

## Impianti idroelettrici di taglia limitata

### Descrizione della tecnologia

Gli impianti idroelettrici producono elettricità sfruttando l'energia cinetica dell'acqua che scorre verso valle, ovvero da un punto a quota più elevata a un punto a quota inferiore.

In base alla loro taglia, ovvero alla potenza nominale erogata (P), gli impianti idroelettrici sono suddivisi in:

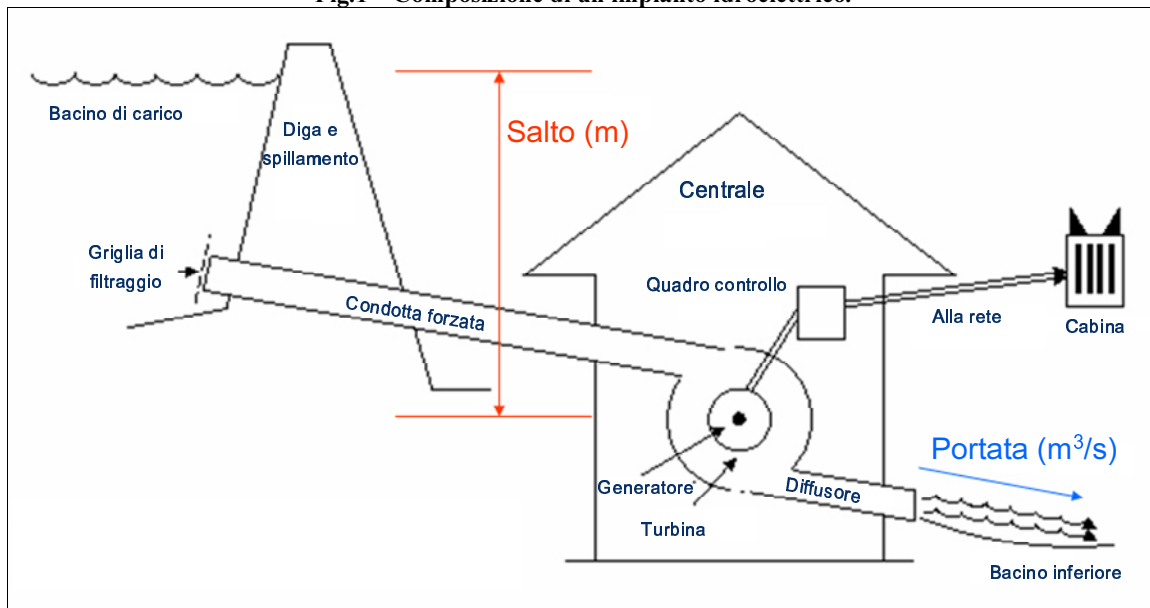
- micro impianti (P inferiore a 100 kW);
- mini impianti (P tra 100 kW e 1 MW);
- piccoli impianti (P tra 1 e 10 MW);
- grandi impianti (P superiore a 10 MW).

La potenza elettrica che un impianto di questo tipo è in grado di erogare dipende da:

- ✓ il salto compiuto dall'acqua, determinato dal dislivello tra la quota cui è disponibile la risorsa idrica svasata e il livello cui la stessa viene restituita dopo il passaggio in turbina;
- ✓ la portata, ovvero la massa d'acqua, per unità di tempo, che fluisce attraverso la turbina.

Ulteriore caratteristica che differenzia le diverse tipologie di impianti idroelettrici è il sistema con cui si sfrutta la risorsa idrica: si possono avere sia sistemi ad acqua fluente, nei quali non è presente alcuna forma di accumulo dell'acqua e pertanto la portata derivabile all'impianto idroelettrico è direttamente dipendente dal regime idrologico del corso d'acqua, sia sistemi dotati di un bacino che permette una regolazione del deflusso idrico inviato alla centrale. Le microcentrali solitamente utilizzano acqua fluente mentre nelle minicentrali è più frequente la presenza di serbatoi di accumulo di modesta capacità.

