

Tra il 2010 e il 2040 la produzione di idrocarburi comincerà a calare e inizierà l'era del dopo petrolio. Ma quali saranno le energie del futuro? È realistico immaginare un ripensamento sul nucleare? Molto dipen-

# Petrolio: che cosa c'è dietro al picco di Hubbert

ENERGIA

di Donato Speroni

derà dall'evoluzione tecnologica e dalle costrizioni ambientali. Ecco una mappa non ideologica del problema. E una bussola per imparare a ridurre da subito i consumi collettivi e privati

**E**siste un'ampia scelta di scenari catastrofici, basati sull'ipotesi che il mondo industrializzato si trovi a corto di petrolio senza essersi preparato. Ipotizzano l'esaurimento dei giacimenti, cambiamenti politici nei paesi produttori o un repentino peggioramento delle condizioni ambientali che potrebbe imporre riduzioni drastiche all'impiego dei combustibili. In ogni caso, gli effetti sarebbero disastrosi, non solo per l'economia e il tenore di vita, ma anche per la democrazia e la libertà dei cittadini.

Ma anche senza sposare le tesi estreme, c'è un'ampia convergenza tra gli esperti (compresi quelli delle grandi compagnie petrolifere, come risulta da un'inchiesta di grande interesse del mensile francese "L'Expansion") sul fatto che il consumo del petrolio raggiungerà un picco entro la prima metà di questo secolo. Come ha spiegato Giorgio S. Frankel sul numero 6 di questa rivista, le riserve di greggio accertate sono pari a 40 anni di produzione ai ritmi di oggi, ma la produzione dei giacimenti sfruttati per circa la metà (il cosiddetto picco di Hubbert) incontra difficoltà crescenti. E così, anche se l'aumento del prezzo del greggio si tradurrà in un aumento di investimenti per trovare nuovi giacimenti e migliori tecnologie estrattive, gli 80 milioni di

barili/giorno (circa 4 miliardi di tonnellate/anno) di produzione attuale sono già vicini al potenziale massimo, che è comunque nettamente inferiore rispetto ai crescenti fabbisogni indotti dalla crescita delle economie in via di sviluppo. È vero che una parte della domanda potrà essere fronteggiata con il gas naturale che è ancora abbondante e potrà essere diffuso ovunque attraverso le navi metaniere. Ma nel complesso le previsioni sono unanimi: in una data che a seconda delle stime varierà tra il 2010 e il 2040, la produzione di idrocarburi comincerà a calare ed inizierà l'era del dopo - petrolio.

L'energia richiede investimenti grandiosi, che entrano in funzione dopo molti anni: si cita come eccezionale esempio d'efficienza la Finlandia che impiegherà "solo" 12 anni per rendere operativa la sua nuova centrale nucleare. Non c'è dunque da stupirsi se imprese e mercati sono già entrati in fibrillazione per prepararsi a fronteggiare il declino degli idrocarburi. Due esempi tra tanti: negli ultimi dodici mesi, alcune piccole imprese promettenti che operano nel campo delle energie rinnovabili, in particolare del solare fotovoltaico, hanno visto raddoppiare le loro quotazioni al Nasdaq americano. Intanto, sul mercato delle materie prime, il prezzo dell'u-



ranio, combustibile indispensabile per le centrali nucleari, che fino alla fine del 2002 viaggiava attorno ai 10 dollari alla libbra, è ormai vicino ai 30 dollari.

Dunque il mondo si sta preparando: le crisi improvvise sono sempre possibili, viste anche le incertezze politiche e il gioco della speculazione finanziaria, ma con ogni probabilità il dopo – petrolio sarà in realtà un'epoca ad avvento relativamente rapido ma graduale. Nel giro di dieci – venti anni molte cose cambieranno, sia nelle modalità di produzione dell'energia, sia negli stili di vita. È possibile prefigurare questo cambiamento? Cerchiamo di ricostruire un quadro realistico, basandoci su quello che sta già avvenendo e che in qualche modo anticipa il futuro.

Il mondo dell'energia è dominato da due grandi interrogativi:

■ come verrà generata l'energia elettrica, cioè la cosiddetta energia secondaria che muove le nostre industrie, assicura il nostro tenore di vita e quasi sicuramente verrà sempre più impiegata anche nel riscaldamento domestico, man mano che si abbandonerà il riscaldamento con caldaie a gasolio o a carbone;

■ quale sarà il carburante del futuro nel campo dell'autotrasporto e in tutti quegli impieghi che non possono essere perennemente collegati a una rete.

