

CONGRESSO NAZIONALE dei GEOLOGI ITALIANI

NAPOLI 28 - 29 - 30 APRILE 2016

La geologia che verrà il mercato, l'università e le proposte di legge

Tavolo

Geoscambio ed energie rinnovabili delle componenti acque, suolo e sottosuolo

Gabriele CESARI (Coordinatore), Ordine dei Geologi Emilia Romagna

Davide BOLOGNINI, Ordine dei Geologi Valle d'Aosta

Fabrizio CAMBURANO, Ordine dei Geologi Piemonte

Antonio CUBITO, Ordine dei Geologi Sicilia

Tommaso MASCETTI, Consiglio Nazionale dei Geologi

Stefano PATERNOSTER, Ordine dei Geologi Trentino Alto Adige

Filippo PISCAGLIA, Ordine dei Geologi Marche

Roberto SPALVIERI, Ordine dei Geologi Lazio

Franco VIOLÒ, Consiglio Nazionale dei Geologi

1. Premessa e scopo del lavoro

(a cura di Gabriele Cesari, Franco Violo e Tommaso Mascetti)

La sfida dello sviluppo sostenibile e del contrasto ai cambiamenti climatici è ormai fattore centrale nel dibattito politico ed economico del nostro Paese, oltre che della comunità internazionale. Lo testimoniano in modo lampante due importanti avvenimenti degli ultimi mesi: la pubblicazione dell'Enciclica "Laudato si" di Papa Francesco (maggio '15) e la Conferenza COP21 di Parigi (Novembre '15). Pur avendo ambiti di riferimento e finalità molto differenti i due eventi convergono sulla esigenza di porre in atto in modo deciso azioni e strategie per contrastare il degrado ambientale del pianeta, degrado che la comunità scientifica ritiene - almeno in parte - conseguente alle attività antropiche climalteranti. E' chiaro a tutti oramai che occorre ridurre decisamente le emissioni (in particolare di CO₂) ed operare una rapida transazione da un'economia incentrata su risorse energetiche di tipo fossile ad un mix di fonti energetiche, favorendo in modo particolare quelle di tipo rinnovabile e sostenibile (sapendo che l'abbinamento tra le due categorie non è sempre automatico).

In questo contesto la Geotermia - intesa in senso ampio come risorsa energetica presente nel sottosuolo sotto forma di fluidi geotermici a differente grado di entalpia o come serbatoio di calore immagazzinato nel terreno e nelle acque sotterranee - rappresenta una tra le fonti energetiche più promettenti, perché sostanzialmente disponibile sempre ed ovunque, pur con caratteristiche diverse nei differenti contesti geologici. Se riflettiamo bene sulle politiche geoenergetiche internazionali, le caratteristiche temporali ("sempre") e spaziali ("ovunque") sono caratteristiche non di poco conto, che forse nessun'altra risorsa energetica può vantare! L'energia geotermica è proprio lì dove e quando c'è il fabbisogno energetico, si tratta solo di caratterizzarla e di realizzarne un sistema di utilizzo adeguato al fabbisogno ed alla risorsa.

Questa considerazione fa capire bene l'importanza e la preferenza che i geologi danno alla geotermia, non solo perché intravedono in essa una concreta opportunità di nuovi sbocchi professionali, ma per il contributo solido che certamente essa potrà fornire allo sviluppo sostenibile delle città del futuro. Molti esempi virtuosi già realizzati permettono di sperimentare il beneficio ambientale ed economico di questa tecnologia e di immaginare l'entità del contributo della geotermia se solo fosse messa nelle condizioni di esprimere a pieno il suo potenziale, la qual cosa - come vedremo - è ancora lontana dall'avverarsi.

La prima difficoltà che si incontra parlando di Geotermia è la mancanza di una adeguata conoscenza di questa risorsa, spesso associata esclusivamente agli impianti geotermoelettrici ovvero impianti di produzione di energia elettrica mediante trasformazione dell'energia ad alta entalpia contenuta nei fluidi geotermici di particolari contesti geostrutturali. E' il caso di Larderello e del Monte Amiata nel Sud della Toscana, zona che ha visto il primo esperimento di utilizzo della risorsa all'inizio del XX secolo e che a partire dalla seconda metà del secolo scorso ha dato il via al settore dell'energia geotermica nel mondo, settore in cui la tecnologia italiana è ancora all'avanguardia. Forse la nostra grandezza relativamente agli impianti geotermoelettrici ha rappresentato un limite allo sviluppo di altri utilizzi geotermici, impedendo negli scorsi decenni la capacità di valorizzare le numerosissime regioni italiane in cui è presente una risorsa geotermica a media entalpia (con poche eccezioni come quella del teleriscaldamento di Ferrara) e non riconoscendo il grande potenziale di sviluppo derivante dalle pompe di calore geotermiche per quanto riguarda la bassa-bassissima entalpia.

Anche in virtù di queste considerazioni lo scopo principale del Tavolo "*Geoscambio ed energie rinnovabili delle componenti acque, suolo e sottosuolo*" è stato quello di evidenziare il fondamentale contributo della geologia, a partire dalla conoscenza delle risorse del sottosuolo e della fragilità dei territori, per fornire una base razionale alle scelte strategiche di tipo energetico. I geologi sono convinti che questo sia l'approccio corretto per delineare uno scenario sostenibile per il nostro paese, per evitare di assistere ancora alla realizzazione di opere inadeguate o ad elevato impatto ambientale.

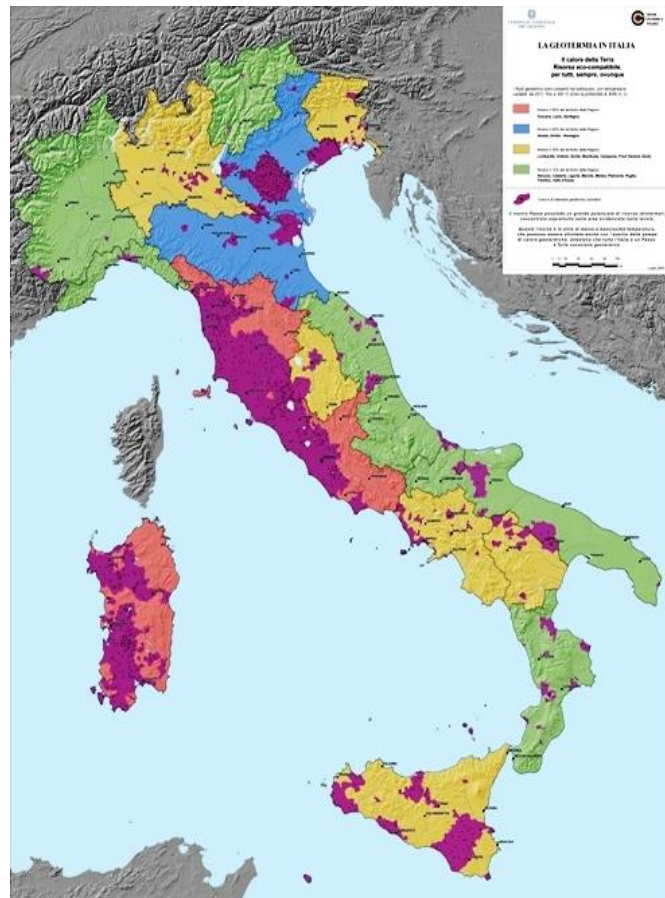
Il lavoro del tavolo ha riguardato quasi esclusivamente il segmento “più freddo” della geotermia, ossia quello degli impianti di geoscambio per la climatizzazione degli edifici mediante utilizzo di pompe di calore geotermiche. E’ questa la tecnologia che ha il maggiore margine di crescita sia per la possibilità di essere realizzata in tutti i territori, sia per la notevole flessibilità di applicazione (dal residenziale al terziario, dal singolo edificio al sistema a rete per la climatizzazione di interi quartieri o città). Tuttavia, il tema della pianificazione energetica e della definizione della propensione agli usi delle risorse energetiche del sottosuolo dei vari territori ha fatto emergere l’importanza di considerare le potenzialità di applicazione derivanti dalla presenza di risorse geotermiche a bassa – medio/bassa entalpia, presenti in modo diffuso in molte regioni italiane (generalmente associate a località termali calde).

Nella convinzione che l’approccio sopra descritto rappresenti un contributo positivo allo sviluppo di un segmento di mercato virtuoso come quello degli impianti geotermici con pompe di calore, il Tavolo ha avviato un confronto costante con la Piattaforma Italiana Geoscambio¹. Ne è emersa una sostanziale condivisione di posizione in merito alle criticità ed alle esigenze per il rilancio del settore, riassumibili nelle seguenti necessità:

- divulgare la tecnologia ed i casi di corretta applicazione;
- completare ed uniformare il quadro di riferimento legislativo;
- necessità di politiche incentivanti o penalizzanti i sistemi meno virtuosi;
- definire responsabilità, competenze, formazione/qualifica di progettisti ed installatori.

Anche per perseguire queste finalità si ritiene necessario promuovere la Piattaforma Italiana Geoscambio – che opera sotto il coordinamento operativo del Consiglio Nazionale dei Geologi – ed operare perché le Istituzioni nazionali (Ministeri) e regionali riconoscano in essa l’interlocutore unitario di riferimento che raggruppa gli Stakeholders del settore.

