



Convegno di EcoOne
Il sistema forestale, modello ecologico di relazionalità in natura
Castel Gandolfo, 4 – 6 maggio 2012

Risorse non rinnovabili e picco di Hubbert

Luigi de Dominicis, ENEA, Agenzia per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile

Parlare del picco di Hubbert con particolare riferimento alla principale fonte non rinnovabile, il petrolio, significa andare a toccare un nervo scoperto della nostra società industrializzata. La problematica è semplice, cercare di prevedere quando la produzione petrolifera mondiale raggiungerà il picco massimo per poi progressivamente declinare. Si tratta di un tema caldo, terreno di scontro talvolta aspro tra sostenitori di diverse fazioni e non potrebbe essere diversamente data la dimensione degli interessi in gioco. Per averne un'idea basta digitare la parola in un qualsiasi motore di ricerca sul web e vedere i risultati. Ad onore del vero pochi di questi sono di interesse scientifico, il dibattito spesso segue logiche diverse con accesi confronti tra catastrofisti e positivisti. Io adatterò in questa breve presentazione un criterio cronologico ed il più oggettivo possibile. Cioè esporrò come si è arrivati allo stato attuale di conoscenza del problema, mettendo in risalto i meriti ed i limiti della teoria di Hubbert.

La storia inizia nel 1903 a San Saba nel Texas ove nasce Marion King Hubbert.

Qui Hubbert riceve una ferrea educazione metodista in linea con le tradizioni familiari. Più avanti, in età giovanile si distaccò da tale percorso educativo per abbracciare un modello più secolarizzato. In ogni caso Hubbert si mise sempre in mostra come uno studente brillante ed eccezionalmente capace. Si laureò in geofisica ed intraprese una brillante carriera presso il settore ricerche della Shell. Il suo nome è ricordato tra gli addetti ai lavori per contributi nello studio del flusso di fluidi in mezzi porosi, un argomento centrale per capire la produttività di un bacino petrolifero. Hubbert non era un tipo facile come testimonia il giudizio che su di lui davano i suoi colleghi: "Hubbert è un osso duro ma almeno è dalla nostra parte". La posizione di Hubbert si fece ancora più scomoda quando nel 1956 annunciò ai vertici della compagnia che avrebbe presentato i risultati di un suo studio sul futuro della produzione petrolifera americana. Era un tema su cui si erano cimentati in molti, si trattava di prevedere in che anno la produzione petrolifera americana avrebbe raggiunto il suo massimo per poi declinare. Vale la pena di ricordare che allora gli Stati Uniti erano il maggior



produttore di petrolio nel mondo e che la produzione interna copriva abbondantemente il fabbisogno interno. Si narra che fino a 5 minuti prima che Hubbert salisse sul palco per tenere la sua relazione ci furono forti pressioni provenienti dalle alte sfere della Shell affinché omettesse di presentare i suoi dati.

Hubbert, in linea con il suo carattere, andò dritto per la sua strada e questi sono i grafici originali che mostrò alla conferenza. Il grafico a destra è il più eloquente e mostra che sulla base della serie storica della produzione petrolifera americana e sulla scorta della stima delle riserve disponibili, la produzione era prevista avere un picco nel 1970. Le alte sfere della Shell temevano questo grafico per tre motivi. In primis perché lo studio era stato condotto da Hubbert e quindi altamente affidabile, poi perché il picco previsto era tutto sommato imminente, terzo perché minava alle stesse fondamenta “l’era dell’ottimismo americano”, come venne poi ribattezzato il decennio 1950-1960. Nel pieno di un periodo di enorme crescita economica e sociale Hubbert riporta tutti con i piedi per terra prevedendo che a breve “l’oro nero”, vero motore del prepotente sviluppo americano avrebbe iniziato a scarseggiare. Avremo modo di ritornare più tardi sulle implicazioni psicologiche di questa previsione e dell’inquietante ma lungimirante commento che lo stesso Hubbert fece in quel periodo.

