

***i*blu** pagine di scienza

Aldo Bonasera

Quale energia per il futuro?

Tutela ambientale e risorse



Springer

ALDO BONASERA

Laboratori Nazionali del Sud, INFN - Catania;
Cyclotron Institute, Texas A&M University

Collana *i blu* - pagine di scienza ideata e curata da Marina Forlizzi

ISBN 978-88-470-1417-6

e-ISBN 978-88-470-1418-3

DOI 10.1007/978-88-470-1418-3

© Springer-Verlag Italia, Milano 2010

Quest'opera è protetta dalla legge sul diritto d'autore, e la sua riproduzione è ammessa solo ed esclusivamente nei limiti stabiliti dalla stessa. Le fotocopie per uso personale possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633. Le riproduzioni per uso non personale e/o oltre il limite del 15% potranno avvenire solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata da AIDRO, Corso di Porta Romana n. 108, Milano 20122, e-mail segreteria@aidro.org e sito web www.aidro.org.

Tutti i diritti, in particolare quelli relativi alla traduzione, alla ristampa, all'utilizzo di illustrazioni e tabelle, alla citazione orale, alla trasmissione radiofonica o televisiva, alla registrazione su microfilm o in database, o alla riproduzione in qualsiasi altra forma (stampata o elettronica) rimangono riservati anche nel caso di utilizzo parziale. La violazione delle norme comporta le sanzioni previste dalla legge.

Curatore scientifico e redazione: Folco Claudi

Coordinamento editoriale: Barbara Amorese

Progetto grafico originale della copertina: Simona Colombo, Milano

Rielaborazione grafica: Ikona s.r.l., Milano

Impaginazione: Ikona s.r.l., Milano

Stampa: Grafiche Porpora, Segrate, Milano

Stampato in Italia

Springer-Verlag Italia S.r.l., via Decembrio 28, I-20137 Milano

Springer-Verlag fa parte di Springer Science+Business Media (www.springer.com)

Ai miei genitori,
come tutti
devo tutto a loro.

Indice

Introduzione	1
Uno sguardo d'insieme	5
L'energia nucleare da fissione	35
Le energie alternative	49
La fusione nucleare	79
Conclusioni	95
Ulteriori letture	99

Introduzione

Nel dicembre del 2008 sono stato invitato a parlare di questioni energetiche in un liceo siciliano. In tale occasione ho notato un grande interesse su questo tema, che influenza fortemente la nostra vita quotidiana. Soprattutto, mi ha colpito la diffusa curiosità nei confronti di una questione cruciale: il nucleare è veramente una buona scelta per il futuro oppure sarebbe meglio trovare vie alternative?

Cercare di dare una risposta a tale quesito mi preme molto, dal momento che lavoro nel campo della fisica nucleare da circa 30 anni: uno dei miei primi studi teorici riguardava proprio la fissione spontanea e nel corso della mia carriera ho avuto occasione di lavorare in diverse parti del mondo, tra cui il Giappone. Questo Paese, come è noto, è soggetto a frequenti terremoti. Questo fatto, già di per sé assai drammatico, è oggetto di ulteriore e comprensibile preoccupazione per la presenza sul territorio di un gran numero di impianti nucleari, uno dei quali si trovava a pochi isolati di distanza dal mio ufficio, nella regione di Tokai. Finora non è mai accaduto nulla di grave, per fortuna, anche perché nel Paese del Sol Levante tutti gli edifici sono costruiti secondo precisi criteri antisismici e le centrali nucleari in particolare sono concepite in modo che un qualsiasi danneggiamento o una modifica del nocciolo del reattore determina il suo automatico spegnimento. Ciononostante, nella città di Kobe gli edifici, i ponti e altre costruzioni non hanno resistito a un recente evento sismico di grande violenza. Ciò non significa che dobbiamo rinunciare al nucleare per la paura dei terremoti o degli attacchi terroristici, ma che rischi di questa natura sono da tenere in debito conto quando si progettano nuove centrali.