Il presente documento intende fornire la rappresentazione dello stato dell’arte del settore (con riferimento agli aspetti normativi, alla consistenza del mercato, alla presentazione di casi reali di corretta applicazione, alla sintesi degli strumenti incentivanti disponibili) e l’indicazione dei requisiti minimi per gli studi geologici (con riferimento alla pianificazione energetica, alla progettazione, DL e monitoraggio dei sistemi di geoscambio ed alla caratterizzazione termica dei terreni). Infine, il documento riassume le criticità e le proposte per il rilancio di un segmento importante del mercato energetico che finora non ha trovato il giusto spazio e che può costituire un volano di ripresa economica per la filiera delle figure professionali (geologi in primis), dei produttori e delle imprese specializzate del settore, filiera principalmente italiana, garantendo nel contempo benefici ambientali.



“La geotermia in Italia: Il calore della terra: risorsa ecocompatibile, per tutti, sempre e ovunque”. (CNG e UGI, luglio 2006)

¹Raggruppamento di Enti ed Associazioni che si occupano di impianti di climatizzazione mediante pompe di calore geotermiche. Ad oggi aderiscono alla Piattaforma le seguenti Associazioni: Anipa, Anim, Anighp, Anisig, Finco, CNG, CNPI, UGI, Aicarr, Enea, Airu,

2. Stato dell'arte del settore geotermia/geoscambio: il quadro normativo nazionale/regionale, il mercato degli impianti geotermici con pompe di calore

(a cura di Fabrizio Cambursano e Roberto Spalvieri)

La Normativa quadro a livello nazionale di riferimento per il comparto del geoscambio è il DECRETO LEGISLATIVO 11 FEBBRAIO 2010, N. 22- Riassetto della normativa in materia di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche e il DECRETO LEGISLATIVO 3 MARZO 2011, N. 28 - Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica esuccessiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE. A tale quadro vanno affiancate le seguenti Norme UNI di settore, specifiche per Sistemi geotermici a pompa di calore:

- UNI 11466-2012- requisiti per il dimensionamento e la progettazione
- UNI 11467-2012- requisiti per l'installazione
- UNI 11468-2012- requisiti ambientali
- UNI 11517-2013- requisiti per la qualificazione delle imprese che realizzano scambiatori di calore

Il comma 4, dell'art. 7 del decreto legislativo del 3 marzo 2011, n. 28, prevede che il Ministro dello sviluppo economico, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare e con il Ministro delle infrastrutture e dei trasporti, di intesa con la Conferenza Unificata emani un decreto volto a stabilire le prescrizioni per la posa in opera degli impianti di produzione di calore da risorsa geotermica, ovvero sonde geotermiche, destinati al riscaldamento e alla climatizzazione di edifici, e i casi in cui si applica la procedura abilitativa semplificata di cui all'art. 6 dello stesso decreto 28/2011.

La Bozza del Decreto (meglio noto come Decreto Posa Sonde) circola da tempo nei Tavoli Tecnici di lavoro e, secondo indiscrezioni, risulterebbe in fase di emanazione da parte del MiSE (Ministero dello Sviluppo Economico).

Quadro di riferimento normativo regionale



Stima volumi di mercato su scala regionale

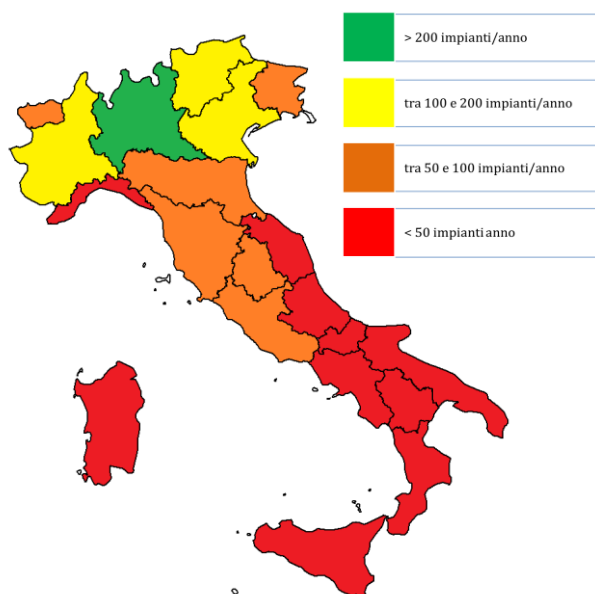


Figura 2 - Sintesi dei dati raccolti dal gruppo di lavoro delle Commissioni Geotermia degli OORR e del CNG - Anno 2015, aggiornamento 2016

La figura 2 della pagina precedente riassume i risultati della ricognizione normativa-mercato svolta dal Tavolo Geotermico del Congresso anche sulla base dei questionari compilati nel 2015 dalle Commissioni Geotermia degli OORR. Dal punto di vista normativo la ricognizione ha messo in luce un quadro disomogeneo, caratterizzato sostanzialmente da elementi peculiari e contraddittori. Sono emerse realtà contrapposte, ed in particolare:

- 1) assenza diffusa di normativa specifica (per gran parte delle Regioni Italiane);
- 2) normative eccessivamente capillari e dispersive (come ad esempio il caso del Veneto dove ogni provincia ha la sua normativa, oltre ad una norma guida sul piano di tutela delle acque a livello Regionale);
- 3) norme poco chiare e non specifiche (ad esempio la Calabria con la L.R. n°40/2009 sulle attività estrattive e relativo Regolamento Regionale n°3/2011, oppure la Regione Campania con la L.R. n°8/2008 e il D.P.G.R. n°95/2010);
- 4) norme che non coprono l'intero spettro dei sistemi applicativi di geotermia a bassa entalpia (come nel caso della D.G.R. n°386/2010 della Regione Umbria);
- 5) esempi virtuosi (La Lombardia e di recente il Lazio);
- 6) esempi tardivi (il Piemonte, con la recente pubblicazione di Linee Guida)

L'esempio della Regione Lombardia rimane ad oggi l'unico e collaudato riferimento disponibile per rendere chiare e trasparenti le procedure autorizzative, gli aspetti tecnico progettuali e le specifiche competenze a tutti coloro che operano nel settore. Con l'istituzione del Registro Sonde Geotermiche (Regolamento Regionale Lombardia 15 FEBBRAIO 2010 N. 7) è possibile conoscere in tempo reale, connettendovi al sito <http://www.rinnovabililombardia.it>, molteplici indicatori, tra i quali:

- numero di pratiche registrate e loro ubicazione georeferenziata
- potenza di riscaldamento e raffrescamento - valore medio e valore assoluto
- tipologia di servizio coperto dall'impianto termico
- tipologia d'intervento connesso alla realizzazione dell'impianto
- tipologia di utenza servita (pubblica o privata) e sua destinazione urbanistica
- tipologia di servizio reso rispetto alla tipologia di utenza servita (residenziale o commerciale/terziario o industriale)
- numero di sonde installate per impianto: distribuzione per classe di numerosità sonde.

A fine marzo 2016 si contavano circa 1000 pratiche registrate.

La recente normativa della Regione Lazio (proposta di Legge n. 256/2015 approvata dal Consiglio Regionale il 23 marzo 2016) ha introdotto alcune novità virtuose, tra le quali si evidenziano:

- la possibilità di individuare risorse per incentivare la diffusione e l'installazione degli impianti nell'ambito della programmazione 2014-2020 dei fondi strutturali comunitari;
- la classificazione degli impianti geotermici a seconda della sorgente termica utilizzata;
- la certificazione/collauda di fine lavori, in riferimento a tutte le componenti impiantistiche e al geoscambiatore;
- l'istituzione, presso la struttura regionale competente in materia, della banca dati degli impianti geotermici ("Registro regionale degli impianti geotermici" - Rig).

La Regione Lazio, inoltre, provvederà alla stesura dei regolamenti attuativi ed integrativi entro 120 giorni dall'approvazione della legge, nonché alla redazione della "Carta idro-geo-termica regionale". L'installazione degli impianti geotermici sarà vietata nelle aree di rispetto delle risorse idropotabili, nelle aree critiche per i prelievi idrici (preclusione riservata ai soli sistemi a circuito aperto) e nelle aree sottoposte a vincoli relativi al rischio di dissesto.

Con Determinazione Dirigenziale n. 66 del 3 marzo 2016 il Piemonte si è recentemente è dotato di Linee Guida (www.regione.piemonte.it/ambiente/acqua/atti_doc_adempimenti.htm) per l'istallazione e la gestione delle sonde geotermiche. I contenuti delle linee guida sono in parte condivisibili ma contengono degli elementi in contrasto con le indicazioni generali derivanti dalle Leggi quadro e in difformità con i principi che hanno ispirato i testi delle normative della Lombardia e del Lazio. Non si fa cenno al registro regionale delle sonde geotermiche.

L'assenza dei Registri sonde geotermiche Regionali (ad eccezione di quello della Lombardia) e di un censimento coordinato a livello Nazionale non permette di conoscere in dettaglio lo sviluppo e lo stato dell'arte del mercato del geoscambio in Italia. Il dato stimato da EurObserv'ER a fine 2009 era di circa 12.000 impianti in pompa di calore installati (probabilmente compreso le pompe di calore ad aria). Relativamente alle sole PdC geotermiche, secondo la medesima fonte, nel 2010 ne sarebbero state installate circa 360 e negli anni 2011 - 2012 circa 1.000 all'anno (dato tutto sommato coerente con le stime fornite dagli operatori di settore e dalle Commissioni Geotermiche degli OORR).

