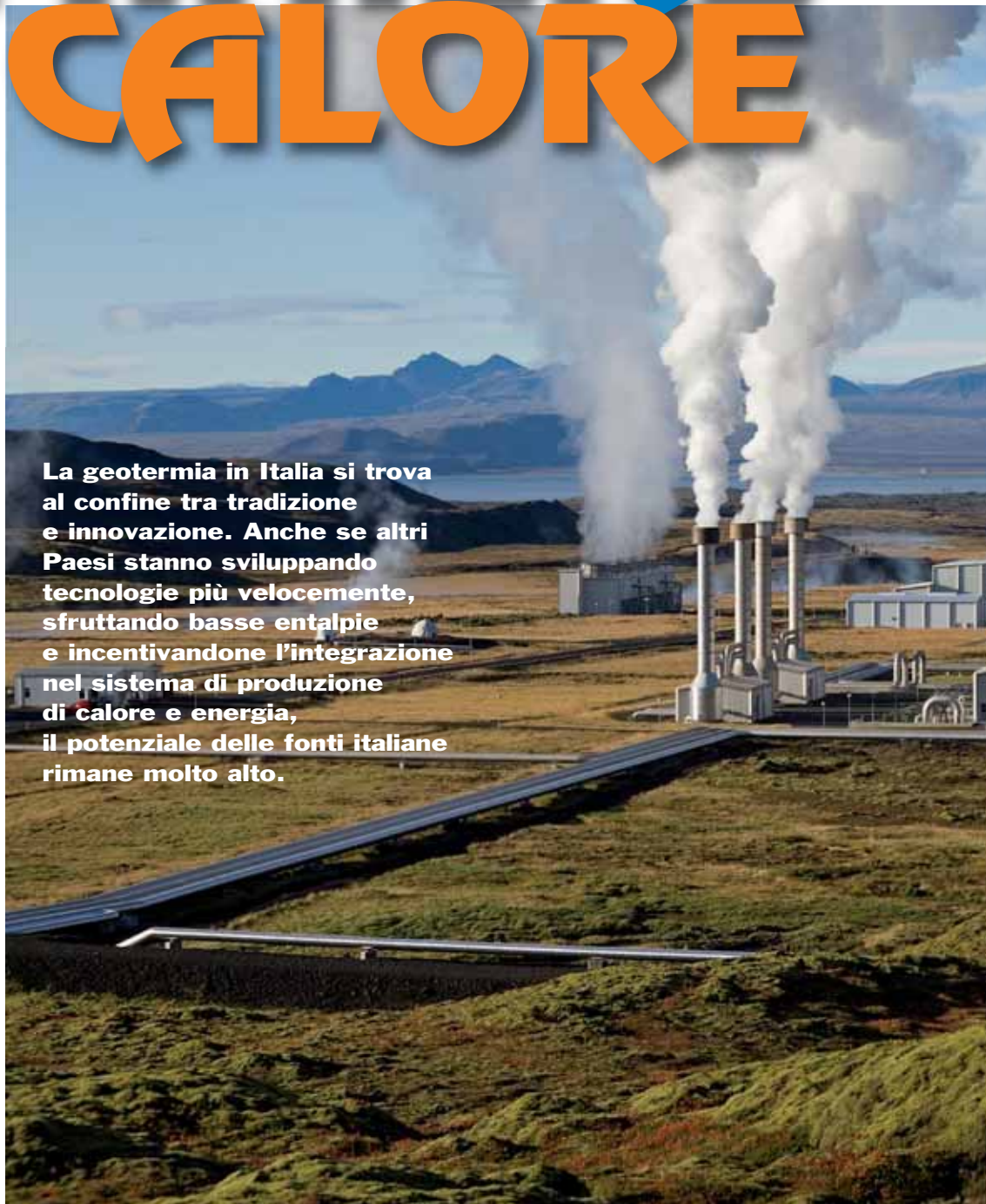


MINIERE DI CALORE

La geotermia in Italia si trova al confine tra tradizione e innovazione. Anche se altri Paesi stanno sviluppando tecnologie più velocemente, sfruttando basse entalpie e incentivandone l'integrazione nel sistema di produzione di calore e energia, il potenziale delle fonti italiane rimane molto alto.



● L'Italia ha una tradizione ultrasecolare nello sfruttamento delle sorgenti geotermiche. Già nel diciottesimo secolo, in Toscana, veniva sfruttato il calore per la produzione di acido borico mediante successive fasi di evaporazione in cascata di acque ricche di boro. Successive innovazioni resero sempre più remunerativo lo sfruttamento del calore e vennero introdotte innovazioni per rendere più efficiente il processo di evaporazione e concentrazione dell'acqua borica.

