

Ugo Romano
Eni - Chief Scientific Advisor

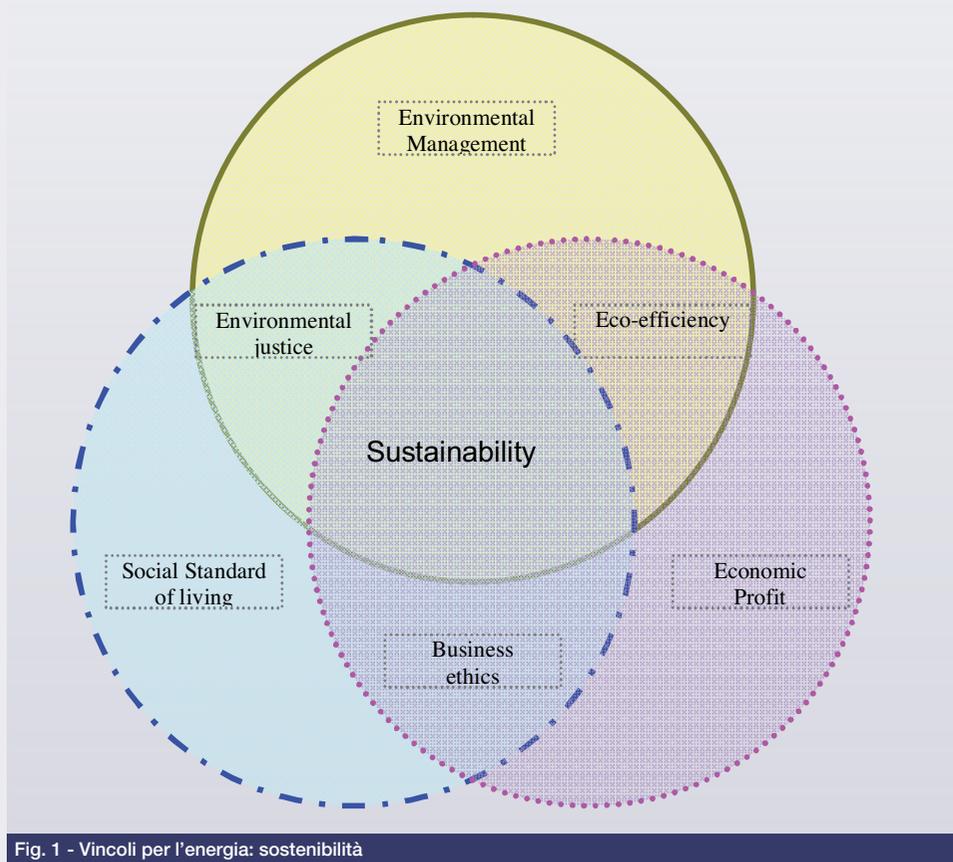


Fig. 1 - Vincoli per l'energia: sostenibilità

QUALE FUTURO PER L'ENERGIA

I combustibili fossili rimarranno a lungo la principale fonte energetica ed è quindi necessario adottare misure che siano efficaci sotto l'aspetto dei costi e altamente flessibili, in modo da scegliere su base regionale le opzioni più favorevoli.

Nonostante la crisi economica in atto, si prevede che la domanda mondiale di energia continui a crescere nel medio-lungo termine, trainata, su scala mondiale, dalla crescita demografica e dall'economia delle regioni in via di sviluppo, primariamente Cina e India. Dal punto di vista dell'accesso alle fonti energetiche e dei vincoli in essere, tre sono gli elementi che caratterizzano l'attuale evoluzione dell'economia globale: la necessità di sicurezza nell'accesso alle fonti, l'opportunità di diversificazione delle risorse, la forte domanda di sostenibilità.

Il concetto stesso di sostenibilità è inoltre evoluto rispetto al semplice "preservare le risorse per le future generazioni", per l'introduzione di ele-

menti di sofisticazione e integrazione fra gestione dell'ambiente, qualità della vita e profitto economico.

Dalla sovrapposizione di questi domini, scaturiscono infatti ulteriori elementi di cui tener conto, quali etica di business, giustizia ambientale, eco-efficienza (Fig. 1).

Un aspetto rilevante per la sicurezza di accesso alle fonti primarie è certamente la loro distribuzione geografica, soprattutto per gli aspetti di condizionamento geopolitico.