Si può commentare il risultato emerso dal censimento degli OORR - sebbene eseguito su dati stimati e non misurati - evidenziando come lo sviluppo della tecnologia delle pompe di calore geotermiche dipenda anzitutto dalla presenza di un quadro normativo di riferimento esaustivo e semplificato e - solo secondariamente - da aspetti di natura economico-geografica.

Il Tavolo Geotermia del CNG, di concerto con la Piattaforma Geotermica, lavorerà nei prossimi mesi con l'obiettivo di uniformare a livello nazionale, fermo restando le specificità locali di ogni singola Regione, gli aspetti normativo-procedurali, operativi e di monitoraggio del variegato mondo del geoscambio in Italia. Si cercherà di rispondere ad una richiesta comunemente avanzata dagli operatori del settore e anche dagli Organi Istituzionali locali: avere norme semplici, chiare e d'immediata applicazione, scevre da ostacoli burocratici ed egoismi e campanilismi locali, nel più assoluto rispetto dell'ambiente e del territorio, nella piena salvaguardia delle risorse idriche pregiate. Come insegna l'esempio virtuoso della Lombardia, laddove le norme esistono, sono chiare e attuabili con semplicità, l'applicazione del geoscambio cresce in modo rilevante, trasparente e monitorabile

3. La geotermia nel Piano Azioni Nazionali (PAN) e nella Strategia Energetica Nazionale (SEN)

(a cura di Gabriele Cesari)

Il "Piano di azione nazionale per le energie rinnovabili dell'Italia" (cosiddetto PAN) redatto a giugno 2010 evidenzia lo stato dell'arte, nel nostro paese, per quanto riguarda il consumo finale lordo di energia ed il contributo alla produzione energetica delle diverse fonti. Il Piano delinea gli scenari di possibile evoluzione nel periodo 2010-2020 indicando le linee di azione programmatiche per il contenimento del fabbisogno di energia primaria ed il potenziamento della produzione da fonti rinnovabili. Con riferimento al consumo energetico lordo il PAN prevedeva uno scenario inerziale con incremento del fabbisogno complessivo da 133 MTep nel 2010 a 145 MTep nel 2020, incremento pressoché annullato dallo scenario attuale caratterizzato da una crisi economica che ha interrotto la crescita della produzione e da un efficientamento energetico degli edifici che ormai si estende su vasta scala nel nostro paese. Attraverso le azioni previste dal PAN, riconducibili principalmente:

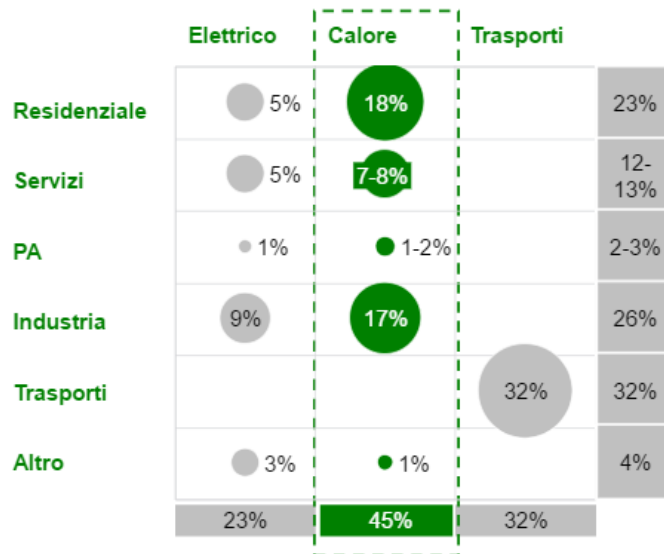
- all'incremento dell'incentivazione delle fonti energetiche rinnovabili;
- all'efficientamento energetico;

ci si attendeva un sostanziale incremento del contributo percentuale delle fonti energetiche rinnovabili rispetto al dato misurato nel 2005 (risparmio di 6,9 MTep ovvero circa il 5% del fabbisogno energetico lordo) per giungere all'obiettivo del 17% fissato dalla Comunità Europea per il 2020.

Questi gli obiettivi che il PAN definiva prioritari per la promozione delle rinnovabili: sicurezza dell'approvvigionamento energetico, riduzione dei costi dell'energia per le imprese e i cittadini, promozione di filiere tecnologiche innovative, tutela ambientale (riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti), e quindi, in definitiva, sviluppo sostenibile. Dopo oltre 5 anni dall'adozione del PAN ed in considerazione dei risultati ottenuti (vedi oltre) viene da chiedersi se le azioni incentivanti introdotte avessero realmente questi obiettivi.

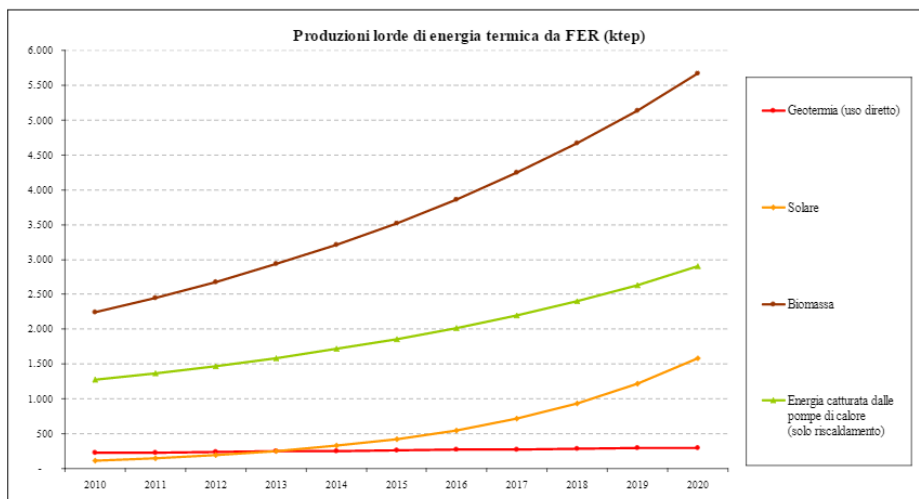
Successivamente nel 2012 veniva pubblicata la Strategia Energetica Nazionale (cosiddetta SEN) che indicava 7 azioni prioritarie per il raggiungimento degli obiettivi energetici nazionali riconducibili a questi aspetti: minore dipendenza da fonti energetiche esterne, maggiore copertura energetica da fonti rinnovabili, sicurezza ed affidabilità impiantistica e delle reti. La SEN indica in modo chiaro la composizione del fabbisogno di consumo energetico finale lordo, composto per il 45% dal calore per il riscaldamento degli edifici (residenziali e/o industriali/terziario), per il 32% dai trasporti e per il restante 23% dagli altri usi elettrici.

1 I consumi termici rappresentano la quota maggiore dei consumi energetici del Paese, sia nel settore civile che per le imprese
 Consumi finali di energia 2010, % su consumi totali, stime



Fonte: Elaborazioni su dati B.E.N.

Tra le sette azioni prioritarie indicate dal SEN una riguarda l'efficientamento energetico degli edifici (che ha rilevanza sul fabbisogno di calore per il riscaldamento), mentre un'altra azione riguarda l'incentivazione delle fonti rinnovabili. Dalla lettura attenta del SEN emerge una evidente sproporzione tra l'attenzione data allo sviluppo delle Fonti Energetiche Rinnovabili di tipo elettrico (con incentivazione di circa 12 miliardi di euro all'anno) e quella data allo sviluppo delle Fonti energetiche rinnovabili di tipo termico (a cui solo recentemente - con l'introduzione del Conto Termico 2.0 - sono assegnate risorse per circa 900 milioni di euro/anno). Da stime effettuate risulta che a parità di energia rinnovabile prodotta (misurata in Tep) l'incentivo assegnato agli impianti fotovoltaici è notevolmente superiore (da 5 a 10 volte) di quello dato alla tecnologia delle pompe di calore (sia aereotermiche che geotermiche).



Per il settore termico manca il censimento degli impianti che consenta di ottenere un dato solido relativo al monitoraggio della produzione (sia iniziale che per gli anni successivi), ma in ogni caso l'obiettivo del SEN appare poco ambizioso, pari a circa 11 MTep al 2020, se si considera la reale potenzialità di crescita di tali tecnologie che - già agli inizi degli anni 2000 - erano in grado di competere con le soluzioni tradizionali di riscaldamento/raffrescamento anche senza specifiche misure incentivanti, a differenza delle fonti rinnovabili elettriche. Inoltre, il SEN considera solo al secondo posto le pompe di calore, dà notevolmente più importanza alle biomasse e trascura quasi completamente il geotermico diretto, attualmente sfruttato in pochi impianti di teleriscaldamento esistenti, come a Ferrara o come quello recentemente realizzato a Grado.

