

# L'INFORMATORE AGRARIO

[www.informatoreagrario.it](http://www.informatoreagrario.it)



Edizioni L'Informatore Agrario

Tutti i diritti riservati, a norma della Legge sul Diritto d'Autore e le sue successive modificazioni. Ogni utilizzo di quest'opera per usi diversi da quello personale e privato è tassativamente vietato. Edizioni L'Informatore Agrario S.p.A. non potrà comunque essere ritenuta responsabile per eventuali malfunzionamenti e/o danni di qualsiasi natura connessi all'uso dell'opera.

- SIMULAZIONE DI CONVENIENZA ECONOMICA CON DUE SCENARI

# Capire quando conviene il mini idroelettrico

Con una spesa totale di 176.000 euro e 4.500 ore/anno di funzionamento l'investimento per il mini idroelettrico si ripaga in 6 anni. Il punto cruciale, su cui si basa l'intera convenienza alla fattibilità del progetto, è la costanza della portata del corso d'acqua

di Donatella Banzato, Alessandro Ragazzoni

**L**a produzione di energia elettrica da mini e microimpianti idroelettrici ha suscitato nell'ultimo periodo grande interesse. In alcuni contributi precedentemente pubblicati sui supplementi Energia rinnovabile n. 27/2009 e 40/2009 sono stati evidenziati vantaggi e limiti applicativi da un punto di vista normativo e tecnico.

A questo punto diventa decisivo proporre l'analisi della convenienza economica, nel momento in cui si siano superate le incertezze amministrative e risolti gli aspetti tecnico-realizzativi nell'installazione dell'impianto.

In tale ambito si colloca questo lavoro, che si pone tra i principali obiettivi quello di valutare, in modo preventivo, la redditività nell'attivazione di una particolare filiera energetica nel settore del microidroelettrico.

## Analisi della convenienza del mini idroelettrico

In questa parte del lavoro si ricerca il livello di convenienza economica all'installazione di un impianto microidroelettrico a coclea idraulica su acqua fluente.

La potenza di un impianto viene determinata in base alla portata e al salto del corso d'acqua, sfruttando il più delle volte portate contenute e salti modesti; pertanto, se il salto non può essere altro che una costante, la variabile che con maggiore attenzione deve essere studiata è la portata media annuale, o meglio, il tempo complessivo in cui il corso d'acqua permette il funzionamento dell'impianto.

Infatti, è indubbiamente importante l'analisi storica della portata, indagando la stagionalità, i prelievi per scopi irrigui, la frequenza delle variazioni, la piovosità, ecc.

La conoscenza approfondita del comportamento di questa variabile comporterà sicuramente un vantaggio nel dimensionamento dell'impianto (cioè la potenza massima installabile) e se esiste realmente convenienza alla realizzazione, in base al tempo di flusso del corso d'acqua idoneo per il corretto funzionamento dell'impianto.

In base a quanto affermato, l'indicatore più interessante da elaborare risulta essere, pertanto, il numero di ore in cui la portata su cui si è dimensionato l'impianto è garantita durante l'anno solare e, in virtù di ciò, il limite minimo di tempo di funzionamento in grado di coprire i costi di esercizio con la vendita dell'energia prodotta.

A tal proposito, è sembrato opportuno elaborare il cosiddetto

### Costi e ricavi di un impianto mini idroelettrico

**4.500** euro/kW il costo dell'impianto, di cui:

**2.180** per la coclea completa

**1.760** euro/kW il ricavo dall'energia elettrica

**407** euro/kW l'utile al netto delle imposte

**TABELLA 1 - Stima del costo totale dell'investimento per un impianto di 40 kW**

Capitoli di spesa	Costo totale (euro)	Costo unitario (euro/kW)	Descrizione
Progettazione e concessione	14.763	383	Quota fissa
Impianto a coclea	84.120	2.187	Impianto a coclea completo
Opere civili	40.377	1.050	Opere civili di collocamento dell'impianto nel corso d'acqua
Opere idrauliche	15.478	402	Opere di adduzione e scarico dell'acqua nell'impianto
Opere elettriche e accessorie	19.347	503	Quadri elettrici e collegamento alla rete
<b>Costi totali</b>	<b>174.087</b>	<b>4.527</b>	

Fonti: nostra elaborazione da indagini dirette.

# Stimare l'efficienza energetica con l'Eroei

Nel confronto tra più alternative progettuali, da un punto di vista finanziario, è facile intuire che l'accettabilità di un investimento si decide in base al suo «ritorno» monetario, misurato attraverso alcuni indicatori classici quali, ad esempio, il saggio di rendimento interno, ovvero il tempo di ritorno del capitale investito.