Il tempo dette ragione ad Hubbert, con precisione cronometrica la produzione americana raggiunse il suo picco nel 1970 e la piccola discrepanza tra dati sperimentali (punti) e previsione teorica (curva blu) è soltanto dovuta alla scoperta dei giacimenti in Alaska, avvenuta successivamente al 1956.

La verifica che le previsioni di Hubbert erano esatte scatenò una serie incredibile di reazioni. La sua fama crebbe a dismisura e molti cominciarono a chiedersi perché Hubbert era riuscito ove molti avevano fallito. Si trattava di capire se Hubbert era un guru, un abilissimo scienziato o semplicemente l’uomo giusto al momento giusto. Per capirlo andiamo a vedere un po’ più nel dettaglio il suo modello.

La grandezza fondamentale che Hubbert voleva calcolare era la $P(t)$ che fornisce la produzione americana di petrolio all’istante t misurata in milioni di barili, ove un barile equivale a circa 160 litri. Il problema è conoscere $P(t)$ nel futuro basandosi sui dati storici disponibili, cioè la conoscenza della funzione stessa fino ad oggi, e conoscendo inoltre le riserve di petrolio ancora disponibili.

Hubbert affrontò il problema introducendo la funzione cumulativa $Q(t)$, che fornisce la quantità totale di petrolio estratta fino al tempo t trascorso dall’inizio della produzione ed assunto come tempo zero. Ne risulta che la produzione annuale $P(t)$ è data dalla derivata prima rispetto al tempo della $Q(t)$. Hubbert scelse per la $Q(t)$ una funzione di tipo logistico e qui sta molto del motivo del



suo successo. Si tratta di una funzione ben conosciuta dagli studiosi di statistica e dipende da tre parametri di cui uno Q_{max} indica la quantità totale di riserve disponibili, cioè la somma del petrolio estratto e di quello ancora disponibile. I parametri a e b sono delle costanti che danno il tempo in cui la produzione raggiunge il suo massimo. Il vero parametro critico è Q_{max} . Si tratta di un dato sensibile capace di spostare il picco della produzione in modo significativo come dimostra il grafico originale degli studi di Hubbert. Qui le due curve tratteggiate si riferiscono a diverse stime di Q_{max} . I motivi del successo della previsione di Hubbert, oltre che nella scelta di una funzione matematica appropriata, sono essenzialmente tre. In primo luogo Hubbert fece la sua previsione utilizzando un valore di Q_{max} stabile e vicinissimo al vero. Questo lo dimostra questo grafico in cui è riportato l'andamento temporale della scoperta di giacimenti petroliferi in USA. Come si vede al tempo della previsione la maggior parte dei giacimenti era stata scoperta e quindi Q_{max} non subì sostanziali variazioni rispetto al valore di cui disponeva Hubbert nel 1956. Inoltre gli statunitensi fecero un uso "sano" dei loro giacimenti, seguendo la logica commerciale del massimo profitto nel minor tempo. A questo si deve aggiungere la relativa stabilità politica sia su scala locale che internazionale in quella fascia temporale. Quindi Hubbert fece la sua previsione in un quadro di maturità produttiva dell'industria petrolifera, in un quadro di stabilità politica e all'interno di una logica commerciale. Il modello di Hubbert è un modello statico, che non tiene conto delle complesse dinamiche della produzione petrolifera, delle esigenze dei mercati e di fattori geopolitici. Il modello funzionò su scala regionale americana per la concomitanza favorevole di questi tre diversi fattori. Il successo della previsione di Hubbert scosse il mondo occidentale ed a partire dal 1980 un sempre maggior numero di addetti ai lavori e non cominciò a pensare come estendere su scala mondiale il modello di Hubbert che aveva funzionato su scala locale. Cioè prevedere l'anno in cui la produzione petrolifera mondiale avrebbe raggiunto il suo massimo per poi declinare. Ovviamente il dato principale da conoscere è Q_{max} su scala mondiale, cioè la quantità di risorse petrolifere ancora disponibili livello mondiale. Ad oggi sono disponibili dati ufficiali sulle riserve di petrolio disponibili su scala mondiale ma limitatamente a:

