

QUALI RISORSE ENERGETICHE?*

ROBERTO VACCA

1. Fonti e consumo d'energia

Le fonti primarie (legno, carbone, petrolio, gas, idroelettrico + nucleare + geotermico – sommati) hanno fornito nel mondo le porzioni di energia rappresentate nel diagramma di Fig.1. Le ordinate del diagramma sono proporzionali ai logaritmi di $F_i/(1-F_i)$, ove F_i è la percentuale dell'energia primaria fornita dalla fonte i .

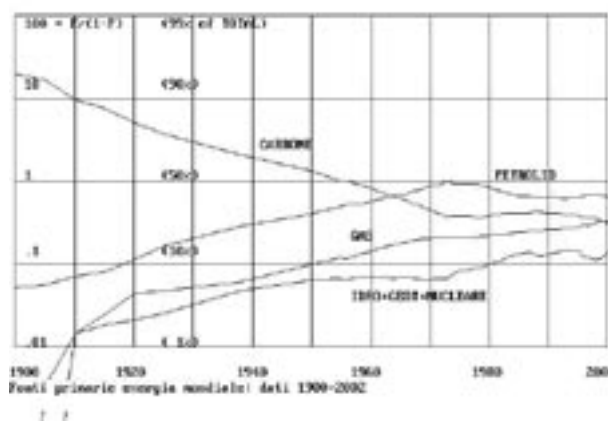


Figura 1. Ripartizione fonti primarie di energia nel mondo.

In questa rappresentazione, se un diagramma è rappresentato da una retta inclinata verso l'alto o verso il basso, ciò significa che la variabile relativa è governata da un'equazione di Volterra-Lotka, segue, cioè, una curva ad S (o logistica) che parte e arriva a tratti orizzontali (in cui la variabile ha valore costante). Il declino del carbone nel secolo XX aveva pendenza vicina a quella già verificata col declino del legno nel secolo XIX e il declino del petrolio dopo il 1973, sembrava inizialmente destinato a seguire una terza curva parallela alle due dette. La crescita del gas avvenne con una pendenza vicina a quella del petrolio fino al 1970. Vent'anni dopo, però, il gas non ha superato il petrolio. Le 4 fonti considerate hanno mantenuto a lungo percentuali costanti. Il gas ha raggiunto il carbone nel 1999 e le 2 fonti forniscono la stessa percentuale fino al 2003.

Il consumo di energia è cresciuto senza posa nel secolo XX. Nel 2002 era di 428 EJ/anno [1 ExaJoule = 10^{18} Joules] cioè 9.405 MTEP (milioni di tonnellate equivalenti di petrolio). Adattando alla serie 1925-2002 dei consumi mondiali una equazione di

Volterra, si ottiene una proiezione al 2050 di 477 EJ (10.570 MTEP). La Fig.2 mostra la curva logistica dell'energia totale che meglio si adatta ai dati empirici.

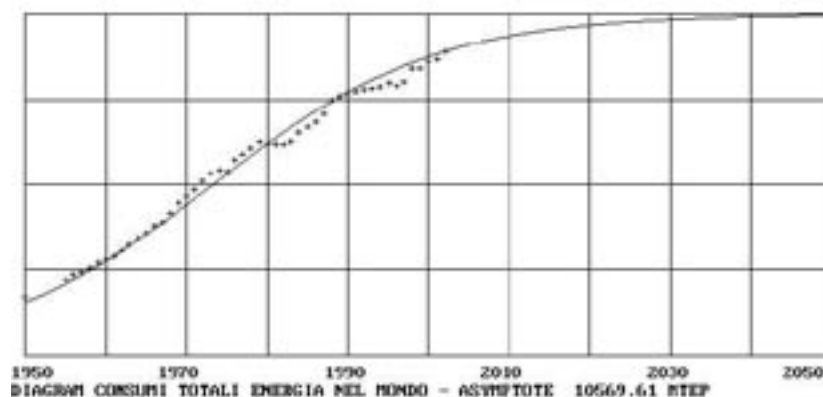


Figura 2. Consumo energia totale nel mondo: dati rilevati e curva logistica.

Carbone, petrolio, gas, idroelettrico + nucleare + geotermico sommati) hanno fornito in Italia le porzioni di energia riportate in Fig.3.

