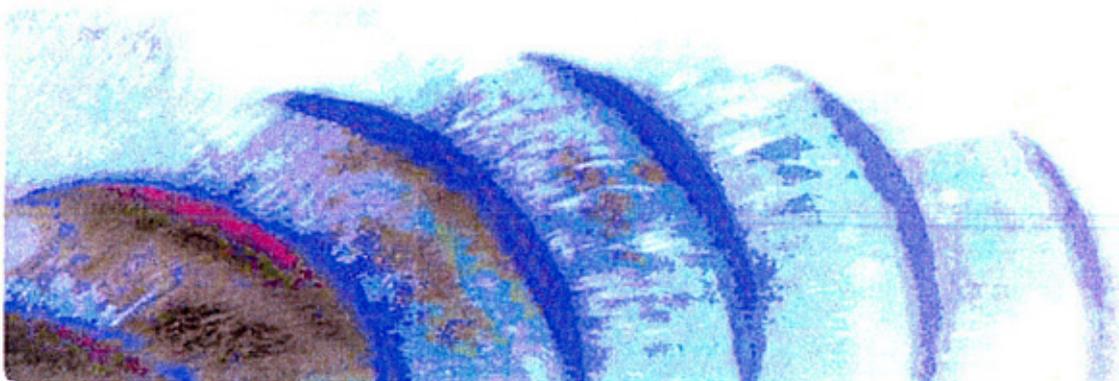




Progetto realizzato in collaborazione con



## Studio di fattibilità tecnico-economica per un Impianto Mini-Idroelettrico



Cliente

**COMUNE DI MANDELLO DEL LARIO**

Indirizzo punto di consumo

**ACQUEDOTTO COMUNALE**

Località C.a.p. Provincia

n.d. 23826 LC

Distributore Locale

**Enel Distribuzione**

Codice cliente

**n.d.**

Data di elaborazione

**21/12/2007**

# 1 Introduzione

## Che cos'è

Un impianto mini-idroelettrico fa, in piccolo, quello che si fa con un impianto idroelettrico ma senza costruire una diga: l'acqua che scende fa girare una turbina che genera energia elettrica.

La turbina idraulica è quel dispositivo meccanico che trasforma l'energia potenziale e/o cinetica dell'acqua in energia meccanica, tale energia fa girare un alternatore che la trasforma in energia elettrica.

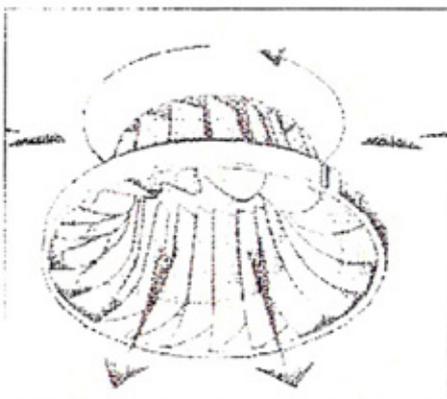


## A cosa serve

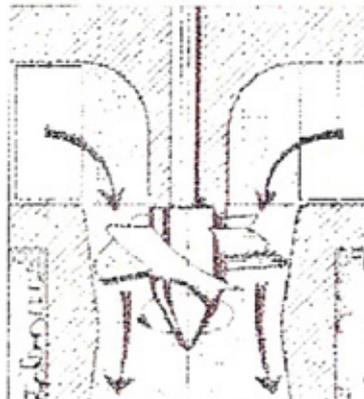
Serve a produrre energia elettrica con potenza installata massima di 1.000 kW (1MW). Se si ha la disponibilità di un corso d'acqua, tali impianti servono a produrre energia sia per utenze isolate (le aree montane difficilmente raggiungibili o non servite della rete nazionale, piccole comunità locali, fattorie o alberghi isolati) che utenze collegate alla rete.

