

CIDAS

FRANCO BATTAGLIA

L'INELUTTABILE NECESSITÀ DEL NUCLEARE

TORINO – 21 OTTOBRE 2011

*Conferenza tenuta al Centro Congressi
dell'Unione Industriale di Torino
il 21 Ottobre 2011*

*La presente pubblicazione
propone il testo
originale inviato dall'Autore*

© 2011 CIDAS Torino e FRANCO BATTAGLIA
Tutti i diritti riservati

Con il contributo della FONDAZIONE CRT

Una realtà che non possiamo negare è che la nostra Terra è tonda e finita e non piatta e infinita, e le risorse che essa ci offre sono necessariamente finite. Generalmente, la produzione di qualunque risorsa finita e che si consuma con l'uso comincia da zero, aumenta fino ad un massimo (o magari, con alcune oscillazioni, fino a più di un massimo), per poi diminuire fino ad un inesorabile ritorno allo zero: la riduzione è indotta dalla diminuzione della risorsa e dal fatto che i costi energetici ed economici del processo di produzione aumentano fino a superare il beneficio di avere il prodotto. Cioè – è bene qui sottolineare – per esaurimento intendiamo non necessariamente la effettiva scomparsa della risorsa quanto, piuttosto, la circostanza che, per una ragione o per un'altra, non risulta più conveniente produrla.

In particolare, petrolio, gas e carbone, che oggi costituiscono la fonte per oltre l'85% del fabbisogno energetico dell'umanità, sono destinati a esaurirsi: ci sarà un momento quando di essi non ci serviremo più, o perché li avremo saputi rimpiazzare prima del loro esaurimento o perché si saranno effettivamente esauriti nel senso detto, cioè perché, per una ragione o per un'altra (che qui non ci interessa analizzare), non sarà più conveniente estrarre e lavorare il petrolio, il gas o il carbone rimasti.

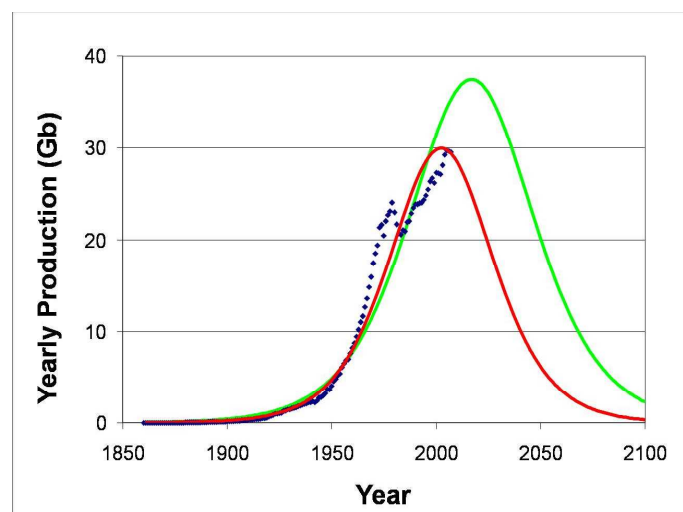
La data importante, tuttavia, non è la data di esaurimento di queste risorse, ma quella in cui si raggiungerà il picco di massima produzione con, da allora in poi, una domanda *superiore* alla produzione. Non intendiamo qui indagare cosa accadrà nel mondo quando la domanda di petrolio sarà insopportabilmente superiore alla offerta. Possiamo però valutare quando ciò accadrà ed esplorare la possibilità di mitigare la differenza tra domanda e offerta.

Nel 1956, il geofisico Marion King Hubbert pubblicò una ingegnosa analisi matematica ove rappresentò la velocità di produzione del petrolio, in funzione del tempo, con una curva a campana con un solo picco massimo: curva e picco portano oggi il suo nome. E comunicò ad un mondo incredulo che il picco di produzione americana del petrolio si sarebbe verificato tra il 1966 e il 1971, senza che nessuno gli desse retta. Il picco si verificò nel 1970, e da allora la produzione americana di petrolio è in inesorabile declino (essa è oggi la metà di quella del 1970, e gli americani importano più della metà del petrolio che consumano). Hubbert non aveva incluso – perché ne era all'oscuro – i consistenti giacimenti dell'Alaska; eppure essi,

che rappresentano oggi un importante nuovo contributo, non hanno spostato l'anno del picco da egli previsto.

Fu, la correttezza della previsione di Hubbert, un caso? No: il metodo di Hubbert è corretto e non è frutto del caso. Nel 1999 fu ripetuta l'analisi di Hubbert su 42 Paesi produttori di petrolio rappresentanti il 98% della produzione mondiale: 14 di essi avevano già superato il picco prima del 1997, per 9 Paesi il picco fu predetto successivo al 2006, e per i rimanenti 19 Paesi il picco di Hubbert fu predetto occorrere tra il 1998 e il 2006, cosa che puntualmente avvenne per 14 di essi (per alcuni dei rimanenti la produzione si mantiene costante da anni e per altri l'instabilità politica ha determinato rapide oscillazioni che rendono non identificabile l'eventuale picco). A livello globale, l'analisi del 1999 è inesorabile: applicando il metodo di Hubbert ai dati della produzione *pregressa* di petrolio, si scopre che il mondo è oggi seduto sulla cima del picco omonimo. Una circostanza, questa, confermata da una stima indipendente, eseguita dalla BP, delle riserve *disponibili*:¹ meno di 1.4 trilioni di barili, che sono pari, appunto, alla produzione cumulata finora, il che conferma che il picco di Hubbert del petrolio sarebbe raggiunto.²

Figura 1 – Produzione mondiale annua di petrolio in miliardi di barili/anno. I puntini rappresentano la produzione pregressa. La curva di Hubbert più piccola è stata calcolata a partire dalla produzione pregressa ed è consistente con una produzione totale di 2 trilioni di barili. La curva più grande assume che la produzione totale sia di 3 trilioni di barili, circostanza che sposta il picco in avanti di soli 15 anni.