In realtà, almeno per quanto riguarda le fonti fossili, esiste tutto sommato un'equa distribuzione globale delle risorse.

All'elevata concentrazione delle risorse di olio (oltre 50%) e di gas (~40%)

Trascrizione dell'intervento del 2 dicembre 2009 in occasione dell'inaugurazione dell'anno accademico della Facoltà di Chimica Industriale dell'Università di Bologna

nell'area del Medio Oriente, fa riscontro una distribuzione equilibrata di carbone fra Europa/Asia-Pacifico/Americhe (1/3 per ciascuna area) e delle risorse non convenzionali (olio extra-heavy, oil e gas shale, bitumi, tight e contaminated gas coal bed methane) dislocate principalmente nelle Americhe e nell'area Asia-Pacifico.

La dislocazione delle risorse fossili è particolarmente importante dal momento che, permanendo lo scenario attuale, al 2030 si prevede (IEA, 2009) che le fonti fossili coprano il 77% dell'incremento della domanda primaria di energia, sotto la spinta delle economie emergenti, con una forte preferenza per carbone e gas per la generazione elettrica e distillati per il trasporto. Sicuramente, per la necessità di far fronte alle esigenze dell'economia in evoluzione, non ci sarà molto spazio per considerazioni di qualità ambientale, di qui il forte incremento nell'uso del carbone, particolarmente per l'area dell'Asia-Pacifico dove esistono grandi riserve.

Tornando al petrolio, l'incremento nella domanda viene dai Paesi non OECD con un contributo della Cina di oltre il 40% e con un leggero decremento dei Paesi OECD. Per soddisfare e bilanciare il progressivo declino di alcune aree, sarà necessario installare nuova capacità per circa 45 mb/d, quasi quattro volte l'attuale capacità dell'Arabia Saudita (OECD-IEA, 2009). La prima esigenza sarà quindi applicare estensivamente le tecnologie di "improved e enhanced oil recovery" per massimizzare il recupero dalle aree in progressivo declino, in modo da salire dall'attuale 35% a oltre il 60% per il recupero dell'OOIP (original oil in place). Questo, ovviamente, comporterà ulteriori investimenti e costi di esercizio che, a seconda della tecnologia utilizzata (iniezione di acqua e gas, CO₂, tensioattivi, polimeri), comporterà incrementi di costo fino a oltre 50 \$/bbl.

Più a lungo termine saranno necessari importanti investimenti per accedere alle risorse ancora poco sfruttate in mare profondo e aree artiche. Un discorso analogo va fatto per estrazione e upgrading di oli ultrapesanti, bitumi, oil shale.

Anche in questo caso le curve di costo si sono significativamente innalzate fino a raggiungere gli 80 \$/bbl per bitumi e oil sands e oltre 100 \$/bbl per oil shales.

Un costo ancora superiore, valutabile fra 80 e 120 \$/bbl si prevede per i liquidi da conversione di gas e carbone (GTL, CTL).

Le risorse teoricamente ancora disponibili ammonterebbero a circa 8.000 miliardi di barili (contro i 1.200 già prodotti) e sembrano, pur nei limiti di una valutazione di prima approssimazione, sufficienti a garantire la disponibilità necessaria a permettere la transizione, nell'arco del secolo, verso un'energia a basso carbonio.

Recenti modelli sull'andamento della produzione di idrocarburi nel tempo propendono per una curva a plateau, con produzioni oscillanti intorno a 110/120 mb/d, legate ad un assestamento dei consumi e alla progressiva competizione di fonti a basso carbonio (Fig. 2) (CERA, 2009). In questo quadro si inserisce il dibattito sulla necessità di scenari alternativi legati alla crescita dei gas serra nell'atmosfera e al contributo delle attività antropiche al riscaldamento globale.

Gli studi allo stato attuale non concordano su tutto e il numero degli scettici, anziché diminuire, cresce. Nondimeno c'è una larga convergenza su alcuni punti chiave:

- il contributo delle fonti fossili rimarrà prevalente nel corso del secolo;
- una visione di lungo termine che lega l'energia alle fonti fossili non è ritenuta sostenibile;
- è necessario, per disegnare uno scenario alternativo, definire nuove misure che includano azioni decise per contrastare i consumi crescenti di fonti fossili e le emissioni di gas serra.

