LA STAMPA
Archivio Storico dal 1867
http://www.archiviolastampa.it/



Tutto scienze

## Catasto delle rarità geologiche

Al Museo centrale di ricerca scientifica e di esplorazione geologica di Mosca si sta preparando la compilazione di un insolito «libro rosso»: un vero e proprio «catasto» delle formazioni geologiche uniche che necessitano di essere difese. Le formazioni geologiche più rare — sottolinea Sobolev, direttore del Museo di esplorazione geologica — esistono spesso in un solo esemplare e possono scomparire irreparabilmente dalla faccia della terra. Per quanto possa essere ricca la collezione del museo non potrà mai fornire ai posteri un quadro completo della nascita del nostro pianeta, della sua crescita e della formazione del suo ricchissimo mondo minerale. Il «catasto», in cui compariranno valutazioni storiche e scientifiche delle formazioni geologiche uniche, sarà la guida in un museo a cielo aperto, le cui sale sono sparse per tutto il paese.

## In Francia un thermos sotterraneo

Un lago sotterraneo a forma di lente di 180 metri di diametro e a 500 metri di profondità sarà riempito la prossima estate con 380.000 metri cubi di acqua sotto pressione, a 200 gradi, per poi essere riutilizzata a temperature comprese tra 180 e 90 gradi nell'inverno 1987 per riscaldare 4500 famiglie nelle Yvelines, a ovest di Parigi. Il progetto, messo a punto dal gruppo petrolifero Elf-Aquitaine e dal commissariato francese per l'energia atomica, utilizzerà il calore di un inceneritore di rifiuti che tratta 110.000 tonnellate annue.

*Prospettive di due fonti alternative di energia: la luce solare e il calore del sottosuolo*

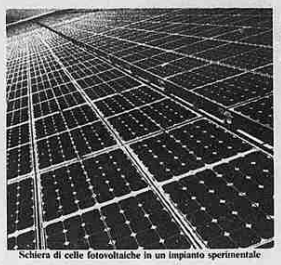
# Il fotovoltaico è quasi competitivo?

Anche punto è la marcia delle celle solari verso la competitività?

Per la valutazione economica degli impianti fotovoltaici ci si riferisce al costo dei moduli di celle solari e al costo dell'intero impianto installato. L'attuale costo internazionale dei moduli varia tra 6 e 10 dollari per Watt di potenza nominale mentre l'intero impianto solare installato costa da 15 a 25 dollari per Watt. Perciò anche con la tecnologia solare il costo dell'impianto oscilla tra 20.000 e 25.000 dollari per kW, cioè è ancora molto elevato. Il costo dell'energia così prodotta varia da 600 a 1000 lire per kWh nel caso di grandi impianti, sino a 2000-2500 lire/kWh per piccoli impianti da 1 a 5 kW.

Questi dati indicano chiaramente che il kWh prodotto per via fotovoltaica è ancora distante dalla competitività con l'energia prodotta da centrali termoelettriche ed elettronucleari.

Diversa conclusione si può trarre considerando applicazioni speciali, in particolare nei Paesi emergenti (elettrificazione di villaggi isolati, produzione di acqua potabile, conservazione di medicinali e derrate alimentari, comunicazioni in aree desertiche) e se si confronta la tecnologia fotovoltaica con altri sistemi tradizionali per generare elettricità. In questi casi la convenienza sarebbe raggiunta, tenendo conto dei molti fattori ambientali che penalizzano pesantemente gli impianti tradizionali.


Schiera di celle fotovoltaiche in un impianto sperimentale

Basti ricordare che il costo per la costruzione di una linea elettrica a bassa tensione, in Italia, varia tra 15 e 50 milioni di lire per chilometro ed è proibitivo nei Paesi emergenti. Una analisi dettagliata di fonte americana ha dimostrato che esiste già la convenienza a realizzare impianti fotovoltaici da 1,5 a 3 kW, rispetto ai gruppi elettrogeni Diesel/alternatore.

