



# L'acqua e il calore terrestre: fonti energetiche inesauribili

di Costantino Parlani

*L'energia idraulica e quella geotermica costituiscono ancora oggi uno dei principali obiettivi per uno sviluppo energetico ecocompatibile*

## L'energia idraulica

L'irraggiamento solare innesca il ciclo dell'acqua. L'acqua evapora e ricade sotto forma di pioggia e neve sulla superficie terrestre. Le centrali idroelettriche sfruttano l'energia potenziale posseduta dall'acqua raccolta nei bacini, naturali o artificiali, e nei corsi d'acqua sfruttando un certo dislivello esistente fra questi e la centrale stessa.

Gli impianti idroelettrici possono essere classificati in base al salto sfruttato, alla portata, al sistema d'utilizzo dell'acqua. In generale le centrali idroelettriche che sfruttano grandi portate sono del tipo ad acqua fluente e utilizzano piccoli salti, mentre le centrali a serbatoio e di pompaggio non dispongono di grandi portate e sfruttano medi e grandi salti.

Il costo medio d'installazione di un impianto idroelettrico attualmente si aggira intorno ai 2000-2500 €/kW.

Nelle centrali idroelettriche gli elementi essenziali che determinano la scelta del tipo di turbine (Pelton-Francis-Kaplan) sono:

- il salto motore (H) espresso in m;
- la portata dell'acqua (Q) espressa in m<sup>3</sup>/s.

Gli impianti idroelettrici hanno la possibilità di essere messi in servizio ed effettuare

variazioni di carico in tempi molto brevi. Questa caratteristica li rende particolarmente adatti alla regolazione del carico.

Occorre, tuttavia, considerare la convenienza di un tale utilizzo in funzione delle diverse tipologie d'impianti.

**Impianti ad acqua fluente.** Sono adatti al funzionamento continuo al carico nominale, poiché l'eventuale funzionamento a carico parzializzato comporterebbe lo sfioro dell'acqua in eccedenza senza possibilità di recupero.

**Impianti a serbatoio.** Sono impianti stagionali ossia in alcuni periodi dell'anno accumulano l'acqua prodotta dal disgelo dei ghiacciai e della neve, o dai corsi d'acqua. Sono progressivamente svuotati in periodi successivi in base alla necessità. Risultano, quindi, particolarmente idonei a sopperire alle punte di carico sia giornaliero sia settimanali.

**Impianti di pompaggio.** Sono del tipo giornaliero e dispongono di un sistema di pompe che nelle ore notturne riprendono l'acqua utilizzata durante il giorno e la rimandano nel serbatoio d'accumulo, pronta per essere riutilizzata. Regolano quindi il diagramma di carico fornendo energia di punta e prelevando energia in ore di scarsa richiesta per il ripompaggio dell'acqua utilizzata.

Le possibilità più vantaggiose per lo sfruttamento dell'energia idraulica sono in Italia ormai quasi esaurite ed un ulteriore sviluppo è ostaco-



Energia solare accumulata: acqua nei nostri laghi artificiali proveniente dallo scioglimento della neve e dei ghiacciai



lato da vincoli di tutela paesaggistica e dalla scarsa economicità.

La produzione dell'elettricità potrebbe essere aumentata, sia pur in modesta percentuale, migliorando il rendimento dei vecchi impianti e utilizzando maggiormente mini centrali idroelettriche.

Secondo i dati del GRTN (Gestore Sistema Elettrico), aggiornati al 31 dicembre 2004, in Italia risultano installati 2021 impianti che forniscono 17.057 MW.