Un altro settore di applicazione è quello del recupero energetico nelle applicazioni idrauliche. Ogni volta che ci si trova di fronte a sistemi di tipo dissipativo, quali punti di controllo o regolazione della portata con presenza di salti (vasche di sconnessione, sfioratori e paratoie), è possibile installare una turbina per il recupero energetico della corrente.

Turbina Francis



Turbina Kaplan



Turbina Pelton



### **Come funziona**

Il flusso d'acqua che scende mette in rotazione la turbina producendo energia meccanica; questa energia fa girare un generatore che la trasforma in energia elettrica.

Un impianto mini-idro sfrutta l'energia potenziale posseduta dalla corrente di un corso d'acqua. Per gli impianti di dimensioni molto ridotte (2-3kW), la turbina, che è il componente principale di un impianto, può alloggiare direttamente nel corso d'acqua, mentre per gli impianti di dimensioni più grosse si utilizzano apposite opere civili come canali di adduzione, vasche di carico, condotta forzata ecc., che prelevano parte dell'acqua dalla corrente del corso e dopo che ha attraversato la turbina viene restituita al corso d'acqua in un punto più a valle.

### **Prerequisiti**

Per la realizzazione di un impianto mini-idro si deve disporre di un corso d'acqua con una portata mediamente costante, bisogna conoscere la portata e il salto idraulico di cui si dispone per dimensionare l'impianto.

### **Incentivi**

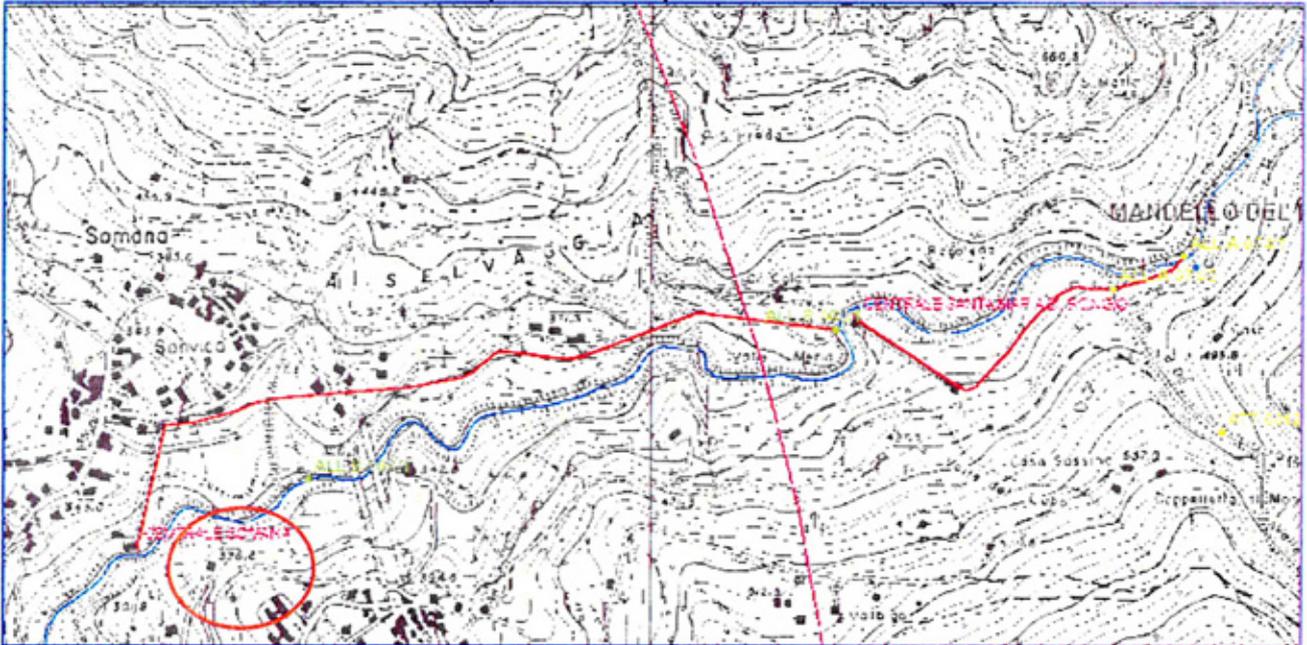
L'Autorità per l'energia ha approvato una delibera per facilitare il ritiro dell'elettricità prodotta dalle rinnovabili e da generazione distribuita, garantendo ai produttori maggiori certezze e procedure semplificate. Il provvedimento introduce anche una remunerazione minima garantita, a seconda della fonte utilizzata, per i piccoli impianti di produzione da rinnovabili (fino a 1 MW di potenza). Per agevolare i produttori, e' stato previsto, in particolare, che sia un solo soggetto centralizzato a ritirare l'energia prodotta, il Gestore del Sistema Elettrico (Gse), che svolgerà il ruolo di intermediario commerciale sotto il controllo dell'Autorità.