Si aggiunga che l'esercizio di una centrale equipaggiata con Diesel pone notevoli oneri di manutenzione e di revisione programmata, con il conseguente obbligo di mantenere un costoso parco ricambi. Tutti questi aspetti favorevoli si sono potuti riscontrare nell'esercizio di un impianto fotovoltaico della potenza di 21 kW progettato e costruito dall'Ansaldo in Tanzania e destinato alla irrigazione: l'economicità del prodotto finale è stata dimostrata.

**Aurelio Robotti**

# Soffioni artificiali ottenuti da rocce calde

*Si sperimenta una nuova tecnica per produrre elettricità geotermica*

STIME delle Nazioni Unite prevedono che le necessità energetiche dei Paesi industrializzati aumenteranno del 2-3 per cento all'anno, fino al Duemila. Parallelamente le richieste energetiche dei Paesi in via di sviluppo cresceranno approssimativamente del 10-15 per cento all'anno.

Parte di questa domanda energetica crescente avrebbe dovuto essere soddisfatta da fonti convenzionali, tra cui il petrolio e il nucleare. Tuttavia, i recenti casi di contaminazione radioattiva e l'aumento delle piogge acide, queste ultime verosimilmente legate agli scarichi di combustione emessi nell'atmosfera dalle centrali termoelettriche, impongono una diversificazione energetica verso fonti attualmente ritenute non convenzionali. Tra queste l'*energia geotermica* occupa una posizione di primo piano.

L'energia geotermica, legata al flusso di calore proveniente dall'interno della Terra, può essere utilizzata sfruttando alcune particolari situazioni naturali tipiche di certe aree o può essere ricavata artificialmente.

Le zone geotermiche naturali si trovano in prossimità di vulcani attivi in epoca recente e sono caratterizzate dall'esistenza di fenomeni idrotermali. Questi sono legati al movimento di fluidi che vengono riscaldati in profondità da masse magmatiche in fase di raffreddamento e che descrivono un flusso di tipo convettivo.

Per mezzo di opportune perforazioni è possibile congiungere opportunamente questi fluidi in modo che, espandendosi durante la risalita, possano attivare delle turbine in superficie. I fluidi naturali (acque calde e vapori) provengono da profondità variabili tra i 600 e i 3000 metri e hanno una temperatura che si aggira intorno ai 200-250 °C.

Queste condizioni, indispensabili per la produzione di energia elettrica, si verificano per esempio a Larderello in Toscana e a «The Geysers» in California, dove si stimano potenziali geotermici intorno ai 500 Megawatt.

Mentre nei sistemi geotermici naturali i fluidi sono in loco, in quelli ottenuti artificialmente le fasi acquose vengono iniettate in profondità utilizzando la tecnologia «Hot Dry Rock» (HDR) applicabile a *«rocce calde e secche»*.

In altre parole, è possibile ottenere un flusso sotterraneo di fluidi attraverso l'immissione di acqua in profondità in modo da simulare un sistema geotermico naturale. Questa tecnologia può essere quindi utilizzata in zone prive di sorgenti calde, soffioni e geysers.

Condizione necessaria è che il gradiente geotermico (aumento della temperatura con la profondità) sia superiore a quello normale, che è di 30 °C al chilometro. Ovviamente maggiore è il gradiente geotermico, maggiore sarà il potenziale energetico sfruttabile.

I pionieri della tecnologia HDR sono stati e sono tuttora gli scienziati ed i tecnici statunitensi che già negli Anni Sessanta hanno progettato e sperimentato i primi impianti.

I progetti di ricerca in questo settore sono gestiti dal Los Alamos Scientific Laboratories nello Stato del Nuovo Messico. Le ricerche sono concentrate sulla vicina caldera vulcanica di Valle Grande, il cui potenziale geotermico è considerato immenso. Questa struttura vulcanica di dimensioni chilometriche è stata straordinariamente attiva durante il Pliocene (circa 5 milioni di anni fa); la sua parte basale consiste di antiche rocce granitiche intruse da porfiriti vulcaniche.