	2010			2014		
	Mtep	%		Mtep	%	
Disponibilità energia in Italia						
Carbone (produzione interna)	0,78	0,4%	8,0%	0,35	0,2%	7,3%
Carbone (importazione)	14,17	7,5%		13,34	7,1%	
Gas (produzione interna)	6,89	3,7%	36,2%	5,86	3,1%	27,0%
Gas (importazione)	61,17	32,6%		44,85	23,9%	
Petrolio (produzione interna)	5,08	2,7%	38,5%	5,76	3,1%	30,5%
Petrolio (importazione)	67,13	35,7%		51,51	27,4%	
Rinnovabili (produzione interna)	21,15	11,3%	12,2%	32,6	17,4%	18,5%
Rinnovabili (importazione)	1,7	0,9%		2,07	1,1%	
Import elettricità	9,71	5,2%	5,2%	9,62	5,1%	5,1%
	187,78			165,96		
Impieghi finali di energia						
Gas per riscaldamento civile	27,78	20,0%		21,02	15,2%	
Gas per riscaldamento/processo industria	12,81	9,2%	35,5%	11,87	8,6%	28,7%
Oil per riscaldamento/processo industria	4,79	3,5%		3,98	2,9%	
Carbone per riscaldamento/processo industria	3,86	2,8%		2,85	2,1%	
Trasporti (idrocarburi oil)	39,5	28,5%		35,33	25,5%	
Trasporti (gas)	0,7	0,5%	30,6%	0,86	0,6%	27,5%
Energia elettrica per trasporti	0,9	0,6%		0,9	0,6%	
Rinnovabili per trasporti	1,3	0,9%		1,03	0,7%	
Energia elettrica per industria	10,46	7,5%	17,6%	9,2	6,6%	16,5%
Energia elettrica per civile	13,88	10,0%		13,65	9,8%	
Agricoltura	3,04	2,2%	2,2%	2,72	2,0%	2,0%
Petrolio per usi non energetici	7,71	5,6%	5,6%	5,3	3,8%	3,8%
Altri usi	11,85	8,6%	8,6%	11,06	8,0%	8,0%
Totale impieghi finali	138,58			119,77		
Perdite	49,2	26,2%		46,19	27,8%	
Rinnovabili settore elettrico						
Idraulico	3,73	63,0%		3,94	42,5%	
Eolico	0,76	12,8%		1,28	13,8%	
Solare FV	0,16	2,7%		1,92	20,7%	
Geotermia (el.)	0,46	7,8%		0,51	5,5%	
Bioenergie	0,81	13,7%		1,61	17,4%	
Totale rinnovabili elettriche	5,92			9,26		
Rinnovabili settore termico						
Geotermia (usi diretti)	0,14	1,4%		0,13	1,3%	
Solare termico	0,13	1,3%		0,18	1,8%	
Bioenergie	7,65	76,4%		7,04	70,3%	
Pompe di calore	2,09	20,9%		2,58	25,8%	
Totale rinnovabili termiche	10,01			9,93		

Energia da fonti rinnovabili in Italia e quota dei consumi finali lordi coperta da FER (Mtep)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015 (stime preliminari)
CONSUMI FINALI LORDI DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI (A)	17,36	16,51	19,62	20,74	20,25	21,14
SETTORE ELETTRICO	5,92	7,01	8,03	8,88	9,25	9,37
Idraulica (normalizzata)	3,73	3,78	3,80	3,87	3,94	3,94
Eolica (normalizzata)	0,76	0,88	1,07	1,21	1,28	1,31
Solare	0,16	0,93	1,62	1,86	1,92	1,96
Geotermica	0,46	0,49	0,48	0,49	0,51	0,53
Bioenergie	0,81	0,93	1,06	1,46	1,61	1,62
SETTORE TERMICO	10,02	8,10	10,23	10,60	9,93	10,59
Geotermica	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13
Solare termica	0,13	0,14	0,16	0,17	0,18	0,19
Bioenergie	7,65	5,55	7,52	7,78	7,04	7,69
Energia rinnovabile da pompe di calore	2,09	2,27	2,42	2,52	2,58	2,58
SETTORE TRASPORTI (biocarburanti)	1,42	1,40	1,37	1,25	1,06	1,18
CONSUMI FINALI LORDI (B)	133,32	128,21	127,05	123,86	118,60	122,21
ENERGIA ELETTRICA	28,48	28,70	28,31	27,48	26,80	27,11
PRODOTTI PETROLIFERI (compresi biocarburanti)	50,13	49,70	46,61	45,02	45,41	46,69
GAS NATURALE	38,50	35,53	35,45	35,22	30,90	32,60
CARBONE E PRODOTTI DERIVATI	2,91	3,41	3,32	2,37	2,48	2,08
FER PER RISCALDAMENTO, CALORE DERIVATO, RIFIUTI NON RINNOVABILI	13,30	10,87	13,37	13,77	13,01	13,73
OBBIETTIVO COMPLESSIVO NAZIONALE (A/B)	13,0%	12,9%	15,4%	16,7%	17,1%	17,3%

Fonte dati: BEN - Bilancio Energetico Nazionale (<http://dgsaie.mise.gov.it/dgerm/ben.asp>) per ripartizione rinnovabili: progetto SIMERI, sito www.gse.it (elaborazioni GSE su dati Terna)

Fonte dati: "Energie da fonti rinnovabili in Italia", dati preliminari 2015". GSE - Marzo '16

I dati sopra riportati evidenziano la variazione nella composizione del fabbisogno complessivo di energia in Italia dal 2010 al 2014, con una contrazione di circa 22 MTep che ha consentito una minore importazione di gas e petrolio dall'estero e che ha visto contemporaneamente un significativo aumento nella produzione elettrica da fonti energetiche rinnovabili. Osservando i dati del report "Energie da fonti rinnovabili in Italia" negli anni 2010-2015 si assiste ad un aumento di produzione elettrica da FER (che passano da 5,92 MTep a 9,37 MTep) come conseguenza delle ingenti misure incentivanti inserite nei "Conti Energia" e che ora gravano in modo rilevante sulle bollette energetiche di famiglie ed imprese. Parallelamente, per quanto riguarda le rinnovabili termiche l'aumento è decisamente più contenuto (si passa da 10,02 MTep del 2010 a 10,58 MTep del 2015, con un incremento significativo solamente delle pompe di calore). In questo caso l'unico dispositivo incentivante è quello della detrazione fiscale del 55% (ora EcoBonus 65%) che ha interessato esclusivamente la ristrutturazione o rifacimento di impianti. E' evidente che nel settore delle rinnovabili termiche il margine di manovra è decisamente maggiore di quanto fin qui

realizzato e si può intervenire con misure molto meno invasive (e pesanti per l'utente finale) in considerazione della maggiore convenienza economica di tali tecnologie.

4. Best practice

(a cura di Alberto Stella)

La mancanza di un quadro normativo chiaro ed univoco a livello nazionale, l'assenza di forme di incentivazione dedicate in via esclusiva alla geotermia, hanno fatto sì che, contrariamente a quanto avvenuto nei paesi a maggior grado di sviluppo dell'Unione Europea, in Italia la geotermia a bassa entalpia non abbia avuto uno sviluppo organico e sufficiente nel panorama delle energie rinnovabili. La scarsa diffusione della tecnologia non ha favorito quindi l'interesse del mercato, degli ordini professionali e dei tecnici progettisti ed installatori, contribuendo così al protrarsi dello stato embrionale del settore. A questo si aggiunga che la scarsa preparazione e l'improvvisazione, unita all'affacciarsi in questo settore di elementi provenienti da altri settori delle rinnovabili che iniziavano a respirare aria di crisi, in particolare dal fotovoltaico, hanno prodotto impianti che non erano progettati e realizzati secondo i principi della buona pratica.

Elemento distintivo degli impianti geotermici finalizzati alla climatizzazione è la multidisciplinarietà richiesta nella fase progettuale: occorre conoscere in modo adeguato il sito dal punto di vista geologico ed idrogeologico, dei vincoli urbanistici ed ambientali presenti, oltre alla parte termotecnica ed impiantistica in senso stretto. Tale richiesta di competenze provenienti da diversi settori ha portato a tentativi di semplificazione e standardizzazione con risultati talvolta disastrosi, che hanno rallentato ulteriormente la diffusione della tecnologia, alimentando anche false voci sulla effettiva efficacia e funzionalità degli impianti geotermici.

All'interno della nicchia di mercato che, nonostante tutto, a partire dal decennio scorso si è andata creando, si sono formati professionisti ed operatori che hanno messo a punto impianti che hanno pienamente soddisfatto e, spesso superato, quelle che erano le aspettative dell'investitore. Aspetto interessante e punto di forza, mai sufficientemente evidenziato, è che la filiera, intesa come progettazione, realizzazione del campo geotermico o dei pozzi di prelievo e di resa, produzione e sviluppo di materiali dedicati e di attrezzature per la perforazione, delle pompe di calore geotermiche, fino all'installazione della centrale termica è totalmente nazionale o di paesi dell'Unione Europea.

Gli impianti geotermici a bassa entalpia finalizzati alla climatizzazione fino ad ora realizzati in Italia coprono le taglie di potenza più diverse e sono a servizio di edifici residenziali, commerciali ed industriali con una buona diffusione sia nel settore privato che in quello pubblico. Le potenze termiche erogate vanno da oltre il MW per strutture commerciali o direzionali, fino ai pochi kW destinati all'utenza domestica singola. Come diffusione territoriale si registra decisamente una maggiore concentrazione nel centro nord del Paese, anche se negli ultimi anni al sud si sono realizzati molteplici impianti di taglia media a servizio di strutture pubbliche, attraverso l'utilizzo di fondi strutturali della UE finalizzati allo sviluppo.

L'evoluzione attesa, già sperimentata con successo in altri paesi, è la creazione di "distretti geotermici" con impianti integrati a servizio di utenze diverse in ambiti fortemente urbanizzati, le cosiddette *smart grid*, che permettono efficienze di sistema impensabili con gli impianti singoli.