La Fig. 1 riporta, due curve:³ quella col picco più basso è costruita col metodo di Hubbert a partire dalla produzione pregressa di petrolio (indicata dalla curva tratteggiata): il picco cade negli anni immediatamente successivi al 2000, ed è compatibile con una produzione cumulativa di circa 2 trilioni di barili di petrolio, un valore concorde con la stima della BP sul petrolio rimasto. La curva col picco più alto assume una produzione cumulativa di 3 trilioni di

¹ BP Statistical Review of World Energy 2011:

http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2011/STAGING/local_assets/pdf/statistical_review_of_world_energy_full_report_2011.pdf.

² Il modello di Hubbert prevede che la produzione cumulata fino al picco è circa uguale alla disponibilità rimasta.

³ R. J. Brecha, R. Berney and B. Craver, *Revisiting Hafemeister's Science and Society Tests*, Am. J. Phys. **75**, 916 (2007).

barili di petrolio il cui picco, si noti, si sposterebbe di soli 15 anni: teniamo presente che ogni miliardo di barili di petrolio in più sposta il picco di appena 6 giorni.

Il geologo Kenneth Deffeyes ha eseguito la stessa analisi pervenendo a simili conclusioni, e ha suggerito di eleggere come data di quel punto di non ritorno il 24 novembre 2005, che è, negli Stati Uniti, il *Giorno del Ringraziamento*. La scelta è ben ponderata: quel giorno dovrebbe invitarci a una pausa di doppia riflessione. Da un lato, per ringraziare Dio che ci ha concesso di vivere negli anni dal 1900 a oggi, quando l'umanità, grazie al petrolio, ha goduto di un ineguagliato benessere conseguente all'uso di energia abbondante ed economica. Allo stesso tempo, quel giorno dovrebbe darci l'occasione di guardare in faccia la realtà: la produzione di petrolio sta inesorabilmente declinando; lentamente, ora che siamo a cavallo del picco, ma sempre più velocemente a partire dal prossimo futuro. Il declino è inevitabile: «il picnic è finito», dice Deffeyes.⁴

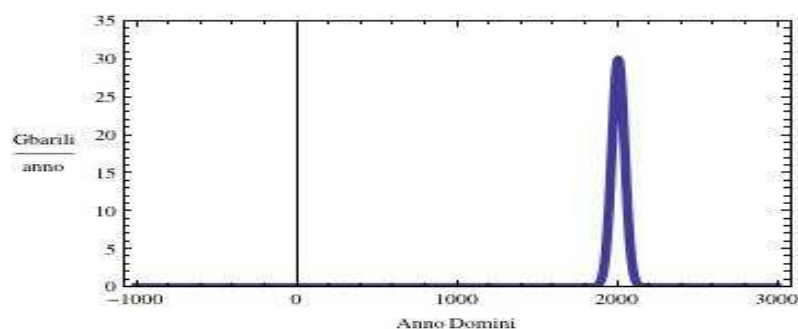
Più ottimisti, alcuni sostengono che il picco non si verificherà prima del 2030.⁵ A questo proposito, val la pena fare due osservazioni.

Innanzitutto, si potrebbe legittimamente sostenere che *un* picco è *già* passato dal 1980. Se infatti si considera, in funzione del tempo, non la produzione annua assoluta di petrolio, ma il *rapporto* tra la produzione annua e la popolazione della Terra, si osserva un picco nel 1980 e da allora quel rapporto è in costante diminuzione. Insomma, è dal 1980 che la Terra “produce” esseri umani con maggiore velocità di quanto non produca petrolio.

La seconda osservazione è che se siamo, oggi, sul picco di Hubbert del petrolio, o, peggio, se esso è stato superato, il mondo è in grave ritardo rispetto alle azioni da intraprendere per mitigare gli effetti della diminuzione di produzione del petrolio; se invece il picco avverrà fra qualche decennio, allora il mondo ha l'occasione di agire ed evitare alla prossima generazione la scomoda posizione in cui ci troveremmo noi, oggi, qualora fosse vera la prima circostanza.

In ogni caso, il picco di Hubbert del petrolio sarà indubbiamente una data storica e solennemente ricordata dalle generazioni future, come l'apice della civiltà del petrolio, la cui ascesa, splendore e declino avranno nella curva di Hubbert il suo simbolo più significativo (Figura 2).

Figura 2 – La civiltà del petrolio: il picco di Hubbert nel contesto di millenni di civiltà.



La nostra civiltà, però, più che del petrolio, è la civiltà della disponibilità di energia abbondante e a buon mercato. E l'esaurimento del petrolio (o, in generale, dei combustibili

⁴ K. S. Deffeyes, *Beyond Oil*, Hill&Wang, 2005.

⁵ *Trends in Oil Supply and Demand, Potential for Peaking of Conventional Oil Production, and Possible Mitigation Options*, USA National Research Council:
<http://newton.nap.edu/catalog/11585.html>.

fossili)⁶ non necessariamente significherà la fine della nostra civiltà se solo sapremo sostituire quei combustibili fossili. A questo proposito, devo dare una notizia buona e una cattiva.

La buona notizia è che avremmo, già da oggi, la possibilità di operare quella sostituzione in modo da minimizzare le sofferenze conseguenti alla minore disponibilità di combustibili fossili. La cattiva notizia è che il mondo non s'è ancora sbarazzato dell'ideologia ambientalista.⁷ Questa, armata della più assoluta ignoranza non solo scientifica ma anche di aritmetica elementare, induce a coltivare illusioni che, se perseguite, non solo accelereranno la morte di questa nostra civiltà, ma provocheranno quella di miliardi di esseri umani.