I due grandi temi hanno ovviamente punti di contatto, ma per chiarezza è opportuno esaminarli separatamente.

### Il futuro dell'elettricità

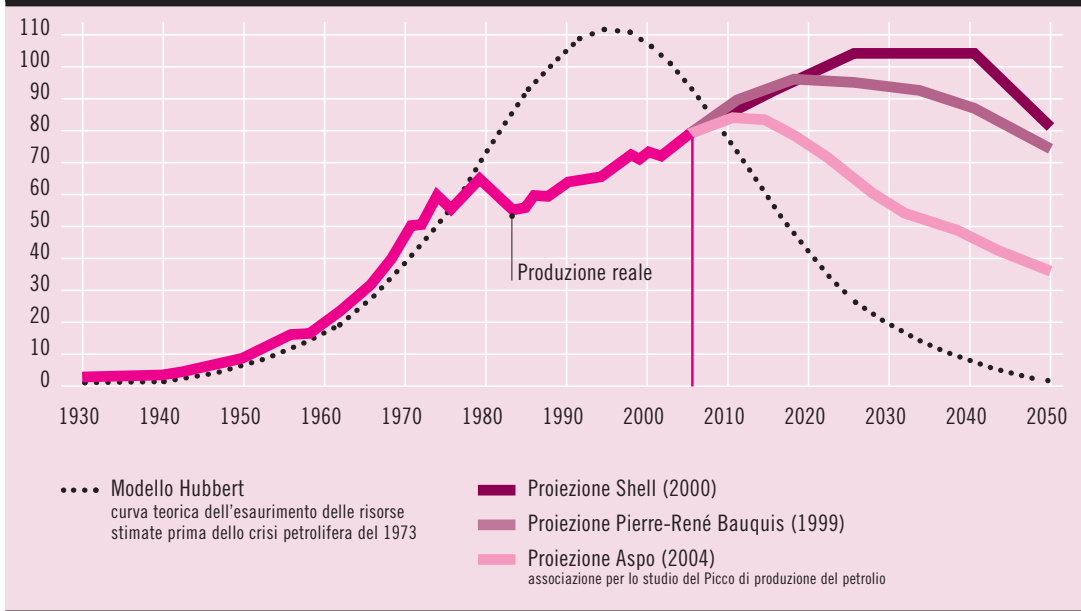
Allo stato attuale la generazione di energia elettrica nel mondo dipende in larghissima misura dagli idrocarburi: prodotti petroliferi o gas naturale. In Italia la dipendenza dal petrolio è anche più alta della media.

Tendenzialmente si preferisce il gas perché è meno inquinante, ma l'effetto a lungo termine sull'ambiente è lo stesso. E c'è chi dice che il gas naturale ha usi assai più pregiati nella petrolchimica, che è un delitto bruciarlo nelle centrali. Ma che cosa può sostituire gli idrocarburi nella generazione di energia elettrica? C'è un'ampia gamma di risposte, ognuna con speranze e problematicità.

■ **Idroelettricità e geotermia.** L'energia che si ricava dai dislivelli di fiumi e laghi ha avuto storicamente un'importanza grandissima, ma le sue possibilità nei Paesi industrializzati sono già state sfruttate, mentre cresce la resistenza agli effetti ambientali provocati dalle grandi dighe nei Paesi in via di sviluppo.

Difficilmente l'apporto della idroelettricità al fabbisogno complessivo energetico complessivo potrà crescere, anche se sono allo studio nuove tecnologie interessanti per sfruttare le maree. In Scozia, a Pelamis, il Centro europeo

## VERSO UN IMPOVERIMENTO DELLE RISORSE (PRODUZIONE PETROLIFERA CALCOLATA IN MILIONI DI BARILI AL GIORNO)



Fonte: Pierre-René Bauquis, professore associato presso l'istituto francese del petrolio (2004).