- 1) quelle convenzionali, cioè escludendo sabbie bituminose ed l' heavy oil, un tipo di petrolio molto viscoso difficile da produrre e trasportare.
- 2) ed ad oggi accessibili con la tecnologia attuale ed ai livelli attuali del prezzo del petrolio.

In questo grafico gli istogrammi più bassi mostrano, in miliardi di barili, le risorse disponibili provate, cioè certe, suddivise per aree geografiche. Gli istogrammi più alti invece sono le stime relative alle riserve con-



venzionali che saranno in futuro accessibili in vista dei progressi tecnologici e delle riserve di petrolio non convenzionale. Le stesse stime sulle riserve provate vengono di continuo aggiornate al rialzo perché le nuove tecnologie permettono di recuperare più petrolio rispetto al passato. Con le nuove tecnologie infatti si è passati dal 20% al 35% di "recovery rate" .

Questo è un grafico preso dal sito dell'OPEC che mostra come la società americana di geologia rivede in continuo rialzo le stime (linea arancione) sulle riserve globali. La linea arancione tratteggiata mostra le stime se anche petrolio non convenzionale è introdotto. In questo caso si ha un pareggio tra petrolio estratto (linea blu) e nuove risorse scoperte.

Oltre all'incertezza sulla quantità di risorse disponibili si deve tener presente che la logica del maggior profitto nel minor tempo possibile è una chimera in un autentico regime di monopolio come quello attuale con i paesi della penisola araba che possiedono la maggior parte delle risorse certe. Questo grafico è eloquente ed impietoso nello stesso tempo. L'OPEC regola l'estrazione giornaliera di petrolio in modo da calmierare o mettere sotto pressione i mercati secondo logiche che non sono solo quelle economiche. Ad onore del vero c'è da dire che il comportamento dei Sauditi dalla crisi del '70 in poi hanno tenuto un comportamento abbastanza corretto: avrebbero potuto esercitare con molta più determinazione il loro ruolo di maggior produttori. A rendere ancora più chiara la fragilità della situazione si tenga presente che gran parte della produzione saudita (circa il 25%) viene dal campo petrolifero di Ghawar che i sauditi presidiano militarmente e del quale non esiste una sola foto ufficiale. Poche settimane fa un rumor che un incidente aveva interrotto la produzione a Ghawar è bastato per mandare per mezza giornata in tilt le borse mondiali. Infine per quel che riguarda la stabilità della situazione economica-politica su scala globale, la situazione è chiara a tutti con problemi quali l'atomica iraniana capaci di stravolgere ogni tipo di logica.

Stabiliti i limiti del modello di Hubbert andiamo a vedere cosa prevede se si prendono in considerazione i dati attuali limitatamente alle forme convenzionali di petrolio e sulla base delle stime disponibili sulle riserve mondiali allo stato attuale che danno ancora disponibili 1100 miliardi di barili di petrolio.

Tra gli innumerevoli modelli che sono stati elaborati per predire il futuro trend nella produzione globale di petrolio e il risultante picco di Hubbert quello che più ho trovato rigoroso ed oggettivo viene da studiosi dell'università del Kuwait che hanno adottato un modello detto multi ciclico, in cui vengono prese in considerazione più cicli di Hubbert nella produzione petrolifera di ogni singolo grande produttore. Per spiegarmi vado ad illustrare l'esempio della Russia. Nel grafico è



riportata la produzione dal 1980 al 2006. Il minimo è dovuto alle turbolenze politiche-economiche nel periodo di disgregazione dell'Unione Sovietica. Ora la produzione sta tornando a regime ed il modello applicato per la previsione utilizza due curve di Hubbert con la prima che ha un picco dovuto ad un rallentamento nella produzione causata da problemi politici e non ad un calo delle riserve disponibili.