Lo stesso approccio è normalmente tenuto anche nella valutazione economica degli impianti energetici: ad esempio, conoscendo il costo di realizzazione dell'impianto, in quanto tempo sarà recuperato il capitale investito e quale sarà la redditività annuale della gestione?

In tale approccio, tuttavia, compaiono alcune ombre legate principalmente al fatto che impianti destinati a produrre energia hanno spesso tempi di vita nell'ordine di diverse decine d'anni.

Prevedere oggi quale sarà il risultato economico nel lungo periodo (soprattutto a causa di variabili quali inflazione, tasso di sconto, incentivi pubblici, costi dei combustibili, ecc.) è molto difficile, soprattutto in relazione ai problemi ambientali e di approvvigionamento energetico; tra tutti è interessante, come precedentemente accennato, rilevare l'andamento spesso non prevedibile del prezzo del petrolio, soggetto a eventi speculativi, a crisi politiche internazionali e a eventi bellicosi.

Viceversa, se il criterio da monetario diventasse fisico, esisterebbe un approccio più sicuro che si potrebbe utilizzare per prendere decisioni di fattibilità da un punto di vista energetico. L'Eroei (dall'inglese *Energy return on energy investment* cioè il ritorno energetico sull'investimento energetico) è il rapporto fra l'energia investita per costruire e per gestire un impianto e l'energia che questo impianto produrrà durante la sua vita attiva; siccome l'energia è una grandezza fisica, questa non è influenzata dalle scelte economiche dell'uomo.

La misura dell'Eroei è un interessante termine di paragone del valore di una tecnologia; una misura strettamente legata al principio di conservazione dell'energia che permette di discriminare fra le soluzioni alternative.

L'Eroei misura quanta energia viene ricavata da un impianto nella sua vita media rispetto a quella impiegata per costruirlo e mantenerlo.

$$\text{Eroei} = \frac{\text{Energia ricavata}}{\text{Energia spesa}}$$

Se una tecnologia ha un Eroei minore di 1 è assurdo portarla avanti, dal momento che la produzione di energia è inferiore a quella necessaria per produrla; per contro, più alto è l'Eroei migliore è la tecnologia impiegata per produrla.

Nella pratica, calcolare l'Eroei di un sistema energetico non

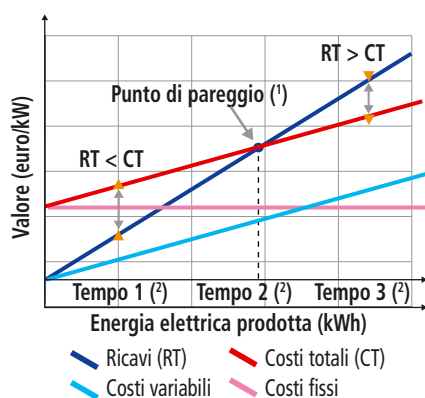
to «break even point», ovvero il punto di soglia entro il quale non conviene realizzare il progetto, poiché il corso d'acqua non permette una portata per un tempo di funzionamento dell'impianto sufficiente a coprire i costi totali: è intuitivo osservare che tanto più breve è il tempo in cui si coprono le spese, tanto più sarà elevato l'utile annuale.

A questo punto l'imprenditore si deve porre un importante quesito: «Il corso d'acqua in cui è prevista l'installazione dell'impianto avrà una portata media costante almeno fino al punto T2?» (grafico 1). È una domanda importante alla quale si deve dare una risposta che sia la più attendibile possibile e senza falsi ottimismo, perché da questa risposta consegue la capacità di trarre profitto dall'impianto energetico.

Il punto di intersezione delle due rette dei ricavi totali (RT) e costi totali (CT), al livello della quantità d'equilibrio T2 è appunto il break even point ed è l'unico punto in cui i ricavi eguagliano i costi.

Il break even point è un vero e proprio punto di svolta (detto anche di soglia), cui tutte le aziende devono necessariamente tendere per avere una gestione a reddito positivo. Quanto maggiore è la quantità di energia elettrica prodotta superiore al break even point e tanto maggiore sarà,

a parità di condizioni, il profitto dell'impresa (per maggiori informazioni vedi il grafico 1 dell'articolo pubblicato sul n. 40-2009 a pag. 33 del supplemento Energia rinnovabile). A questo punto si possiedono gli elementi per una simulazione economica.



(1) Punto di soglia entro il quale non conviene realizzare il progetto. (2) Si presuppone che la portata media del corso d'acqua sia costante.