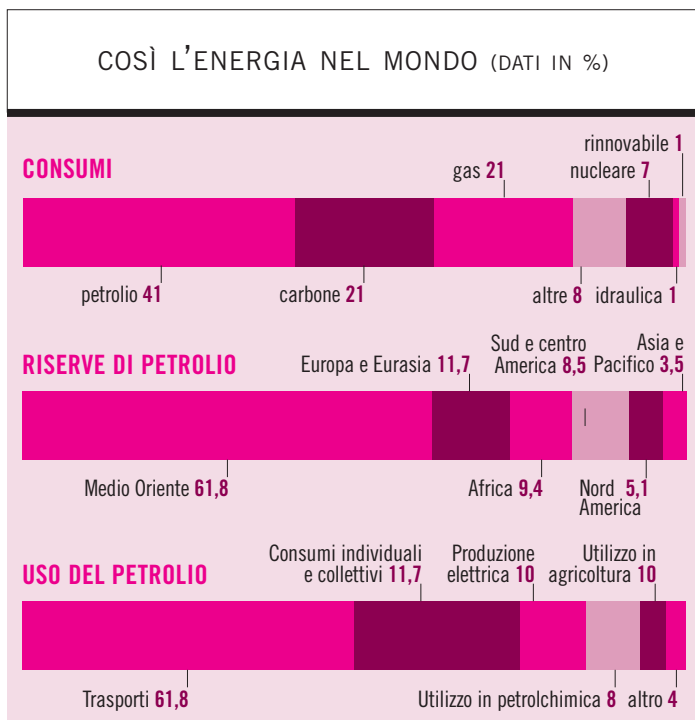
per l'energia marina sta sperimentando la creazione di energia dalle onde marine. C'è chi stima che l'energia dal mare potrà in futuro soddisfare un quarto dei fabbisogni del Regno Unito. Anche nel campo della geotermia sono in corso nuove sperimentazioni tese a sfruttare il calore interno della terra. Difficilmente, però, queste tecnologie daranno contributi apprezzabili nella prima metà di questo secolo.

■ **Il carbone.** L'impiego del fossile per generare elettricità è tutt'altro che morto. Esistono tecnologie più pulite. La Cina, che genera dal carbone buona parte della sua energia elettrica, ci punta fortemente. Nel maggio del prossimo anno a Doha, nell'ambito dell'International Energy Forum, si terrà una sessione Europa-Cina sulla gassificazione del carbone, con presidenza congiunta dei governi di Roma e Pechino. Ci sono implicazioni interessanti per le tecnologie europee, ma il carbone resta una fonte piuttosto inquinante e che comunque contribuisce al riscaldamento globale. È abbondante: secondo le previsioni dell'Agenzia Internazionale per l'Energia (Aie) almeno fino al 2030 continuerà a essere la terza fonte energetica dopo petrolio e gas.

■ Quanto possono dare al mondo le cosiddette fonti pulite per eccellenza, che sono fondamentalmente due: l'**eolica** e il **solare**? I generatori eolici avranno un peso crescente, ma

comunque ridotto, almeno nei prossimi anni, anche per gli effetti rilevanti sul paesaggio. Si calcola che anche se la produzione eolica dovesse aumentare del 10% all'anno per i prossimi cinquant'anni, arriverebbe a coprire solo l'1% del fabbisogno. L'energia solare, attraverso i pannelli fotovoltaici, si diffonderà per gli usi domestici, ma i costi sono ancora elevati. Insomma, forse il mondo di domani prenderà la sua energia da grandi specchi solari nel deserto del Sahara, ma nei Paesi industrializzati, quelli destinati nei prossimi anni a sentire con maggiore disagio la stretta energetica, queste fonti continueranno ad avere un peso limitato.

■ Resta il **nucleare**: negli ultimi tempi c'è stato un significativo ritorno, grazie alle centrali di nuova generazione. Le tecnologie si



sono evolute rispetto ai tempi dell'incidente di Three Miles Island (1979), negli Stati Uniti e soprattutto di Chernobyl, in Ucraina, nel 1986, anche se i problemi non sono tutti risolti, soprattutto per quanto riguarda lo stoccaggio delle scorte. In realtà il nucleare non è mai stato abbandonato: al momento del disastro di Chernobyl, la potenza nucleare installata era di 250.000 megawatt, mentre all'inizio del 2003 era di circa 360.000 Mw: una crescita del 44%. Attualmente, nel mondo, sono in costruzione 34 reattori, di cui due in Francia e Finlandia basati sulla nuova tecnologia sicura EPR (*European Pressurized Reactor*). E in futuro? Le ipotesi sono fortemente divergenti: uno studio del World Energy Council, un centro di ricerca indipendente con sede a Londra, afferma che il solo modo di rispettare gli impegni di Kyoto per non aumentare l'emissione di gas serra sarà quello di triplicare la produzione di energia di fonte nucleare da qui al 2050. L'Aie, invece, prevede che la potenza installata crescerà fino al 2010 e resterà poi sostanzialmente stabile.