Un altro grande produttore con un vicende politiche tribolate è l'Iraq e sono ben visibili tre cicli di produzione attribuibili alle diverse crisi che il paese ha attraversato. Il modello prevede un picco di produzione per tale nazione attorno al 2035. Combinando i dati dei diversi maggiori produttori mondiali si ottiene il seguente grafico in cui risulta che il picco di Hubbert nella produzione mondiale è atteso nel 2014 per poi declinare in maniera considerevole intorno al 2050 quando la produzione scenderebbe a 30milioni di barili al giorno. Meno della metà del fabbisogno giornaliero attuale.

Quindi il modello di Hubbert su scala mondiale presenta un limitato grado di affidabilità dovuto a diversi fattori, l'incertezza sulle riserve disponibili su tutti come dimostra questo grafico in cui le previsioni differiscono per l'ammontare totale di riserve prese in considerazione. La posizione del picco varia dal 2014 al 2032.

L'unica conclusione che si può trarre è che la fine dell'era del petrolio molto probabilmente sarà determinata da fattori economici e sociali e più che dalla scarsità della risorsa stessa. Il costo del petrolio e dei suoi derivati ormai sta approcciando un livello insostenibile. Si tratta di una ciclicità già vista. Gli storici sono concordi nel ritenere che l'era del carbone iniziò in Gran Bretagna quando il costo del legno aumentò a dismisura come conseguenza del rapido disboscamento delle foreste vicino ai centri abitati.

Evidentemente analisi di questo tipo sono state condotte anche per le principali fonti non rinnovabili quali gas naturale, carbone ed uranio. Anche qui l'incertezza delle previsioni è elevata a causa dell'arbitrarietà nel conteggiare le risorse disponibili.

Il crescente interesse relativo alla problematica del picco di Hubbert ha spinto un numero crescente di studiosi a rivisitare periodi storici ed avvenimenti in funzione degli andamenti della produzione di diverse fonti energetiche, il legno su tutte. Si è venuto a creare un vero e proprio studio del "peak wood" cioè del "picco del legno" ed importanti periodi o vicende storiche sono rivisitate in tale ottica.

Dalla espansione sumera come conseguenza del depauperamento del legno a seguito dei disboscamenti apportati da Gilgamesh per abbellire il suo regno, all'espansione greca in Italia e



quella dell'Impero Romano verso la Germania e la Gran Bretagna. Entrambe motivate anche dalla penuria locale di legno. Sino alla transizione nell'Inghilterra del 1660 all'era del carbone e la storia sembra proseguire con il disboscamento della Amazzonia.

Vorrei concludere riportando la reazione che Hubbert notando il clima misto di isterismo e catastrofismo che la sue previsione aveva scatenato a livello globale. Hubbert andò oltre le formule matematiche e , coerentemente con il suo stile, guardo più a fondo il problema ed ebbe a dire:

”I nostri principali vincoli sono culturali. Nel corso degli ultimi due secoli non abbiamo conosciuto altro che una crescita esponenziale e parallelamente ci siamo evoluti. Una cultura così fortemente dipendente dalla continuazione della crescita esponenziale per la sua stabilità è ormai incapace di fare i conti con problemi di non-crescita”.

Questo è a mio avviso il principale e più solido insegnamento che Hubbert ci ha lasciato. Più che il picco nella produzione petrolifera mondiale predisse l'incipiente angoscia dell'uomo moderno legato ad un mito fondante di crescita-sviluppo inarrestabile e che non riesce a ricondurre all'interno di un quadro gestibile. Per cui Hubbert va a mio avviso considerato un precursore delle teorie di Georgescu-Roegen sulla decrescita sostenibile oggi più che mai.