L'imperativo categorico, allora, sarebbe: ignorare gli ambientalisti e agire in fretta nel settore energetico. A chi non si rendesse conto della gravità del problema, gli basti pensare che l'80% dei costi in agricoltura sono direttamente o indirettamente legati ai costi di combustibile e, pertanto, la moderna agricoltura può definirsi come la trasformazione di petrolio in cibo: niente petrolio, niente cibo. Agire nel modo sbagliato, quindi, può esserci fatale. Vediamo come.

1. L'illusione dell'energia dal Sole⁸

Alcuni vorrebbero farci credere che l'energia dal Sole è l'energia del futuro. Orbene, una verità va ribadita in modo forte e chiaro: la parola-chiave per comprendere l'uso dell'energia nel contesto delle attività dell'umanità non è la parola *energia* ma la parola *potenza*. Il responsabile politico che non comprenda questo punto fondamentale rischia di indurre il Paese che governa ad adottare politiche energetiche fallimentari e con disastrosi effetti sul benessere, l'economia, l'occupazione del Paese stesso. L'energia deve essere erogata quando serve e con la potenza adeguata, altrimenti è inservibile. Quando il Sole non brilla, la potenza solare è nulla: ma il Sole non brilla tra il tramonto e l'alba e, di giorno, quando è nuvoloso. Lo stesso, quando il vento non soffia la potenza eolica è nulla.⁹ Inoltre, quando il Sole brilla o il vento soffia la loro potenza è incompatibile coi nostri bisogni: a mezzogiorno e col cielo limpido la potenza specifica dal Sole è 1000 W/mq, ma un tram ha bisogno di 200.000 W e un Eurostar di 8 milioni di W, sennò non si muovono. Sole e vento, quindi, non potranno *mai* non dico soddisfare le nostre esigenze energetiche, ma anche solo contribuirvi, se non in modo insignificante.

Figura 3 – L'illusione dell'Energia dal Sole.

⁶ Tutte le analisi concordano nel rappresentare la situazione del gas simile a quella del petrolio: la disponibilità di petrolio e gas non andrà oltre questo secolo. Alcune analisi assegnano, invece, al carbone, una disponibilità ben maggiore, dell'ordine di 2 o 3 secoli. Ma si veda, a questo proposito, il rapporto dell'US National Research Council, *Coal: Research and Development to Support National Energy Policy*, 2007.

⁷ Cosa diversa dall'ideologia ambientalista è, naturalmente, la cura, *scientificamente fondata*, dell'ambiente.

⁸ Franco Battaglia, *L'illusione dell'Energia dal Sole* (presentazione di Silvio Berlusconi), 21mo Secolo editore, 2007.

⁹ L'energia eolica è una forma di energia solare: è il Sole che crea quei gradienti di temperatura in atmosfera che generano i venti.



Lungi dall'essere l'energia del futuro, quella solare è, piuttosto, l'energia del passato, visto che per le decine di migliaia di anni alla sinistra della curva di Hubbert (Figura 2) i fabbisogni energetici dell'umanità sono stati alimentati, al 100%, da energia solare: l'adeguata potenza necessaria veniva fornita dalla legna da ardere e dall'energia muscolare di animali e schiavi. Tutte le civiltà del mondo antico conobbero la schiavitù: quelle greca e romana videro tra la popolazione una percentuale di schiavi compresa fra il 30 e l'80%; e si registra, in Russia, nel 1812, un buon 90% della popolazione in condizioni di servi della gleba, e negli Stati Uniti del 1860 4 milioni di schiavi a fronte di una popolazione di 30 milioni d'abitanti.

Alcuni vorrebbero farci credere che quelli a destra della curva di Hubbert saranno gli anni del Sole, grazie alle moderne tecnologie eolica e fotovoltaica (FV). Gli impianti eolici e FV, i quali consentono di utilizzare direttamente l'energia dei venti e solare, erogano sì energia, ma non garantiscono potenza (peggio: *garantiscono* potenza pari a *zero* quando il vento non soffia o il Sole non brilla). La loro funzione, pertanto, è una sola: quando stanno erogando energia (e quando quell'energia viene effettivamente utilizzata¹⁰), essi consentono di risparmiare combustibile (petrolio, ad esempio). Ma quando si sarà a destra della curva di Hubbert, non ci sarà più petrolio da risparmiare: quegli impianti, quindi, non avranno alcuna funzione e saranno obsoleti: quando il mondo avrà esaurito i combustibili fossili, gli impianti eolici e fotovoltaici non avranno alcuna funzione.

Perché è una pericolosa manovra installarli? Per almeno due ragioni. Innanzitutto, perché potrebbe distogliereci dal compiere le corrette azioni per affrontare la necessaria uscita dall'economia del carbonio. Poi, perché a parità d'energia annua erogata, richiedono, quelle installazioni, un impegno economico che per gli impianti eolici è doppio e per gli impianti FV è 20 volte l'impegno economico richiesto dagli impianti nucleari (si veda la Tabella 1).

Tabella 1 – Costo tipico degli impianti di generazione elettrica (i valori sono riferiti a impianti in grado di generare, in un anno, 1 GW-anno di energia elettrica).

Turbogas	Impianto a carbone	Reattore nucleare	Parco Eolico	Tetti Fotovoltaici
1 G€	2 G€	3 G€	6 G€	60 G€

¹⁰ Un impianto solare sul tetto della casa al mare, vuota d'inverno, riscalderà pure l'acqua della caldaia, ma non sta operando alcuna funzione, neanche di risparmio, se nessuno usa quell'acqua calda.