### L'energia per i trasporti

L'autotrasporto assorbe già oggi circa il 50% dei consumi petroliferi ed è probabile che questa quota sia destinata a salire man mano che nella generazione di energia elettrica si faranno strada le fonti alternative, anche se i motori di oggi "bevono" assai meno di quelli di ieri. Ma fino a che punto l'elettricità può sostituire la benzina? In realtà le tecnologie hanno fatto molti progressi in questi anni, soprattutto in virtù delle auto ibride, nelle quali l'alimentazione elettrica (che non richiede ricarica esterna) si affianca a quella a carburante, consentendo un forte risparmio energetico alle basse velocità e quindi nel traffico cittadino. Non si tratta di progetti futuribili. In Europa l'auto ibrida è stata protagonista del salone di Francoforte di settembre, dopo il successo che sta già avendo negli Stati Uniti. La Toyota prevede che nel 2010 produrrà un milione di auto ibride all'anno. Non va neppure sottovalutata l'esperienza della cosiddetta benzina verde, che in Brasile sta conoscendo una nuova stagione di favore grazie all'aumento del prezzo del petrolio. La distillazione di etanolo (sostanzialmente un tipo di alcol) dalla canna da zucchero era stato spinto vigorosamente dai governi bra-

## PRO E CONTRO LE ENERGIE ALTERNATIVE



### EOLICA

**PRO** Energia pulita particolarmente sfruttata nei Paesi molto ventosi. Ha un buon rendimento

**CONTRO** La sua produzione risulta irregolare perché dipende dalla forza del vento. Ha un forte impatto sul paesaggio

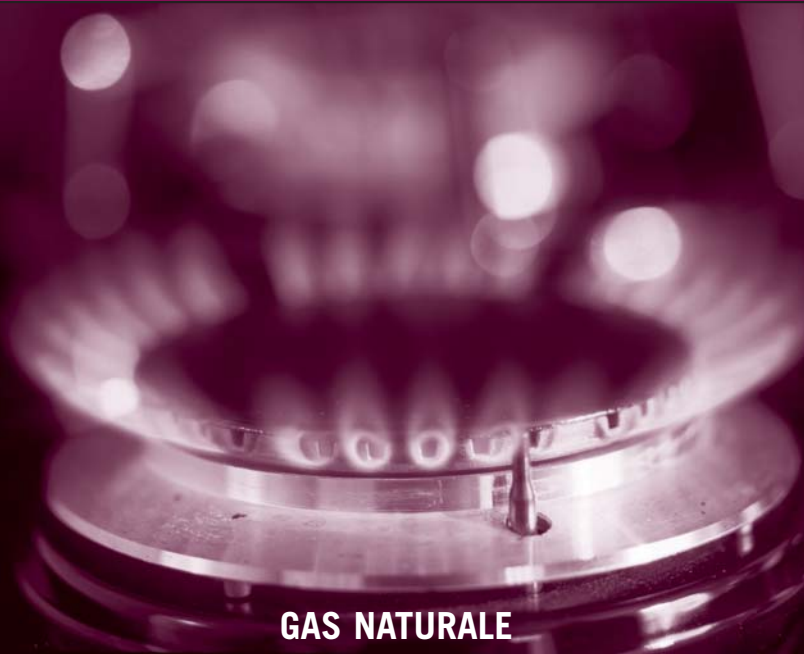
Olycom (4)



### SOLARE

**PRO** Gode di una produzione efficace su scala domestica. Energia sicura, affidabile, che non richiede manutenzione. In grado, inoltre, di produrre calore

**CONTRO** Costi di investimento e di installazione molto elevati. Produzione strettamente dipendente dal sole



## GAS NATURALE

**PRO** Riduce pesantemente le emissioni di sostanze inquinanti e, nell'ambito dei trasporti, gli odori, il rumore e il fumo. Piuttosto economico e abbondante

