

La geotermia in Toscana e le reti di biomonitoraggio mediante licheni epifiti

Luisa Frati, Giorgio Brunialti

TerraData srl environmetrics, Spin-off dell'Università di Siena

Negli ultimi decenni, gli Enti di controllo hanno ampiamente prescritto studi di biomonitoraggio di vari comparti ambientali per ottenere informazioni sull'impatto dello sfruttamento della geotermia in Toscana.

Per quanto riguarda gli effetti delle potenziali ricadute delle emissioni geotermiche sul comparto atmosferico, i metodi di biomonitoraggio adottati riguardano il rilevamento dell'Indice di Biodiversità Lichenica (ANPA, 2001) e il bioaccumulo di elementi in traccia mediante licheni (Nimis & Bargagli, 1999).

Questo breve articolo è pensato per fornire un quadro conoscitivo della geotermia in Toscana e dei suoi recenti sviluppi e di presentare il sistema di biomonitoraggio mediante licheni esteso al territorio geotermico, con particolare riferimento agli ultimi dieci anni di attività.

La geotermia in Toscana

La geotermia produce in Toscana più di 5 miliardi e mezzo di KWh annui, pari al 27% del fabbisogno energetico regionale e corrispondenti al consumo medio annuo di oltre due milioni di famiglie. Questo permette un risparmio di 1,1 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio. Inoltre, la geotermia fornisce calore utile a riscaldare circa 9.500 utenti, nonché caseifici e 28,5 ettari di serre, e ad alimentare un'importante filiera agricola, gastronomica e turistica (Bonelli *et al.*, 2015).

L'attività di sfruttamento delle risorse geotermiche della Toscana insiste su un territorio che complessivamente comprende sedici comuni. L'Area Nord (Larderello, Travale) si estende su una superficie di 1.056 km², mentre l'Area Sud (Amiata) presenta un'estensione di 688 km² (Bonelli *et al.*, 2015).

Ad oggi sono presenti sul territorio toscano 34 centrali geotermiche, per un totale di 37 gruppi di produzione distribuiti tra le province di Pisa, Siena e Grosseto (Tabella 1). Ulteriori centrali sono in fase di progettazione e le attività di rinnovamento e potenziamento previste per gli impianti esistenti dovranno essere sottoposte a regolare attività di monitoraggio (www.enelgreenpower.com).

Tabella 1. Numero di centrali geotermiche, con la relativa potenza (MW) e loro distribuzione in Toscana. Fonte: www.enelgreenpower.com

Provincia	Comune	Impianti (n)	Potenza (MW)
Grosseto	Monterotondo	5	67,6
	Marittimo		
	Montieri	2	51,9
	Santa Fiora	4	56,8
Siena	Radicondoli	6	135,6
	Chiusdino	1	18,5
	Piancastagnaio	3	57,6
Pisa	Castelnuovo Val di	7	102
	Cecina		
	Monteverdi	2	32,2
	Pomarance	7	247
<i>Totale</i>		37	769,2

La nuova legge sulla geotermia

Nel febbraio 2019 è stata approvata la legge sulla geotermia 2.0, che si propone di ridurre l'impatto ambientale e paesaggistico delle nuove centrali energetiche. Il provvedimento impone di ridurre al massimo le emissioni in atmosfera (prevalentemente ammoniaca, mercurio, acido solforico e boro) mediante l'adozione di Abbattitori di Mercurio e Idrogeno Solforato (AMIS) e di favorire il recupero del calore e dell'anidride carbonica, in una logica di economia circolare (www.rinnovabili.it).

In questo quadro è, perciò, evidente l'esigenza da un lato di monitorare in continuo le emissioni degli impianti e dall'altro di monitorarne le ricadute e/o gli effetti su organismi sensibili mediante tecniche di biomonitoraggio.

La prima attività viene svolta regolarmente da ARPAT, mentre la seconda è regolamentata da una serie di prescrizioni che disciplinano lo svolgimento di indagini di monitoraggio biologico a cadenza regolare da svolgersi nei territori circostanti gli impianti.

L'attuale sistema di biomonitoraggio mediante licheni

Pur non essendo contestualizzate in un unico disegno sperimentale, le singole reti di biomonitoraggio allestite e rilevate nell'ultimo decennio, afferiscono al sistema di campionamento previsto dalla rete nazionale individuata dal Manuale ANPA IBL Indice di Biodiversità Lichenica (ANPA, 2001). Le reti presentano densità campionarie variabili con maglie di 6x6 km, 3x3 km e 1x1 km.

Allo stato attuale, ogni qualvolta viene operata una modifica al quadro emissivo (es. costruzione o ampliamento di una centrale), sono previsti l'allestimento e il rilevamento di una nuova rete di biomonitoraggio progettata *ad hoc* nel

territorio circostante l'intervento, con un approccio *ante-post*. Dopo la prima indagine, normalmente la prescrizione prevede la ripetizione dei rilievi ogni 3-4 anni, fino ad un massimo di 9-10 anni.

Dal 2009 ad oggi sono state svolte complessivamente 11 indagini, insistenti su quattro reti di biomonitoraggio (Figura 1), tre delle quali comprese nel territorio geotermico cosiddetto 'tradizionale' (Area Nord: reti di Sasso Pisano, Chiusdino e Monterotondo Marittimo) e una nell'Area Sud (Amiata: rete di Santa Fiora).