Potranno abbattersi i costi dei pannelli FV? Innanzitutto, no. Il ragionamento che viene proposto è il seguente. La tecnologia FV è la tecnologia dei semiconduttori, la stessa tecnologia dei transistor dei circuiti integrati. Il costo di questi ultimi si è abbattuto di un fattore un milione in 40 anni: ciò accadrà anche coi pannelli FV. Purtroppo, le cose non stanno così.

Ciò che ha consentito l'abbattimento dei costi nel settore dei circuiti integrati è stata la capacità tecnologica di aver saputo allocare milioni di transistor sulla superficie occupata da un francobollo. Un computer che 40 anni fa occupava un intero locale, oggi è mille volte più potente, mille volte più capace, mille volte più veloce, mille volte più piccolo e mille volte più economico. Ma i pannelli solari *non* possono ridurre le proprie dimensioni, dovendo essi captare l'energia dal Sole, quindi ciò che è accaduto coi transistor *non* può accadere coi pannelli FV. E infatti *non* è accaduto: nei primi 15 anni di vita della tecnologia dei transistor il loro costo si abbatté di un fattore 100, ma nei primi 15 anni di vita della tecnologia FV il costo dei pannelli si è abbattuto di un fattore 2 (essenzialmente per ottimizzazioni nel processo di produzione).

Inoltre, dei costi del FV la metà è costo di installazione e impiantistica fissa, e se anche i pannelli FV fossero gratis, l'impianto FV richiederebbe un impegno economico che, a parità d'energia annua erogata, è pur sempre 10 volte di più di quello nucleare. Quindi: la tecnologia fotovoltaica non conviene economicamente neanche se i pannelli fossero gratis!

D'altra parte, abbiamo *già* la prova del colossale fallimento sia del FV che dell'eolico: tale – un colossale fallimento, voglio dire – è stato in Germania, il Paese che più di tutti vi ha impegnato risorse economiche. La Germania ha una potenza eolica installata di 20 GW (20'000 turbine eoliche!), superiore a quella nucleare; e in Germania vi è la metà della potenza FV installata nel mondo. Orbene, l'eolico contribuisce per meno del 5% e il FV per meno dello 0.5% alla produzione elettrica tedesca (il nucleare, con soli 17 reattori, vi contribuisce per quasi il 25%).

Sole e vento, quindi, non potranno *mai* non dico soddisfare le nostre esigenze energetiche, ma neanche solo contribuirvi, se non in modo insignificante, ho scritto sopra. Qualcuno potrebbe pensare che questo “mai” sia azzardato: dopo tutto, cosa sappiamo degli avanzamenti tecnologici che verranno in seguito alla ricerca? Bisogna essere consapevoli che nessuna ricerca e nessun avanzamento tecnologico farà mai brillare il Sole o soffiare i venti diversamente da così.

La ricerca nel settore del fotovoltaico è la benvenuta, ma essa tutto potrà dare fuorché un modo di contribuire ad alimentare i bisogni energetici dell'umanità: bisogna esserne consapevoli.

Insomma, ciò che deve essere ben chiaro è che non sono i *costi* il vero limite dello sfruttamento dell'energia dal sole. Il vero limite allo sfruttamento dell'energia dal Sole è...il Sole.

Al lettore attento non sarà sfuggita la contraddizione con l'altra mia affermazione: per le decine di migliaia di anni alla sinistra della curva di Hubbert, i fabbisogni energetici dell'umanità sono stati alimentati, al 100%, da energia solare. Sorge infatti spontanea la domanda: come si può affermare che *mai* accadrà ciò che è *già* accaduto? È, quello appena enunciato, un “mai” augurale. Infatti, ciò che ha caratterizzato il mondo per decine di migliaia di anni è stato il fatto di essere popolato da meno di mezzo miliardo di abitanti: dalla notte dei tempi e per decine di migliaia di anni fino ad appena 3 secoli fa gli abitanti del mondo sono stati meno di mezzo miliardo. Da quando ha cominciato a godere di energia abbondante e a buon mercato l'umanità gode anche di un livello di benessere che le ha consentito di crescere numericamente, fino ai 6.5 miliardi di oggi. Quindi, affinché il Sole

torni ai fasti del passato, la popolazione mondiale deve tornare ad essere quella del passato: condizione affinché il Sole torni ai fasti del passato è che 6 miliardi di abitanti del pianeta si affrettino a morire. Ecco perché era, quello sopra, un “mai” augurale.

2. L'illusione del risparmio energetico

La parola *risparmio* è affascinante ed evoca comportamenti virtuosi. Ma va appropriatamente, prima, definita in sé, e poi applicata nel settore energetico. Risparmiare un bene, innanzitutto, non significa “non usarlo quando non dà alcun beneficio”, cioè non significa non sprecarlo: significasse ciò, ci muoveremmo nell’ambito della banalità, dal quale preferiremmo star lontani. Ma, a scanso di equivoci, facciamo i banali e diciamolo chiaro e tondo: sprecare è un male.

Il punto – il primo punto – quindi, è che risparmiare *non* significa *non-sprecare*. Risparmiare un bene significa evitare di usarlo ove, invece, si desidererebbe goderne, cioè significa accettare di ridurre il nostro benessere.