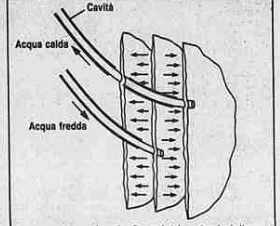
In queste due unità rocciose non si riscontra la presenza di fluidi: di qui la definizione di «rocce calde e secche». La preparazione del serbatoio geotermico è ottenuta tramite una perforazione che interessa le rocce granitiche basali ad una profondità variabile tra i 3000 ed i 3900 metri.

Attraverso l'iniezione di acqua pressurizzata viene poi indotta la fratturazione idraulica della roccia lungo superfici piane e verticali. In una fase successiva l'acqua viene iniettata in profondità. Trovandosi a contatto con la roccia calda (le temperature sono dell'ordine di 175-200 °C) il liquido aumenta il proprio contenuto termico migrando progressivamente verso l'alto. Il fluido riscaldato è riportato in superficie da una seconda perforazione praticata nella parte superiore del corpo roccioso.

La transizione *liquido-gas* ha invece luogo in una apposita camera di espansione situata in superficie. Attraverso quest'accorgimento il fluido pressurizzato è in grado, espandendosi, di compiere un maggior lavoro e di produrre il rendimento ottimale delle turbine. Il fluido opportunamente raffreddato può essere poi riutilizzato per compiere un nuovo ciclo.

Si tratta quindi di un sistema chiuso estremamente vantaggioso dal punto di vista ambientale. Inoltre, recenti studi di fattibilità in campo economico, hanno dimostrato che l'energia geotermica prodotta artificialmente è competitiva con le fonti tradizionali se le perforazioni non vanno oltre i 6,5-7 km di profondità.

**Corrado Cigolini**



Rappresentazione schematica di un serbatoio geotermico in "rocce calde e secche". L'acqua fredda iniettata in basso migra verso l'alto riscaldandosi lungo fratture verticali ed è riportata in superficie.

*Fallite le esperienze tentate con impianti in Italia ad Adrano e in Francia sui Pirenei*

# Hanno deluso le centrali a specchi

SI può generare elettricità utilizzando energia solare mediante due metodi: 1) conversione termodinamica ad alta temperatura; 2) conversione fotovoltaica. Occupiamoci della tecnica ad alta temperatura.

Per potenze superiori a 100 kW la conversione termodinamica si effettua tramite le «centrali a torre»: un parco di specchi opportunamente distribuiti al suolo riflette la radiazione solare su di una caldaia collocata in cima ad una torre. Gli specchi a terra si orientano continuamente per inseguire il disco solare nel suo moto apparente. Il calore così ricevuto dalla caldaia scalda l'acqua in essa contenuta e la trasforma in vapore. Questo viene fatto espandere in una turbina che, a sua volta, fa girare un generatore elettrico (alternatore).

Le centrali a torre non sono molte nel mondo: Eurelios, Italia, potenza 1 MW (1 Megawatt); Themis 1 in Francia (2 MW); Barstow, Usa, 10 MW; SSPS e CESA in Spagna (0,5 MW e 1,2 MW rispettivamente); CRT in Giappone (1 MW). Tutte sono entrate in esercizio tra il 1981 e il 1983.

Per fornire elementi di confronto è utile ricordare i costi del kW installato e del kWh (kWattora) prodotto con centrali elettronucleari e con centrali termoelettriche alimentate a carbone. In Italia, il costo unitario di un impianto nucleare si colloca intorno a 3 milioni di Lit/kW (lire italiane per kWh) mentre il costo di una centrale a carbone è circa la metà. In Francia il costo delle centrali nucleari è di circa 1,5 milioni di Lit/kW. In Usa i costi sembrano assestarsi sul 1.500-2000 dollari per kW.

Per il costo del kWh in Italia si indicano i seguenti valori: kWh prodotto con centrali nucleari 42 lire; con centrali a carbone 57 lire; con centrali a nafta 85 lire.

Per le centrali solari a torre, i costi del kW installato sono dell'ordine del 20-30 milioni di lire per tutti gli impianti sopra ricordati. Il costo del kWh è di circa 10 volte quello relativo alle centrali termoelettriche tradizionali.

