

PROVINCIA DI TERNI



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA

**Dipartimento di Ingegneria Industriale
e di Ingegneria Civile ed Ambientale**



**Studio per la redazione del piano di utilizzazione idroelettrica
delle acque superficiali in Provincia di Terni**

Analisi di fattibilità su alcune sezioni fluviali

Perugia, luglio 2008

P.MANCIOLA – F.CASTELLANI – L.BALUCCA

STUDIO PER LA REDAZIONE DEL PIANO DI UTILIZZAZIONE
IDROELETTRICA DELLE ACQUE SUPERFICIALI
IN PROVINCIA DI TERNI

Analisi di fattibilità su alcune sezioni fluviali

Perugia, Luglio 2008

INDICE

1	PREMESSA.....	1
2	CRITERI GENERALI PER LO STUDIO DI FATTIBILITA'	2
2.1	Analisi dei costi	2
2.2	Analisi della producibilità	3
2.3	Gli strumenti di incentivazione	5
3	SCelta DELLA SOLUZIONE OTTIMALE	5
4	CONCLUSIONI	7

Elaborati allegati:

Appendice C: Schede sintetiche di analisi delle sezioni.

1 PREMESSA

La presente analisi sfrutta i risultati delle precedenti fasi dello studio per poter definire in via preliminare la fattibilità di un impianto idroelettrico per le sezioni fluviali individuate. In tale sede è stata inoltre definita la taglia d'impianto ritenuta ottimale in relazione ad un determinato salto. Per poter effettuare tale analisi sono state formulate alcune ipotesi circa il costo delle opere necessarie alla messa in esercizio dell'impianto che andranno opportunamente verificate con eventuali approfondimenti e sopralluoghi.

Anche se i valori di utile annuo ricavati sono da ritenersi dunque puramente indicativi, l'indagine ha permesso di fare una prima stima delle quantità di energia che potrebbero essere ricavate e di concentrare l'attenzione sulle soluzioni progettuali migliori.

Viste le caratteristiche del territorio in esame ed il grado di sfruttamento attuale della risorsa è stato scelto di considerare unicamente impianti ad acqua fluente a basso salto realizzati con piccoli sbarramenti senza invasi e/o lunghe derivazioni.

2 CRITERI GENERALI PER LO STUDIO DI FATTIBILITA'

2.1 Analisi dei costi

I costi degli impianti di conversione di energia da fonti rinnovabili subiscono ogni anno notevoli variazioni dovute, fra l'altro, ai non trascurabili progressi tecnologici. Normalmente le oscillazioni più ampie riguardano soprattutto gli impianti di piccola taglia.

Tecnologia generazione	Taglia MWe	Investimenti €/kW	Costo totale cent €/kWh
Idroelettrico basso salto (<1 MW)	0,4	5.200	20,6
Idroelettrico basso salto (1-10 MW)	4,2	5.200	12,5
Idroelettrico grande salto (1-10 MW)	3,3	2.800	13,6
Idroelettrico basso salto (>10 MW)	15,0	2.900	11,6
Eolico connesso in AT (> 10 MVA)	30,0	1.900	13,6
Eolico connesso in MT (< 10 MVA)	8,0	1.800	13,9
Eolico isolato (turbina in MT)	2,0	1.800	12,7
Fotovoltaico (50-1000 kW)	0,3	5.800	41,0
Fotovoltaico (1-3 kW)	0,003	6.500	50,1
Combustione biomassa (15-20 MW)	17,0	3.600	23,4
Combustione CDR (15-20 MW) (a)	17,0	4.000	13,5
Combustione di vegetali	17,0	1.100	17,1
Combust. biogas discarica	0,5	1.800	14,9
Combust. biogas digestione anaerobica	0,5	3.000	14,3

Tabella 1 - Costi di investimento per gli impianti alimentati da fonti rinnovabili (Fonte APER)

La tabella 1 riporta i costi di investimento rilevati per alcune tecnologie di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili da un recente studio commissionato da APER; nel caso dell'idroelettrico è facile osservare che i parametri fondamentali che influenzano il costo sono la taglia d'impianto ed il salto sfruttato.

Nella presente analisi i costi sono stati parametrizzati in funzione delle seguenti grandezze:

- 1) salto nominale disponibile H
- 2) portata derivata Qp

3) larghezza d'alveo La

4) potenza nominale del sistema di generazione P_n

Nelle varie situazioni analizzate sono stati considerati dunque costi di investimento che oscillano fra 4200 €/kW fino a 5400 €/kW; tali valori risultano essere in linea con quanto rilevato dallo studio sopracitato.

Oltre al costo di investimento sono stati considerati ovviamente anche gli oneri di concessione.

2.2 Analisi della producibilità

L'analisi di producibilità è stata implementata sfruttando le curve di durata calcolate nelle precedenti fasi dello studio ed assumendo il valore delle grandezze fondamentali pari a:

$\eta_i = 0.85$	rendimento
$SP = 50$	% soglia di minima portata
$H = 3$	m valore nominale salto
$La = 10$	m larghezza nominale alveo
$nv = 15$	anni di vita previsti per l'impianto
$ti = 0.08$	tasso di interesse

Per il calcolo dell'energia producibile annualmente è stata inoltre fatta l'ipotesi che la turbina sia in grado di funzionare senza notevoli variazioni di rendimento fino al 50% della portata derivata di progetto.

