

# Volume 3 – Capitolo 18

## Ritorno energetico sull'investimento

---

Utilizzare le fonti di energia ha un costo e nel valutare le scelte da compiere in questo settore occorre tenerne conto per effettuare un confronto corretto tra costi e benefici; si può far un paragone con gli investimenti finanziari: nessuno investe soldi in un prodotto finanziario da cui prevede interessi molto bassi o negativi.

Per gli impianti e le fonti energetiche i tempi sono di solito piuttosto lunghi e quindi le valutazioni economiche sono incerte; è stato da tempo introdotto un criterio di valutazione basato sulle quantità di energia con il coefficiente indicato mediante un acronimo in lingua inglese: **EROEI** (*Energy Returned On Energy Invested*) o **EROI** (*Energy Returned On Investment*).

L'EROEI è il rapporto fra l'energia che un impianto è in grado di produrre durante la sua vita attiva e l'energia necessaria per costruirlo, alimentarlo, farne la manutenzione e poi smantellarlo; l'energia è una grandezza fisica, che non dipende da fattori come tassi di sconto, prezzi di mercato, tassi di inflazione, ecc. Esprimendolo con una formula si ha dunque:

$$EROEI = \frac{\text{energia prodotta}}{\text{energia spesa}}$$

Il termine italiano equivalente è: **Ritorno energetico dell'investimento**.

Un valore di EROEI pari a 10 indica che per ogni unità di energia spesa nella produzione si ottengono 10 unità di energia prodotta. Un investimento energetico è valido in generale soltanto se l'energia che viene prodotta da quell'impianto durante la sua vita attiva è superiore a quella spesa per costruirlo e farlo funzionare. La convenienza energetica esiste quindi solo per  $EROEI > 1$ ; per valori  $< 1$  si consuma più energia di quanta se ne produce.

Il parametro per valutare la convenienza di un investimento deriva dal settore economico che usa l'indice ROI (Ritorno sull'investimento); nella tabella sottostante è sintetizzato un esempio di calcolo riferito ad un generico impianto per cui è previsto un ciclo di vita di 20 anni; costi e ricavi sono indicati in k€ (1 k€ = 1000 €).

Anni di attività previsti: 20	Valore (k€)
<b>Costi</b>	
1) di avviamento (progettazione, autorizzazioni, acquisto locali, acquisto macchinari, ecc.)	486
2) di esercizio (materie prime, materiali di consumo, manodopera, telefono, luce, gas, assicurazioni e servizi vari, interessi passivi, ...)	997
3) di disattivazione (demolizioni, smaltimento residui, ecc.)	65
<b>Totale</b>	<b>1.548</b>
<b>Ricavi</b>	
1) Vendite di prodotti e servizi, interessi attivi, ecc.	3.400
2) Vendite di terreni, locali, scorte a fine attività	350
<b>Totale</b>	<b>3.750</b>
<b>ROI = totale ricavi/totale costi = 2,42</b>	

Il calcolo del parametro energetico EROEI naturalmente non è semplice e spesso le valutazioni degli esperti non concordano; tuttavia esso costituisce un riferimento importante. Una certa **incertezza nei risultati** nel calcolo di EROEI è inevitabile e deriva dalla complessità e dalla variabilità dei fattori energetici.

Il calcolo è basato su un'**analisi del ciclo di vita** (*life cycle analysis* - LCA) dell'impianto, che fa riferimento a criteri e norme definite in modo rigoroso in accordo con le indicazioni dell'organizzazione internazionale per la standardizzazione (ISO).

Il ciclo di vita comprende l'energia necessaria per estrarre, trasportare e trasformare i minerali utilizzati, cioè tutto quello che ha a che fare con la costruzione, il rifornimento e la manutenzione dell'impianto, ma comprende anche l'energia necessaria per lo smantellamento finale; infatti anche demolire l'impianto al termine del ciclo di produzione ha un costo, che, ad esempio, è rilevante e incerto in un impianto nucleare con i seri problemi di sicurezza che esso comporta.

È da sottolineare che il coefficiente non tiene conto nel calcolo standard attuale dei **costi esterni**, cioè quelli che non sono ricadono sul produttore ma sulla società; ad esempio, i costi dell'inquinamento, del riscaldamento globale, delle bonifiche di siti inquinati, della sicurezza.

La tabella di seguito riassume valutazioni massime e minime dell'EROEI per i principali vettori e fonti energetici.

