale: La Occupational Safety and Health Administration (OSHA) ha pubblicato i limiti di esposizione permessi (PELs) che hanno una funzione di regolatori dell'esposizione negli

ambienti di lavoro, pertanto sono delle norme. Molti di questi limiti sono basati sui valore limite della soglia (TLVs) della ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists - congresso americano degli igienisti industriali riconosciuti dal governo), mentre in parte si riferiscono ai limiti di esposizione raccomandati (RELs) pubblicati dalla NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health - istituto nazionale di sicurezza e salubrità professionale) ed introdotti in luogo dei preesistenti TLVs in occasione delle periodiche revisioni.

A titolo di esempio sono descritti i TLVs della ACGIH. Per le sostanze d'interesse (acido solfidrico, mercurio vapori inorganici, ammoniaca, borati inorganici) i TLV risultano più restrittivi dei corrispondenti RELs, mentre fa eccezione l'arsenico in forma di sali inorganici.

Il TLVs ACGIH di una sostanza definiscono il livello ragionevole a cui un lavoratore può essere esposto senza un rischio avverso di malattia o di ferita.

I TLV sono espressi in ppm (parti per milione) o in mg/m³.

I TLVs sono distinti in base al tempo di mediazione in:

-TLV-TWA, limite di esposizione espresso come media ponderata di 8 ore, per giorno lavorativo e su una settimana lavorativa di 40 ore

-TLV-STEL, limite di esposizione di breve durata (15 minuti) che non deve essere superato e che non deve ripetersi per più di 4 volte nell'arco della giornata

TLV-C, limite assoluto di esposizione che non dovrebbe essere superato in nessun momento

Sostanza

TLV-TWA TLV-STEL

mg/m³ ppm mg/m³ Ppm

Ammoniaca 18 25 25 35

Acido Solfidrico 14 (1,4)* 10 (1)* 21 (7)* 15 (5)*

Mercurio, vapori inorganici 0,025 -

Borati, sali inorganici 2 6

Arsenico, sali inorganici 0,01 -

* nuovi valori di TLV contenuti nella proposta di modifica non ancora accettati e permangono tali per il 2007

Termini e definizioni inerenti le emissioni degli impianti

Sostanze: gli elementi chimici e loro composti, escluse le sostanze radioattive e gli organismi geneticamente modificati

Inquinamento: Introduzione diretta o indiretta, a seguito di attività umana, di sostanze, vibrazioni, calore o rumore nell'aria, nell'acqua o nel terreno, che potrebbero nuocere alla salute umana o alla qualità dell'ambiente, causare deterioramento di beni materiali, oppure danni o perturbazioni a valori ricreativi dell'ambiente o ad altri suoi legittimi usi

Inquinamento atmosferico: ogni modificazione dell'aria atmosferica, dovuta all'introduzione nella stessa di una o più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente oppure tali da ledere i beni materiali e compromettere gli usi legittimi dell'ambiente

Emissioni: lo scarico diretto o indiretto, da fonti puntiformi o diffuse degli impianti, di sostanze, vibrazioni, calore o rumore nell'aria, nell'acqua ovvero nel terreno

Effluente gassoso: lo scarico gassoso, contenente emissioni solide, liquide o gassose; la relativa portata volumetrica è espressa in metri cubi all'ora, riportata alle condizioni normali (Nm³/h), previa detrazione del tenore del vapore acqueo, se non diversamente stabilito

Condizioni normali: una temperatura di 273,15 °K ed una pressione di 101,3 kPa (ossia 1,013 bar)

Emissioni in atmosfera: qualsiasi sostanza solida, liquida o gassosa introdotta nell'atmosfera che possa causare inquinamento atmosferico

Emissione convogliata: emissione di un effluente gassoso effettuata attraverso uno o più appositi punti (condotti)

Valore limite di emissione : il fattore di emissione, la concentrazione, la percentuale o il flusso di massa di sostanze inquinanti nelle emissioni che non devono essere superati

Fattore di emissione: Rapporto tra massa di sostanza inquinante emessa e unità di misura specifica di prodotto o di servizio

Concentrazione: Rapporto tra massa di sostanza inquinante emessa e volume dell'effluente gassoso (es. mg/Nm³)

Flusso di massa: Massa di sostanza emessa nell'unità di tempo (es. kg/h o g/h)

Soglia di rilevanza dell'emissione: Flusso di massa, per singolo inquinante, misurato a monte di eventuali sistemi di abbattimento e nelle condizioni di esercizio più gravose dell'impianto, al di sotto del quale non si applicano i valori limite di emissione

Le definizioni sopra citate sono riportate sul D. Lgs. 3.04.2006 n° 152 e sulla Direttiva 96/61/CE del Consiglio Europeo.