Anche se diamo per acquisiti i risultati del rapporto Stern (2006) sulla ripartizione della produzione di gas serra, fra settori legati a energia, trasporto, industria (61%) e ad altre cause (39%) esistono tutt'ora seri limiti nella scienza di predizione del clima (WEC3, Ginevra 2009) particolarmente per quanto riguarda: comprensione dei meccanismi, correttezza dei modelli, osservazioni adeguate nella generazione degli stati iniziali, insufficiente capacità di calcolo.

Sembrano quindi più che ragionevoli alcune considerazioni emerse nel convegno Climate Change 2008 (MIT/JP):

- il cambiamento climatico è un problema di gestione del rischio;
- la questione si pone in termini di assumere decisioni sequenziali in condizioni di incertezza;
- bisogna decidere subito sulle azioni da intraprendere. Le decisioni future potranno essere modulate su una probabile migliore conoscenza dei fenomeni.

La sfida quindi consiste nell'effettuare una progressiva transizione verso un sistema sostenibile basato su fonti energetiche a basso carbonio al minimo costo e senza collassi traumatici dell'economia globale.

È chiaro che, in uno scenario di stabilizzazione del CO₂ a 450 ppm, nella necessità di intraprendere azioni che abbiano effetti a breve termine, fra tutte le tecnologie disponibili per la riduzione delle emissioni di gas serra, l'efficienza energetica rappresenta la soluzione più efficace con un potenziale di abbattimento di quasi 60% del CO₂ antropico totale. Minori contributi, ma comunque significativi, possono derivare dalle rinnovabili (20%), dal nucleare (10%) e dalla cattura e sequestrazione (CCS) del CO₂ (10%) (OECD-IEA, 2009).