Nel nostro Paese, secondo alcune recenti statistiche, il consumo annuale d'energia è di circa 420.500 GW/h così prodotti:

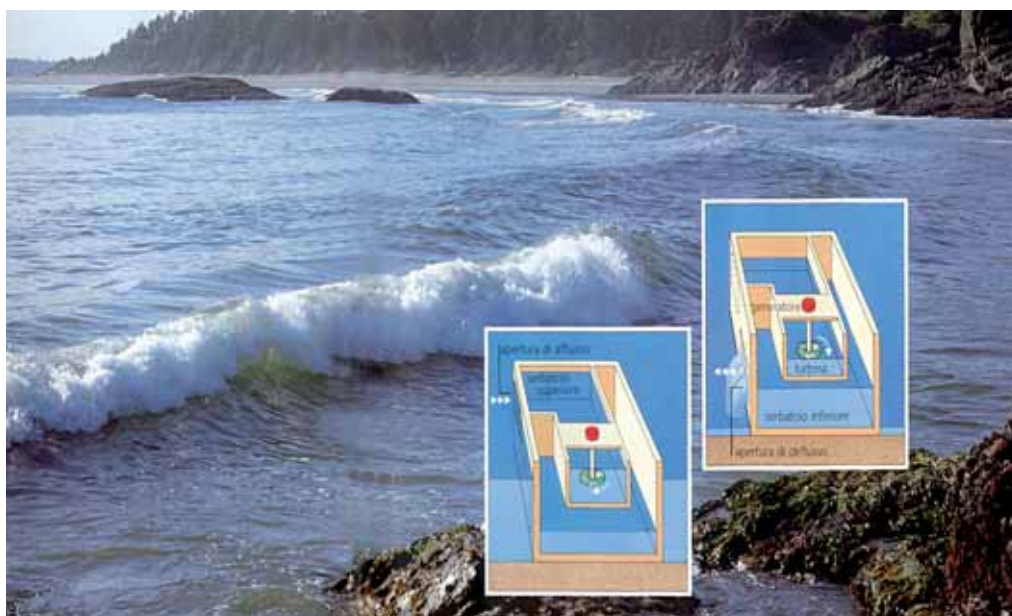
- termoelettrica: 86,7%;
- idroelettrica: 10%;
- geotermica: 1,3%;
- eolico, fotovoltaico e biomasse: 2%.

Anche se è difficile valutare con esattezza la potenza totale installata per gli impianti sopra citati, a causa di molteplici fattori (centrali ferme per vetustà o per proibitivi costi d'esercizio, vari fornitori d'energia, ecc.), ad oggi essa è stimabile intorno a 50.000/55.000 MW; mentre quella importata da Francia, Svizzera, Austria, Slovenia, tramite interconnessione con elettrodotti a 380/220 kV (NTC, *Net Transfer Capacity*), è valutata intorno a 8500 MW. Tale potenza può variare del  $\pm 12\%$  secondo che si tratti del periodo invernale o del periodo estivo.

### L'energia delle onde e il calore del mare

Sono state proposte e sperimentate diverse tecniche per sfruttare l'energia cinetica delle onde marine provocate dal vento. Questa tecnica si fonda sulla constatazione che l'energia delle onde può innalzare il livello dell'acqua oppure comprimere una colonna d'aria e quindi far funzionare una turbina. Anche il calore del mare potrebbe essere sfruttato per la produzione d'energia.

La differenza di temperatura fra l'acqua della superficie del mare (riscaldata dal sole) e quella ad una profondità di 500 m potrebbe essere sfruttata con un'adeguata centrale a vapore. Progetti su vasta scala non sono ancora stati realizzati. Poiché la potenza specifica è molto piccola, non ci si può attendere da questi sistemi un apporto considerevole sull'approvvigionamento energetico. In regioni costiere particolarmente idonee



sono però ipotizzabili delle centrali marine che apporterebbero localmente energia.

Una, tra le numerose proposte per sfruttare l'energia delle onde marine, consiste nella costruzione di due serbatoi collocati a livelli diversi: l'onda in arrivo si riversa nel serbatoio superiore, che subito si chiude; l'acqua, facendo ruotare la turbina, fluisce al serbatoio inferiore che era stato svuotato dal risucchio dell'onda precedente. La turbina, a sua volta, aziona un generatore.