Finora il ritiro era invece gestito dalle varie imprese di distribuzione. Tra le altre novità vengono poi stabilite procedure uniformi per tutti i produttori.

## 2 Sito oggetto dello studio

Oggetto del presente documento è la fattibilità tecnico-economica di un impianto mini-idroelettrico da realizzare presso il Vostro acquedotto comunale, sfruttando un salto relativo di 50 m ed una portata massima di 90 lt/sec.

Percorso dell'acquedotto dalla presa al serbatoio di raccolta

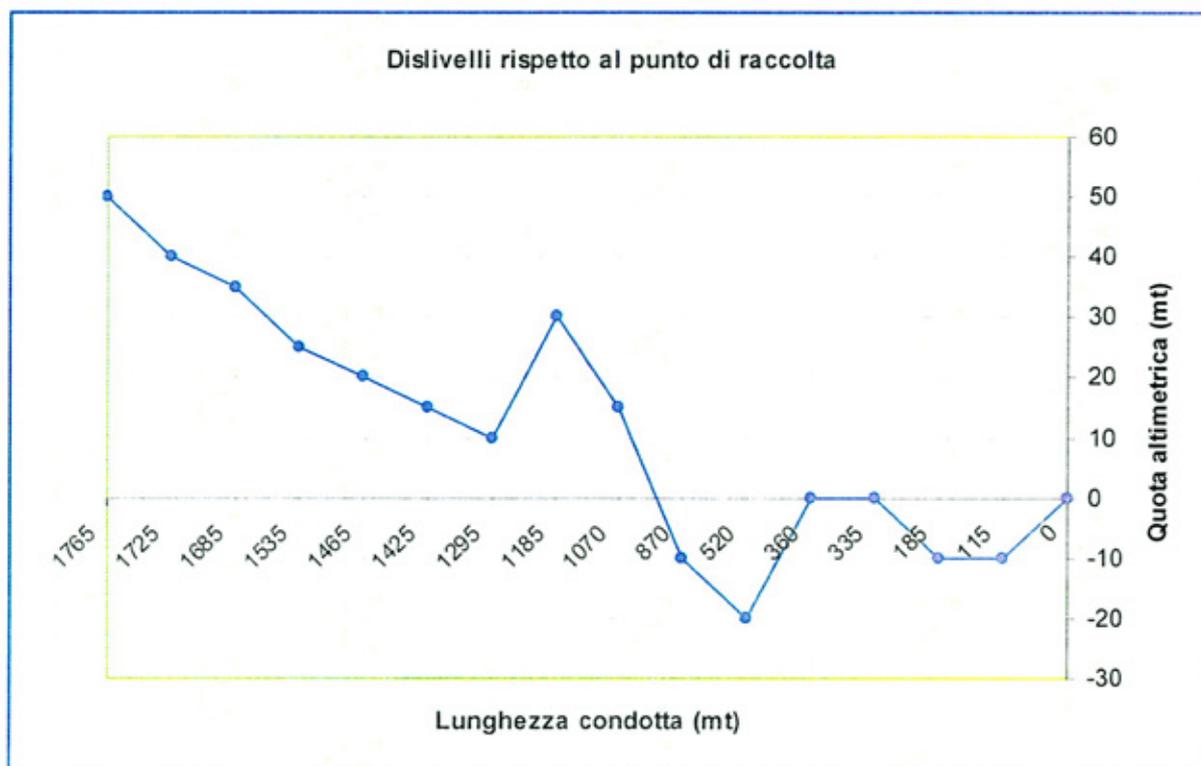


### 3 Situazione attuale

Nell'immagine sottostante si può vedere il punto di raccolta dell'acqua nel quale si valuta di installare la turbina ed il vano per i componenti elettro-meccanici associati.



Nel grafico di seguito visualizziamo il percorso svolto dalla condotta dell'acquedotto comunale dal punto di presa dell'acqua fino al punto di raccolta prima che l'acqua venga distribuita. Dall'analisi del tracciato si deduce come il salto utile sia tra 30 e 50mt. In via preliminare abbiamo scelto di usare una misura intermedia pari a 40mt di salto geodetico.