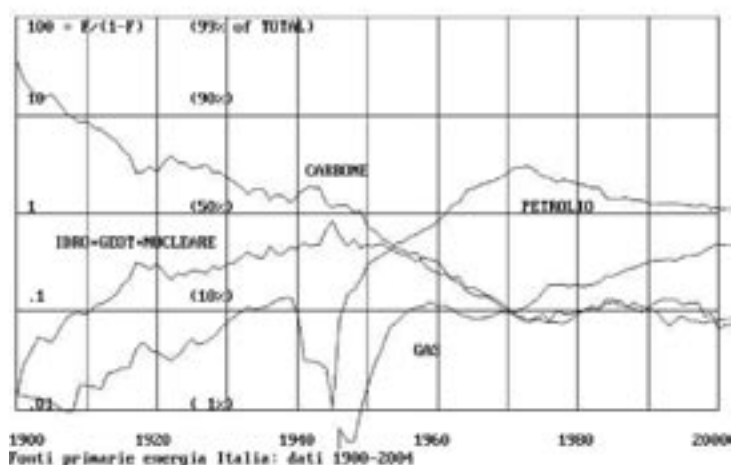


Figura 3. Ripartizione fonti primarie di energia in Italia.

Il declino del carbone iniziò anche in Italia con il secolo XX. Dal 1970 oscilla intorno al 10% del totale. Il declino percentuale del petrolio dal 1973 sembrava inizialmente destinato a seguire un andamento simile a quello del carbone a metà del secolo scorso. Invece negli ultimi 20 anni ha rallentato. Se continuano gli andamenti attuali, potremmo attenderci che verso il 2025 le porzioni fornite da gas e petrolio vadano a coincidere al 42%, mentre il 16% sarà fornito in ugual misura da carbone e idroelettrico più geotermico.

Il consumo totale di energia in Italia è raddoppiato dalla metà degli anni '60 raggiungendo oggi 186 MTEP. (milioni di tonnellate equivalenti di petrolio). Adattando alla serie dei consumi 1900-2004 un'equazione di Volterra, otteniamo una proiezione

al 2050 di 216 MTEP. La Fig.4 mostra la logistica che meglio si adatta ai dati empirici dell'energia totale italiana.

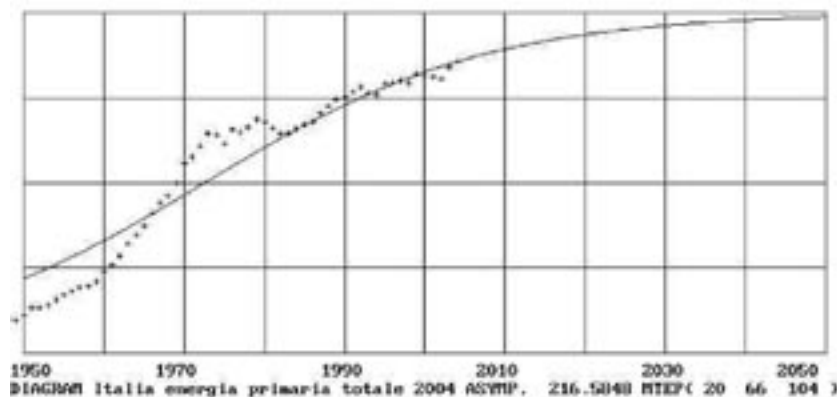


Figura 4. Energia totale consumata in Italia: dati rilevati e curva logistica.

La crescita dei consumi energetici, dunque, continua e in termini assoluti, rallenta. Però la quota percentuale calante del petrolio corrisponde negli ultimi 25 anni a una quantità assoluta che oscilla di poco intorno a 90 MTEP. L'aumento dei consumi di energia così previsto nel prossimo quarto di secolo implicherà problemi relativi alla disponibilità di risorse, oltre che agli impatti ambientali. Occorre analizzare e pianificare l'uso di risorse energetiche diverse al petrolio.

Secondo le proiezioni precedenti l'incremento dei consumi da oggi al 2050 dovrebbe essere quello riportato nella tabella seguente.

| Fonte | petrolio | gas | carbone | idro + geot. | totale |
|-------|----------|-----|---------|--------------|--------|
| 2004 | 90 MTEP | 60 | 18 | 18 | 186 |
| 2050 | 90 MTEP | 90 | 18 | 18 | 216 |

Taluno considera preoccupante questo aumento di circa il 18% nel ricorso ai combustibili fossili, costituito da 30 MTEP di gas naturale. Questo causerebbe un aumento eccessivo dell'effetto serra dovuto al CO₂ prodotto. Ne conseguirebbe un aumentato riscaldamento globale con conseguenze ambientali insostenibili. La tesi è contenuta nel Protocollo di Kyoto del 1992. Tale documento, pur firmato da 154 Paesi (stilato nel 1997 ed entrato in vigore nel 2005), non contiene alcun dato numerico, nè cita alcuna analisi scientifica di tali processi. Si limita ad affermare gratuitamente che sono le attività antropiche a causare riscaldamento globale modificando il clima terrestre. Gode, quindi, di scarsa considerazione fra gli esperti.