Un altro fatto da considerare è che alcuni impianti vengono realizzati a scopo bellico e le recenti vicende che riguardano il braccio di ferro della comunità internazionale con l'Iran ne sono una prova. Come vedremo più in dettaglio successivamente, anche le centrali a uranio naturale consentono di costruire ordigni, come ha dimostrato l'India per prima. Da questo punto di vista l'unica risposta tecnologica consiste nel perseguire la costruzione di reattori di nuova generazione.

Tra i problemi prioritari nel campo della produzione di energia nucleare con gli impianti attuali vi è sicuramente la loro bassissima efficienza: circa il 99 per cento della materia prima viene scartato invece di essere riciclato. Purtroppo alcuni recenti tentativi di ovviare a questo inconveniente non hanno avuto seguito, in primo luogo per motivi economici: scartare il materiale e lasciare il problema delle scorie in eredità ai nostri nipoti è infatti più conveniente che riciclarlo. Così facendo, però, uno sfruttamento intensivo dell'energia nucleare porterebbe in pochi decenni all'esaurimento delle riserve di uranio. Se invece si trovasse il modo di sfruttare almeno al 90 per cento le risorse disponibili di uranio e del più abbondante torio, allora avremmo energia sufficiente per millenni. Da questo punto di vista, la bassa efficienza e la pericolosità di alcuni tipi di centrali porterebbero ad accantonare il nucleare almeno finché non sia disponibile la tecnologia per realizzare nuovi impianti sicuri ed efficienti. La sensazione è che la ricerca non sia lontana da realizzare questi obiettivi.

E a parte il nucleare, in quale direzione si potrebbe andare? L'energia eolica, solare, idroelettrica e geotermica, le cosiddette "alternative" o "rinnovabili", sulla carta sono in grado di soddisfare il nostro fabbisogno attuale e quello futuro, soprattutto se utilizzate in combinazione: è solo una questione di prezzi. In un Paese come l'Italia, situata in una zona molto "calda" dal punto di vista geologico e quindi sfavorita per il nucleare, con un'insolazione notevole e una discreta esposizione ai venti, la soluzione più ragionevole parrebbe proprio il massiccio ricorso alle rinnovabili, da affiancare ovviamente a un progetto per rendere le abitazioni efficienti dal punto di vista termico. Oltre a ciò, potrebbe dare notevoli frutti la realizzazione di centrali geotermiche di nuova generazione.

La ricerca nel campo della fisica ha però un asso nella manica:

in un futuro forse non troppo lontano la soluzione di tutti i problemi energetici potrebbe essere rappresentata dalla fusione nucleare, la fonte energetica delle stelle. Le particelle da cui ricavarla sono in quantità pressoché infinita: rappresentano una parte su 500 dell'acqua del pianeta. Altre risorse abbondanti si trovano sulla Luna e su altri satelliti e pianeti del sistema solare. Queste risorse si potranno utilizzare nella fusione a confinamento magnetico o inerziale, due sistemi in via di sperimentazione in varie parti del mondo. Personalmente mi aspetto che entro alcuni decenni si possa cominciare una transizione lenta e graduale da un'economia basata sul petrolio a quella della fusione. Se questo succederà, occorrerà valutare anche l'opportunità di uno sfruttamento di riserve presenti sulla Luna o eventualmente anche su Marte.

Uno sguardo d'insieme

Le fonti non rinnovabili: petrolio, gas e carbone

Le riserve di petrolio e di altri combustibili fossili del nostro pianeta si sono formate nel corso di milioni di anni: è perciò banale osservare che presto o tardi dovranno esaurirsi. Più difficile, per contro, è prevedere in modo plausibile quando ciò avverrà effettivamente: i calcoli permettono di stimare che, proseguendo al ritmo attuale di sfruttamento di tali risorse, le riserve basteranno ancora per circa 100 anni [1,2]. Gli esperti però sottolineano che il limite reale è dato dalla disponibilità di giacimenti sfruttabili in modo economicamente conveniente e non di quelli individuati con le prospezioni geologiche o le stime teoriche.