In tale modo la formula che esprime l'energia risulta essere:

$$ENE(H, P_n, SP) := n_{gio}(H, P_n) \cdot 24 \cdot P_n + \int_{n_{gio}(H, P_n)}^{n_{gio2}(H, P_n, SP)} (\eta_i \cdot H \cdot 9.812 \cdot Q_d(n)) \cdot 24 \, dn$$

dove

$$\text{ngio}(H, P_n) = \text{nng}(Q_p(H, P_n))$$

numero di giorni in cui la portata Q_p viene superata al netto del deflusso minimo vitale

$$\text{ngio2}(H, P_n, SP) = \text{nng}\left(Q_p(H, P_n) \cdot \frac{SP}{100}\right)$$

numero di giorni in cui la portata parzializzata $Q_p \cdot SP/100$ viene superata al netto del deflusso minimo vitale

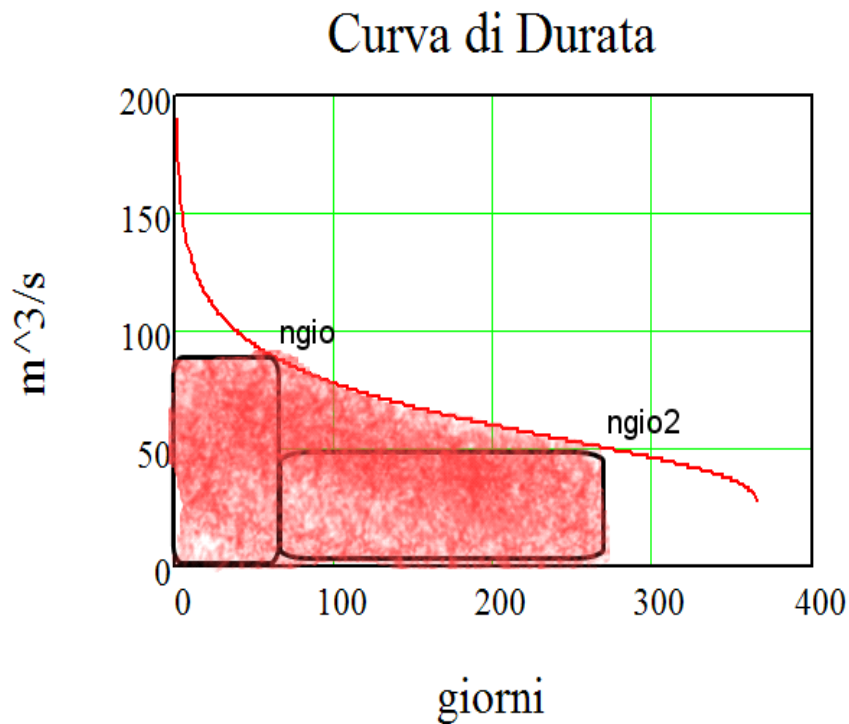


Figura 1 - Schema utilizzato per il calcolo dell'energia producibile annuo

L'indagine è stata effettuata su un totale di 16 sezioni dei fiumi Nera, Paglia e Naja; successivamente per le sezioni maggiormente significative sono state fatte delle ulteriori indagini riferendosi a salti di 4,5 e 6 metri.

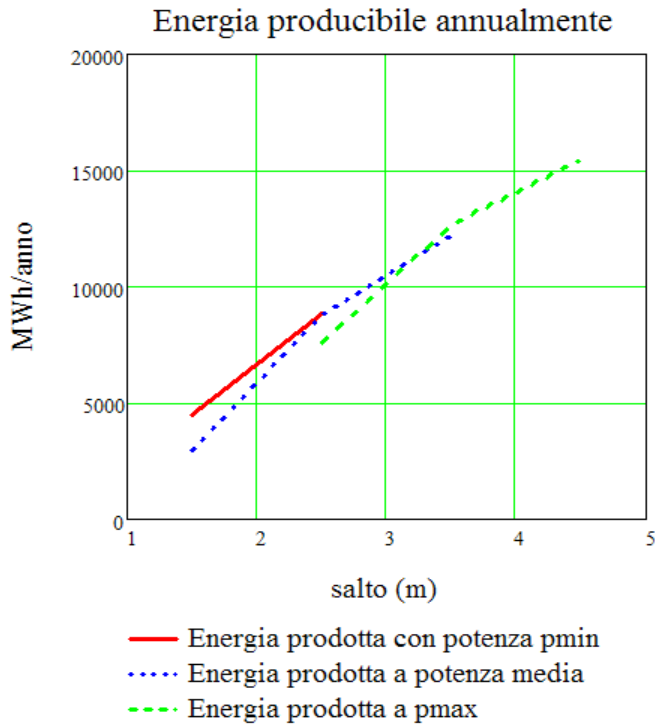


Figura 2 - Esempio di stima della produzione annua

2.3 Gli strumenti di incentivazione

Gli strumenti di incentivazione di questa forma di sfruttamento di una fonte di energia rinnovabile sono stati recentemente riformati dall'ultima legge finanziaria.