Già a metà secolo la produzione di acido borico era passata da 125 a 1.000 t/anno. Verso la fine del secolo con i pozzi di perforazione a profondità di oltre 200 m fecero la loro comparsa i primi cicli a vapore misti, cioè che usavano prima il vapore per la produzione di energia elettrica e poi per il surriscaldamento delle acque boriche. Poi, a poco a poco, con la diminuzione del contenuto di boro nelle acque e il progressivo decadimento dello sfruttamento minerario, l'attività prin-

cipale divenne quella energetica con il maggiore, e più antico, parco geotermoelettrico europeo. Ancora oggi lo sfruttamento dei bacini geotermici profondi della Toscana non è terminato e, con gli impianti del Monte Amiata, si continua a produrre elettricità dal vapore sotterraneo. Oggi abbiamo circa 800 MWe di cicli a vapore installati e funzionanti per una produzione annuale che supera i 5.000 GWh.

Basse entalpie

Ma questo è il passato dell'energia geotermica, legato alla produzione elettrica e a giacimenti con temperature elevate (oltre 200°C) che sono pochi e ben localizzati sul territorio italiano. Il futuro, e in parte già il presente, è legato allo sfruttamento geotermico delle basse entalpie (cioè fluidi a temperatura minore).

Sono tre i drivers da individuare nella nuova espansione dello sfruttamento dell'energia geotermica:

- la tecnologia delle pompe di calore ha prodotto applicazioni specifiche per il campo di temperature geotermiche con prevalenze adatte ai campi geotermici;

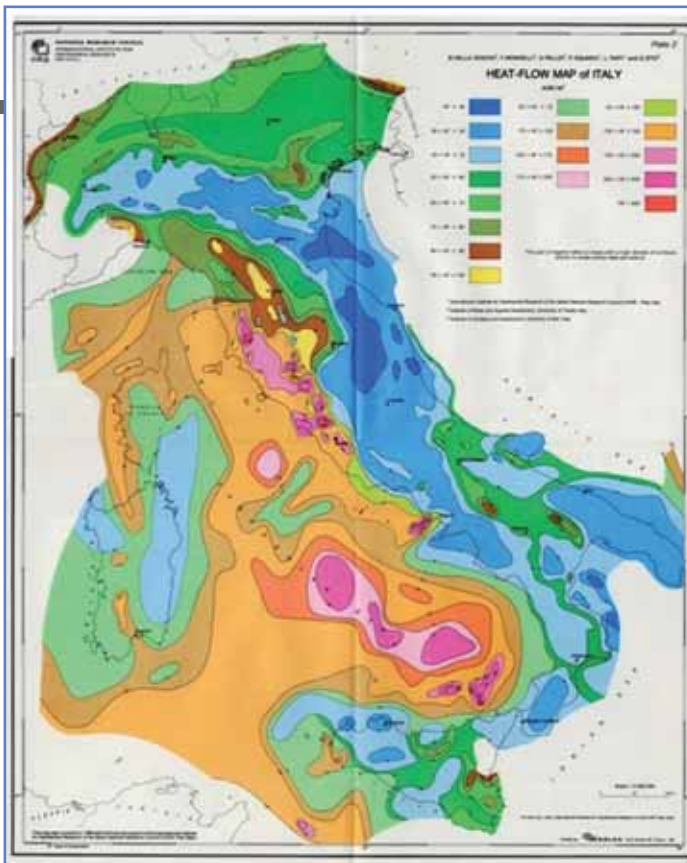
- la normativa europea sull'efficienza energetica ha introdotto una maggiore considerazione dell'opzione impianto di riscaldamento geotermico, mettendo anche in movimento l'intero comparto e, in particolare, gli installatori;

- infine la relativa abbondanza della risorsa geotermica ha creato le occasioni per nuove installazioni e un più capillare monitoraggio della risorsa a livello nazionale e locale che ha creato maggior coscienza delle possibilità offerte da questa risorsa. La massa termica inerziale contenuta nel terreno fornisce una risorsa praticamente infinita di calore che, però, non è direttamente sfruttabile ma ha bisogno di tecnologie e sistemi per poter essere utilizzato in impieghi civili e commerciali.