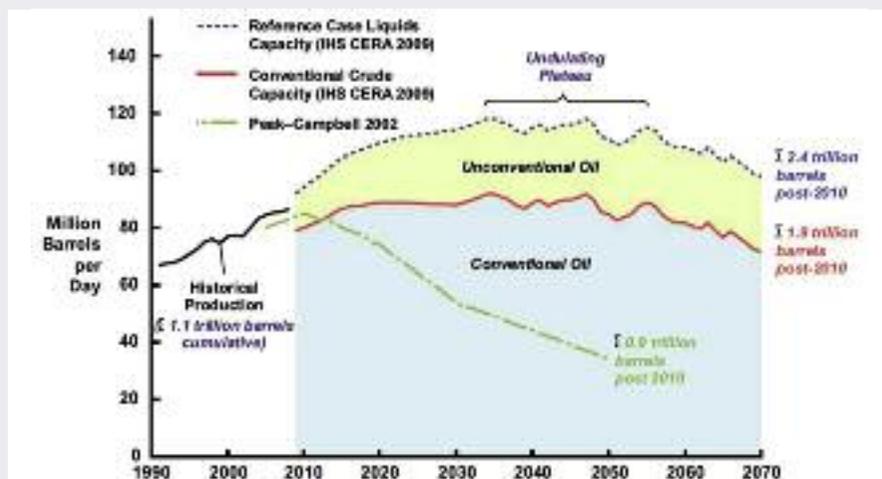


Fig. 2 - Previsioni di produzione di petrolio: andamento a plateau vs Peak Oil

CHIMICA & ENERGIA

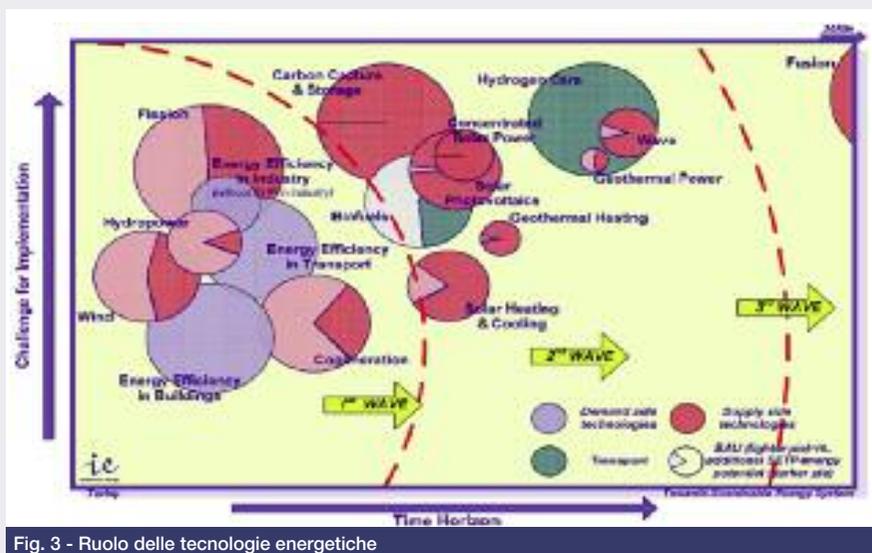


Fig. 3 - Ruolo delle tecnologie energetiche

In particolare, nel caso del CCS, si deve tener conto che a fronte di un potenziale abbattimento del 10% si avrebbe un peggioramento dell'efficienza dei processi di generazione elettrica fra il 10 e il 20%, soprattutto a causa dei consumi energetici dei processi di decarbonizzazione (pre-combustione, post-combustione, oxy-firing).

Purtroppo nell'attuale contesto politico internazionale la normativa sul controllo delle emissioni stenta a trovare una base comune per un accordo, cosicché per la gran parte le scelte sono lasciate alle politiche nazionali. Sistemi quali il Cap&Trade, adottato dall'EU per i settori della generazione elettrica e dell'industria, trovano ancora difficoltà nell'essere adottati dai maggiori paesi contributori nella generazione di gas serra (USA, Cina).

Inoltre nel settore del trasporto le azioni sono demandate alla definizione di standard internazionali di settore.

È tuttavia importante registrare un significativo numero di iniziative delle pubbliche autorità, correlate alle moderazione del cambiamento climatico (oltre 250 fra luglio 2008 e febbraio 2009, concentrate nelle rinnovabili, reti elettriche, trasporto pubblico, edifici a basso consumo) (Deutsche Bank/HSBC, 2009).

Dei 350 miliardi di dollari di finanziamenti pubblici investiti negli ultimi 8 mesi nel settore del "climate change", il 53% è andato nell'efficienza energetica, il 22% nella generazione elettrica a basso carbonio, il 25% nell'utilizzo energetico dei rifiuti e nel controllo ambientale.

Le azioni intraprese dai governi appaiono concordare con le linee di politica energetica generalmente accettate: incoraggiare l'efficienza energetica in tutti i settori, promuovere l'uso di tutti i carburanti, tenere in debito conto delle esternalità, stabilire standard globali per misurare il carbonio (IEW, Venezia 2009).

Dal punto di vista della generazione elettrica, nell'arco dei prossimi 20 anni si prevede che gli investimenti (\$ 27 trillion) si concentrino per oltre il 50% proprio nella generazione elettrica e per il 47% nella ricerca, produzione, estrazione di combustibili fossili. I maggiori incrementi nella domanda di energia saranno principalmente coperti da carbone, gas naturale, rinnovabili.

Limitato il contributo del nucleare dove, a fronte di un decremento in Europa e un modesto aumento in Nord America, si avrà una significativa crescita in Cina, India e, in generale, nell'area asiatica OECD e non. Per quanto riguarda le rinnovabili la crescita sarà concentrata essenzialmente su idroelettrico ed eolico e, con minor peso, su solare e geotermico (DOE/EIA WEPP, 2009).

Sempre nel campo delle tecnologie energetiche chiave il SET-Plan/2007 della UE (Fig. 3) colloca nella prima fascia temporale le tecnologie relative all'efficienza, al risparmio energetico e alle rinnovabili di maggiore impatto, proiettando in seconda fascia il solare (termico, termodinamico, fotovoltaico), i biocarburanti e il geotermico.

Idrogeno e generazione geotermica avanzata si collocano nell'area delle tecnologie più sfidanti e nei tempi più lunghi. La fusione si proietta in un orizzonte indefinito.

Venendo quindi alle rinnovabili è necessario ricordare che esistono comunque una serie di fattori negativi che ne limitano l'attrattività e ne rallentano la diffusione. Salvo alcuni casi specifici (eolico e idraulico) alti costi di generazione (per il solare elevati investimenti), bassa densità di energia (biomasse), distanza dagli impieghi finali (solare, idroelettrico), discontinuità dei processi di generazione, limitata disponibilità di alcune materie prime critiche (litio, indio, tellurio, platino, neodimio), necessità di reti di trasporto evolute (smart grids, HVDC) e di sistemi di accumulo dell'energia.