Nella figura 1 è riportato il consumo di petrolio giornaliero mondiale, suddiviso per continenti, che nel 2006 si attestava complessivamente a circa 85.000 migliaia di barili al giorno. Un primo dato interessante, ricavabile dal grafico, è il minimo in corrispondenza del 1983, pari a un consumo di circa 60.000 migliaia di barili al giorno. Nell'arco dei successivi 20 anni l'aumento del consumo è stato abbastanza contenuto ed è da attribuire soprattutto ai Paesi dell'Asia, in particolare all'India e alla Cina, che negli ultimi anni hanno conosciuto un tumultuoso sviluppo economico. Da sottolineare poi il forte contributo dell'Occidente industrializzato: quasi un quarto del consumo giornaliero di greggio è a carico degli Stati Uniti, che conta poco più di 305 milioni di abitanti, e un altro quarto scarso all'Europa (circa 500 milioni di abitanti).

Questi dati fanno sorgere immediatamente un interrogativo: l'incremento del consumo indicato giustifica l'aumento del prez-

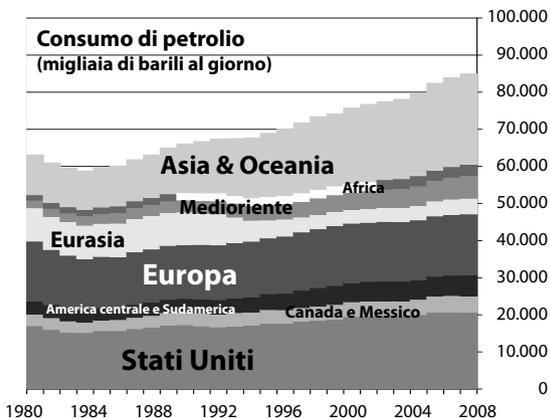


Fig.1 Petrolio "bruciato" al giorno in diverse regioni geografiche (Mod. da [3])

zo del greggio? La risposta è negativa, come mostrato nella figura 2, in cui sono riportati i prezzi del greggio dal 1996 al 2008. Come si vede dal grafico, a fronte di oscillazioni nei prezzi abbastanza contenute fino al 2002, negli anni successivi si è assistito a un aumento del prezzo di circa cinque volte. Osservando poi più da vicino l'andamento recente dei prezzi, si osserva chiaramente un picco seguito da un crollo in corrispondenza dell'ultimo anno, il 2008, in cui è esplosa la crisi finanziaria. Nello stesso periodo, il consumo di petrolio è aumentato del 10 per cento per poi diminuire della stessa percentuale.

Se ne deduce che non vi è correlazione né con l'aumento del consumo né con il paventato pericolo di un prossimo esaurimento delle risorse. E neppure è stata registrata un'improvvisa diminuzione dei costi di estrazione, di distribuzione ecc. Si tratta allora dell'effetto di speculazioni finanziarie?

Il sospetto che vi sia stato qualche fattore esterno a condizionare il tutto nasce dalla considerazione che la dinamica del mercato del petrolio non può essere molto diversa da quella che caratterizza qualunque altra merce. È ragionevole pensare, per esempio, che se si verifica una diminuzione nel consumo delle patate del 10 per cento, allora i prezzi diminuiscano nell'ordine del 10-20 per cento, non certo del 200 per cento, perché a quel punto non converrebbe più coltivare patate.



Fig. 2 Andamento del prezzo del petrolio dal 1996 al 2008.
(Mod da [4])



Fig. 3 Andamento del prezzo del petrolio dal 2005 al 2008
(Mod da [4])

In un mercato così condizionato, a farne le spese sono non solo i privati cittadini, ma anche, in una prospettiva macroeconomica, le nazioni che dipendono da questa importante risorsa.

L'unica iniziativa che potrebbe liberare il mondo da questo giogo consiste in un massiccio investimento nella ricerca che consenta di fare a meno del petrolio, soprattutto in Paesi come l'Italia o il Giappone, che dispongono di risorse fossili molto modeste. Il problema è particolarmente sentito negli Stati Uniti: prova ne sia che nel suo discorso di accettazione della candidatura alla presi-