Il secondo punto è che l’energia è un bene particolare, diverso da tutti gli altri: noi non vogliamo energia in sé, ma perché essa ci consente di *produrre* tutti gli altri beni. Quindi, *risparmiare* energia significherebbe illuminarsi, rinfrescarsi, riscaldarsi di meno o faticare di più o non produrre questo o quel bene. Qui per “di meno” stiamo intendendo meno di quanto non desidereremmo, di quanto non basti per godere del benessere che vorremmo. Insomma, risparmiare energia può significare una sola cosa: non usarla quando vorremmo, cioè accettare di ridurre il nostro benessere.¹¹

Ora, dobbiamo chiederci *perché* vorremmo risparmiare energia. Non certo per risparmiare energia in quanto tale: per definizione, l’energia né si crea né si distrugge. Qualcuno direbbe: per risparmiare combustibile, ad esempio petrolio: se non lo risparmiamo, questo finisce fra 50 anni e non ne rimane alle generazioni future. Vediamo ora quanto illusoria sia questo proposito.

Vediamo, in particolare, quali sarebbero le conseguenze di un risparmio italiano di petrolio pari al 100%: ogni risparmio inferiore avrà conseguenze inferiori. Da domani, quindi, in Italia smettiamo di usare petrolio e mettiamo in cassaforte *tutto* quello che avremmo usato. Quando, fra 50 anni, il petrolio del mondo sarà finito, apriamo le nostre casseforti, ma siccome l’Italia consuma il 2% del petrolio consumato nel mondo, il petrolio che per 50 anni abbiamo così gelosamente custodito finirà dopo 1 anno: il nostro draconiano risparmio del 100% avrebbe l’effetto di far finire il petrolio del mondo fra 51 anni anziché fra 50!

E se fosse il mondo intero a risparmiare petrolio? In questo caso, non avrebbe senso ipotizzare una riduzione del 100% (equivarrebbe a considerare il petrolio già finito). Una riduzione del 10% sarebbe già una riduzione colossale: basti pensare che il mondo non è stato capace di implementare il protocollo di Kyoto, che prescriverebbe di ridurre i consumi di petrolio solo del 2.5%. Comunque, nella improbabile ipotesi che il mondo fosse capace di attuare ben 4 protocolli di Kyoto e diminuire del 10% i propri consumi di petrolio, questo finirebbe fra 55 anni anziché fra 50. La lezione da imparare da quanto detto è: ha poco senso risparmiare un bene finito.

Spero sia evidente che ha poco senso risparmiare anche un bene infinito. Quale bene, allora, ha senso risparmiare? Perché risparmiamo sul nostro stipendio? Per arrivare alla fine

¹¹ La questione del mantenere lo stesso benessere aumentando l’efficienza energetica la tratteremo fra breve.

del mese. E lo facciamo, di risparmiare, perché siamo consapevoli che il mese successivo ci sarà un altro stipendio. Fosse, quello di questo mese, l'ultimo stipendio, risparmiarlo o no, significherebbe solo decidere se andare sul lastrico il 27 o il 29 del mese. Quale bene, allora, ha senso risparmiare? Gli unici beni che ha senso risparmiare sono i beni infiniti ma disponibili in modo razionato. Il nostro stipendio, appunto: c'è finché siamo in vita (e, in questo senso è "infinito"), ma ci viene erogato in modo razionato.

L'unica ragione – un'ottima ragione – per risparmiare energia è risparmiare denaro, visto che produrla secondo i nostri bisogni costa. Ma chi, nel promuovere le tecnologie eolica e fotovoltaica, invoca il risparmio energetico tutto deve avere certamente in mente *non* il risparmio di denaro, visti gli iperbolici costi di questi impianti.

Una volta notata l'inutilità del risparmio d'energia in sé (non quindi nel senso di risparmio di denaro), merita fare un breve accenno al danno conseguente quel risparmio. L'energia, abbiamo detto, è la fonte del nostro benessere: non usarla quando vorremmo significa essere più poveri. Non a caso, negli anni successivi al crollo di *Wall Street* del 1929 occorre una diminuzione dei consumi energetici dell'8%: furono, quelli, gli anni della Grande Depressione. In conclusione: il risparmio energetico è la più pericolosa delle manovre.

3. L'illusione dell'efficienza energetica

Di fronte alle argomentazioni precedenti, c'è chi sostiene che risparmiare energia significa aumentare l'efficienza energetica: fare le stesse cose consumando meno. Così com'è un'ottima cosa risparmiare energia se ciò significa risparmiare denaro (e solo in questo caso), anche aumentare l'efficienza energetica – diciamo anche questo chiaro e tondo, a scampo di equivoci – è un'ottima cosa.

Tuttavia, bisogna stare attenti: se aumenta l'efficienza con cui è disponibile un bene, aumenta anche il suo consumo. Grazie al servizio di *e-mail*, inviare e ricevere lettere è oggi più efficiente di una volta e, grazie alla telefonia mobile, fare e ricevere telefonate è oggi più efficiente di una volta: tutti noi, oggi, inviamo e riceviamo più lettere di una volta e facciamo e riceviamo più telefonate di una volta.

Lo stesso vale con l'energia: per esempio, da quando siamo stati capaci di produrre frigoriferi più efficienti ci siamo dotati di congelatori. Una misura dell'efficienza energetica è l'*intensità energetica* (cioè la domanda d'energia per unità di Prodotto Interno Lordo): se l'intensità energetica diminuisce (cioè se si fanno le stesse o più cose con minore consumo d'energia), vuol dire che l'efficienza energetica è aumentata. Orbene, nei Paesi dell'OCSE, l'intensità energetica sta *diminuendo* da alcuni anni al ritmo costante annuo dell'1.3%. Nonostante ciò – anzi, proprio grazie a ciò – i consumi energetici, in quegli stessi Paesi, stanno *aumentando* al ritmo annuo dell'1.7%.¹²

In definitiva: aumentare l'efficienza energetica è un'ottima cosa, ma comporta un aumento dei consumi d'energia. Il che significa che aumentare l'efficienza energetica va nella direzione di *aggravare* il nostro *vero* problema, sollevato all'inizio, della diminuzione della disponibilità dei combustibili fossili: aumentare l'efficienza energetica farà aumentare i consumi d'energia e, quindi, i consumi dei combustibili fossili.