## GRAFICO 1 - Come valutare la convenienza dell'impianto

Il corso d'acqua su cui è prevista l'installazione deve avere una portata media costante nel tempo almeno uguale a T2. Al crescere della portata crescono anche i ricavi ottenibili.

## Caso pratico: due scenari a confronto

Al lettore viene presentato un ipotetico caso relativo a un impianto con una potenza di circa 40 kW proponendo due scenari per interpretare i risultati: il primo è relativo all'impostazione del conto economico di gestione, considerando che l'intera opera sia finanziata con capitali esterni; il secondo è costruito nell'ipotesi di autofinanziamento e, pertanto, è interessante conoscere il tempo di ritorno del proprio capitale investito.

## Impianto finanziato con capitali esterni

Nel caso della presenza del finanziamento esterno l'imprenditore valuta la convenienza alla realizzazione dell'opera impostando un classico conto economico di gestione operativa annuale: per una corretta impostazione è necessario stimare il costo dell'investimento (tabella 1).

La spesa totale si aggira intorno a 175.000 euro (pari a circa 4.500 euro/kW), anche se sono necessarie alcune precisazioni su alcuni capitoli di bilancio che possono assumere importi alquanto differenti.

In particolare, se il costo unitario dell'impianto a coclea è soggetto a variabi-

è cosa semplice e scontata; innanzitutto si deve calcolare l'energia necessaria alla costruzione dell'impianto, poi quella per estrarre, per trattare e per trasportare la materia pri-

ma necessaria al funzionamento e alla gestione completa, fino alla dismissione finale e al ripristino della situazione ante investimento.

A fianco del consumo energetico si deve procedere a calcolare l'energia che l'impianto produrrà durante il suo ciclo attivo previsto.

**TABELLA A - Stima dell'Eroei per alcune fonti rinnovabili (numeri indice)**

Fonti energetiche	Eroei (1)	Eroei (2)	Eroei (3)	Eroei (altri)
<b>Petrolio:</b>				
fino al 1940	> 100	-	-	-
fino al 1970	23	50-100	-	-
oggi	8	-	-	-
<b>Carbone:</b>				
fino al 1950	80	2-7	7-17	-
fino al 1970	30	-	-	-
Gas naturale	1-5	-	5-6	-
Energia dell'atomo	5-100	5-100	10-60	< 1
Biomasse	-	3-5	5-27	-
Idroelettrico (impianti mini)	30-270	-	-	-
Idroelettrico (impianti grandi)	50-100	-	-	-
Eolico	-	5-80	20	-
Solare (fotovoltaico)	-	-	-	3-60
Solare (termico)	-	-	-	30-200
<b>Carburanti rinnovabili:</b>				
etanolo (da mais)	0,7-1,3	-	-	-
biodiesel	-	-	-	3-5

(1) C. Cleveland (2005); (2) D. Elliot (2003); (3) I Hore-Lacy (2003).

### Quali sono le fonti energetiche più vantaggiose?

Da un confronto tra i più recenti riferimenti in letteratura, risultano evidenti alcuni interessanti elementi (tabella A).

È interessante esaminare l'evoluzione dell'Eroei relativa al petrolio, passato dai valori 50-100 degli anni 70 a valori attualmente inferiori a 10.

Per estrarre il petrolio occorre andare sempre più in profondità, e questo aumenta l'energia richiesta per estrarlo, abbassandone conseguentemente l'Eroei.

Al primo posto si colloca con grande margine di vantaggio l'idroelettrico, con estreme differenze tra grandi e mini impianti per il rischio di ripercussioni ambientali gravi e impatti sull'ecosistema.

Per quanto riguarda le altre fonti, i dati degli studi riportati sono compresi in un'ampia forbice, tale da rendere difficile l'interpretazione di quella migliore.

La maggior parte dei sistemi sembrano molto promettenti, tuttavia, sono molteplici le variabili che possono influenzare il bilancio energetico finale (si pensi alla localizzazione dell'impianto, alla disponibilità della fonte generatrice e, soprattutto, all'internalizzazione delle esternalità prodotte).

lità, soprattutto in relazione alla potenza installata, ben diverse sono le considerazioni per quanto riguarda le opere civili, idrauliche, elettriche e accessorie

**Opere civili.** Il posizionamento dell'impianto nel corso d'acqua può richiedere interventi molto diversificati per la presenza o meno di manufatti in grado di alloggiarlo. Questo determina sensibili differenze tra le opere civili necessarie.

**Opere idrauliche.** Nella progettazione possono essere richieste opere di deviazione e derivazione del corso per alimentare la cocea, come pure interventi per collegare lo scarico nuovamente nel corso d'acqua; indubbiamente anche in questo caso la spesa può essere notevole e stimabile solo caso per caso.