Interessante, come si potrà apprezzare nella lista sottostante di casi "virtuosi", come siano impianti che ben si adattano ai diversi ambiti geologici ed antropici, potendo essere realizzati in ambiente montano come di pianura o costiero, in ambiti fortemente urbanizzati o in zone non servite da grandi reti infrastrutturali.

Si espone di seguito un breve elenco, a titolo puramente esemplificativo e non esaustivo, di casi ritenuti significativi per ubicazione, tipologia di impianto e per le varie taglie di potenza termica e frigorifera coperte.

Denominazione	Località	Tipologia impianto	Destinazione	Sorgente geotermica	Potenza erogata
Torre F.S. Garibaldi	Milano centro	Circuito aperto	Commerciale- Direzionale 15.600 mq	4 pozzi di presa 4 pozzi di resa	Termica 900 kW Frigorifera 1.650 kW
Via F. Filzi	Milano centro	Circuito aperto	Commerciale- Residenziale 15.000 mq	Pozzi	1.800 kW
Via Piranesi, 44	Milano	Circuito aperto	Residenziale 9.700 mq	Pozzi	Termica 454 kW Frigorifera 490 kW
Quartiere Bufalotta	Roma	Circuito chiuso	Residenziale 150 unità abitative	Sonde geotermiche	1.600 kW
Centri comm.li IKEA	Corsico (MI) Parma Rimini	Circuito chiuso	Commerciale	Sonde geotermiche	> 1.000 kW /cad.
Trafo del Frejus	Bardonecchia (TO)	Circuito chiuso	Direzionale	Sonde geotermiche profondità 300 m	450 kW
VV.F. Napoli	Napoli	Circuito chiuso	Direzionale	Sonde geotermiche	500 kW
Aeroporto Militare di Amendola	Amendola (FG)	Circuito chiuso	Direzionale	Sonde geotermiche	190 kW
C.so Vercelli	Milano centro	Circuito chiuso	Residenziale- Commerciale	Sonde geotermiche in spazi limitati	500 kW
Rifugio Pancheron 2.500 m s.l.m.	Cervinia (AO)	Circuito chiuso	Rifugio alpino	Sonde geotermiche	60 kW
Fondaco dei Tedeschi	Venezia centro (Rialto)	Circuito chiuso	Residenziale - Commerciale	Sonde geotermiche	350 kW
Citylife Ex Fiera Campionaria	Milano	Circuito aperto	Resid/com/ terziario 200.000 mq	Pozzi: 13 presa + 3 resa + corso d'acqua	12 MW
Cascina Merlata	Milano	Circuito aperto	Resid/com/ terziario 540.000 mq	Pozzi: 20 presa + 20 resa + corso d'acqua	15 MW
Via Rasario	Milano	Circuito aperto	Housing soc/resid. 25.000 mq	5 pozzi presa, 8 resa	1,8 MW
Pirelli Bicocca	Milano	Circuito aperto	Terziario/ricerca Pozzi di dewatering	5 pozzi presa, 6 resa	n.d.
Nuovo Ospedale Galeazzi	Milano	Circuito aperto	Ospedaliero - 154.000 mq	Pozzi: 7 presa + 8 resa + corso d'acqua	12 MW (50% fabbis.)
Museo Fondazione Prada	Milano	Circuito aperto	Complesso Museale - 39.000 mq	5 pozzi presa, 6 resa	2,5 MW

5. Incentivi e requisiti normativi a favore della geotermia

(a cura di Fabio Minchio)

Gli impianti in pompa di calore, siano esse elettriche come avviene nella maggioranza dei casi o ad assorbimento, ai sensi della Direttiva Europea 2009/28/UE (cosiddetta direttiva RES) e del relativo Decreto di attuazione D.M. 3 marzo 2011 n. 28 (c.d. Decreto Romani) fanno parte degli impianti alimentati da fonte rinnovabile e contribuiscono pertanto al raggiungimento degli obiettivi nazionali in tema di energia rinnovabile termica.

Le pompe di calore geotermiche sono una categoria specifica di pompe di calore che utilizza il terreno o l'acqua di falda come sorgente termica. Le pompe di calore sono una tecnologia efficiente che consente di conseguire importanti risparmi di energia primaria, grazie anche al fatto che utilizzando nella maggioranza dei casi energia elettrica, riescono ad ottimizzare l'energia primaria non rinnovabile effettivamente impiegata grazie al progressivo miglioramento del rendimento del sistema elettrico nazionale e all'aumento

contestuale della quota di energia elettrica rinnovabile prodotta a livello nazionale. Per questo motivo l'impiego di pompe di calore è supportato dalla legislazione attraverso strumenti di tipo diretto ed indiretto.

Nel caso di edifici di nuova costruzione o edifici soggetti a ristrutturazione rilevante, già con il Decreto Romani ma ancor più con il Decreto Requisiti Minimi (D.M. 26 giugno 2015) l'impiego di pompe di calore risulta particolarmente idoneo poiché contribuisce al raggiungimento della quota di energia rinnovabile obbligatoria (35% nel 2016, ma 50% dal 2017) per i servizi di riscaldamento, climatizzazione e acqua calda sanitaria oltre a garantire più facilmente grazie all'elevata efficienza il rispetto dei parametri imposti dal Decreto stesso. Le pompe di calore geotermiche rappresentano fra le varie soluzioni quella che consente di ottenere il massimo valore di COP medio stagionale (rapporto fra tutta l'energia termica prodotta e tutta l'energia elettrica consumata); pertanto, a differenze di altre tecnologie o delle pompe di calore aria-acqua, riescono a soddisfare il requisito imposto di quota rinnovabile anche in previsione 2017 senza ulteriori integrazioni. Inoltre rappresentano una delle migliori soluzioni per poter rispettare i requisiti imposti per ottenere un Edificio ad Energia Quasi Zero condizione obbligatoria a partire dal 1 gennaio 2021 per tutti gli edifici e fin dal 1 gennaio 2019 per gli edifici pubblici.

Un impatto importante sulla diffusione delle pompe di calore elettrica ha sicuramente la riforma delle tariffe elettriche domestiche, Del. AEEGSI 582/2015/R/eel, che eliminando la progressività della tariffazione supera molte criticità esistenti e rende sempre più ottimale anche dal punto di vista economico la realizzazione di edifici totalmente elettrici anche per gli usi non obbligati. La riforma è entrata in vigore nel gennaio 2016 tuttavia andrà a regime completo nel 2018. Fino al dicembre 2016 sarà ancora possibile oltre che consigliabile per utenti domestici in pompa di calore in possesso dei requisiti richiesti accedere alla sperimentazione tariffaria dedicata alle pompe di calore nel settore residenziale, la cosiddetta tariffa D1. Tale tariffa disponibile da luglio 2014 (e applicata a tutti i consumi dell'edificio) risulta ancora oggi importante per tradurre i risparmi energetici garantiti dalle pompe di calore in corrispondenti risparmi economici, cosa che avviene solo in parte mantenendo una tariffa standard a causa del permanere ancora per il 2016 di una struttura del costo dell'energia elettrica progressiva (a scaglioni di consumo), particolarmente penalizzante per chi consuma molta energia elettrica com'è il caso di un utente che utilizza la pompa di calore elettrica per la climatizzazione invernale ed estiva. Dal 2017 la riforma stessa delle tariffe renderà superflua la presenza della tariffa D1 e nel 2018 i vantaggi saranno massimi per un utente domestico residente con impianto con pompa di calore.

Per quanto riguarda i regimi di sostegno alle pompe di calore, esistono infine dei sistemi di incentivazione destinati tuttavia solo alla sostituzione di impianti di climatizzazione esistenti, alternativi e non cumulabili fra loro:

- Le detrazioni fiscali del 65%, che consentono di ottenere una detrazione in 10 quote annuali del 65% del costo d'investimento (comprensivo del costo delle sonde geotermiche) fino ad un massimo di 30.000,00 €; per accedere la pompa di calore deve avere prestazioni energetiche conformi (espresse in termini di COP in determinati punti di lavoro variabili a seconda della sorgente termica) alle prescrizioni imposte dalla legislazione;
- Il conto Energia Termico, che consente di avere in questo caso un incentivo monetario in una, due o cinque quote annuali, erogate dal GSE a seguito di un'istruttoria tecnica, per un importo calcolando in funzione dell'energia elettrica convenzionalmente associata alla pompa di calore che si installa (esiste nel Decreto un apposito algoritmo). Recentemente tale strumento di incentivazione ha subito un'importante revisione (con la pubblicazione del D.M. 16 febbraio 2016) che lo rende nella sua versione "2.0" molto più appetibile di quanto avvenisse in precedenza. L'incentivo ha un'incidenza variabile sull'investimento in funzione della potenza installata, del COP e della sorgente termica (è più elevato quindi per le pompe di calore geotermiche) passando da valori indicativamente del 20% del costo di investimento per piccoli impianti fino a valori del 40% per impianti di dimensioni maggiori. Al massimo potrà essere pari al 65% del costo d'investimento.

6. Proposta per l'introduzione di nuovi strumenti di pianificazione territoriale locale. La Carta di propensione all'utilizzazione del geoscambio

(a cura di Fabrizio Cambursano e Antonino Cubito)

L'evoluzione normativa e cartografica che ha interessato la pianificazione urbanistica, sismica ed energetica territoriale a livello di Piani Regolatori Comunali, Piani di Bacino e Paes, ha consentito di accrescere le conoscenze geologiche locali e di fornire, agli operatori del settore, strumenti raffinati, affidabili e di immediata applicazione. La sintesi delle conoscenze di carattere geologico generale vengono rappresentate da tematismi propriamente detti "di sintesi", nei quali vengono distinte le diverse Classi di Utilizzazione Urbanistica e, all'interno di ognuna di esse, gli interventi ammessi con le prescrizioni e le indicazioni da seguire a livello di ogni singolo nuovo intervento edificatorio.