4. L'illusione della creazione di posti di lavoro

A fronte di una possibile crisi conseguente la diminuzione di disponibilità dei combustibili fossili, alcuni ritengono di poterla affrontare creando posti di lavoro nel settore della

¹² I. Hore-Lacy, *Nuclear Energy in the 21st Century*, World Nuclear Association, 2006, p. 15-17.

produzione d'energia. Dicono costoro: «per la realizzazione e gestione di una centrale nucleare servono mille addetti, ma per un parco eolico o un impianto FV ne servono cinquemila: quindi, sono questi i settori che danno più lavoro e mitigherebbero l'aumento di disoccupazione conseguente alla crisi».

Chi ragiona così non comprende come l'umanità si serve dell'energia. L'abbiamo già detto, l'energia è un bene particolare: essa non serve in sé, ma serve per *produrre* i beni che ci danno benessere. Non la *produzione*, quindi, ma il *consumo* d'energia è ciò che crea posti di lavoro. Né può essere diversamente, altrimenti faremmo presto: dotiamo 3 milioni di disoccupati di una bicicletta e facciamoli pedalare per produrre energia elettrica. Creare posti di lavoro nella *produzione* dell'energia è come creare squadre d'operai che scavino buche di notte e le riempiano di giorno. Indubbiamente si saranno creati posti di lavoro; ma questo tipo di posti di lavoro non crea ricchezza; questa, piuttosto, è trasferita dalle tasche di molti (i contribuenti) a quelle di pochi (chi produce o installa parchi eolici, impianti FV o... buche – che è la stessa cosa). In breve tempo, i nodi verrebbero al pettine, la crisi si acuirebbe e si perderebbero molti più posti di lavoro di quelli “creati” nel settore della *produzione* d'energia.

5. Esiste una via d'uscita

Per fortuna non siamo condannati né a subire passivamente le conseguenze del picco di Hubbert né ad affossarci coltivando le illusioni dell'energia dal Sole, del risparmio o dell'efficienza energetica, e della creazione di posti di lavoro nel settore della *produzione* d'energia. La via d'uscita esiste ed è *unica*. Ed è unica per ragioni meramente tecniche, non ideologiche. Per comprenderle bisogna comprendere come il nostro Paese assorbe i 40 GW elettrici che consuma.¹³ La Figura 4 riporta la potenza elettrica assorbita dall'Italia nell'arco delle 24 ore (curve di carico) di tre tipici giorni dell'anno, uno estivo, uno invernale e uno di mezza stagione. L'area sottesa da ciascuna delle curve indicate e al di sopra dell'asse delle ore rappresenta, in MWh, il consumo elettrico italiano nel giorno cui la curva si riferisce.

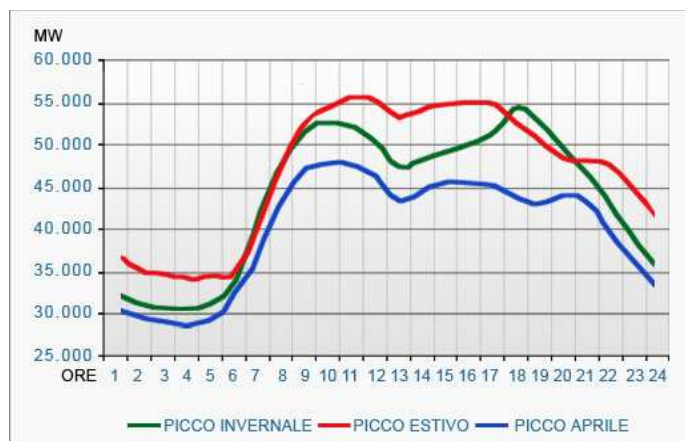
Osservando le curve di carico possiamo notare alcune cose. Innanzitutto, v'è una potenza che il Paese richiede *sempre*: la potenza *di base*, che, vediamo dalla figura, ammonta a circa 30 GW. Poi, notiamo che vi sono momenti della giornata quando il valore della potenza assorbita raggiunge dei massimi: i valori *di picco*, che arrivano fin quasi a 60 GW. Infine, dobbiamo aggiungere che per la sicurezza del sistema elettrico è necessario che la potenza installata minima *garantita* sia di circa il 15% superiore al picco massimo di potenza richiesta: per la sicurezza d'approvvigionamento, avremmo quindi bisogno di una potenza installata *garantita* di circa 70 GW.¹⁴

Figura 4 – Tipiche curve di carico elettrico (Italia, 2007).¹⁵ La curva superiore si riferisce ad un giorno estivo, quella di mezzo ad un giorno invernale e quella inferiore ad un giorno di mezza stagione.

¹³ Per i dati riportati si faccia riferimento all'Annuale Energy Review pubblicato dalla USA-EIA: <http://www.eia.doe.gov/emeu/aer/contents.html>.

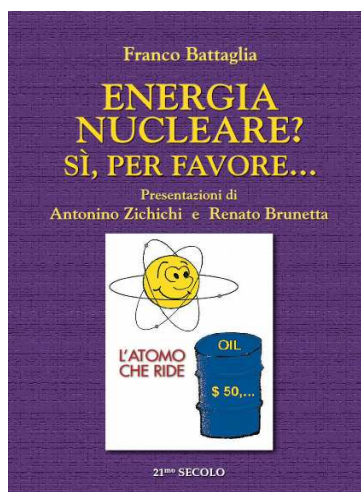
¹⁴ La parola-chiave è qui la parola *garantita*.