**Fig.1 – Composizione di un impianto idroelettrico.**



Gli impianti idroelettrici di taglia limitata sono generalmente formati dai seguenti componenti (illustrati in Fig.1):

- opere di sbarramento (piccole dighe o traverse di altezza contenuta) con cui viene intercettato il corso d'acqua e innalzato il livello al fine di rendere possibile il prelievo;
- opere di presa e derivazione, poste a monte della turbina, mediante le quali l'acqua viene prelevata e trasportata alla centrale. Al punto di presa vengono installati dispositivi di filtraggio atti a trattenere le impurità e a salvaguardare la turbina. Il trasporto dell'acqua dal punto di prelievo alla turbina può avvenire o mediante condotta in pressione o con canale aperto;

- locale che ospita i macchinari che producono l'energia elettrica, ovvero:
  - o la turbina idraulica (che trasforma l'energia potenziale e/o cinetica dell'acqua in energia meccanica) e l'eventuale moltiplicatore di giri (necessario quando la velocità di rotazione della turbina è insufficiente ai valori richiesti per il funzionamento del generatore). Esistono turbine ad azione (Pelton, Turgo, Banki) che, per generare il movimento della girante, sfruttano solo la velocità dell'acqua e turbine a reazione (Francis, Kaplan, turbine ad elica, turbina a bulbo, ecc.) che invece sviluppano energia dall'azione combinata della pressione e del movimento dell'acqua;
  - o il generatore (trasforma l'energia meccanica di rotazione prodotta dalla turbina in energia elettrica), solitamente costituito da un generatore a corrente alternata a trifase;
  - o le apparecchiature di protezione, comando e controllo;
- sistemi per la connessione alla rete elettrica (laddove la centrale non sia a servizio di un'utenza isolata);
- opere di scarico dell'acqua (canale a pelo libero o condotta in pressione) con cui viene restituita al corso d'acqua la portata utilizzata.

Negli impianti isolati dalla rete elettrica è necessario prevedere tra i vari componenti del sistema, al fine di evitare che il sistema vada in corto, anche delle apparecchiature (solitamente costituite da resistenze a raffreddamento con acqua o aria) con cui dissipare l'energia elettrica prodotta ma non utilizzata.

Nel caso di impianti di potenza estremamente ridotta (2-3 kW) la turbina può alloggiare direttamente all'interno del corso d'acqua, non richiedendo così la realizzazione di tutte le opere civili che servono per gli impianti di potenza superiore.

Grazie alla semplicità delle centrali di piccola taglia è possibile ricorrere a sistemi automatizzati di gestione e sistemi di tele-controllo con cui si può sostituire la presenza permanente di personale.

### **Specifiche tecniche per l'installazione e la manutenzione**

La progettazione e il dimensionamento di un impianto idroelettrico si basa sulle caratteristiche del sito in cui si realizza l'opera e del corso d'acqua, naturale o artificiale, che si va a sfruttare.

La specifica tipologia di turbina da installare dipende dalla portata del corso d'acqua e dal salto idraulico presente (in **Tab.1** sono riportate le specifiche dei sistemi utilizzabili nelle micro e mini centrali) ed è pertanto necessario effettuare una preliminare valutazione di questi parametri. Generalmente le turbine ad azione sono maggiormente indicate per situazioni in cui si ha un salto elevato ed una bassa portata, mentre le turbine a reazione si adattano meglio a salti più bassi e portate più elevate di quelli richiesti dalle turbine ad azione.

La scelta del tipo di generatore da installare varia a seconda della specifica applicazione dell'impianto idroelettrico:

- nel caso di impianti connessi con la rete centrale di distribuzione dell'elettricità vengono utilizzati dalla centrale idroelettrica alternatori asincroni ad induzione;
- nel caso di applicazioni per utenze isolate o che alimentano reti remote si ricorre a alternatori sincroni.

La vita di un impianto idroelettrico aumenta all'aumentare della taglia dell'impianto stesso e le varie componenti hanno durata diversa: le opere civili sono le componenti più durature (con un tempo di vita anche superiore a 50 anni).