Parimenti, mutuando lo stesso iter procedurale, l'idea di predisporre a livello di Pianificazione Territoriale Energetica Locale una "Carta di propensione all'utilizzazione del geoscambio", permetterebbe di individuare e descrivere, nell'ambito di classi distinte, le aree dove gli elementi geologici locali rendono necessari approfondimenti specifici e accorgimenti particolari da considerare nell'ambito della progettazione dei geoscambiatori rispetto a settori dove non insistono elementi di rischio. Verrebbero individuati in modo univoco e dettagliato, qualora presenti, i comparti dove gli elementi di rischio sono tali da non consentire la terebrazione e la posa dei sistemi di scambio geotermico.

Nell'ambito dei tematismi di base, necessari per poter giungere alla stesura della Carta di propensione all'utilizzazione del geoscambio, dovrebbero essere valutati, in prima approssimazione, unitamente alle caratteristiche generali di tipo geologico stratigrafico, idrogeologico e geomorfologico, gli aspetti generali a livello d'inquadramento legati alla resa termica dei terreni alle diverse profondità. Occorre tuttavia chiarire che il quadro conoscitivo generale legato alla stima della resa termica dei terreni per ogni area specifica, deve servire unicamente da linea guida in una fase preliminare di valutazione di fattibilità di un determinato impianto di geoscambio. I dati indicati in carta devono necessariamente essere integrati, in fase di progettazione preliminare e definitiva, da approfondimenti sito-dipendenti anche a carattere strumentale, a seconda della tipologia, della potenza e delle caratteristiche generali di progetto del sistema.

La Carta di propensione all'utilizzazione del geoscambio può rappresentare inoltre la base per la predisposizione di adeguati sistemi di monitoraggio a cui fare riferimento. La conoscenza dei parametri geologici del territorio è fondamentale per la tutela dell'ambiente e per l'ottimizzazione delle performance delle sonde geotermiche. Di primaria importanza sarà la ricostruzione del modello geologico e idrogeologico locale, che rappresentano la base imprescindibile per la valutazione della propensione al geoscambio.

In ultimo, l'analisi approfondita del territorio consentirebbe di raccogliere un data base relativo a impianti già realizzati, a misurazioni specifiche relative alla Resa Termica medio nominale e all'incidenza dei sistemi acquiferi locali sui parametri fondamentali di scambio termico.

Volendo sintetizzare in una griglia, i tematismi da prevedere potrebbero essere i seguenti, in parte già disponibili nei Piani Regolatori Vigenti:

TEMATISMI DI BASE

- 1) Carta geologico stratigrafica
- 2) Carta geomorfologica e dei dissesti
- 3) Carta idrogeologica
- 4) Carta degli impianti di geoscambio esistenti
- 5) Carta della stima della resa termica locale

TEMATISMI DI DERIVAZIONE E DI SINTESI

- 6) Carta di propensione all'utilizzazione del geoscambio
- 7) Relazione descrittiva

Avere gli strumenti per pianificare e poter verificare la fattibilità geologica preliminare della propensione al geoscambio di un territorio, rappresenta un elemento essenziale per promuovere un'applicazione corretta di questa importante tecnologia.

Normare gli aspetti procedurali e distinguere ambiti omogenei entro i quali applicare regole condivise, riduce sensibilmente il rischio di interferire negativamente sull'ambiente. Aumentare il livello di conoscenza, permette inoltre di far crescere la consapevolezza che il geoscambio può rappresentare una svolta fondamentale per l'utilizzo razionale e compatibile della risorsa termica del sottosuolo (anche nota come bassa entalpia), qualificando l'azione del geologo e aprendo nuovi orizzonti per nostra categoria professionale. Nel più profondo e consapevole rispetto degli equilibri ambientali, i quali sono da sempre un faro imprescindibile nell'azione quotidiana dei geologi.

7. La progettazione geologica e direzione lavori dei sistemi di geoscambio.

(a cura di Davide Bolognini e Filippo Piscaglia)

Definizione del modello idrogeologico - termico

In assenza di "carte geotermiche" (vedi esempio Svizzero), la definizione del modello idrogeologico - termico del sottosuolo è funzione della litostratigrafia alla quale vengono associate differenti classi di rendimento desumibili dalle tabelle reperibili in bibliografia. Ne consegue la necessità di una corretta stima della stratificazione geologica.

Stima della stratificazione geologica

Attraverso le tecniche e le tecnologie disponibili è possibile approcciare la definizione della litostratigrafia a partire dall'utilizzo di metodi di indagine indiretti (geofisica) e diretti (geognostica) che offrono le informazioni per una ottimale interpretazione se utilizzati in modo complementare.

Nel caso di campi sonde risulta importante realizzare un sondaggio a profondità di progetto attraverso il quale analizzare la stratigrafia e monitorare la soggiacenza della falda. L'installazione all'interno del foro di una sonda pilota consente di monitorare con specifici sensori i parametri da utilizzare al fine di un corretto dimensionamento del gruppo di sonde.

La presenza dei sensori risulterà utile anche con l'impianto a regime per il monitoraggio delle perturbazioni indotte nel sottosuolo al fine di una ottimizzazione del rendimento dell'impianto.

Stima della temperatura media del terreno indisturbato

L'assenza di carte tematiche sul geoscambio, rimanda la stima della temperatura del terreno indisturbato all'esperienza del progettista geologo che, in base alla disponibilità di dati di monitoraggio e dal budget del progetto potrà avere a disposizione elementi utili per il dimensionamento delle sonde geotermiche.

Attraverso il test di risposta termica (TRT), da effettuare in una sonda già installata, si acquisiscono i dati necessari per valutare l'efficienza termica del terreno in risposta alla perturbazione termica indotta dall'immissione di liquido a temperatura molto differente da quella naturale del sottosuolo.

Individuazione delle criticità geologiche

In particolari situazioni geologico - strutturali è fondamentale avere coscienza e conoscenza della possibilità di danneggiamento delle installazioni conseguenti alla presenza dei lineamenti tettonici e delle discontinuità che possono essere presenti nel sottosuolo.

Le conoscenze in campo geologico del progettista geologo non possono essere compensate da alcuna altra figura professionale che si limiterebbe a stimare la lunghezza delle sonde sulla base di tabelle parametriche senza prendere in considerazione le caratteristiche geologiche s.l. specifiche e particolari di ogni singolo sito di intervento.

Individuazione del corretto sistema di perforazione

La tecnica di perforazione è diretta conseguenza della litostratigrafia rilevata in fase di progettazione con le indagini di cui in precedenza e non si differenzia sostanzialmente dalle tecniche utilizzate per le indagini geognostiche e le opere speciali (micropali) se non per la profondità da raggiungere che vincola all'utilizzo solo di particolari macchinari..

Indagini

Indagini geofisiche	<i>vantaggi</i>	<i>svantaggi</i>
sismica a rifrazione	economicità, rapidità di esecuzione	successione di strati con velocità sismiche crescenti con la profondità, profondità di indagine funzione della lunghezza dello stendimento
sismica a riflessione	economicità, rapidità di esecuzione, utilizzate anche in ambito petrolifero	profondità di indagine funzione della lunghezza dello stendimento
geoelettrica	economicità, rapidità di esecuzione, rilievo dettagliato resistività elettrica (funzione di porosità, permeabilità e saturazione d'acqua)	profondità di indagine funzione della lunghezza dello stendimento
Indagini geognostiche		
sondaggio a carotaggio continuo	esame diretto della litostratigrafia, possibilità di attrezzare il foro con strumentazione di monitoraggio, possibilità di riutilizzare il foro come sonda geotermica	costi elevati, tempi di esecuzione

8. Il ruolo del geologo nella progettazione dei sistemi di monitoraggio del sottosuolo interessato dal funzionamento di sistemi di geoscambio termico (open & closed loop)

(a cura di Filippo Piscaglia e Davide Bolognini)

Introduzione

Il monitoraggio termico delle temperature sotterranee delle componenti acqua e suolo, riveste un ruolo fondamentale nella valutazione delle prestazioni di un sistema geotermico a bassa entalpia e nella valutazione della sua incidenza sul comportamento termico del sottosuolo che lo circonda, in maniera direttamente proporzionale al crescere delle dimensioni dell'impianto installato.

Come ormai ampiamente noto in letteratura, il funzionamento di tali tipologie di impianti, che utilizzano il terreno come "serbatoio termico" dal quale sottrarre calore per il riscaldamento e nel quale dissipare calore per il raffrescamento di qualsiasi tipologia di edificio, è influenzato in maniera sostanziale dalla risposta termica del sottosuolo nel quale andiamo ad installare gli scambiatori di calore. Attraverso lo studio del comportamento termico del terreno nel quale sia installato un sistema di geoscambio è possibile misurare la

risposta termica degli strati geologici e delle eventuali falde idriche presenti, alle sollecitazioni termiche durante il ciclo di funzionamento. Questi dati dovranno essere inseriti nella relazione idrogeologico-termica, redatta dal un tecnico geologo, che costituirà uno strumento fondamentale per la progettazione termotecnica di tali installazioni.