La competitività economica delle rinnovabili è certo qualcosa che può essere significativamente migliorata, investendo in ricerca e tecnologia e accompagnandone la diffusione con incentivi e agevolazioni normative (Fig. 4).

Nel corso del processo, a misura che l'attrattività cresce e i rischi tecnologici diminuiscono, il peso dell'intervento pubblico potrà diminuire e il ruolo delle imprese e del mercato diventerà decisivo. Sono le tecnologie solari (fotovoltaico e termodinamico-CSP) che potranno massicciamente beneficiarne. La "green parity" potrà essere raggiunta nel corso del prossimo decennio; ovviamente le aree a maggior insolazio-

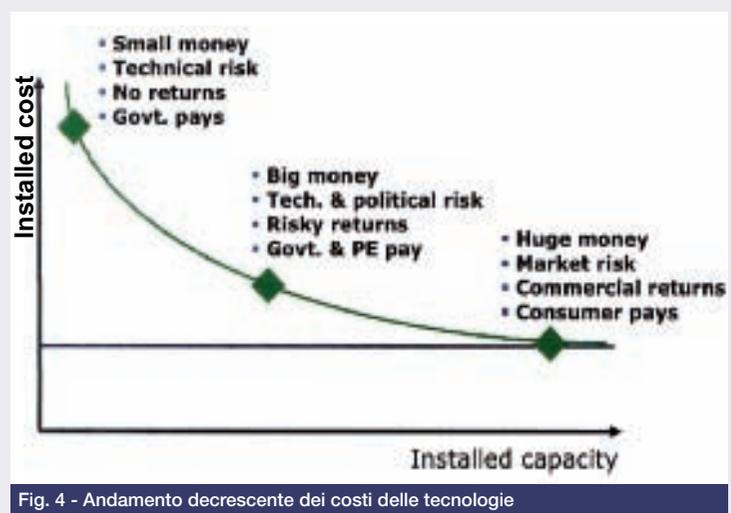


Fig. 4 - Andamento decrescente dei costi delle tecnologie

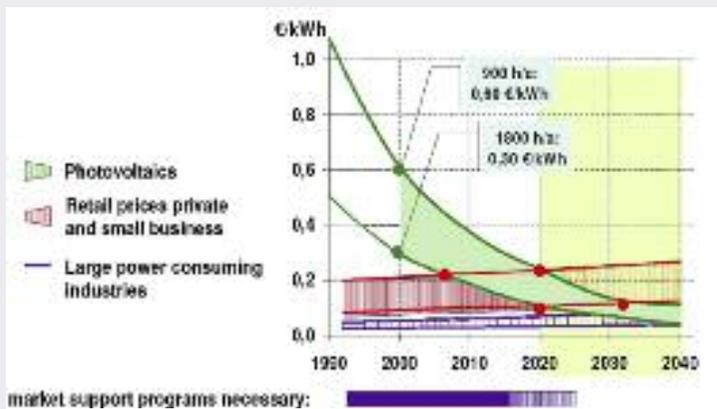


Fig. 5 - Road map per il costo del fotovoltaico

ne (le più vicine alla "sun belt") potranno anticipare i tempi a parità di investimenti (Fig. 5 e 6).

Uno studio puramente di modellazione, basato sulla situazione californiana, ha recentemente cercato di dimostrare che in quella regione esistono già oggi le condizioni per una generazione elettrica completamente "clean" (Fig. 7).

Un discorso a parte va fatto per l'impiego delle biomasse che, comunque, dovrà tener conto del trilemma cibo, energia, ambiente.

La transizione da biocarburanti di prima a seconda generazione, delineata dalla IEA (2009), vede nel lungo termine il prevalere dell'etanolo da cellulosa e il biodiesel-BTL con il declino inevitabile di etanolo da mais e di biodiesel da oli vegetali. Il modello appare poco realistico almeno per il BTL. Le dimensioni di un impianto di gassificazione delle biomasse e di Fischer-Tropsch sono troppo piccole (4-5.000 b/d di idrocarburi liquidi) per poter rendere competitivo questo processo (una Fischer-Tropsch da gas deve superare i 100.000 b/d). Rimane quindi l'alternativa della conversione pirolitica delle biomasse e la conversione degli oli di pirolisi nei processi di raffinaria.