¹⁵ Il grafico è stato tratto da: http://www.galaenergia.it/efficienza_piu2.htm.



Esiste un modo razionale di ripartire tra le varie tecnologie i 70 GW di potenza installata? La risposta è sì, ed è ciò cui usualmente ci si riferisce quando si parla di *mix* energetico. Bisogna precisare che, in alcuni casi, può risultare conveniente adottare un *mix* diverso da quello che ora suggeriremo adatto all'Italia. Ad esempio, la Norvegia e il Paraguay producono dall'idroelettrico il 100% del proprio fabbisogno elettrico, ma solo perché l'orografia dei luoghi e la relativamente poco numerosa popolazione (meno di 5 milioni di abitanti ciascuno) lo consente. Analogamente, la grande disponibilità di carbone rispetto alla popolazione poco numerosa (poco più di 10 milioni di abitanti) consente al *mix* elettrico dell'Australia di essere fortemente sbilanciato verso il carbone. Queste, però, sono eccezioni: la norma – e l'Italia è nella norma – è che ogni Paese si serve di un *mix* più composito. Vediamo quale.

Figura 5 – Energia nucleare? Sì, per favore...



Innanzitutto, dobbiamo ribadire quanto già anticipato, e cioè che siccome non sempre il Sole brilla o il vento soffia, la produzione da eolico e da fotovoltaico (FV) non è adatta a contribuire né alla potenza richiesta *di base* né a quella *di picco*: detto diversamente, le potenze eolica o FV installate contano **zero** ai fini della capacità del sistema elettrico. Gli impianti eolici e FV sono inutili e, visti i loro costi (Tabella 1) non andrebbero installati.

L'idroelettrico andrebbe sfruttato al massimo ma è limitato dalle condizioni orografiche: nel nostro Paese arriverebbe a soddisfare non oltre il 10% del fabbisogno. Il problema, allora, si riduce alla determinazione del *mix* tra nucleare, carbone e gas.¹⁶

Per ripartire tra esse, in modo razionale, le quote di produzione elettrica, bisogna confrontare i costi degli impianti (installazione e manutenzione) e del combustibile. Abbiamo già visto (Tabella 1) che ai costi degli impianti si applica la seguente disuguaglianza:

$$\text{impianto a gas} < \text{impianto a carbone} < \text{impianto nucleare.} \quad (1)$$

Quanto al combustibile, si applica la seguente altra disuguaglianza:

$$\text{combustibile nucleare} < \text{carbone} < \text{gas naturale.} \quad (2)$$

Allora, per produrre in modo razionale l'energia elettrica che consumiamo dovremmo seguire le seguenti semplici regole: non installare alcun impianto eolico o fotovoltaico; soddisfare la domanda *di base* col nucleare, la domanda superiore a quella di base, ma sempre nella norma, col carbone, e soddisfare la domanda *di picco* col gas naturale (o, meglio, con l'idroelettrico). Gli impianti nucleari sono i più costosi, ma producendo in continuo – e gli impianti nucleari, per ragioni tecniche, devono produrre in continuo – ammortizzerebbero il loro costo rapidamente, soprattutto tenendo conto del fatto che brucerebbero il più economico dei combustibili. Per soddisfare le richieste di picco bisogna installare impianti che stiano per lo più fermi, ma siano pronti a partire quando la domanda elettrica sale: a questi scopi è opportuno avere impianti più economici e pronti ad avviarsi quando la domanda elettrica sale rapidamente. Gli impianti a turbogas sono i più economici e i più versatili quanto a rapidità di avviamento. Essi, poi, bruciando il più costoso dei combustibili, è bene siano riservati alle sole domande di picco. Per la domanda elettrica superiore a quella *di base*, ma sempre nella norma (cioè inferiore alla richiesta *di picco*) l'ideale è il carbone, combustibile fossile ancora abbondante, economico, facilmente reperibile nel mondo e facilmente trasportabile via nave. Vediamo cosa ciò significa per l'Italia.

1. Interrompere le sovvenzioni di denaro pubblico all'eolico e al FV: è denaro dei contribuenti sprecato.

2. Attualmente, l'idroelettrico copre il **10%** del nostro fabbisogno elettrico. La potenza idroelettrica installata può senz'altro essere aumentata, forse fino al doppio dell'attuale, ma difficilmente essa potrà tenere il passo con l'aumento della domanda elettrica. Un obiettivo realistico è aumentare la potenza installata in modo da almeno mantenere al **10%** il contributo idroelettrico.

3. Per soddisfare la richiesta di base col nucleare, dovremmo avere circa 20 reattori nucleari, che soddisferebbero 20 GW di consumi (pari a circa il **50%** del nostro fabbisogno). Attualmente non produciamo nulla dal nucleare, ma copriamo con esso il 15% del nostro fabbisogno elettrico, visto che importiamo 6 GW elettrici, per i quali paghiamo alla Francia, ogni anno e da molti anni, l'equivalente del costo di un reattore nucleare. Come dire che un quarto del parco nucleare francese è stato pagato con denaro dei contribuenti italiani, prelevato direttamente con le bollette elettriche.

4. Una quota di circa il **35%** dovrebbe essere soddisfatta dal carbone. A questo scopo, potremmo cominciare col convertire a carbone i nostri impianti che bruciano petrolio che, come detto, è una risorsa preziosa da riservare al settore petrolchimico.

¹⁶ Non ho considerato il petrolio: è, questa, una risorsa i cui usi andrebbero riservati alla petrolchimica; troppo preziosa, quindi, per essere bruciata per produrre calore o energia elettrica. Non ho considerato neanche la geotermia o la produzione elettrica dalla combustione dei rifiuti solidi urbani: il loro contributo è più che benvenuto, ma irrisorio e non modifica le considerazioni che seguono.