**Opere elettriche e accessorie.** Ultima importante variabile è relativa al collegamento dell'impianto con la rete elettrica. La distanza tra l'impianto di produzione dell'energia e il punto di inserzione con la rete pubblica diventa la variabile che contribuisce maggiormente a differenziare ed elevare i costi.

Nel caso in esame, l'impianto ha richiesto per i tre citati capi-

coli di spesa interventi di medio-alta complessità; infine, è altresì importante ricordare che quanto più la potenza è ridotta, tanto più tali costi incidono in modo superiore. Per la redazione del conto economico, l'impianto è stato finanziato interamente con capitali esterni e, pertanto, si è reso necessario stimare la quota annuale della rata del mutuo erogato (durata: 15 anni; saggio: 3,5%).

Si è ritenuto opportuno ipotizzare un impegno quotidiano per il controllo e la sorveglianza di almeno 2 ore e una quota di manutenzione ordinaria variabile per alcune componenti: impianto (pari al 2,5% del valore), opere idrauliche (pari al 2% del valore) e opere elettriche (pari al 5% del valore). Complessivamente la spesa annuale per l'esercizio dell'impianto si stima possa attestarsi intorno a 36.000 euro, pari a circa 945 euro/kW di potenza installata (tabella 2).

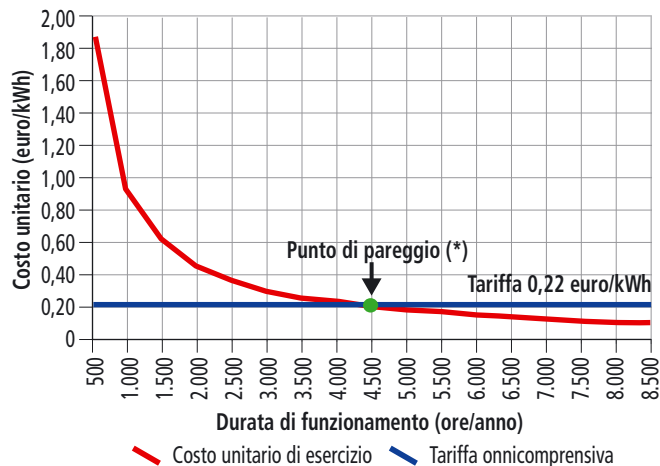
Per la determinazione dell'utile di impresa è prerogativa studiare quale sia il tempo annuale di portata del corso d'acqua per il corretto funzionamento dell'impianto; in teoria potrebbe essere possibile una produzione di energia elettrica costante per tutto il tempo dell'anno, se l'impianto fosse correttamente alimentato, ma prudenzialmente si sono considerate circa 8.000 ore/anno.

I ricavi che ne conseguono ammontano a più di 67.000 euro, pari a 1.760 euro/kW (con la tariffa di cessione dell'energia elettrica a 0,22 euro/kWh): l'utile lordo relativo si attesta

**TABELLA 2 - Conto economico della gestione operativa dell'impianto idroelettrico**

Costi	Valore totale (euro/anno)	Valore unitario (euro/kW)	Descrizione
Assistenza e controllo	13.125	341	Manodopera per sorveglianza e controllo (2 ore/giorno)
Manutenzione ordinaria	3.491	91	Quota sul valore dell'impianto e opere complementari
Quota di finanziamento	19.722	513	Quota di finanziamento per capitale esterno
Costo totale	36.338	945	
<b>Ricavi</b>			
Energia elettrica	67.681	1.760	Ipotesi di funzionamento di 7.500 ore
<b>Utile</b>			
Al lordo delle imposte	31.343	815	
Al netto delle imposte	15.671	407	Imposte dirette e indirette (quota 50% dell'utile)

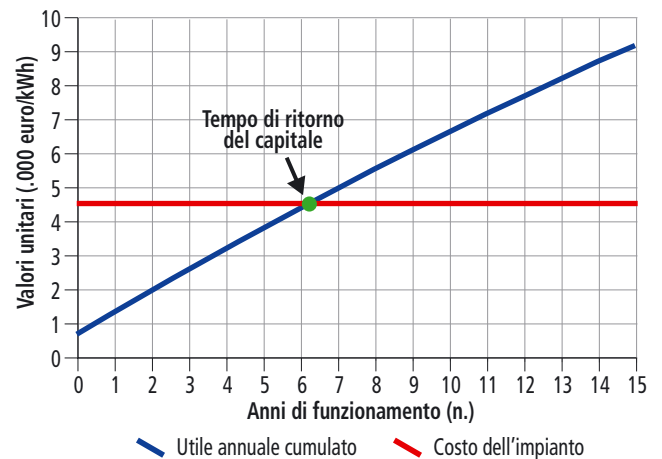
Fonti: nostra elaborazione da indagini dirette.