Quando si parla di basse entalpie, infatti, si tratta di temperature comprese in diversi intervalli, per le me-



Figura 1 – Mappa delle risorse geotermiche italiane.



die si parla di risorse con $T = 50-150^{\circ}\text{C}$ entro 3 km di profondità: si tratta di, circa, il 50% del territorio nazionale (in particolare nella Pianura padana e nelle isole maggiori). Mentre per temperature inferiori ma ancora sfruttabili si tratta di risorse con $T = 30-50^{\circ}\text{C}$, a modesta profondità (entro i primi 200-300m), presenti in buona parte del territorio nazionale (Figura 1).

Pompe di calore

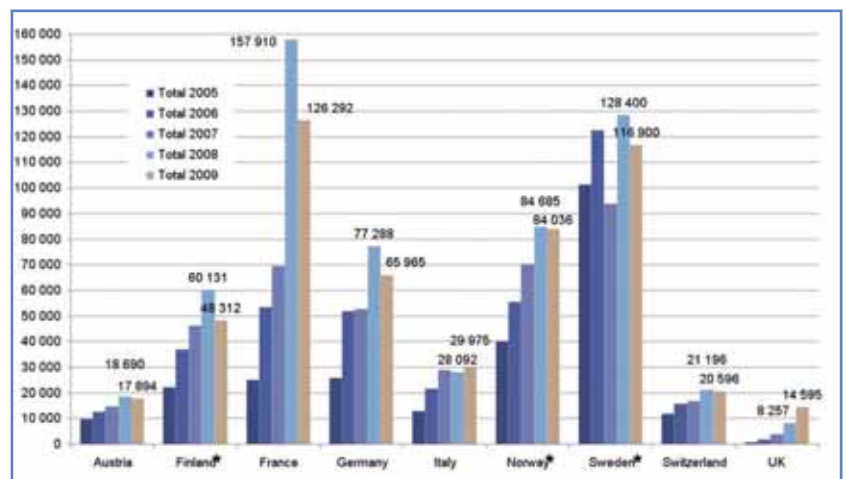
Le pompe di calore sono la chiave per lo sfruttamento diretto del calore geotermico. Una pompa di calore (PdC o HP, heating pump) compie, in pratica, un ciclo di Carnot inverso, cioè applicando un lavoro, elettrico nel caso del compressore della pompa, è possibile portare un fluido da temperatura inferiore ad una temperatura superiore. Il vantaggio del geotermico consiste nel fatto che il lavoro compiuto per portare il fluido ad una temperatura maggiore è tanto inferiore quanto maggiore è la temperatura

(entalpia) del fluido geotermico. Premesso che gli impianti che sfruttano il calore geotermico per il riscaldamento sono impianti “a bassa temperatura” cioè impianti con riscaldamento mediante pannelli radianti posti nel pavimento, nelle pareti o nel soffitto, quindi con funzionamento a temperature intorno ai 40°C .

Gli impianti che sfruttano il calore

geotermico sono costituiti da due circuiti distinti messi in comunicazione da uno scambiatore di calore e una pompa di calore: il primo circuito è quello che scambia energia con la fonte geotermica, in pratica un tubo o una rete di tubi in cui scorre un fluido che, in inverno, “assorbe” energia termica dalla sorgente geotermica e la porta allo scambiatore. Allora viene spontaneo constatare che tanto minore è il salto termico tra fluido termovettore e fluido a servizio dell’impianto di riscaldamento, tanto minore sarà il lavoro compiuto dalla PdC, quindi sarà risparmiata energia rispetto a un riscaldamento tradizionale. Osservando la Figura 1, allora, si nota come gran parte del territorio italiano possa avere accesso a risorse geotermiche a bassa temperatura, si tratta di terreno o acquifero (falda, sorgente sotterranea) che si trova a temperatura costante di 14°C . Tornando al ciclo di Carnot inverso possiamo pensare come questa potenzialità di energia a bassa temperatura possa essere resa disponibile a

Figura 2 – Numero di pompe di calore vendute nei principali mercati europei nell’ultimo quinquennio. [Fonte: ehpa, 2010]



mezzo di pompe di calore. Trattandosi di un ciclo inverso, in cui dobbiamo somministrare lavoro per poterlo concludere, si parla impropriamente di rendimento quanto di Cop (Coefficient of Performance) che in italiano si può tradurre in Coefficiente di Effetto Utile o prestazione. In pratica è la quantità di lavoro svolta dalla pompa di calore rispetto al salto di temperatura fatto compiere al fluido. Più la differenza tra la temperatura sorgente (quella del terreno) e quella finale (dell'acqua nel pavimento radiante) sono vicine, maggiore è questo coefficiente. Di solito esso è di poco superiore a 3: ciò implica che spendendo 1 kW di energia elettrica (1 kWh_e) se ne ricavano 3kW di energia termica (kWh_t). Molto meglio di una resistenza elettrica.