## 4 Definizione della portata

Di seguito vengono riportati tutti i dati relativi alla portata. Viene considerata una portata massima di 90 litri al secondo e minima di 70. La portata massima si ha solo nei mesi primaverili ed invernali per un totale di 4 mesi.

Mese	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Portata (lt/s)
gennaio	0,08	80,00
febbraio	0,07	70,00
marzo	0,08	80,00
aprile	0,09	90,00
maggio	0,09	90,00
giugno	0,08	80,00
luglio	0,07	70,00
agosto	0,07	70,00
settembre	0,07	70,00
ottobre	0,08	80,00
novembre	0,09	90,00
dicembre	0,09	90,00

Il grafico sottostante mostra l'andamento della portata durante l'anno solare.



## 5 Dimensionamento impianto

Per dimensionare correttamente la potenza della turbina bisogna tener conto di questi parametri:

1. Salto disponibile (40 m);
2. Accelerazione di gravità "g" (9.81 m/s<sup>2</sup>);
3. Portata disponibile del torrente in mq/s (variabile in funzione del mese)
4. Rendimento globale

Le turbine tipo OSSBERGER hanno un rendimento globale che si attesta al 60% della potenza meccanica "contenuta" nell'acqua prima di entrare in turbina.

Dati quindi questi parametri, la potenza della turbina si determina con questa formula matematica:

Potenza elettrica (kW) = Salto disponibile \* g \* Portata \* rendimento

Quindi inserendo i dati si ottiene:

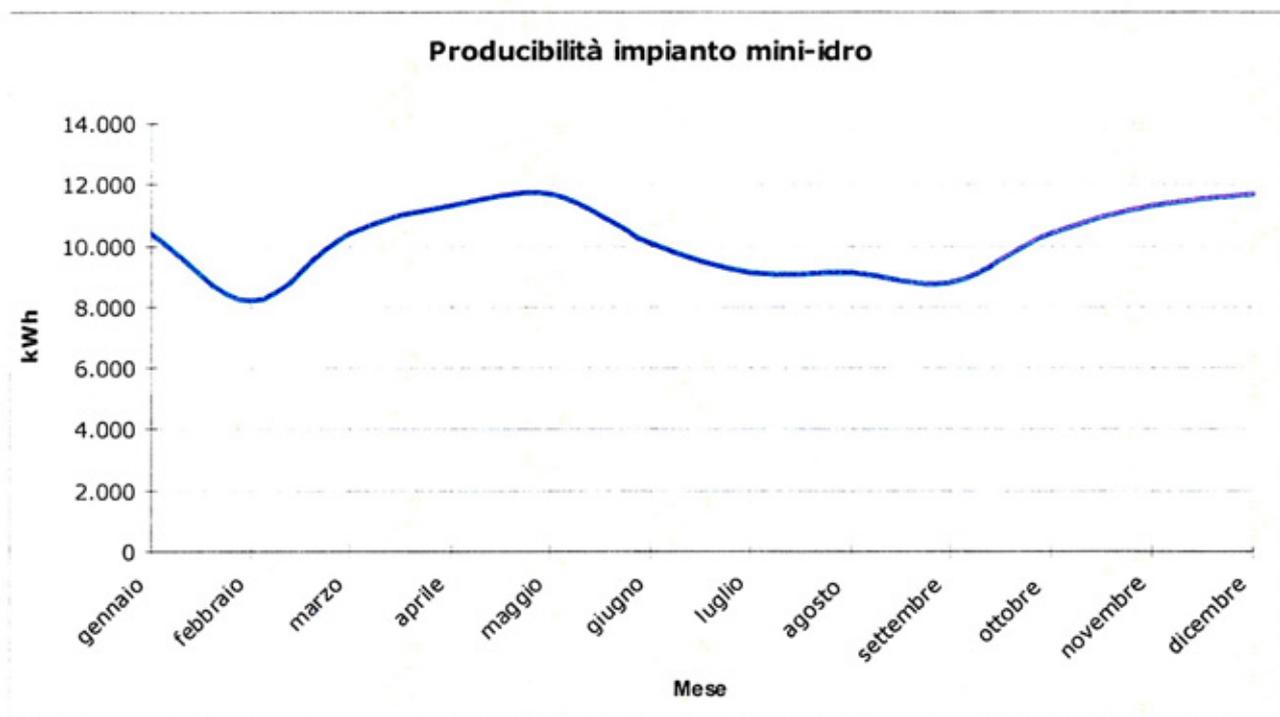
Potenza elettrica (kW) = 40 \* 9,8 \* 0,09 \* 0,6 = 21,17

In base al n° di giorni mensili e alle ore di utilizzo (18 h), si è potuta stimare la producibilità annua di energia elettrica espressa in kWh dell'impianto.

Nella tabella seguente vengono riportati i valori di producibilità dell'impianto espressi in kWh:

Mese	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Potenza elettrica prevista (kW)	GG	Ore al giorno	EE prodotta (kWh)
gennaio	0,08	18,67	31	18	10.416
febbraio	0,07	16,33	28	18	8.232
marzo	0,08	18,67	31	18	10.416
aprile	0,09	21,00	30	18	11.340
maggio	0,09	21,00	31	18	11.718
giugno	0,08	18,67	30	18	10.080
luglio	0,07	16,33	31	18	9.114
agosto	0,07	16,33	31	18	9.114
settembre	0,07	16,33	30	18	8.820
ottobre	0,08	18,67	31	18	10.416
novembre	0,09	21,00	30	18	11.340
dicembre	0,09	21,00	31	18	11.718
<b>TOTALE</b>					<b>122.724</b>

Nel seguente grafico viene riportato l'andamento della producibilità mensile dell'impianto.