In effetti le soluzioni più attraenti per l'impiego energetico delle biomasse appaiono la conversione termica e la cogenerazione (rendimenti fra 70 e 80%) che godono anche del vantaggio di non necessitare di una pesan-

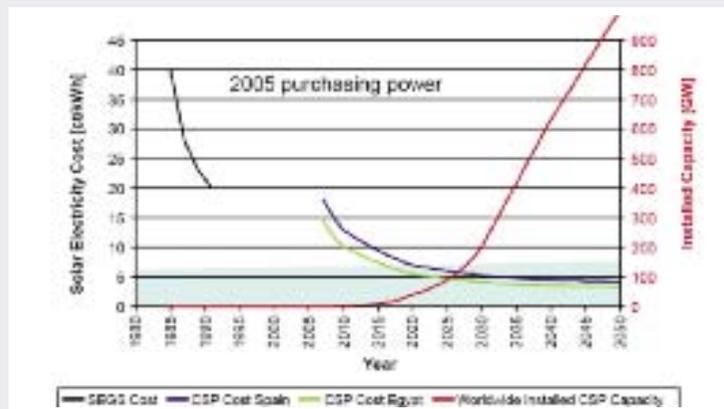


Fig. 6 - Road map per il costo del solare a concentrazione

te logistica di raccolta e di beneficiare della generazione distribuita.

Sul fronte delle reti di trasporto (smart grids) e delle "linee ad alto voltaggio a corrente diretta" (HVDC) esiste la consapevolezza che sono componenti indispensabili per lo sviluppo delle rinnovabili. Le attuali applicazioni sono già sufficientemente diffuse, le tecnologie in rapida evoluzione. Due i progetti più ambiziosi: "Repower America" nell'ambito del piano energetico della nuova amministrazione USA e "Desertec-Eumed" progetto europeo per il trasporto di elettricità generata in Nord Africa-Medio Oriente verso l'Europa.

L'accumulo di energia su larga scala vedrà ancora il pompaggio idroelettrico come tecnologia prevalente e l'accumulo termico (Large underground TESS) come logico complemento al solare CSP. In USA appare qualche proposta di rivitalizzare il CAES (Compressed Air Energy Storage) con limitate possibilità di successo, mentre le Flow Batteries mostrano tutti i limiti di una tecnologia in evoluzione ma con elevati rischi ambientali (grossi accumuli di soluzioni di sali tossici di metalli pesanti). Sullo scenario energetico così delineato ha però fatto irruzione, forse inattesa ma certo non imprevedibile, la crisi finanziaria e quindi la recessione economica, che complicano ulteriormente il quadro e rendono meno sicure le previsioni.