Potenziale sottovalutato

Questo ricordo limita mentalmente le grandi possibilità che vengono sfruttate nel mondo nel campo della geotermia che riguardano le potenzialità legate alla massa termica inerziale praticamente infinita del terreno a basse temperature. Partiamo da alcune osservazioni: a tre metri di profondità il terreno si trova a temperatura costante di 14 gradi centigradi. Ai più questa temperatura non dice nulla. Memori del ciclo di Carnot inverso possiamo pensare questa potenzialità di energia a bassa temperatura per essere resa disponibile a mezzo di pompe di calore. Il principio è semplice. Con una pompa di calore alimentata elettricamente si può innalzare la temperatura dagli usuali 14°C del terreno a 40°C per poter riscaldare un'immobile mediante pannelli radianti posti nel pavimento, nelle pareti o nel soffitto.

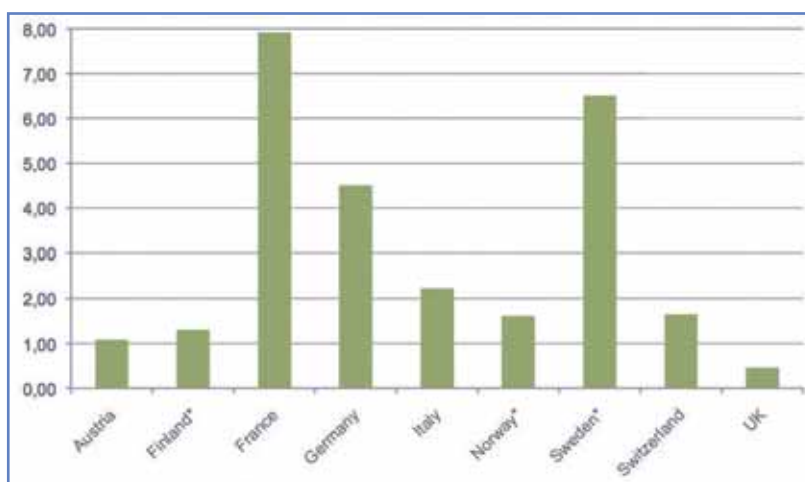
La sorgente geotermica accoppiata alla PdC ha anche un secondo, non trascurabile, vantaggio, cioè quello di poter funzionare anche in modo inver-

so, cioè come un normale ciclo di Carnot. Infatti, in estate avremo il terreno sempre a temperatura costante di 14°C mentre l'abitazione a temperatura maggiore, quindi sarà vantaggioso utilizzare la sorgente fredda per raffreddare, meglio raffrescare, l'abitazione, sempre utilizzando il medesimo circuito.

Da quanto sopra brevemente illustrato

to fanno pure parte le pompe di calore che, ultimamente, vengono sviluppate non solo per le sorgenti geotermiche, ma anche per qualsiasi altra sorgente a bassa temperatura, come, ad esempio, l'acqua scaldata da pannelli solari.

Infine vi è un comparto di servizi, di progettazione, manutenzione, direzione lavori che su impianti geoter-



discendono le influenze sui diversi comparti industriali dati dalla risorsa geotermica.

C'è la parte che con gergo petrolifero potremo chiamare di "upstream", che compete ai geologi e alle amministrazioni pubbliche. Si tratta di eseguire una capillare mappatura del territorio in modo da offrire ai tecnici, ai progettisti e ai pianificatori gli strumenti per poter valutare agilmente l'opzione di un impianto geotermico in luogo di un impianto tradizionale.

In seconda battuta abbiamo la parte "downstream" cioè tutta quella filiera di attrezzature per impianti che comprendono sia le macchine perforatrici sia l'industria plastica per i tubi da inserire nel terreno o nell'impianto a pannelli casalingo o per le valvole di distribuzione, intercettazione e blocco dei flussi. Di questo compar-

mi di grande taglia può svilupparsi e crescere in modo da portare conoscenza anche ai piccoli impianti per il civile residenziale.