AMIS: Acronimo di impianto di Abbattimento del Mercurio e dell'Idrogeno Solforato, impianto per la riduzione delle emissioni di mercurio e acido solfidrico dei gas incondensabili

Il funzionamento dell'impianto si basa essenzialmente su tre step successivi:

- la rimozione del mercurio presente nella corrente gassosa mediante adsorbimento su un letto fisso di sorbente specifico, con rendimenti di oltre il 99%;
- la successiva conversione dell'H₂S a SO₂ mediante reazione di ossidazione selettiva ottenuta a bassa temperatura su letto catalitico;
- l'assorbimento dell'anidride solforosa con acqua geotermica, grazie ai composti alcalini in essa naturalmente presenti, in una colonna a riempimento.

MTD: Migliori Tecniche Disponibili, riguardano la definizione delle caratteristiche tecniche e dei criteri di utilizzo delle migliori tecniche e metodiche disponibili per la riduzione dell'inquinamento atmosferico

PRRM: Piano Regionale di Risanamento e Mantenimento della qualità dell'aria con Delibera del Consiglio Regionale n°44 del 25/6/08

OMS-WHO: Organizzazione Mondiale della Sanità o World Health Organization, agenzia specializzata dell'ONU per la salute.

OMISSIS

Per la lettura integrale dell'allegato A, si veda il link

http://www.regione.toscana.it/bancadati/atti/Contenuto.xml?id=204106&nomeFile=Delibera_n.344_del_22-03-2010-Allegato-A

4° di copertina

Gli effetti sulla salute della geotermia toscana

Né rinnovabile, né sostenibile, ma sorretta da enormi contributi pubblici

Riassunto dei cinque studi epidemiologici coordinati da ARS tra il 2010 e il 2016

Questo “riassunto”, con molte citazioni testuali, ha lo scopo di portare a conoscenza di tante persone e movimenti in più gli studi epidemiologici svolti dalla Regione Toscana tra il 2010 e il 2016, finanziati da Enel. Tra affermazioni e negazioni, tra studi e aggiornamenti che modificano i dati di riferimento (gli anni di riferimento su cui si confrontano i decessi in eccesso), e soprattutto letture tranquillizzanti, la Regione punta a minimizzare gli effetti sulla salute della geotermia, nel momento in cui si trova ad autorizzare progetti geotermici che moltiplicherebbero per otto i territori asserviti a questa attività né sostenibile né rinnovabile. Beneficiari di questa manipolazione l’Enel - che in Toscana ha la sua vetrina geotermica sul mondo – e diversi altri “imprenditori”, come Sorgenia e Magma, che puntano a mettere le mani su questa torta succulenta quanto inquinante. Il lavoro ha anche lo scopo, secondario, di riequilibrare lo scompenso di attenzione, sia delle istituzioni, sia dei movimenti sull’area amiatina, rispetto a quella tradizionale di Larderello, ormai giudicata assuefatta, quindi quasi dimenticata.

“Per l’area Nord, il Comune di Pomarance presenta modesti eccessi di mortalità per disturbi circolatori dell’encefalo nelle femmine (+ 45%, con 75 osservati e 52 attesi nei sette anni) e per tumori linfoematopoietici nei maschi (+ 83%, 14 osservati e 8 attesi), confermati anche da eccessi di ricoveri per leucemie nelle femmine e mielomi nei maschi, difficilmente riconducibili a fattori eziologici noti, ma per i quali un ruolo ambientale non può essere escluso del tutto.” (Studio epidemiologico sulle aree geotermiche 2010 di ARS Pag 19 di 25 della Sintesi)