Naturalmente l'impatto dipenderà dall'evoluzione stessa della crisi: sarà

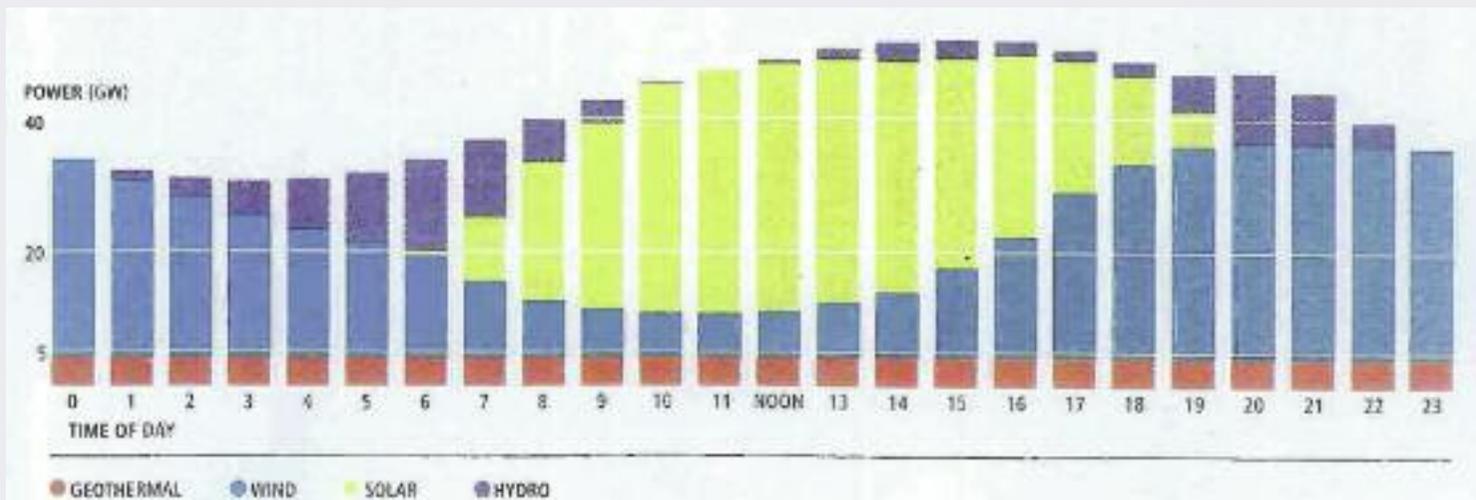


Fig. 7 - Generazione elettrica da rinnovabili: il caso della California

CHIMICA & ENERGIA

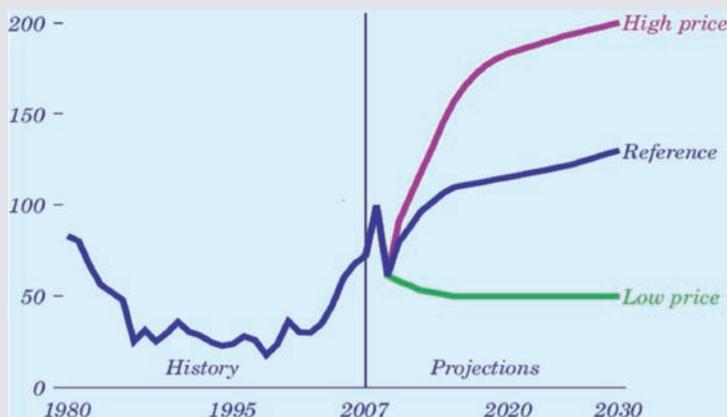


Fig. 8 - Proiezioni di prezzo del petrolio secondo EIA

moderata (forma a U) o severa (forma a W)? Augurandosi che non debba sfociare in una di lunga durata (forma a L) ed escludendo l'evoluzione ottimistica (forma a V).

Certamente crisi finanziaria e recessione economica hanno portato a una riduzione degli investimenti e della domanda di energia. Entrambi i fattori avranno influenza sulla sicurezza di approvvigionamento, con rischi di "energy crunch" nel breve, e sui prezzi e ridurranno ovviamente l'impatto ambientale. Secondo quanto emerso nel corso dell'ultimo Climate Change - (Roma 2009) di MIT, l'impatto certo sarà sui prezzi dei combustibili fossili, sulle politiche nazionali, sul costo del capitale, sugli incentivi agli investimenti, sul rigore su "target" e prezzi delle emissioni. Secondo Stern (2009) le emissioni di CO₂, collegate all'economia globale, in uno scenario corrente con le attuali proiezioni dei PIL del Fondo Monetario Internazionale, porteranno ad una diminuzione del 10% al 2012. Tuttavia se permane l'attuale modello di sviluppo (BAU) nel lungo termine, il raggiungimento di un innalzamento medio di 2 °C della temperatura non si dovrebbe spostare in avanti di più di 2 anni. Rimane la questione della possibile evoluzione dei prezzi e del mix delle fonti in competizione.

Secondo il DOE/EIA (2009) molto dipenderà da come evolverà il prezzo degli idrocarburi (e in generale delle fossili).

Tre gli scenari (Fig. 8) per il petrolio e tre le conseguenti possibilità di sviluppo delle fonti non convenzionali (Fig. 9).