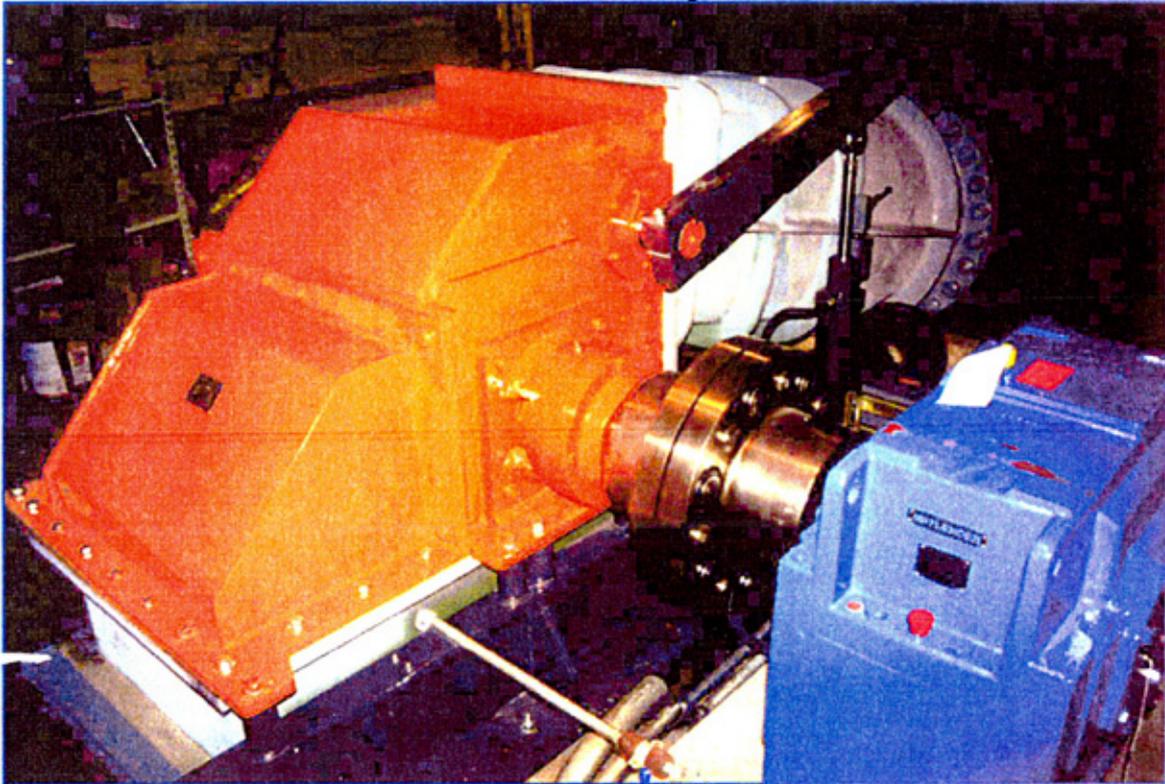
Come si evince dalla tabella, l'impianto mini-idro potrebbe avere una producibilità annua di 122.724 kWh.

Visto che si tratta di energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile, questa produzione dà il diritto ad un ricavo da vendita di energia elettrica pari a 22c€/kWh comprensiva di quota relativa ai certificati verdi (Finanziaria 2008).

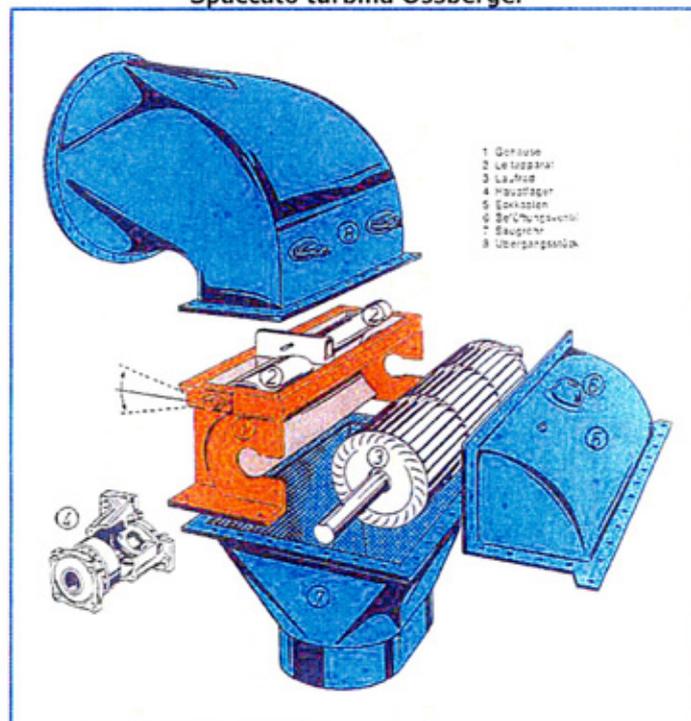
## 5.1 Descrizione componenti impianto mini-idro

Di seguito vengono riassunti tutti i principali componenti dell'impianto mini-idro, partendo chiaramente dalla turbina.