**Tab.1 - Tipologia di turbine idrauliche applicate in micro e mini centrali idroelettriche**

Tipo di turbina	Salto dell'acqua	Caratteristiche peculiari
Pelton	Applicazioni con salto alto (50-1300 m)	Possibilità di impiego con portate limitate (1-1000 l/s). L'acqua abbandona le pale della turbina a velocità molto bassa e quindi la cassa che contiene la ruota può essere molto leggera.
Turgo	Applicazioni con salto alto (15-300 m)	Impiego con portate comprese tra 1 l/s e 2 m <sup>3</sup> /s. Permette di ottenere velocità angolari elevate che consentono un accoppiamento diretto con il generatore senza moltiplicatore di giri, con conseguente riduzione dei costi e incremento dell'affidabilità. Sono consigliate in presenza di acque torbide.
Flusso incrociato (Banki)	Applicazioni con salto alto (5-200 m)	Possibilità di impiego con portate limitate (20-2000 l/s). Ha un rendimento massimo inferiore rispetto ad altre tipologie di turbina ma è meno influenzato dalle variazioni della portata rispetto al valore nominale
Francis	Applicazioni con salto medio (10-350 m)	Impiego con portate comprese tra 5 l/s e 2 m <sup>3</sup> /s. Utilizzate prevalentemente negli impianti di media grandezza (sopra i 100 kW).
Kaplan	Applicazioni con salto basso (5-90 m)	Impiego con portate elevate.
Elica a pale fisse	Applicazioni con salto basso (2-20 m)	Utilizzate quando il salto e la portata sono praticamente costanti.

### **Campo di applicabilità e di convenienza**

Per la realizzazione di un impianto idroelettrico di taglia limitata (e soprattutto nel caso delle microcentrali ad acqua fluente) si deve disporre di un corso d'acqua sfruttabile, ovvero dotato di un cambio di elevazione in una corta distanza (salto) e con una portata mediamente costante nel corso dell'anno. L'entità della portata può essere anche piuttosto contenuta (le microcentrali lavorano, infatti, con portate anche di 1 l/s). Molti impianti di piccola taglia sono stati installati in aree montane su corsi d'acqua a regime torrentizio o permanente.

L'installazione di una centrale idroelettrica, anche se di piccola taglia, richiede l'ottenimento delle varie autorizzazioni pertinenti (concessione per la derivazione delle acque, permesso di effettuare attività di scavo, permessi per la realizzazione delle opere civili, ecc.).

Gli impianti idroelettrici di potenza inferiore a 1 MW sono realizzati per produrre elettricità sia per soddisfare il fabbisogno elettrico di utenze isolate (solitamente con microcentrali), sia per alimentare reti elettriche (isolate o centrali).

I costi di investimento per la realizzazione di impianti idroelettrici di piccola taglia sono molto variabili in funzione delle specificità del sito di installazione, da cui dipendono le scelte realizzative delle varie componenti dell'impianto. In particolare il costo finale dell'impianto è particolarmente influenzato dalle opere civili realizzate per lo sbarramento e l'adduzione dell'acqua. In Italia il costo di un impianto idroelettrico di taglia ridotta può variare tra 1.500 e 2.500 € per kW di potenza installata. Gli impianti con salti più elevati tendono a presentare costi inferiori.

I costi operativi sono solitamente compresi tra il 2 e il 3% dell'investimento iniziale per una durata di produzione di 3700 ore circa. I costi di gestione possono essere ridotti nel caso di impianti automatizzati con sistemi di controllo da remoto che non richiedono una presenza fissa di personale presso la centrale.

In conseguenza del costo piuttosto rilevante delle opere civili (pari a circa il 60% dei costi iniziali complessivi), le installazioni più convenienti delle centrali di piccole dimensioni si hanno in corrispondenza di opere di sbarramento, presa e derivazione pre-esistenti, realizzate ad usi diversi da quello di produzione di energia elettrica (utilizzi irrigui o industriali, alimentazione di acquedotti, deflusso degli esuberanti di portata, alimentazione di circuiti di raffreddamento, ecc.). Ogni volta che siano presenti sul corso d'acqua sistemi di tipo dissipativo (quali punti di controllo o regolazione

della portata derivata o distribuita all'utenza, oppure presenza di salti generati dall'esistenza di paratoie, valvole o altre opere idrauliche) è possibile installare un turbina idraulica per il recupero energetico della corrente.

Il tempo di ritorno dell'investimento è tra i 10 e i 20 anni, in base alla taglia dell'impianto: per centrali al di sotto dei 10 kW di potenza l'investimento viene recuperato in un lasso di tempo inferiore a 10 anni mentre per quelle con potenza tra 10 e 100 kW si attesta sui 15-20 anni.

### **Considerazioni ambientali**

La fonte energetica sfruttata dalle centrali idroelettriche, grandi o piccole che siano, è una fonte rinnovabile dato che nel meccanismo di produzione dell'elettricità proprio di questi impianti non si genera un consumo o una modifica di composizione della risorsa idrica utilizzata.

Dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico gli impianti idroelettrici, non realizzando alcun processo di combustione, contribuiscono alla riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra associate alla produzione di energia elettrica. La produzione di elettricità da impianti idroelettrici, in alternativa al funzionamento di centrali termoelettriche a carbone, comporta una riduzione di 670 g di CO<sub>2</sub> per ogni kWh di elettricità prodotto, nonché di 668 g/kWh di diossido di azoto, 2 g/kWh di ossidi di azoto e 282 mg/kWh di particolato vario.

I piccoli impianti realizzati nei territori montani inducono miglioramenti, grazie alle opere di sistemazione idraulica effettuate per la creazione delle centrali, in termini di difesa del suolo. La presenza delle centrali in territori non abitati soggetti a possibili fenomeni di dissesto idrogeologico comporta un presidio degli stessi che si traduce anche in un presidio del territorio circostante.

Oltre all'insieme di impatti ambientali positivi legati alla realizzazione di centrali idroelettriche, vanno tenuti presente anche elementi di attenzione che, se non adeguatamente affrontati, possono portare a ricadute ambientali negative in termini di impatto visivo, alterazione degli ecosistemi, rumore. Più grandi sono gli impianti e più rilevanti sono tali possibili impatti ambientali.

Le diverse opere civili che compongono un impianto idroelettrico possono essere fonte di impatto visivo sull'ambiente in cui si vanno a collocare; è possibile mitigare tale effetto mascherando alcuni elementi con la vegetazione oppure colorare le opere con tonalità che consentano un loro miglior inserimento nell'ambiente naturale. Può essere poi presa in considerazione l'ipotesi di interrare una parte degli impianti (ad esempio la centrale).

L'ecosistema può essere influenzato dalla presenza di impianti idroelettrici a causa della riduzione della portata del corso d'acqua che si ha tra il punto di presa e il punto di restituzione; questo problema va affrontato progettando volumi di prelievo tali da garantire il mantenimento del deflusso minimo vitale nel tratto del corso d'acqua ove si induce una riduzione di portata. La presenza delle opere di sbarramento può rendere difficoltosa – se non impedire – la risalita di alcuni pesci, nelle fasi migratorie della riproduzione, verso i punti idonei alla deposizione delle uova. In questo caso diverse tecnologie che aiutano i pesci a superare l'ostacolo (scala di monta, ascensori, ecc.) rispondono al problema. Alcune situazioni di moria di pesci si possono infine avere nel caso in cui gli esemplari siano trascinati nella condotta di adduzione dell'acqua alla centrale e finiscano quindi schiacciati nella turbina. L'installazione di apposite griglie di protezione sulle opere di presa previene tali incidenti.

Il funzionamento dei macchinari con cui si produce l'energia elettrica comporta una certa emissione sonora che però può essere contenuto fino a 70 dBA all'interno della centrale ed essere praticamente impercettibile all'esterno.

### **Fonti**

- *"Clean Energy Project Analysis: RETScreen Engineering & cases textbook – Small Hydro Project Analysis"*, RETScreen International – Clean Energy Decision Support Center, Minister of Natural Resources Canada, 2001-2004; [www.etscreen.net](http://www.etscreen.net)

- *“Analisi piccoli progetti idroelettrici”* – Corso di analisi di progetti con energie pulite, RETScreen International – Clean Energy Decision Support Center, Minister of Natural Resources Canada, 2001-2006.
- *“Il Mini-idroelettrico”*, Tecnologie innovative per l’energia elettrica – Dipartimento di energia elettrica Università di Padova (DIE); [http://tecnologie\\_energetiche.die.unipd.it/idroelettrico/index.html](http://tecnologie_energetiche.die.unipd.it/idroelettrico/index.html)
- *“Energy Efficiency and Renewable Energy – Wind & Hydropower technologies”*, U.S. Department of Energy, [www.eere.energy.gov](http://www.eere.energy.gov)
- ENEA, Dipartimento Tecnologie per l’energia, Fonti rinnovabili e Risparmio energetico; [www.enea.it](http://www.enea.it)
- *“Idroelettrico e ambiente: la risorsa idrica condivisa sul territorio”*; Lucia Venturi, Legambiente; Pisa, 15 giugno 2005.
- APER, Associazione Produttori Energia da Fonti Rinnovabili; [www.aper.it](http://www.aper.it)