Per quanto riguarda l'esercizio e l'affidabilità degli impianti solari a torre, l'esperienza raccolta indica che la manutenzione o la sostituzione di componenti solari è risultata molto onerosa (per esempio nella centrale spagnola di CESA la percentuale degli specchi funzionanti era del 94 per cento nel giugno 1983, del 92 per cento nel luglio, dell'87 per cento in agosto). Nell'impianto di Themis, Francia, il campo specchi ha registrato un inconveniente al giorno e la necessità di personale per l'esercizio è stata maggiore del previsto. Inoltre il sistema completo ha dimostrato una notevole inerzia sia all'avviamento sia alle variazioni di insolazione (annuvolamento); anche la nuvolosità è stata superiore a quella prevista dal progetto.

Di conseguenza si può dire che l'energia elettrica netta prodotta è stata inferiore a quella programmata e che la manutenzione è risultata troppo costosa.

Molti degli inconvenienti riscontrati sarebbero facilmente eliminabili. Rimane però il fatto che l'industria non sembra disposta a impegnare ulteriori risorse nella conversione termodinamica ad alta temperatura. E' sintomatico il fatto che l'EdF (Electricité de France) abbia rinunciato a un impegno preso nella gestione della centrale Themis, e che i giapponesi abbiano cessato l'esercizio della loro centrale CRT. Anche in Italia, per gli stessi motivi, la centrale Eurelios ha cessato di funzionare.

Gli unici Paesi che mantengono un interesse per le centrali a torre sono gli Stati Uniti e la Spagna (dove la legge impone di investire in ricerca sulle fonti rinnovabili "una quota" del reddito derivante dalla vendita di elettricità).

**a. r.**

*I risultati di cinquemila ore di sperimentazione sotto la guida dell'Ente per le energie alternative*

# Vapore più elettricità uguale risparmio

LA crisi energetica del '75 ha imposto drastici tagli ai consumi di combustibile, costringendo l'industria a sviluppare nuovi sistemi finalizzati al risparmio energetico. L'Enea, Dipartimento Fare (Fonti alternative risparmio energetico), ente di Stato preposto allo sviluppo industriale nel settore delle energie alternative, ha pilotato la ricerca.

Tra gli impianti realizzati in questo ambito ci sono quelli destinati alla produzione combinata di energia elettrica e vapore o acqua calda. Oltre a essere «autoinquinanti», possono essere inseriti nell'industria con grandi vantaggi energetici ed ecologici.

Più di 5000 ore di sperimentazione condotte sugli impianti installati presso alcune industrie piemontesi hanno dimostrato l'affidabilità acquisita da questi componenti: non richiedono manutenzione e sono facilmente gestibili

I sistemi realizzati per la produzione di energia elettrica e termica, soddisfano le esigenze di una vasta fascia di aziende che abbiano potenze elettriche installate comprese tra 100 e 1000 kW e che utilizzano contemporaneamente vapore o acqua calda per i processi di lavorazione industriale.

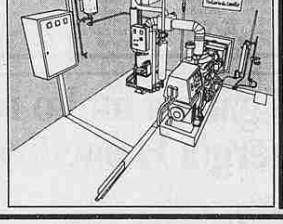
Da questi sistemi si ottiene un risparmio energetico globale dell'ordine del 30-40 per cento, che unito all'uso di combustibili leggeri permette una riduzione delle emissioni inquinanti sulfurose di ben 17 volte rispetto al sistema convenzionale e con i filtri accoppiati allo scarico si eliminano totalmente l'ossido di carbonio e idrocarburi incombusti e si riducono drasticamente polveri e ossidi di azoto.

La gestione semplice ed economica da parte di personale non necessariamente specializzato, il basso costo del combustibile (in questo caso gasolio) permettono anche un significativo risparmio economico e un rapido ritorno degli investimenti.

Per riassumere, si dispone oggi della tecnologia adeguata e a basso costo, tale da poter essere inserita nelle utenze industriali senza alterare l'equilibrio manutentivo interno e tale da permettere la miglior gestione delle risorse non rinnovabili (petroli e derivati), riducendo contemporaneamente le emissioni sulfurose e nitriche.