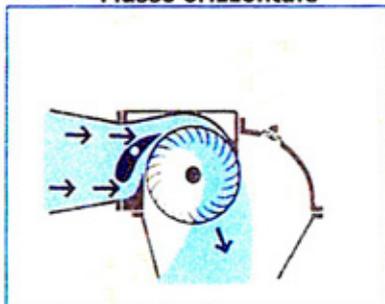
Foto turbina Ossberger



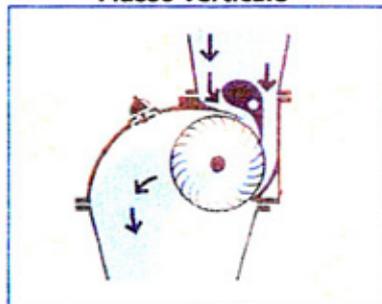
Spaccato turbina Ossberger



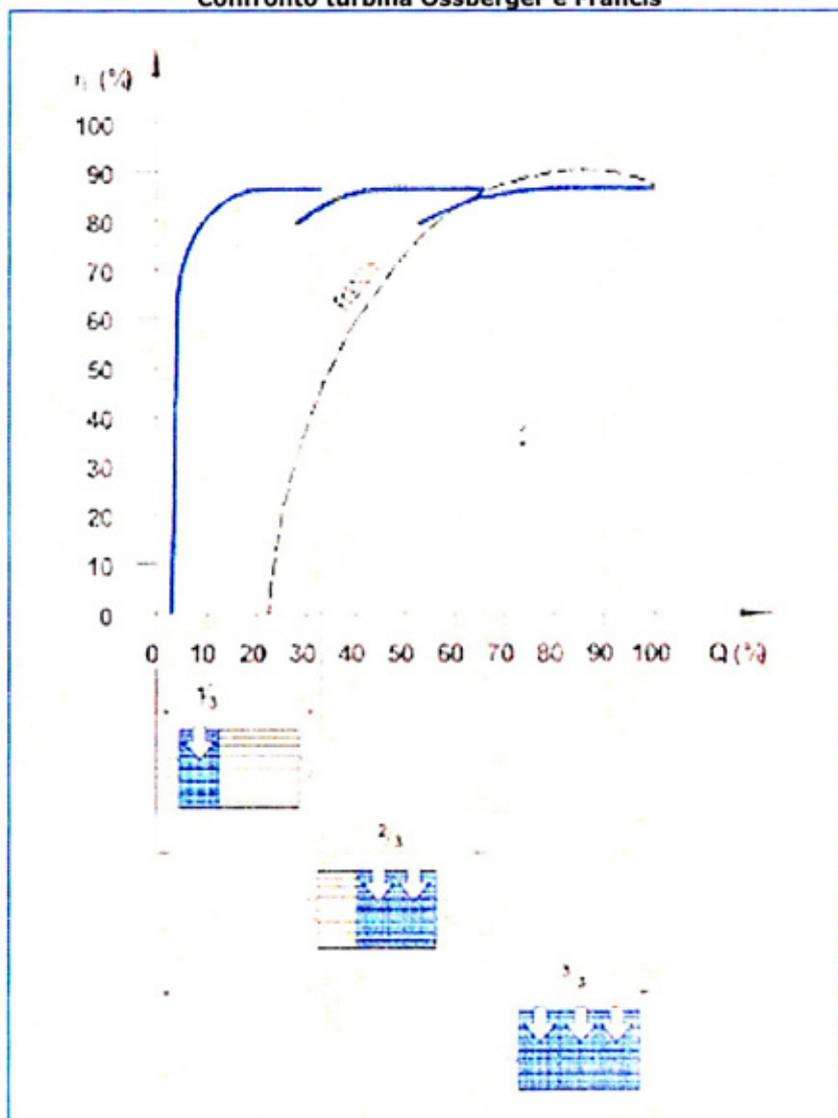
Flusso orizzontale



Flusso verticale



Confronto turbina Ossberger e Francis



E' probabile che, non avendo potuto misurare la pressione all'ingresso del bacino di accumulo, la potenza proposta possa essere rivista. Resta comunque indicativa al fine di definire il tipo e la dimensione dei macchinari e degli spazi necessari al loro intorno.

Queste sono alcune caratteristiche della turbina da installare:

**1. Turbina a flusso radiale:**

- girante con albero e pale in acciai di qualità;
- girante equilibrata in officina;
- supporti albero con cuscinetti autocentranti orientabili a rulli, lubrificati a grasso, dimensionati per una vita operativa minima di 100.000 ore;
- carcassa turbina in acciaio 1.0038 saldato elettricamente;
- Collegamenti tra le parti principali realizzati con flange;
- distributore della turbina a due sezioni con pale in acciaio 1.0038 per la regolazione continua dell'apertura secondo la portata disponibile; supporti esenti da manutenzione;
- distributore con bracci di azionamento mossi da cilindri oleodinamici di manovra comandati dal sistema automatico di regolazione, completi di contrappesi di chiusura, dimensionati per la chiusura automatica di emergenza.

**2. Sistema di regolazione turbina:** sistema di regolazione automatico/manuale della turbina in funzione della portata.

**3. Telaio di fondazione.**

**4. Elemento di raccordo:** in lamiera di acciaio di spessore adeguato, accuratamente saldato e con nervature di rinforzo, terminante a monte con flangia a murare per il collegamento alla vasca di carico

**5. Tubo di aspirazione.**

**6. Giunto elastico** tra turbina ed albero ausiliario.

**7. Albero ausiliario** in acciaio fucinato.