Cifre, tipologie e tendenze

Se andiamo a vedere i numeri delle pompe di calore installate, benché siano stimati e meno precisi di quelli di altre fonti in quanto manca un catasto nazionale, avremo per l'Italia circa 300 MWt installati per 7.000 PdC installate complessivamente, ben poca cosa rispetto ad altri Paesi europei dove sono state effettuate massicce campagne di sensibilizzazione all'installazione. Ad esempio, la Svezia a fine 2003 contava 379.000 pompe di calore geotermiche in funzione, la Francia era seconda con quasi 50.000 unità installate (per complessivi 1.700 MWte), la Germania era terza con 48.622 unità e 632

Figura 3 – TWh di energia rinnovabile generati dal parco pompe di calore (quinquennio 2005-2009). [Fonte: ehpa, 2010]

Paese	Impianti	Produzione	Produzione	Variatione %
	installati [MWt]	[TJ/yr]	[GWh/yr]	rispetto al 2005 [MWt]
Svezia	4.460	45.301	12.585	16
Norvegia	3.300	25.200	7.001	450
Germania	2.485	12.765	3.546	393
Turchia	2.084	36.886	10.247	39
Islanda	1.826	24.361	6.768	-1
Olanda	1.410	10.699	2.972	456
Francia	1.345	12.929	3.592	337
Svizzera	1.061	7.715	2.143	82
Italia	867	9.941	2.762	664
Finlandia	858	8.370	2.325	230
Austria	663	3.728	1.036	88
Ungheria	655	9.767	2.713	-6
Russia	308	6.144	1.707	0
Polonia	281	1.501	417	65
Danimarca	200	2.500	695	-39
Grand Bretagna	187	850	236	1.730
Romania	153	1.265	352	6
Irlanda	153	765	212	664
Cecenia	152	922	256	-26
Spagna	141	684	190	533
Grecia	135	938	261	80
Slovacchia	132	3.067	852	-30
Belgio	118	547	152	85
Slovenia	105	1.153	320	113
Serbia	101	1.410	392	14
Bulgaria	98	1.370	381	-10
Croazia	67	469	130	-41
Estonia	63	356	99	
Lituania	48	412	114	126
Macedonia	47	601	167	-24
Portogallo	28	386	107	-8
Georgia	25	659	183	-90
Bosnia-Erzegovina	22	255	71	
Ucraina	11	119	33	0
Albania	11	40	11	20
Bielorussia	3,4	34	9	71
Lettonia	1,6	32	9	2
Armenia	1	15	4	0
Somma	23.606	234.156	65.050	

Tabella – Geotermia in Europa.

MWt complessivi: a fine 2009 i numeri erano ben altri con un incremento medio del 110%: ad esempio, la Germania ha installato nel solo 2008 oltre 35.000 pompe di calore. Attenzione, però, che le pompe di calore sono adattabili a mol-

tissimi usi e solo in parte vengono adottate per gli impianti geotermici, infatti abbiamo sostanzialmente 4 tipologie:

- acqua-acqua - la pompa di calore preleva calore dalla sorgente fredda costituita da acqua (di lago, fiume o falda) e la cede al pozzo caldo costituito da un circuito d'acqua (di

riscaldamento degli ambienti);

- acqua-aria - la pompa di calore preleva calore dalla sorgente fredda costituita da acqua (di lago, fiume o falda) e la cede al pozzo caldo costituito da aria (quella dell'ambiente riscaldato).

- suolo-acqua - la pompa di calore preleva calore dalla sorgente fredda costituita dal terreno e la cede al pozzo caldo costituito da un circuito d'acqua (di riscaldamento degli ambienti).

- aria-acqua - la pompa di calore preleva calore dalla sorgente fredda costituita dall'aria (esterna) e la cede al pozzo caldo costituito da un circuito d'acqua (di riscaldamento degli ambienti).

- aria-aria - la pompa di calore preleva calore dalla sorgente fredda costituita dall'aria (esterna) e cede al pozzo caldo costituito ancora da aria (quella dell'ambiente riscaldato).

Il solo comparto delle pompe di calore ad uso geotermico ha incrementi annuali del 10% che segna una crescita dello sfruttamento delle basse entalpie. Il mercato si è diversificato con produttori che dalle macchine suolo-acqua di diverse taglie, dal fabbisogno domestico agli impianti asserviti ad utenze industriali e commerciali sono passati a produrre macchine aria-aria, richieste dal mercato e in rapida diffusione. Le aziende sono solitamente ubicate nel Paese leader di mercato (Svezia, Francia, Germania, Svizzera...). Un secondo trend per i costruttori è l'integrazione con altre sorgenti a bassa temperatura come l'acqua calda da pannello solare con joint-venture con produttori di pannelli e modelli specifici per queste utenze. Il mercato delle tecnologie per le fonti rinnovabili è molto più variegato e complesso del mercato di tecnologie consolidate