Ma la diffusione di questi impianti per gestire l'energia e l'ecosistema, non potrà avvenire solo sulla base della richiesta dell'industria privata, il cui compito primario non è il risparmio energetico per la collettività. Occorre invece una chiara scelta politica nazionale. Lo Stato ha promosso la realizzazione sul piano tecnologico di questi sistemi. Ora dovrebbe tradurre gli sforzi compiuti in un adeguato sviluppo industriale.

**t. s.**



## Il fruttivendolo

Oggi presentiamo un problema che potremmo definire classico nel genere compro-vendo.

Un fruttivendolo acquista all'ingrosso una quantità x di avocado ed una quantità x/2 di confezioni da 2 kiwi, pagando entrambi i prodotti 2000 lire.

Mette in vendita la merce con il 10 per cento di sovrapprezzo e nel giorno stesso vende tutto meno 7 frutti. Facendo un po' di conti, scopre di aver incassato esattamente quanto ha speso.

La domanda è: quali sono i 7 frutti non venduti?

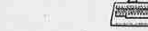
**Elvezio Petrozzi**

Tutto scienze GIOCHI

## Criptocalcolo
### *Soluzione*

La soluzione esatta del problema di criptoaritmetica proposto la settimana scorsa porta alle seguenti operazioni: 17 x 4 = 68 + 25 = 93.

Strettamente personal



*Come cambierà il modo di far lezione*

# Nelle scuole ci sarà un computer ogni tre studenti

IL gesso è sorpassato, la lavagna anche. L'insegnante resiste, ma un buon catalogo di *software* potrebbe metterlo in difficoltà. Il computer preme alle porte della scuola, è già entrato nei bilanci della Pubblica Istruzione (71 miliardi per l'87), nelle circolari ai presidi (un calcolatore ogni tre studenti), una stampante ogni due personal, due floppy, un archivio dei dischi), nell'aggiornamento degli insegnanti (6400 professori di matematica).

Le case produttrici si contendono un mercato di 240 miliardi di lire in tre anni, se il piano nazionale per l'informatica nella scuole non verrà cambiato. Nella battaglia dei video, Olivetti gioca una carta che spera vincente: *Classnet*, una rete di M19 e M24 collegati tra di loro con un cavo simile a quello telefonico, che può trasportare centomila caratteri al secondo.

Per una classe media occorrono dieci *personal* con una memoria di almeno 512 KByte: uno ogni tre studenti, uno per l'insegnante, il *server* con funzione di gestore di rete.

Con questo strumento la lezione può essere uguale per tutti (sul computer si visualizza contemporaneamente lo stesso programma) o personalizzata (ciascuno procede secondo il suo ritmo). Quanto all'insegnante, anziché chinarsi sui diversi quaderni, pigia un tasto ed entra nel video del prescelto. Il dialogo è un po' più lungo perché le parole vanno digitate e poi inviate.

Il costo di un'aula informatizzata è compreso tra i 30 e i 50 milioni, secondo il numero di *personal* che occorrono. Finora l'Olivetti ne ha installate un paio in cinque Istituti tecnici (Sesto Fiorentino, Trento, Bolzano, Verbania, Roma) ma il numero delle scuole pilota dovrebbe salire a 15, per un totale di 300 classi, 100 insegnanti e 7500 allievi.

Le materie coinvolte nell'esperimento sono matematica, fisica e lingue straniere, oltre a matematica applicata, ragioneria e tecnica per gli Istituti commerciali e sistemi, elettronica, elettrotecnica per gli Istituti industriali.

Le funzioni non sono fisse né fissate stabilmente. Ogni insegnante può elaborarne di personali e dall'esperienza collettiva nasceranno i passi successivi. Tra i progetti per il futuro ci sono la trasmissione di *software* a distanza, l'accesso a banche dati, lo sviplpo di programmi didattici in collaborazione con Centri di ricerca e Università, la posta elettronica.