**CONTRO** Emette gas che producono un effetto serra. Rappresenta un'energia non rinnovabile, che richiede costi di trasporto elevati



## BIOCARBURANTI

**PRO** Si sostituiscono in parte al petrolio nei trasporti, emettono una scarsa quantità di diossido di carbonio, rappresentano un nuovo sbocco per i terreni coltivati a maggese

**CONTRO** Superfici coltivabili insufficienti perché si possa parlare di una vera alternativa al petrolio

siliani all'epoca delle precedenti crisi petrolifere, ma aveva poi conosciuto grosse difficoltà. Ora è in pieno boom, grazie anche alla introduzione delle nuove vetture "flex-fuel" il cui motore può funzionare sia con il carburante tradizionale (che comunque in Brasile contiene un 25% di alcol) sia con l'etanolo. Il Brasile trae certamente un vantaggio rilevante da questa innovazione, sia in termini di bolletta energetica, sia di inquinamento, perché l'etanolo è molto più pulito degli idrocarburi. Altri Paesi stanno interessandosi alla "benzina verde", dalla Nigeria all'India alla Cina. In Europa il biodiesel da olio di semi (versione climaticamente più adatta dell'etanolo da canna da zucchero) avrà un impatto limitato perché il vecchio continente non dispone delle grandi superfici agricole inutilizzate che rendono economico questo tipo di coltivazione. Ma la commissione Ue è impegnata a sviluppare queste colture, soprattutto nei Paesi di nuova adesione.

E l'auto all'idrogeno, quella che secondo il Presidente americano George Bush sarà sicuramente nel nostro futuro? Si tratta di una tecnologia perfetta, perché la pila a combustibile, a differenza delle comuni batterie, non consuma i suoi elementi, utilizza solo idrogeno e ossigeno, e genera elettricità con un'unica e innocua emissione: vapore acqueo. L'economista e futurologo americano Jeremy Rifkin ha scritto che la pila a combustibile "è la più grande rivoluzione in materia di applicazione dell'energia dopo l'invenzione del motore a combustione". Ma ha due inconvenienti che ne rinviavano nel tempo l'applicazione nell'autotrasporto. La prima è che l'idrogeno, pur essendo abundantissimo nel nostro pianeta perché fa parte della molecola dell'acqua, non si trova allo stato puro. Per produrlo è necessaria un'altra fonte di energia, per cui molti esperti mettono in relazione la crescita del nucleare con lo sviluppo delle pile a combustibile: l'energia dell'atomo verrebbe cioè impiegata per produrre l'idrogeno necessario nelle pile. La seconda difficoltà è che lo stoccaggio dell'idrogeno richiede serbatoi a bassissima temperatura. Si verifica dunque un circolo vizioso: finché non ci sarà una sufficiente produzione di pile a combustibile, nessuna impresa investirà in una costosa rete di distribuzione; ma finché mancheranno i distributori sarà impossibile produrre

su scala industriale delle auto che utilizzino la pila a combustibile. Si tratta di problemi che verranno superati nel tempo, ma che collocano l'era dell'idrogeno più vicina al 2050 che ai giorni nostri.

### Le tecnologie di risparmio energetico

E allora? Come si è visto, l'epoca del petrolio finirà, ma ogni alternativa ha le sue difficoltà. Molto dipenderà dall'evoluzione tecnologica e dalle costrizioni ambientali: se le problematiche legate all'effetto serra non dovessero imporsi, gas naturale e carbone faranno fronte per qualche decennio all'eventuale calo nella produzione di petrolio. Se invece il rischio ambientale sarà prevalente, il nucleare sarà destinato a tornare ad un ruolo di protagonista. Ma attenzione: anche l'energia dall'atomo ha seri limiti perché le riserve di uranio conosciute non dureranno più di quarant'anni; trenta, se i consumi dovessero accelerare. È vero che anche in questo campo si stanno facendo grandi sforzi tecnologici, tesi all'utilizzo degli isotopi più comuni (ma meno radioattivi) dell'uranio 235. Ma il nucleare sarà comunque un cuscinetto per agevolare la transizione, non la risposta del futuro.