Fonte primaria o secondaria	EROEI	
	Minimo	Massimo
<b>Fonti energetiche esauribili</b>		
Petrolio	5	15
Metano	8	20
Carbone	2	17
Nucleare	1	20
Sabbie bituminose	1	1,5
<b>Fonti energetiche rinnovabili</b>		
Idroelettrico	30	100
Eolico	10	80
Geotermico	2	13
Fotovoltaico	3	60
Solare termico	30	200
Solare termodinamico	10	20
Biomasse solide	3	27
Impianti biogas	10	20
Energia dalle onde, dalle maree e correnti marine	2	10
Risparmio energetico	2	300
<b>Vettori energetici rinnovabili</b>		
Gassificazione biomassa	2	10
Bioetanolo da cereali-barbabietole-leguminose	1	5
Bioetanolo da canna da zucchero	3	8
Bioetanolo da cellulosa	2	7
Biometanolo da gassificazione	2	6
Olio vegetale da oleaginose	3	6
Biodiesel	3	5
Olio da microalghe	5	10

Fonte: [www.energoclub](http://www.energoclub)

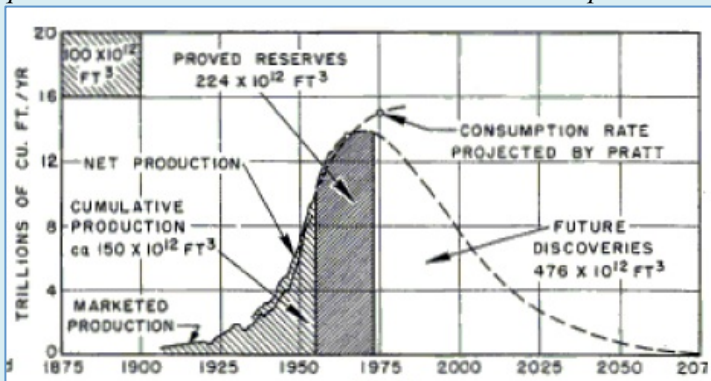
L'EROEI delle fonti fossili varia nel tempo, diminuendo man mano che si esauriscono i giacimenti migliori. L'esempio classico è quello del petrolio: l'EROEI è il rapporto tra l'energia resa da un barile di petrolio e l'energia necessaria per produrlo (indagini geologiche, trivellazione, estrazione, trasporto ...). Agli inizi dell'era petrolifera un valore di EROEI pari circa a 100 ha costituito una leva potente per lo sviluppo; con il passare dei decenni si è allargato lo sfruttamento a giacimenti sempre più piccoli e difficili da raggiungere e il valore di EROEI è ridimensionato a 10 - 15.

Per il gas naturale la tendenza è analoga; per il carbone ha grande influenza la distanza dal luogo di produzione. Per le fonti rinnovabili sviluppate negli ultimi decenni il valore medio di EROEI è valutato intorno a 20-30 e ha una tendenza alla crescita con lo sviluppo tecnologico.

### **Il picco di Hubbert**

Con l'aumento del prezzo del petrolio e delle preoccupazioni sull'esaurimento delle scorte è salita l'attenzione nei confronti della teoria formulata nel 1956 dal geofisico americano King Hubbert.

Si tratta di un modello matematico, comunemente denominato **picco di Hubbert**, secondo cui lo sfruttamento di una risorsa minerale esauribile segue una curva a campana (in figura quella originale tracciata da Hubbert): il picco rappresenta il punto di massima produzione, oltre il quale inizia un'inesorabile diminuzione. Sulla base della teoria di Hubbert sono stati elaborati molti altri modelli complessi; approssimativamente si può ritenere che in una data regione geografica, il picco si verifichi quando è stata estratta metà di tutta la risorsa disponibile.



La teoria di Hubbert ha trovato una conferma clamorosa nell'andamento della produzione di petrolio negli Stati Uniti, che, dopo un picco molto netto nel 1970, ha iniziato a calare; gli USA sono diventati importatori di petrolio.

Molto più incerta è invece la previsione del picco a livello mondiale, perché entrano in gioco molti fattori di carattere economico e politico; la maggior parte delle previsioni sono centrate sui primi due decenni del XXI secolo; i più ottimisti collocano il picco verso il 2030.

La fase storica di continuo aumento della produzione petrolifera, durata circa un secolo e mezzo, si è interrotta nel 2004 e la stasi prosegue; dal 1985 la quantità di petrolio consumato ogni anno è superiore a quella dei nuovi giacimenti scoperti e la differenza è in aumento.

Tutto ciò, insieme ai problemi ambientali provocati dalla produzione di CO<sub>2</sub>, deve stimolare l'adozione di processi produttivi energeticamente più efficienti e la transizione all'uso di energie rinnovabili.

Nel calcolo dell'EROEI non è conteggiato il contenuto energetico della fonte primaria, che sia quello del petrolio o della radiazione solare; questo penalizza nel confronto le fonti rinnovabili perché non tiene conto del fatto che sono "gratuite": l'energia non utilizzata viene dissipata senza produrre costo energetico o monetario. Invece se non estratte le fonti esauribili rimangono come potenziale energetico utilizzabile diversamente.

È stato proposto l'uso di un **EROEI Globale**, valido per confrontare la convenienza di investimento energetico tra fonti esauribili e fonti rinnovabili (FER); per le FER si avrebbe un parametro globale sempre > 1, mentre per le esauribili si avrebbe sempre un valore < 1:

- circa 0,4 per la generazione di energia elettrica con combustibili fossili
- 0,8 per produrre carburanti dal petrolio
- 0,8 – 0,9 per produrre energia termica da un combustibile tradizionale.