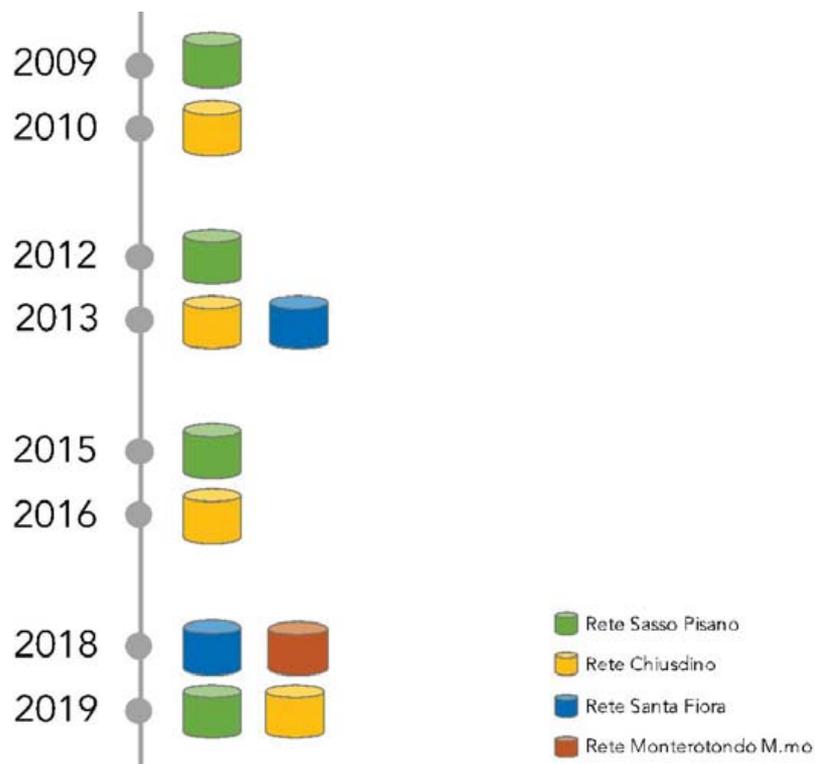


Figura 1. Schema della tempistica di svolgimento delle indagini annuali di ciascuna rete di biomonitoraggio.

Ciascuna rete è costituita da un minimo di 14 a un massimo di 27 stazioni di bioindicazione, per un totale di 280 alberi appartenenti principalmente al genere *Quercus* (Tabella 2). In alcune stazioni dell'area amiatina sono stati rilevati anche esemplari di castagno. Per quanto riguarda il bioaccumulo mediante licheni nativi, le reti sono costituite da un minimo di 14 ad un massimo di 41 stazioni, e prevedono nella maggior parte dei casi la raccolta di campioni di *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale. In alcune stazioni della rete di Santa Fiora è prevista la raccolta di campioni di *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. In tutti i casi sono analizzati elementi legati alle emissioni geotermiche, quali As, B, Hg, Sb, oltre agli elementi terrigeni (Al, Ti) che sono utilizzati per il calcolo del fattore di arricchimento.

Tabella 2. Statistiche descrittive relative alle reti di biomonitoraggio. Per ciascuna rete sono riportati il numero di indagini svolte negli ultimi dieci anni, il numero di stazioni di bioindicazione e bioaccumulo svolte, nonché il numero e la specie di alberi rilevati (IBL) e la specie target e gli elementi analizzati (bioaccumulo).

Rete di biomonitoraggio	N. indagini	IBL			Bioaccumulo		
		N. stazioni	N. alberi	Specie arboree ¹	N. stazioni	Specie target ²	Elementi analizzati
Sasso Pisano	4	24	71	<i>Qp, Qc</i>	19	<i>Fc</i>	
Chiusdino	4	22	86	<i>Qp, Qc</i>	23	<i>Fc</i>	Al, As, B, Hg, Sb, Ti
Santa Fiora	2	27	82	<i>Qp, Qc, Cs</i>	41	<i>Fc, Xp</i>	
Monterotondo Marittimo	1	14	41	<i>Qp, Qc</i>	14	<i>Fc</i>	

¹Qp: *Quercus pubescens*; Qc: *Quercus cerris*; Cs: *Castanea sativa*

²Fc: *Flavoparmelia caperata*; Xp: *Xanthoria parietina*

A nostro avviso, l'insieme di queste reti impostate sullo schema del manuale ANPA (2001) rappresenta un importante esempio di territorio vasto monitorato regolarmente nel quadro nazionale.

Infatti, nonostante il manuale ANPA (2001) auspichi il rilevamento periodico di una rete nazionale con densità di campionamento di una stazione ogni 18 km, sono poche le realtà che ad oggi abbiano adottato questo approccio in maniera sistematica nell'ambito di programmi progettati per fornire informazioni nel medio-lungo periodo, a parte le reti allestite nei territori circostanti le principali fonti puntiformi nazionali (centrali elettriche, inceneritori, acciaierie).

Inoltre, le informazioni raccolte da queste reti costituiscono un'interessante base di dati per isolare gli effetti sui licheni di una determinata attività industriale rispetto ad altre fonti inquinanti (es. traffico veicolare, altre fonti puntiformi di emissione). Questo perché, in deroga a quanto succede per la maggior parte degli altri impianti industriali, le centrali geotermiche risultano distribuite in aree remote. Infatti, queste reti si estendono su un territorio collinare e montano, con una netta predominanza di aree boschive o di pascoli, con una densità abitativa molto contenuta.

Bibliografia

- ANPA, 2001. I.B.L. Indice di biodiversità lichenica. ANPA Manuali e Linee guida 2/2001:185.
- Bonelli F., Caporali A., Cappellini D., 2015. Un viaggio in Toscana. La via della geotermia dalla Val di Cecina all'Amiata. Edizioni Effigi, Arcidosso (GR). ISBN 978-88-6433-535-3.