Progettazione di impianti di monitoraggio per sistemi di geoscambio termico

Un sistema di monitoraggio non deve interessare solo la fase di esercizio dell'impianto, poiché la verifica degli effetti di un fenomeno indotto artificialmente come nel caso della variazione termica conseguente al funzionamento di un impianto di geoscambio termico, risulterebbe necessariamente limitata in assenza di informazioni attendibili circa le condizioni "indisturbate" ovvero antecedenti l'accensione di un impianto.

L'opportunità di considerare il monitoraggio già in fase progettuale e quindi installare/predisporre già in corso d'opera tutto il necessario, deve essere considerata come buona pratica da adottarsi per tutti impianti ad oggi in progettazione e per quelli futuri, con strumentazioni e livelli di acquisizione dati, utili alle modellazioni e commisurati all'impatto che l'impianto potrebbe avere in considerazione delle potenze installate.

La misura della temperatura nel sottosuolo durante il funzionamento dell'impianto permette, di modellare l'andamento dell'onda termica intorno alla sonda/campo di sonde geotermiche funzionanti, misurando così la propagazione del calore in funzione delle caratteristiche termiche delle litologie attraversate dallo scambiatore di calore. Queste misurazioni ed analisi consentono di ottimizzare il dimensionamento dell'impianto in fase progettuale (distribuzione degli scambiatori nel terreno), affinché non si generino fenomeni di saturazione termica, eccessivo sfruttamento del sottosuolo e/o inquinamento termico di eventuali falde idriche presenti, sia nel breve che nel lungo periodo.

La presenza di un sistema di monitoraggio, non da ultimo, permette di correggere l'utilizzo dell'impianto di geoscambio termico, sopperendo o attenuando eventuali deficienze nella progettazione termotecnica. Se per campi di sonde già esistenti, di rilevante potenza termica, l'attivazione di un monitoraggio ex post può comunque risultare pienamente giustificata sia in termini di ottimizzazione dell'efficienza che di mitigazione dell'impatto ambientale, per le piccole utilizzazioni domestiche, già in essere, il rapporto costi/benefici risulta evidentemente non accettabile.

Caratteristiche dei sistema di monitoraggi

Negli impianti "closed loop" di grandi dimensioni (> 50 kWt) il modello idrogeologico-termico risulta fondamentale per descrivere la situazione indisturbata del serbatoio geotermico (sottosuolo), prima della messa in opera del sistema geotermico a bassa temperatura e, successivamente, per analizzare gli effetti che l'installazione ha sul contesto geologico circostante. Il modello idrogeologico-termico deve essere basato su rilievi delle caratteristiche del sottosuolo atti a definire qualitativamente e quantitativamente le falde e gli acquiferi potenzialmente interessati dal funzionamento dell'impianto. È auspicabile tenere monitorati i principali parametri sensibili (temperature sotterranee, livelli e temperature delle falde potenzialmente interessate dal processo di scambio termico), sia prima che a seguito dell'attivazione del sistema geotermico, con modalità e frequenza commisurate alle dimensioni dell'impianto installato.

Nel caso di impianti "open loop" di grandi dimensioni (> 50 o 100 kWt) è necessario definire la direzione di flusso della falda eseguendo la misurazione delle quote delle teste dei piezometri con sistemi GPS. Nei piezometri si possono posare sensori di temperatura e di conducibilità a diverse quote per misurazioni in continuo oppure si possono eseguire misurazioni istantanee del profilo termico. Il monitoraggio periodico della qualità dell'acqua delle falde interessate dai sistemi di scambio termico può rendersi necessario con frequenza da definire caso per caso, eventualmente in parte e in tutto coincidente con i momenti del monitoraggio quantitativo. Inoltre nel caso dei sistemi a circuito aperto, il regime delle portate che transitano nelle pompe di calore, dovrà essere denunciato annualmente all'autorità competente. Il campionamento d'acqua deve essere fatto con elettropompa sommersa posata in corrispondenza dei filtri,

con pompaggio fino a stabilizzazione dei valori di portata, temperatura e conducibilità e/o dopo spurgo di un volume d'acqua pari a 3 volumi della colonna del piezometro, con elettropompa sommersa posata almeno 2 m sotto il livello di equilibrio accertato della falda. Il monitoraggio può essere finalizzato alla quantificazione di diversi parametri, per le cui misurazioni dovranno essere indicate le metodiche di accertamento e analisi.

A titolo esemplificativo si indicano varie tipologie di strumentazione e parametri da monitorare nei sistemi di geoscambio:

- predisposizione di verticali di misura dei livelli freatici/artesiani e temperature del sottosuolo, a monte ed a valle dell'opera, in relazione alla direzione di scorrimento della falda. Il numero di verticali dovrà essere adeguato a caratterizzare termicamente e idraulicamente l'area interessata dagli effetti termici (e nel caso di circuito aperto, idraulici) del progetto;
- installazione, nella fase di cementazione delle sonde, di un numero statisticamente significativo di tubazioni cieche accoppiate alle sonde geotermiche, per l'esecuzione di misure termiche istantanee (mediante termofreatimetro) o in continuo. Gli intervalli di misura saranno predefiniti e dipendenti dalle criticità riscontrate nell'area. La sensoristica termica permanente potrà essere costituita da sensori lineari continui (tipo fibra ottica) o da singoli sensori termici posizionati, in funzione della stratigrafia rilevata durante la perforazione, in corrispondenza di orizzonti significativi (tipo catene termometriche);
- predisposizione di una verticale per misure piezometriche (se necessario e se trattasi di campo sonde);
- prevedere l'acquisizione di misure di dati piezometrici e termici in continuo o ad intervalli temporali discreti comunque non superiori ai 3 mesi.
- nel caso di impianti orizzontali, prevedere punti di misura termica adeguatamente distribuiti nell'area interessata dalle sonde ed a profondità pari a quella di installazione delle stesse. In alternativa installazione contemporanea a quella delle sonde di sensori continui di misura termica

9. La ricerca scientifica per la caratterizzazione termica dei terreni mediante indagini geofisiche

(a cura di Antonino Cubito)

Allo stato attuale non esiste una metodologia di valutazione condivisa, assodata ed utilizzata in maniera generale da tutti, che consenta, con metodi geofisici, di determinare direttamente la potenzialità al geoscambio. Negli ultimi anni diversi professionisti e ricercatori hanno cercato di trovare correlazioni tra i valori di resistività ed il comportamento dei terreni al geoscambio con risultati, finora, poco significativi; spesso gli autori si sono occupati di specifiche regioni geografiche di interesse, trascurando l'elaborazione di tecniche d'indagine generali. Tra i vari lavori in cui è stata affrontata questa problematica possiamo citare un recente progetto di "valutazione del potenziale di scambio geotermico relativo al territorio del Polesine e del delta del Po", in territorio della Provincia di Rovigo su incarico della regione Veneto. I risultati delle indagini geoelettriche, eseguite anche per trovare delle correlazioni tra i valori di resistività e parametri termici, non hanno dato tuttavia risultati significativi per quanto riguardava la correlazione resistività elettrica - comportamento conducibilità termica probabilmente anche per la natura dei terreni in oggetto in cui non si è registrato una variabilità significativa dal punto di vista della resistività, mentre la conducibilità termica ha fatto registrare variazioni praticamente irrilevanti.

Anche il CNR - IBAM con la pubblicazione del dott. G. Leucci e della D.ssa L. De Giorgi "Study of Shallow Low-Enthalpy Geothermal Resources Using Integrated Geophysical Methods" hanno affrontato la valutazione del sottosuolo al geoscambio attraverso l'applicazione dei metodi geofisici. Questi, anche se finora non consentono in maniera univoca di valutare direttamente il comportamento termico dei terreni,

possono sicuramente essere considerati fondamentali all'interno di una metodologia di valutazione in quanto consentono una corretta ricostruzione del modello geologico ed idrogeologico e di ottenere, pertanto, informazioni quantitative su parametri fondamentali quali:

- Individuazione dell'acquifero (attraverso l'utilizzo della metodologia ERT)
- individuazione delle aree di ricarica naturali porosità totale ed effettiva (attraverso la metodologia elettrica attiva e passiva in time lapse)
- modello di permeabilità e circolazione del fluido (attraverso la metodologia elettrica attiva e passiva in time lapse e l'utilizzo della metodologia sismica che consente lo studio delle caratteristiche fisico-meccaniche e il grado di fratturazione delle formazioni rocciose)
- modello geolitologico e conseguente attribuzione della estensione del campo geotermico (attraverso l'utilizzo di metodologie elettrica e sismica con collegamento tra i parametri geofisici stimati ed i parametri diffusività termica e resistività termica)
- ricostruzione del modello 4D di circolazione idrica sotterranea (quote piezometriche, temperature medie stagionali, direzione e velocità del flusso, etc.), attraverso l'utilizzo di dati diretti ottenuti da stratigrafie da pozzo e indiretti ottenuti da indagini geofisiche messi insieme da un'analisi di tipo geostatistico.