(\*) Punto di soglia entro il quale non conviene realizzare il progetto.  
Fonte: nostra elaborazione da indagini dirette.

### GRAFICO 2 - Rappresentazione grafica del break even point (\*) per l'impianto a coclea del caso di studio

Sono necessarie almeno 4.500 ore di funzionamento annuale per ripagare i costi totali.



Fonte: nostra elaborazione da indagini dirette.

### GRAFICO 3 - Rappresentazione grafica del tempo di ritorno del capitale per l'impianto a coclea del caso di studio

Il punto di pareggio si ha dopo 6 anni dall'attivazione dell'impianto.

intorno a 31.000 euro/anno.

I valori sono indubbiamente molto interessanti e a corredo di tale analisi si è impostato il break even point relativo al tempo minimo di funzionamento per coprire completamente i costi di gestione annuale (grafico 2). Si nota che con solo 4.500 ore di funzionamento annuale e di produzione energetica si ripagano i costi totali.

## Impianto finanziato con capitali propri

Ai fini di una maggiore completezza dello studio si è pensato fosse interessante proporre anche l'analisi relativa



al tempo di ritorno del capitale investito, nel caso in cui l'imprenditore finanzi completamente l'opera. In questo caso dai costi di gestione annuali è stata scorporata la rata del mutuo e mantenuta la spesa solo per il controllo, per la sorveglianza e per la manutenzione. Questo ha determinato un utile netto di circa 665 euro/kW, che è stato utilizzato per individuare il tempo di ritorno del capitale investito.

Dal punto di vista computistico è necessario aggiornare il flusso degli utili presunti all'anno di realizzazione dell'impianto e successivamente cumularli, al fine di individuare quando la sommatoria degli stessi uguaglia il costo iniziale dell'impianto (grafico 3).

Il momento di pareggio nel caso esaminato è all'incirca poco dopo il 6° anno dall'inizio del funzionamento.

## Mini idroelettrico: conviene ma va progettato bene

A conclusione di questo percorso di studio che ha fornito, nei contributi presentati su questa rivista, una panoramica dei problemi e dei vantaggi nel realizzare un impianto microidroelettrico ad acqua fluente, si può asserire che sussiste realmente un'interessante convenienza economica, a fronte, però, di innegabili limiti legati alle problematiche e ai tempi delle concessioni e a un corretto e approfondito studio della natura dei corsi d'acqua su cui si intende realizzare l'impianto.

Infatti, la normativa e le regole che disciplinano le concessioni autorizzative alla realizzazione dell'opera (spesso tra ente pubblico e privato) suscitano molte perplessità, soprattutto in relazione ai tempi di approvazione che potrebbero procrastinare l'inizio dei lavori dell'impianto e modificare i parametri per l'analisi della convenienza economica.

Inoltre, è molto difficile pensare di omologare un modello di analisi della convenienza alla realizzazione di impianti di diversa potenza e ubicati in situazioni idrogeologiche difformi; questo limite è legato a due principali componenti: in primo luogo ogni sito ha caratteristiche proprie e le opere complementari all'impianto possono avere un'incidenza sui costi totali completamente distinte; in secondo luogo la costanza della portata del corso d'acqua è indubbiamente la variabile più importante da indagare, su cui si basa l'intera convenienza alla fattibilità del progetto.

Donatella Banzato  
Alessandro Ragazzoni  
Dipartimento di economia  
e ingegneria agrarie  
Università di Bologna  
alessandro.ragazzoni@unibo.it

I risultati dell'articolo sono relativi a un progetto di ricerca condotto in collaborazione tra Wamgroup e l'Università di Bologna.



Per consultare la bibliografia:  
[www.informatoreagrario.it/rdLia/10ia11\\_4908\\_web](http://www.informatoreagrario.it/rdLia/10ia11_4908_web)

# Capire quando conviene il mini idroelettrico

## BIBLIOGRAFIA

**Cutler Cleveland (2005)** - *Net energy from the extraction of oil and gas in the United States*. Energy, volume 30, Issue 5, aprile: 769-782.

**David Elliot (2003)** - *A sustainable future? The limits of renewables, before the wells run dry*. Feasta

**Ian Hore-Lacy (2003)** - *Renewable energy and nuclear power, before the wells run dry*. Feasta.