5. Limitare al 5% l'uso del gas per la produzione elettrica.

È, questo, un programma stravagante? Non direi: in Europa, la prima fonte d'energia elettrica è il nucleare (33%), seguito dal carbone (30%) e dal gas (quasi 20%). Quindi, anche se il contributo dal nucleare e dal gas non sono ancora ai livelli ottimali qui auspicati (oltre il 50% il primo e meno del 10% il secondo), la *mix* in Europa è consolidato verso quell'assetto razionale che qui sto auspicando.

Anomala è, invece, la situazione italiana. In Italia abbiamo abbandonato la fonte nucleare che, invece, abbiamo visto, dovrebbe essere la *prima* fonte di produzione elettrica (e tale è in Europa). Naturalmente, l'abbiamo abbandonata senza rinunciarvi: ne abbiamo fatto, come già detto, un bene d'importazione.

In Italia, poi, facciamo gli schizzinosi col carbone¹⁷ che, invece, dovrebbe essere la seconda fonte di produzione elettrica (e tale è in Europa).

Inoltre, siamo gli unici a mantenere ancora eccessivo l'uso del prezioso e costoso petrolio¹⁸ e usiamo l'altrettanto prezioso e non meno costoso gas naturale per oltre il 50% della nostra produzione elettrica. Sull'uso del gas la media europea si attesta a meno del 20%, ma vi sono Paesi che meglio rispettano la razionalità qui auspicata, tipo la Germania (che usa il gas per il 10% della produzione elettrica) o la Francia (che lo usa al 5%). A proposito della Germania, essa è ritenuta Paese-modello sul fronte dell'uso delle rinnovabili, ma la verità è che essa produce la propria energia elettrica per il 90% da combustibili fossili (principalmente carbone), nucleare, e rifiuti solidi urbani, e solo per il 10% dalle rinnovabili, incluso l'idroelettrico.

La riduzione dell'uso del gas come fonte di produzione elettrica è un imperativo che il mondo dovrà presto imporsi: come il petrolio, anche il gas è una risorsa preziosa e, più che bruciarlo per produrre energia elettrica, sarebbe meglio riservarlo, finché ce ne sarà, come carburante per l'autotrazione. Ove possibile, quindi, per soddisfare le richieste di *picco*, sarebbe auspicabile, più che il gas, utilizzare l'idroelettrico: per garantirsi i bacini pieni, sarebbe allora auspicabile aumentare il *carico di base* (da nucleare) ad un valore superiore alla *richiesta di base*, in modo da utilizzare le eccedenze per pompare acqua da valle e alimentare i bacini. Ad esempio, con riferimento alla Figura 4, se il carico di base fosse di 40 GW, si avrebbe tra le ore 22 e le ore 6 una produzione superiore alla domanda e la produzione in eccedenza potrebbe utilizzarsi per pompare acqua nei bacini, e usare poi l'acqua dei bacini per soddisfare le richieste di picco.

Nel caso dell'Italia, la riduzione dell'uso del gas sarebbe ancora più necessaria in quanto ridurremmo in questo modo anche la dipendenza dall'estero, aumentando la sicurezza dei nostri approvvigionamenti d'energia elettrica. Vi è anche una ragione economica per preferire il consolidamento del nucleare a scapito del gas. Nel ciclo di produzione elettrico, il costo del chilowattora si ripartisce come schematizzato nella Tabella 2. Ma i costi del metano rappresentano risorse che vanno a beneficio dei Paesi esteri dai quali siamo costretti ad acquistarlo, visto che l'Italia ne è povera. I costi degli impianti, invece, rappresentano risorse che rimarrebbero entro i confini nazionali.

Tabella 2 – Costi di produzione del chilowattora elettrico

¹⁷ Usiamo carbone per solo il 13% della produzione elettrica, contro il 28% dell'Europa e il 40% del mondo.

¹⁸ Usiamo olio combustibile per un buon 15% della produzione elettrica, contro il 4% dell'Europa e il 7% del mondo.

	Nucleare	Gas
Costi d'impianto e d'esercizio	85%	25%
Costi del combustibile	15%	75%

Prof. Franco Battaglia

Nato a Catania nel 1953

Laureato in chimica in Italia, ha conseguito il *Ph.D.* in Chimica-Fisica negli Stati Uniti. Ha svolto ricerca in questo campo all'estero per sette anni: un anno in Germania, al *Max Planck Institut* (Göttingen), e sei anni in U.S.A., all'*University of Rochester* (Rochester, NY), alla *State University of New York at Buffalo* (Buffalo, NY) e alla *Columbia University* (New York, NY). In Italia ha svolto ricerca nelle università di Roma (*Tor Vergata* e *Roma Tre*), della Basilicata e di Modena, ove è attualmente docente di Chimica Ambientale.

Ha pubblicato numerosi lavori ed alcuni libri, tra cui: *Lecture Notes in Classical and Quantum Physics* (Blackwell, Oxford, 1987) e *Fundamentals in Chemical Physics* (Kluwer, London, 1998).

E' stato membro del comitato scientifico dell'*Agenzia Nazionale Protezione Ambiente* (2001-2002), è *life member* dell'*American Phystes Society* ed è membro dell'*Editorial Board* dell'*International Journal of Theoretical Physics, Group Theory and Nonlinear Optics*.

Ha pubblicato *Elettrosmog: un'emergenza creata ad arte* (Leonardo Facco Editore, 2002) e *L'illusione dell'Energia dal Sole* (21mo Secolo Editore, 2007).

E' tra i fondatori dell'Associazione *Galileo 2001 per la libertà e dignità della scienza* ed è editorialista de *Il Giornale*.