La tariffa incentivante assume un valore differente in funzione della potenza dell'impianto:

- per impianti di potenza inferiore ad 1 MW viene riconosciuta una tariffa fissa omni comprensiva di 220 €/Mwh
- ;
- per impianti di potenza superiore al MW l'incentivazione avviene mediante il meccanismo dei certificati verdi. In ogni caso la somma del prezzo di vendita dell'energia e del certificato verde non può superare i 180 €/Mwh

3 SCELTA DELLA SOLUZIONE OTTIMALE

Sulla base della stima dei costi e della produzione attesa è possibile valutare l'utile annuo. Fissando un certo valore del salto disponibile sia i costi che l'energia prodotta (e quindi il fatturato) dipendono dalla potenza nominale dell'impianto.

Fissata dunque una certa potenza nominale, utilizzando la curva di durata, è possibile calcolare l'energia/annua prodotta e quindi l'utile; parametrizzando dunque l'utile in funzione della potenza è possibile studiare l'andamento della curva per poter individuare la soluzione ottimale.

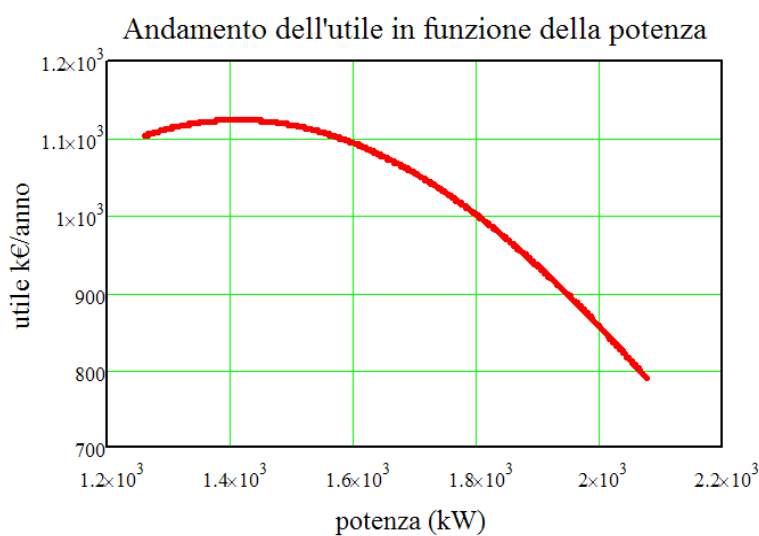


Figura 3 - Esempio di curva di variazione dell'utile

La singolarità della tariffa incentivante in alcuni casi può provocare dei punti di discontinuità della curva di andamento dell'utile (figura 3).

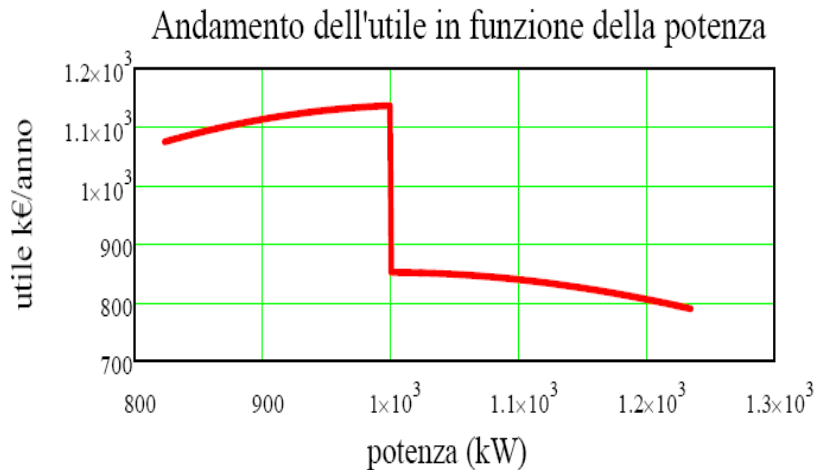


Figura 4 - Esempio di curva di variazione dell'utile

In questi casi è logico che la soluzione ottimale risulta essere praticamente pari alla soglia di conversione del regime di incentivazione (1 MW) e che, nella realtà dei fatti, sarà praticamente impossibile ottenere soluzioni ottimali che superano di poco tale soglia.

4 CONCLUSIONI

In conclusione è possibile affermare che l'analisi ha evidenziato la possibilità di poter valutare fattivamente la possibilità di realizzare impianti idroelettrici di piccola taglia (inferiore a 3 MW) ad acqua fluente su piccoli salti da realizzare con sbarramenti. Le sezioni fluviali studiate evidenziano la presenza di quattro aree differenti in cui inserire tali opere:

- Alto Nera
- Basso Nera (dopo conf. Velino)
- Paglia
- Naja

Un'analisi puntuale delle sezioni con dei sopralluoghi consentirà di affinare le stime dei costi ed eventualmente di individuare situazioni favorevoli allo sfruttamento di un salto più elevato.