### L'energia dall'alta e dalla bassa marea

Tutti i mari sono soggetti due volte al giorno al movimento delle maree. Ciò è dovuto alla forza d'attrazione fra la Terra e la Luna e alla rotazione terrestre. La differenza d'altezza tra l'alta e bassa marea è chiamata ampiezza d'oscillazione della marea e dipende essenzialmente dalla forma della linea costiera.

Per sfruttare l'energia delle maree in modo economico e su vasta scala, la loro

ampiezza deve essere di alcuni metri e deve esistere una grande baia che possa essere chiusa da una diga.

In tutto il mondo ci sono poche località con queste caratteristiche.

Una centrale mareomotrice, con potenza di 240 MW, si trova sulla costa atlantica francese nei pressi di St. Malò dove si misura un'ampiezza media di marea di 8 m e una massima di 13 m.

Un estuario naturale è stato chiuso da una diga di sbarramento. Le 24 turbine a bulbo funzionano in ambedue le direzioni: durante l'alta marea dal mare all'estuario e durante la bassa marea dall'estuario al mare.

Il fatto che le maree si scostino ogni giorno di 50 minuti, non seguendo così il ritmo del consumo di elettricità, rappresenta uno svantaggio e, inoltre, tra i due fenomeni, si registra una fase d'arresto. Per questi fattori e a causa degli alti costi di costruzione, il futuro delle centrali mareomotrici è attualmente in forte discussione.



Centrale mareomotrice "La Rance" nei pressi di St. Malò, sulle coste dell'Atlantico





## L'energia geotermica

Più profondamente si penetra nella crosta terrestre e più elevata diventa la temperatura: essa aumenta di un grado ogni 30 m. Lo strato esterno del nucleo terrestre consiste in una massa liquida (il magma) la cui temperatura si aggira attorno ai 4000 °C. Il calore è mantenuto per mezzo del decadimento degli elementi radioattivi presenti nelle rocce.

In certe regioni della Terra il flusso caldo del magma giunge così vicino alla superficie terrestre che, già in profondità minime, si possono misurare delle alte temperature. In alcuni di questi luoghi sono state installate delle centrali elettriche geotermiche che utilizzano il vapore naturale per far funzionare le turbine. In Toscana, e precisamente nelle zone di Lardarello e del Monte Amiata, da molti anni si sfruttano questi vapori endogeni per la produzione di energia elettrica.

La più vecchia centrale elettrica di questo tipo si trova appunto in Toscana e risale al 1904; era dotata di un gruppo di pochi kW. Sino agli anni Sessanta l'Italia era l'unica nazione al mondo a sfruttare industrialmente questa risorsa.

Sull'esempio italiano altre nazioni hanno intrapreso da tempo questa strada: Nuova Zelanda, Stati Uniti, Messico, Giappone, Nicaragua, Indonesia.

La potenza complessiva installata negli impianti italiani è ripartita in una trentina di centrali e ammonta a 681 MW (dati forniti dal GRTN al 31 dicembre 2004). Il fluido endogeno utilizzato proviene da una profondità di 1000 m e la sua temperatura varia da 180 °C a 240 °C con una pressione da 5 a 10 kg/cm<sup>2</sup>. In tutto il mondo ci sono in funzione più di 150 centrali di questo tipo.

La possibilità di sfruttamento di queste fonti energetiche è limitato, considerato che è rara la presenza del magma vicino alla superficie terrestre abbinata ad una sufficiente quantità di acqua per la formazione del vapore.

Si sta tentando di produrre elettricità geotermica anche al di fuori di queste regioni. Il metodo prevede due pozzi molto profondi scavati nella crosta terrestre fino a raggiungere la roccia calda e secca che ha una temperatura di 200-300 °C.