Analisi più accurate indicano che il riscaldamento globale ha cause primarie astronomiche alle quali *consegue* un aumento dell'anidride carbonica atmosferica e un aumento dell'effetto serra. (v. Vacca, R. "La verità sull'effetto serra", M!ND Agosto 2005). Certo, anche se bruciare petrolio e metano non è davvero rischioso ai fini dell'impatto sul clima, queste sostanze sono alla base dell'industria petrolchimica e

della plastica con utilità ben maggiore di quella ottenuta bruciandole. Inoltre esse sono soggette a rischi di approvvigionamento e a costi crescenti. Gli aumenti del prezzo del greggio sono drammatici: documentati dalla stampa e percepiti direttamente con l'aumento del prezzo dei carburanti. Misure efficaci da prendere in ogni caso, consistono nello sviluppare energie alternative che evitino di bruciare combustibili fossili.

2. Ritorno al nucleare – quale nucleare?

Per ridurre drasticamente la rischiosa dipendenza dell'Italia da fonti energetiche importate, converrebbe ricorrere di nuovo all'energia nucleare. Ogni dibattito in merito, però, è pervaso da considerazioni passionali e da disinformazione. In Italia le centrali esistenti sono state fermate e quella di Montalto è stata convertita in termoelettrica dopo il referendum del 1987, i cui quesiti erano e sono largamente ignorati dall'opinione pubblica, dai media, da pubblicitari e sociologi.

Le tecnologie a cui ricorrere per creare di nuovo una industria e una produzione elettronucleare in Italia sono ben note. Il libro "Orizzonti della Tecnologia Nucleare Italiana" (a cura di E. Mainardi e U. Spezia, Associazione Italiana Nucleare, 21° Secolo, 2005) analizza l'intera situazione alla luce dei progressi tecnologici notevoli compiuti negli ultimi due decenni. Le prospettive dell'energia nucleare in Italia appaiono incerte non per ragioni tecniche, ma per motivi di inadeguatezza culturale.

Per consentire ai decisori pubblici e privati di formulare piani di sviluppo razionali e realistici, occorre intraprendere una vasta operazione culturale che fornisca informazione corretta in termini semplici atti a raggiungere un pubblico vasto. Sono da illustrare i punti seguenti.

Referendum del 1987

Il referendum non verteva sull'impiego del nucleare, nè certo sulla eventuale opportunità di chiudere le centrali esistenti. I referendum in Italia possono solo essere abrogativi. Poneva quesiti che hanno ridato al Parlamento facoltà di scegliere i siti senza compensi ai Comuni interessati.

Sicurezza

Il disastro di Chernobyl ha provato che l'addestramento degli operatori è fattore vitale. A Chernobyl con leggerezza inaudita (in assenza di ingegneri nucleari) ingegneri elettrotecnici tolsero le sicurezze dall'impianto e provarono se in caso di distacco dalla rete, l'energia immagazzinata nei rotori dei turboalternatori fosse adeguata ad abbassare le sbarre di carburo di boro. Non lo era e l'impianto esplose. La catastrofe sarebbe stata molto meno grave, se il reattore fosse stato contenuto in guscio di acciaio come quelli USA. Gli effetti dell'incidente alla centrale di Harrisburg (USA) furono contenuti dallo scudo metallico e notoriamente non causarono alcun evento fatale.

Nuove soluzioni

I timori riguardanti i rischi dovuti a centrali nucleari vengono discussi con riferimento alla struttura di centrali di molti decenni or sono. A parte il fatto che quelle realizzate

in USA, Canada, Francia erano già molto più sicure di quelle russe, i progetti e le realizzazioni cui si mira attualmente sono intrinsecamente sicure. Gli interventi di sicurezza non avvengono in essi in base al funzionamento di sistemi attivi (sensori e motori elettrici), ma per azione di forze naturali (gravità, dilatazione di elementi in bimetalli). Il reattore MARS è stato progettato all'Università di Roma consiste di moduli da 200 Mwe; è componibile, cioè costituito da elementi flangiati sostituibili singolarmente in caso di usura o danneggiamento (anche da radiazioni). Quindi i tempi di costruzione sono drasticamente ridotti. La vita del MARS è praticamente illimitata riducendo drasticamente le spese di smantellamento, citate come troppo onerose nei dibattiti correnti. Il costo e la produzione di scorie sono molto limitati.