L'impatto sui modelli del probabile mix futuro delle fonti in caso di alti

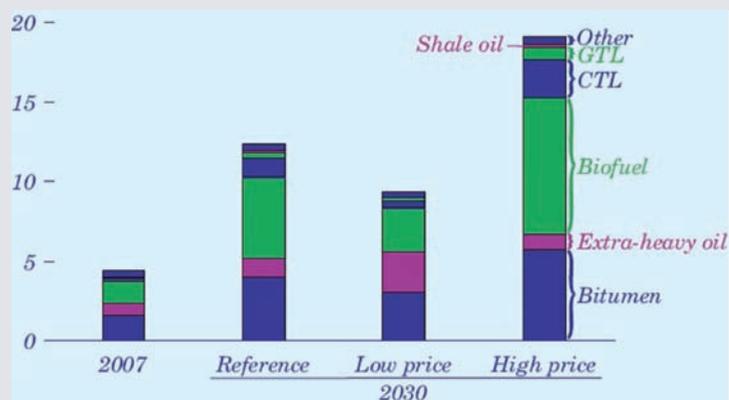


Fig. 9 - Alternative per lo sviluppo delle risorse non convenzionali in funzione dei prezzi dell'energia

costi, o di bassi costi dell'energia, sarebbe rilevante (OGJ, 2009). In particolare se ci saranno le condizioni economiche per lo sviluppo estensivo delle risorse non convenzionali, nucleare e rinnovabili vedrebbero una crescita molto più lenta e il rapporto fossili/non fossili a fine secolo sarebbe ancora favorevole alle prime (Fig. 10 e 11).

Conclusioni decisamente sorprendenti, perché ci si aspetta che alti prezzi dell'energia dovrebbero rendere più competitivi nucleare e rinnovabili e non l'opposto. Ma tant'è, con i modelli bisogna sempre esser cauti, in genere le conclusioni sono determinate da come sono stati concepiti e dalla correttezza delle assunzioni implicite.

Quali dunque le raccomandazioni circa la strada da intraprendere verso un futuro energetico sostenibile?

Dato per assodato che i combustibili fossili rimarranno la principale fonte energetica e che la crisi in atto ne ha arrestato temporaneamente la crescita, rispetto alle politiche in atto è necessario adottare misure che siano efficaci sotto l'aspetto dei costi e altamente flessibili, in modo da scegliere su base regionale le opzioni più favorevoli.

Le scelte sono quasi obbligate:

- ridurre il consumo di energia
- aumentare l'efficienza nei processi di generazioni e di impiego dell'energia
- promuovere lo sviluppo di fonti energetiche "complementari" o "sussidiarie": nucleare e rinnovabili
- minimizzare le esternalità dei processi.

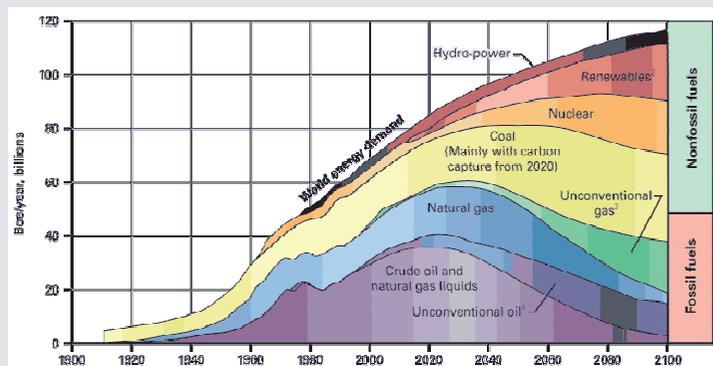


Fig. 10 - Profili di sviluppo delle fonti energetiche basati sui prezzi dell'energia (caso di prezzi elevati)

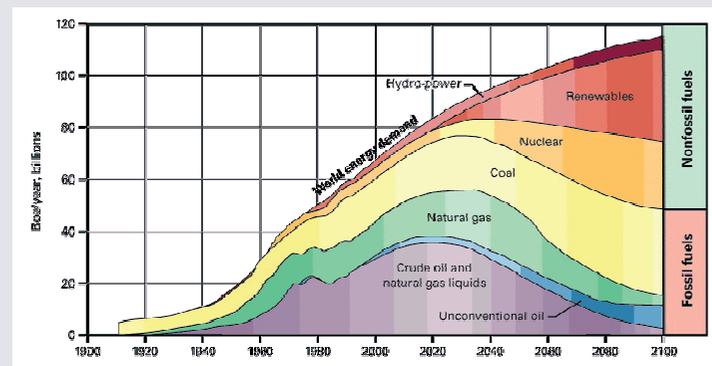


Fig. 11 - Profili di sviluppo delle fonti energetiche basati sui prezzi dell'energia (caso di prezzi bassi)