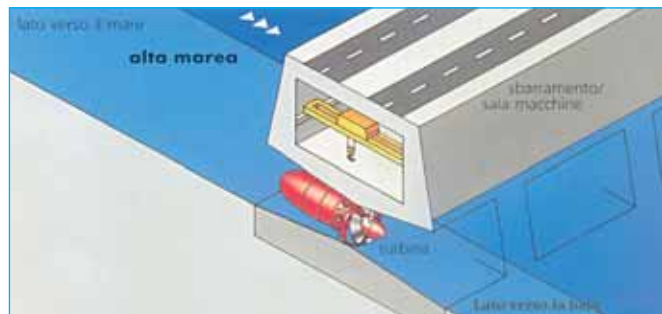
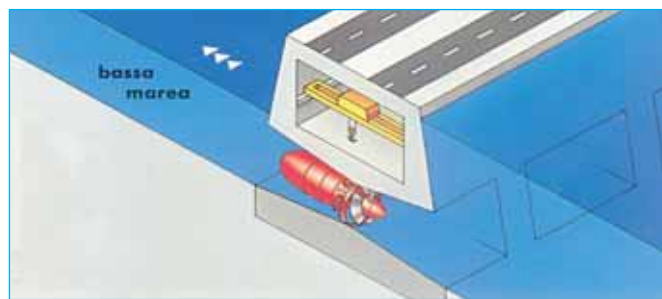
Nel pozzo più profondo è iniettata acqua

fredda; quando quest'ultima si riscalda, la pressione aumenta al punto da provocare delle frantumazioni della roccia circostante. Il secondo pozzo recupera l'acqua riscaldata al contatto con le rocce.

Con quest'acqua, per mezzo di un generatore di vapore, si potrebbe far funzionare una centrale elettrica. Gli esperimenti e i risultati delle ricerche condotte sino ad ora non hanno portato a conclusioni riguardanti la possibilità d'applicazione su larga scala.

Il calore terrestre può essere sfruttato anche per il riscaldamento. Correnti sotterranee d'acqua calda che circolano in piccole e medie profondità sono disponibili e, se l'acqua ha una temperatura maggiore di 60 °C, può essere usata direttamente per il riscaldamento; se, invece, la temperatura è più bassa, l'acqua deve essere portata, per mezzo di una pompa di calore, ad una temperatura adeguata.

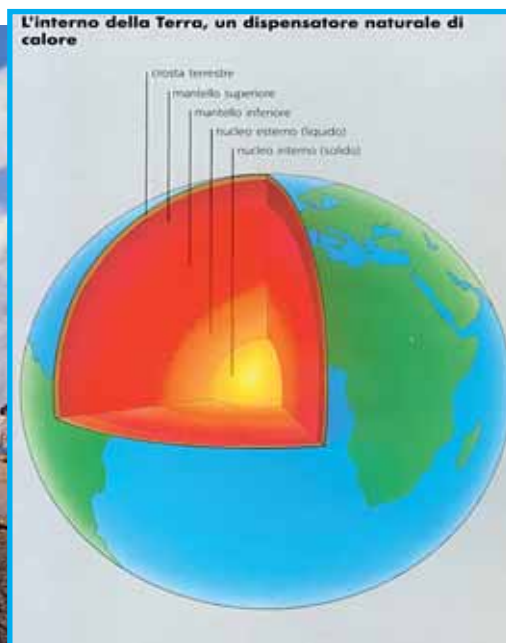
Gli impianti geotermoelettrici sono impianti che, pur non avendo un peso determinante nel bilancio energetico nazionale, dispongono di alti fattori di utilizzazione essendo mantenuti per lunghi periodi al carico massimo per il



Sfruttamento della bassa e dell'alta marea in una centrale mareomotrice

loro basso costo di esercizio.

Per lo sfruttamento del calore terrestre i criteri sono: la compatibilità con l'ambiente e il rendimento economico. Quest'ultimo dipende da tre fattori ossia dai costi del pozzo, dalla quantità di energia geotermica disponibile e dalla qualità dell'acqua che potrebbe contenere sostanze aggressive e/o nocive. Il costo medio per un'installazione geotermica ad oggi è valutato attorno ai 2500 €/kW.



In certi posti della Terra, il magma arriva così vicino alla superficie da riscaldare l'acqua e farla uscire bollente dal terreno