Bibliografia

- Colangelo, G., V. Lapenna, A. Perrone, S. Piscitelli, and L. Telesca (2006), 2D selfpotentialtomographies for studying groundwater flows in the Varco d'Izzo landslide (Basilicata, southern Italy), *Eng. Geol.* 88, 3, 274-286, DOI: 10.1016/j.enggeo.2006.09.014.
- D'Arpa, S., N. Zaccarelli, D.E. Bruno, G. Leucci, V.F. Uricchio, and G. Zurlini (2012), A geographically weighted regression model for geothermal potential assessment in mediterranean cultural landscape. In: *Proc. EGU General Assembly*, 22-27 April 2012, Vienna, Austria, 12432.)
- De Giorgi, L., Leucci, G., 2015, Study of Shallow Low-Enthalpy Geothermal Resources Using Integrated Geophysical Methods, *Acta Geophys.* 63, 125-153
- Bertoldo S., Campagnolo F., Capparotto E., Farinatti E., Rigato L., Pedron R., Sottani Andrea, Sacchetto M., Zambon F., (2014) "valutazione del potenziale di scambio geotermico relativo al territorio del Polesine e del delta del Po"- committente Regione Veneto

11. Criticità e proposte

Le tecnologie che utilizzano la geotermia a bassa-bassissima entalpia non hanno trovato una adeguata diffusione in Italia, a differenza di molti altri paesi europei e di altri continenti. Ciò non è dovuto a motivazioni di carattere climatico, ma principalmente ad aspetti culturali e legati alle scelte legate alla strategia energetica nazionale.

1. La prima “barriera non tecnologica” è rappresentata infatti dalla insufficiente conoscenza delle caratteristiche e delle potenzialità dei sistemi geotermici, soprattutto da parte di progettisti termotecnici ed installatori termoidraulici che, nella maggioranza dei casi, definiscono la tipologia di impianto da realizzare per la climatizzazione degli edifici. Contribuisce a questa barriera l’inerzia del sistema che tende a resistere alle innovazioni tecnologiche e ad amplificare le problematiche derivanti dalla mancanza di una filiera organizzata, che, viceversa, si è rapidamente formata in molti paesi del centro-nord Europa. Il committente finale, specie se non particolarmente animato da motivazioni di carattere ambientale oltre che di risparmio economico sui consumi annui, di fronte a questa inerzia e a questa resistenza spesso desiste dalle sue intenzioni o dalla curiosità che lo aveva spinto a considerare l’ipotesi di realizzare impianti con pompe di calore geotermiche.
2. Il secondo ostacolo alla diffusione degli impianti geotermici è certamente l’assenza di un quadro normativo-autorizzativo di riferimento chiaro ed univoco. Questo aspetto è tanto più rilevante nelle Regioni che non hanno definito né una regolamentazione regionale specifica (praticamente tutte, ad eccezione della Lombardia, del Trentino e, con alcune lacune, di poche altre Regioni), né procedure operative semplificate che consentano agli operatori di avere riferimenti chiari per l’autorizzazione degli interventi. Il caso della Regione Lombardia, di cui si è detto nelle prime pagine del documento, è emblematico in tal senso e mostra che la chiarezza e la semplificazione normativo-regolamentare favorisce la creazione di un sistema virtuoso che coinvolge committenti, progettisti ed installatori, ciascuno con le proprie specifiche competenze determinando una più ampia diffusione della tecnologia.
3. Il terzo aspetto esaminato dal Tavolo riguarda la strategia energetica: vi è la convinzione che una adeguata pianificazione territoriale, opportunamente incentivata ed indirizzata, possa favorire lo sviluppo della geotermia a bassa entalpia. Non ci si riferisce solo agli impianti di climatizzazione degli edifici singoli con pompe di calore geotermiche, ma anche alle reti urbane o di gruppi di edifici associate all’utilizzo del calore geotermico presente nel sottosuolo in particolari aree geografiche italiane o alle innovative soluzioni di stoccaggio di calore nel sottosuolo nelle cosiddette “smart thermal grid” già realizzate in paesi a noi vicini quali la Svizzera.
4. Infine, occorre determinare un sistema complessivo di misure incentivanti per lo sviluppo di questa fonte energetica rinnovabile che favorisca lo *start-up* solido del settore degli impianti geotermici per la climatizzazione dei singoli edifici o per soluzioni a rete di dimensioni maggiori. Nella definizione di tale sistema di misure si rende necessario evitare gli errori fatti nello sviluppo delle rinnovabili elettriche che hanno beneficiato in modo spropositato degli incentivi dei vari “Conti Energia”. Quel modello di incentivazione grava ora di fatto sulle bollette energetiche di famiglie ed imprese e nel momento in cui lo Stato ha deciso di ridimensionarne gli importi, ha messo a rischio una filiera costruita ad hoc sullo sfruttamento degli incentivi stessi.

Le proposte avanzate dal Tavolo Geoscambio e rinnovabili del sottosuolo nascono dall’analisi dello stato dell’arte e dal confronto con i principali attori del settore riuniti all’interno della Piattaforma Italiana Geoscambio, coordinata dal Consiglio Nazionale dei Geologi. In essa sono raggruppati gli Enti, gli Ordini Professionali, le principali Associazioni di Aziende ed alcuni Centri di Ricerca che si occupano di geotermia. La prima esigenza emersa è proprio il riconoscimento del ruolo di confronto e coordinamento che la Piattaforma deve avere nei rapporti con le Istituzioni Governative centrali e Regionali nell’emanazione delle

norme e dei provvedimenti che regolano il settore. Le proposte concrete di questo Tavolo per far fronte alle criticità descritte precedentemente sono le seguenti:

1. favorire la divulgazione della tecnologia degli impianti geotermici mediante opportune campagne informative supportate da strumenti semplici e “incoraggianti” per questa tecnologia avvertita ancora come “misteriosa”, nonostante decenni di applicazione in vari paesi europei ed extra-europei. Occorre poi promuovere una adeguata formazione di progettisti specializzati nei sistemi di geoscambio e negli impianti con pompe di calore geotermiche, attraverso corsi di formazione standardizzati rivolti sia a geologi che alle figure professionali coinvolte nella progettazione. Occorre definire standard e modalità di qualifica degli operatori dei sistemi di geoscambio (perforatori) e degli installatori di impianti con pompe di calore geotermiche. Occorre promuovere una definizione chiara delle responsabilità e dei limiti di fornitura delle varie figure coinvolte nella progettazione ed installazione dei sistemi di geoscambio con pompe di calore, laddove non proposti da un unico “*general contractor*”;
2. è auspicabile che il Ministero dello Sviluppo Economico emani il “Decreto Posa Sonde” previsto dal D.Lgs. 28/2011 che definisce la modalità di realizzazione delle sonde geotermiche e le condizioni per la semplificazione degli iter autorizzativi a cui si dovranno riferire le Regioni. È altresì auspicabile che le Norme Tecniche di settore, emanate dall’UNI-CTI a partire dall’anno 2012 ed in corso di completamento, siano riconosciute come riferimento tecnico unitario da tutti gli Enti Competenti, nazionali, regionali o locali che siano. Occorre introdurre/rivedere nelle norme gli aspetti relativi alle indagini per la caratterizzazione dei terreni, la progettazione del geoscambio, il collaudo ed il monitoraggio degli impianti geotermici (come definito nel presente documento). È opportuno che i Regolamenti Regionali in corso di definizione evitino di introdurre elementi di disomogeneità nel settore e si limitino a regolare eventuali procedure di approfondimento degli iter autorizzativi in conseguenza di particolari situazioni geologiche-idrogeologiche locali. Infine, è auspicabile la creazione di un unico Registro Nazionale per le Sonde Geotermiche, in coordinamento con le Regioni (per gli aspetti autorizzativi) e con ISPRA (per gli adempimenti della L. 464/1984) e con il supporto operativo della Piattaforma Italiana Geoscambio;
3. alla luce dei risultati ottenuti nel triennio 2013-2015 si ritiene necessario rivedere la Strategia Energetica Nazionale per quanto riguarda le azioni necessarie allo sviluppo delle rinnovabili termiche, con particolare attenzione alle pompe di calore, per il contributo che possono offrire in termini di riduzione di emissioni di CO₂. A livello territoriale occorre promuovere la pianificazione energetica territoriale realmente sostenibile, con particolari approfondimenti sulle risorse del sottosuolo, anche mediante specifici piani di finanziamento, in considerazione dei possibili benefici che ne possono derivare soprattutto per quanto riguarda la realizzazione di grandi impianti di teleriscaldamento, stoccaggio di calore nel sottosuolo e Smart Thermal Grid;
4. si suggerisce infine, di proseguire ulteriormente sul percorso avviato con l’introduzione della tariffa D1 e definire una ulteriore differenziazione della tariffa elettrica sulla base dell’efficienza degli impianti termici, attraverso sistemi di misurazione del rapporto tra energia elettrica assorbita ed energia termica erogata all’impianto; relativamente alle misure previste dal Conto Termico 2.0 si suggerisce di introdurre meccanismi in grado di misurare il contributo dei singoli interventi incentivati, anche al fine di valutare il rapporto costi-benefici; si auspica una semplificazione nel sistema dei Certificati Bianchi che consenta una adeguata diffusione degli stessi anche per gli interventi minori, introducendo la possibilità di rendicontazione anche alle Società che operano da “*General Contractor*” e che possono dividerne i benefici con l’utente finale al fine di rendere più conveniente questa tecnologia; incentivare la nascita di società miste pubblico-private con la partecipazione di utenti finali per la gestione di grossi impianti urbani in alternativa alle EsCo (che privilegiano interventi con tempi di ritorno degli investimenti più bassi, a volte non favorendo la realizzazione dei sistemi più sostenibili e convenienti sul lungo periodo).