come le caldaie a gas, perché ha soluzioni tecniche che possono comprendere molteplici configurazioni a seconda della sorgente rinnovabile sfruttata o di un mix di esse. Questo è un vantaggio in termini di modularità delle soluzioni che, però, può diventare uno svantaggio in termini di complessità e affidabilità delle configurazioni finali di impianto. Tornando alla situazione italiana: una vera industria nazionale a servizio del comparto geotermico non si è ancora sviluppata ma esiste una miriade di installatori e geologi che operano nel settore in modo sporadico ad eccezione di alcune regioni come la Toscana e il Trentino alto Adige dove la cultura dello sfruttamento del calore della terra è già radicata. L'espansione della conoscenza dell'energia geotermica è legata anche all'adozione di best practices sul territorio da importanti realtà commerciali internazionali: ad esempio, il gruppo Ikea che ha pianificato di utilizzare l'energia geotermica in molti dei suoi insediamenti sul suolo nazionale. Ma lo sfruttamento dell'energia geotermica non passa solo per i grandi impianti commerciali o per il riscaldamento delle abitazioni con una pompa di calore, è possibile applicare i medesimi principi anche ad altri campi. Ad esempio, è una pratica ormai associata in Trentino Alto Adige sfruttare la geotermia per il raffrescamento delle cabine elettriche: in fase di costruzione vengono stesi e lasciati vuoti due tubi del diametro di 200 mm che collegano la cabina con l'esterno. Dalla presa d'aria un ventilatore conduce

aria forzata alla cabina: l'aria aspirata all'esterno, viene raffreddata dalla massa di terreno ed immessa nella cabina per il raffreddamento degli apparati elettronici. Con un ventilatore da poche centinaia di Watt è possibile soddisfare una richiesta termica di diverse migliaia, il tutto evitando di usare un compressore frigorifero come è prassi comune fare.

Incentivi e semplificazione burocratica

In conclusione lo sfruttamento del calore a bassa temperatura da fonte geotermica costituisce un'importante occasione per fare fronte agli impegni della direttiva 20-20-20 (Dir 2009/28 CE) sullo sviluppo delle fonti rinnovabili e il contenimento delle emissioni. In particolare bisogna notare come lo sviluppo delle rinnovabili termiche sia economicamente più vantaggioso rispetto allo sviluppo di impianti di generazione elettrica e fonte rinnovabile.

Per il comparto geotermico nel 2007 venivano conteggiati solo 311 ktep a fronte di un obiettivo di 400 ktep espresso dal Libro Bianco sulle rinnovabili del 1999 e ai 960 ktep auspicati nel 1997 come obiettivo a 2020. A fronte di queste cifre esistono le elaborazioni dell'Ugi (Unione Geotermica Italiana) che partiva da 240 ktep (800 MWt) nel 2008 ed una capacità di 4.000 MWt nel 2000 per un totale di

1.100 ktep/anno di capacità produttiva.

Il traguardo è ambizioso ma ottenibile se saranno adottate politiche in favore degli usi geotermici. Le iniziative da prendere sono quelle abituali nel settore delle fonti rinnovabili: la diffusione della conoscenza su una particolare tecnologia presso operatori e installatori, parimenti a una sensibilizzazione della cittadinanza. Ovviamente non basta l'informazione e un'incentivazione all'adozione di impianti sarebbe ben voluta, specie se accoppiata all'incentivazione dell'efficienza energetica (attualmente non è possibile accedere ai contributi del 55% in caso di impianto secondario). Oltre ai contributi, e forse ancora più importante, è necessario avere uno snellimento delle pratiche burocratiche a livello di municipalità: la procedura per lo scavo di un pozzo geotermico da alcune centinaia di metri in profondità è spesso assoggettata a balzelli burocratici capaci di dissuadere anche il più convinto appassionato di fonti rinnovabili e risparmio energetico, allo stesso tempo manca un efficace catasto delle risorse geotermiche a livello locale e puntuale in grado di fornire gli strumenti ai progettisti per una progettazione di massima degli impianti. Ciò non toglie che gli usi termici siano in espansione anche se in mezzo a molte difficoltà.

Bibliografia

www.distrettoenergiarinnovabili.it

www.cegl.it/

www.italiancleantechnology.com

www.unionegeotermica.it

una breve presentazione delle fonte geotermica è visibile al link:

www.slideshare.net/Frapec/energia-geotermica-presentation