Alternativa attraente è quella di passare a reattori di IV generazione ad alta temperatura raffreddati a gas. Questi, oltre ad essere più sicuri dei reattori ad acqua, possono raggiungere temperature di 1000°C cui conseguono rendimenti termodinamici del 50% e la possibilità di produrre economicamente idrogeno per via termochimica. Ne furono realizzati prototipi in USA e in Germania, ma si affermò già dai primordi la preferenza per i reattori ad acqua, molto più compatti e adatti a essere installati in sottomarini. A.S. Thompson ha documentato la storia del pesante coinvolgimento in quelle decisioni dell'Ammiraglio H.J. Rickover

Tendenze attuali in altri Paesi

Col metano 3 volte più caro di 10 anni fa, ci sono 24 centrali elettronucleari in costruzione nel mondo (fra cui 8 in India, 4 in Russia, 3 in Giappone, una in Finlandia). La prima pietra della nuova centrale finlandese di Olkiluoto (la quinta del Paese) è stata posta il 12/9/2005. È un reattore EPR (ad acqua in pressione) della potenza di 1600 Mwe e del costo di 3 G€ (1.9 k€/kW). In USA 9 produttori di energia insieme a 2 costruttori, hanno costituito il consorzio NuStart ("Ripresa") per progettare nuove centrali atomiche moderne, raffreddate ad acqua, ma a sicurezza passiva. La NRC (Nuclear Regulatory Commission) ha già approvato il progetto di una centrale Westinghouse da 1 GW. La General Electric ne progetta una da 1,5 GW.

3. Altre fonti di energia alternative

Idroelettrico

Il potenziale idroelettrico mondiale ancora non sfruttato è di circa 1500 GW (equivalente a 1500 grandi centrali nucleari a fissione), che potrebbero produrre 40 EJ/anno in più. Gli impianti fattibili si dovranno costruire in luoghi remoti in Africa, Asia e Sud America e la potenza si dovrà trasportare a migliaia di km in corrente continua a tensioni di oltre 1 MV. Sono noti i grandi programmi in corso, in particolare in Cina.

Di interesse europeo, e italiano, è la diga della Grande Inga sul fiume Congo che potrebbe produrre secondo uno studio del Prof L Paris 30 GW per 8700 ore/anno cioè 260 TWh/anno. L'apporto di tale energia, unito a quella idroelettrica e geotermica già disponibile, sarebbe tale non solo da soddisfare l'intera nostra domanda di energia elettrica, ma di consentire anche l'accumulo in laghi alpini e appenninici e l'esportazione

a Paesi limitrofi. L'energia potrebbe essere trasportata in Italia su cavo sottomarino a ± 1 MV in corrente continua, della lunghezza di circa 8.000 km. Le perdite nel cavo sarebbero di circa il 15%. Il costo dell'impianto della grande Inga, valutato verso il 1980 ammontava a circa 100 TL -- e includeva il cavo sottomarino. Ai livelli attuali il costo dell'impianto dovrebbe essere dell'ordine di 150 G€. Occorrerebbe ovviamente ricalcolarlo tenendo conto dei progressi tecnologici e dell'ipotesi di usare come vettore l'idrogeno invece di elettricità via cavo.

Solare fotovoltaico

Il solare fotovoltaico darebbe un contributo decisivo, se si raggiungessero rendimenti molto maggiori degli attuali. Ciò si otterrebbe usando rectenne, nanotubi di carbonio inclusi in polimeri. Il massimo teorico del 93% fu determinato nel 1977 da P.T. Landsberg. Oggi la tecnologia è studiata da Martin Green all'università del South Wales (Australia) utilizzando film sottili avanzati di terza generazione. Finora si sono ottenuti rendimenti del 35%. Si spera di conseguire rendimenti dell'80%, con un costo di produzione di 0,2\$/Watt. Si tratta di tecnologie avveniristiche per realizzare le quali occorrono sforzi di ricerca notevoli. Sarebbe azzardato sperare in sviluppi interessanti in Italia: i dati pubblicati da ISTAT (Ottobre 2005) indicano che gli investimenti in R&S erano 1.16% del PIL nel 2002 e 1.14 nel 2003. Nel 2004 gli investimenti degli enti pubblici sono scesi dell'11%. Gli investimenti delle imprese si prevede che salgano nel 2005 del 5,1%: inadeguato rispetto al livello che è 1/3 della media europea. Il numero degli addetti alla ricerca è diminuito nel 2003 dell'1,3%.

Eolico

L'Italia è al quinto posto in Europa per la potenza installata con aeromotori (1.125 MW – dopo Germania con 16.629, Spagna con 8.263, Danimarca con 3.117). L'energia elettrica prodotta, però, è solo lo 0,5% del totale. I costi di impianto non sono alti (1k€/kW), ma il coefficiente di utilizzazione è solo del 25%: si conta in media su 2.200 ore/anno. Non possiamo attenderci, quindi, contributi apprezzabili da questa fonte.

NOTE

* Contributo alla Conferenza/Dibattito che ha avuto luogo a Livorno, il 18 Ottobre 2005, nell'ambito di Pianeta Galileo 2005.