**8. Supporti esterni** con cuscinetti a rotolamento per albero ausiliario.

**9. Trasmissione a cinghia o moltiplicatore di giri:** di elevate prestazioni, ad assi paralleli, interposta tra turbina e generatore.

**10. Generatore Asincrono Trifase** con rotore a gabbia di scoiattolo.

## 9 Considerazioni conclusive

Rielaborando i concetti esposti sino ad ora e soffermandoci sui punti più significativi dal punto di vista economico, possiamo esplicitare alcune osservazioni conclusive.

La relazione è stata sviluppata secondo l'attuale prezzo indicativo degli impianti mini-idroelettrici e quindi soggetto, nel corso del tempo, a possibili aggiornamenti. In ogni caso gli apparati proposti sono tra i migliori del mercato ed offrono ampie garanzie di funzionamento.

Analizzando i sistemi proposti, notiamo l'importanza economica del sistema incentivante basato sui Certificati Verdi: i corrispettivi previsti, infatti, sono decisamente incentivanti e stanno dando un notevole impulso al settore.

Altro aspetto da rilevare consiste nel fatto che l'Italia è uno degli stati Europei con la più alta concentrazione di impianti idroelettrici al mondo data la sua particolare conformità orografica.

Osservando i tempi di ritorno dell'investimento (payback) si avrà certamente notato come essi siano relativamente brevi e che quindi siano da considerare accettabili. Quindi, considerando anche il fatto che un impianto idroelettrico, come quello proposto, ha una vita utile media di 25-30 anni, l'installazione può essere definita consigliabile.

Prima di concludere, vogliamo porre la Sua attenzione sul fatto che con questa relazione avete tutti gli elementi per decidere se effettuare l'installazione dell'impianto.

A disposizione per ogni chiarimento, cogliamo l'occasione per porgerLe

Cordiali Saluti.

**Sedip S.r.l.**  
Bellizzi Roberto  
General Manager