In questa situazione di grande incertezza, aggravata dal sicuro aumento dei fabbisogni dei Paesi in via di sviluppo, sono in molti a pensare che le carenze dell'offerta debbano essere fronteggiati da nuove politiche nel campo della domanda, cioè sostanzialmente con risparmi energetici e riciclo delle dispersioni di energia che finora abbiamo tranquillamente sottovalutato dato il basso costo del kilowattora.

Nel campo del risparmio energetico, il Giappone è oggi il Paese all'avanguardia: se si pone pari a 100 l'energia necessaria nel Paese del Sol levante per produrre un dollaro di ricchezza, il fabbisogno corrispondente è invece pari a 150 in Francia e Germania, a 300 negli Stati Uniti e a 800 in Cina. Il risparmio energetico sta anche diventando uno stile di vita. Un esempio tra i tanti, forse irrisorio sui consumi, ma altamente simbolico: l'abolizione della cravatta negli uffici, iniziato dal premier giapponese Junichiro Koizumi per facilitare la vita anche con temperature superiori. È facile prevedere che dovremo tutti abituarci a una maggiore escursione termica: meno aria condizionata



## NUCLEARE

**PRO** Non si riscontrano emissioni di gas che producono effetto serra, funziona con un numero ristretto di materie prime, prezzo del kWh relativamente basso, indipendenza energetica

**CONTRO** Necessità di ritrattare e stoccare i rifiuti radioattivi, rischio di incidenti nelle centrali

Olycom



## IDRAULICA

**PRO** E' sicuramente la più competitiva tra le energie rinnovabili in termini di costi. In grado di produrre grandi quantità di energia

**CONTRO** Danno ecologico per la costruzione di una diga (distruzione della fauna e della flora, trasferimento della popolazione, riduzione delle superfici coltivabili). Le piogge scarse possono limitarne la validità

Olycom



## MAREMOTRICE

**PRO** Fonte di energia pulita, inesauribile, potente e indipendente da rischi climatici

**CONTRO** Depositi per lo sfruttamento poco numerosi in quanto l'estensione delle maree deve essere relativamente importante, produzione lontana dai centri di consumo



## GEOTERMICA

**PRO** Energia gratuita, non inquinante, rinnovabile, il cui sfruttamento risulta piuttosto economico. Possibilità di produrre elettricità e calore

**CONTRO** Energia difficilmente trasportabile. Le cariche energetiche necessarie per pompare l'acqua possono talvolta risultare molto elevate nella fase di avviamento



## IDROGENO

**PRO** Associato alla pila a combustibile, si sostituisce al petrolio come carburante nei trasporti

**CONTRO** Si fabbrica a partire da altre fonti energetiche, ha un prezzo elevato e necessita di volumi consistenti per lo stoccaggio

d'estate, un maglione in più d'inverno. L'aumento del costo dell'energia sta anche rendendo conveniente l'investimento in nuove tecnologie di risparmio che fino a ieri sembravano poco più che curiosità. Nel futuro prossimo cambierà la tecnica di progettazione delle case e dei quartieri: le abitazioni tenderanno all'autosufficienza energetica, con minori dispersioni di calore e un ampio uso sui tetti delle case dei pannelli solari, non solo per il riscaldamento dell'acqua come in passato, ma per la generazione di elettricità di origine fotovoltaica, che quando è in eccedenza sarà riversata sulla rete generale. L'urbanistica terrà conto dell'esigenza di recuperare i combustibili di scarto, magari sfruttando specificità locali: in Svezia, per esempio, la cittadina di Enköping ha raggiunto l'autosufficienza energetica grazie agli scarti dell'industria del legname. Non si tratta, nel complesso, di innovazioni sconvolgenti, perché sono soluzioni delle quali si parla già dai tempi della prima crisi energetica. Ma oggi si ripropongono con urgenza, aiutate anche dal miglioramento delle tecnologie. Una cosa, però, va detta. In larga misura si tratta di soluzioni collettive, che richiedono governi determinati e capaci di guardare lontano. Non solo la rinascita del nucleare richiede comunque una forte coesione politica; anche tutte le altre politiche di innovazione energetica incidono profondamente sui comportamenti dei cittadini e richiedono ingenti risorse pubbliche per incentivazione e ricerca. Solo i governi in grado di far capire l'urgenza della sfida saranno in grado di preparare i loro Paesi al mondo del dopo - petrolio.