Il ministero per la Pubblica Istruzione ha intanto aperto le iscrizioni per la seconda serie di corsi di formazione, aperti agli insegnanti di fisica e matematica con esperienza nel settore informatico. L'invito è rivolto a tutti, ma i requisiti sono tali che nel setaccio, dopo il questionario di ammissione e il test, non ne resteranno più di duecento. Tanti quanti i posti.

**Marina Verna**

*Telediagnosi e teleassistenza per impulsi telefonici fino all'Antartide*

# Il telefax riparato via satellite

AL campo base di Terra Nova Bay, in Antartide, la mattina dell'11 febbraio i tecnici della missione Enea pensavano che la loro spedizione scientifica fosse ormai condannata al rientro anticipato. Con il telefax che non trasmette e non riceve, informazioni e dati non potevano raggiungere Roma via satellite del Pacifico. E dalla sede centrale Enea, una volta chiamata, non pervenivano giungere al campo base.

Come si sa, il telefax è una specie di fotocopiatrice che funziona a distanza via telefono ed è usata comunemente negli uffici. Il professor Roberto Cervellati, uno dei responsabili della missione Enea, era il più preoccupato: senza contatti telefax, in Antartide è inutile restare.

In meno di mezz'ora, invece, il telefax ha ripreso a funzionare alla perfezione. Ed è stato il primo intervento d'emergenza del servizio di «teleassistenza». Il primo in assoluto via satellite. «Fino a poco tempo fa — spiega Mario Zanone Poma, direttore della Divisione Infotec della Hoechst Italia — nessuna riparazione del genere sarebbe stata possibile, dato che è difficile immaginare l'invio di un tecnico specializzato in un luogo tanto lontano. Ora, appunto dall'11 febbraio, siamo in grado di riparare i telefax in qualunque parte del mondo».

Quella mattina, dal campo base di Terra Nova Bay, la missione dell'Enea si era messa in contatto telefonico con la Hoechst di Roma. Il guasto al «fax» sembrava proprio irrimediabile. Non sapevamo, però, della possibilità di telediagnosi e delle nuove possibilità di intervento del servizio di teleassistenza Hoechst di Milano. Venti minuti dopo la prima chiamata dall'Antartide, i tecnici milanesi chiamano Terra Nova Bay: «Lasciate acceso il telefax». A questo punto può iniziare l'intervento di telediagnosi a distanza via satellite del Pacifico.

Pochi secondi ed ecco la prima risposta: un fastidioso effetto eco determinato dalla trasmissione via satellite, disturba la linea di ricezione e l'invio dei documenti. L'impulso di un fascio di bit copre subito l'effetto eco e la telediagnosi si fa più precisa: il guasto è nel «polling», la funzione che permette al telefax di ricevere e trasmettere in automatico. Altro fascio di bit diretto al sistema RAM (10 milioni di transistor in due pollici quadrati), e anche il «polling» è aggiustato. Il tutto in soli 32 secondi dal contatto.

Il primo messaggio dal fax riparato e stato inviato a Mario Zanone Poma. Una breve lettera di ringraziamenti e l'improvvisata piantina del campo base, davanti al vulcano di Monte Melbourne e a Monte Browning, in mezzo a neve, mare, scogliere, pezzi di ghiaccio e massi di granito. Si può capire la soddisfazione di Zanone Poma: «Siamo in grado, attraverso lo scambio di impulsi telefonici, di individuare i parametri irregolari e ripristinare in pochi secondi le condizioni ottimali di funzionamento».

Ma se l'11 febbraio è stata la prima volta via satellite, dal settembre '85 — quando è iniziata la teleassistenza — alla fine '86, il 50 per cento delle riparazioni sui telefax della Hoechst è avvenuto via impulsi telefonici. Se il guasto è meccanico ci vuole l'intervento diretto di un tecnico: la telediagnosi si limita, in questo caso, a segnalare di quale guasto meccanico si tratta. Dal giugno di quest'anno la Hoechst Italia — che già dispone di un brevetto per il dialogo tra computer e fax presentato al «Cebit» di Hannover — provvederà alle riparazioni anche con il computer.

**Giovanni Cerruti**

SOME RIGHTS RESERVED