

IMPIANTI IDROELETTRICI

___Indice___

Introduzione >

Gli impianti idroelettrici >

Impianti a deflusso regolato

Impianti ad acqua fluente

Come è fatto un impianto

Le opere di sbarramento

Piccoli impianti, piccoli impatti

Ambiente e territorio >

Energia davvero pulita?

Impatto visivo sul paesaggio

Rapporto con gli ecosistemi

Le dighe e il clima locale

IMPIANTI IDROELETTRICI

Introduzione

Il principio su cui si basano le centrali idroelettriche è quello di trasformare l'energia potenziale di una massa di acqua in quiete e/o l'energia cinetica di una corrente di acqua in energia meccanica e successivamente trasformare questa energia meccanica in energia elettrica.

Gli impianti idroelettrici

Gli impianti idroelettrici si suddividono in grandi impianti idroelettrici (o più semplicemente idroelettrici) ed in impianti idroelettrici minori (o mini-idroelettrici); la suddivisione avviene in base alla potenza installata nell'impianto e si può assumere come valore di soglia la potenza di 10 megawatt (in realtà in Italia si parla di idroelettrico minore fino al limite di 3 megawatt). Questa suddivisione solitamente si riscontra anche nella diversa tipologia degli impianti: mentre i grandi impianti idroelettrici richiedono solitamente la sommersione di estese superfici, con notevole impatto ambientale e sociale, un piccolo impianto idroelettrico si integra quasi perfettamente nell'ecosistema locale (si sfrutta direttamente la corrente del fiume). Le centrali idroelettriche sono caratterizzate anche da una grande flessibilità di utilizzo. Grazie agli odierni sistemi di automazione, infatti, è possibile passare dallo stato di centrale ferma a quello di massima potenza in poche decine di minuti. Per questa loro peculiarità, le centrali idroelettriche sono più rapide di quelle termoelettriche nell'incrementare la loro produzione di energia elettrica nelle ore di maggior richiesta. Il processo produttivo idroelettrico è, dunque, conveniente non soltanto sotto il profilo economico ed ambientale, ma anche sotto quello dell'efficienza operativa. Gli impianti idroelettrici possono anche essere definiti in base alla tipologia impiantistica come impianti a deflusso regolato o ad acqua fluente.

Impianti a deflusso regolato

Questi sono impianti a bacino idrico naturale (laghi) o artificiale (come nel caso di molti serbatoi) e a volte sono bacini naturali nei quali si aumenta la capienza con sbarramenti (in molti casi gli sbarramenti consistono in dighe alte molte decine di metri). In tali impianti si può anche modificare il regime delle portate utilizzate dalla centrale. Sono ad oggi gli impianti idroelettrici più potenti e più sfruttati, hanno però un notevole impatto ambientale. Possono essere usati come "accumulatori" di energia da utilizzare nelle ore di punta pompando acqua da valle a monte nelle ore notturne. In genere queste centrali sono superiori ai 10 megawatt di potenza e arrivano a potenze enormi come, ad esempio, nell'impianto di Itaipu in Brasile, ha un bacino con un'estensione di 1460 chilometri quadrati (4 volte il lago di Garda).

Impianti ad acqua fluente

Gli impianti ad acqua fluente erano molto più usati all'inizio del secolo scorso, soprattutto per azionare macchine utensili in piccoli laboratori. Oggi il potenziale di questi impianti è meno utilizzato

di quanto si potrebbe, l'impatto ambientale può essere contenuto e limitato. Tali impianti non dispongono di alcuna capacità di regolazione degli afflussi, per cui la portata sfruttata coincide con quella disponibile nel corso d'acqua (a meno di una quota detta deflusso minimo vitale, necessaria per salvaguardare l'ecosistema); quindi la turbina produce energia con modi e tempi totalmente dipendenti dalla disponibilità del corso d'acqua: se il corso d'acqua è in magra e si scende sotto un livello minimo di portata, cessa la produzione di energia elettrica. In Svizzera le centrali ad acqua fluente coprono il fabbisogno elettrico di base.

Come è fatto un impianto

Un impianto idroelettrico **a deflusso regolato** è composto, in genere, da cinque elementi: un sistema di raccolta dell'acqua, una condotta forzata, una turbina che trasforma l'energia potenziale in energia meccanica, un generatore che converte l'energia meccanica in elettrica e un sistema di controllo e regolazione della portata dell'acqua. Una volta utilizzata, l'acqua viene restituita al suo corso naturale senza aver subito alcuna trasformazione nelle sue caratteristiche chimico-fisiche. Il sistema di raccolta è costituito principalmente da un'opera di sbarramento o diga. Questa deve rispettare regole costruttive e di gestione molto rigorose, disciplinate da leggi e sorvegliate, nel caso di opere di grandi dimensioni, dal Servizio Nazionale Dighe. Gli sfioratori di superficie e lo scarico di fondo garantiscono comunque una gestione controllata dell'acqua invasata. In base alle caratteristiche del luogo dove viene realizzato lo sbarramento, vi sono diverse tipologie di traverse (sbarramenti di piccola entità) o dighe. Una volta raccolta, l'acqua viene convogliata in una turbina attraverso condutture forzate. Queste ultime sono le tubazioni che partono dal luogo in cui è stata raccolta l'acqua e che portano l'acqua alla centrale dove si produce l'energia elettrica; sono fortemente inclinate e sono costituite da tubazioni in lamiera di acciaio a sezione circolare (hanno anche delle valvole in testa ed al piede che permettono di chiudere il passaggio all'acqua). Le variabili che determinano la capacità della turbina sono il **salto utile** e la **portata**. Il primo è il dislivello tra la quota a cui si trova l'acqua prima di entrare nel sistema di raccolta e quella dello scarico. La portata, invece, è il volume, misurato in metri cubi, dell'acqua che transita attraverso una sezione nel tempo di un secondo. In effetti per stimare il potenziale idroelettrico di un sito si deve poter conoscere la variazione delle portate durante l'anno e quale sia il salto lordo disponibile. Nel migliore dei casi i servizi idrografici avranno installato una stazione di misura e saranno state raccolte le serie storiche delle portate defluenti. Nel caso in cui non si conoscano i dati idrologici, si dovrà misurare la portata per almeno un anno. In ogni turbina c'è un organo di immissione e distribuzione dell'acqua che la porta in una girante dove l'energia potenziale si trasforma in energia meccanica. Poi, le turbine si distinguono in **turbine ad azione** e **a reazione**. Nelle prime, la trasformazione avviene tutta nell'organo di distribuzione dell'acqua e per questo motivo, esse vengono preferite quando il salto è maggiore (fino a 1.000 metri) e la portata modesta. Quando, invece, il salto è minore (fino a 200 metri), a vantaggio di una maggiore portata, è preferibile utilizzare una turbina a reazione che sfrutta anche l'azione della girante. Fissato solidamente all'albero della turbina, un generatore trasforma l'energia meccanica in elettrica. Ogni generatore è composto da un rotore mobile, su cui è installato un magnete e da una parte fissa, lo statore. Il campo magnetico generato

dal rotore trasmette una forza elettromagnetica, l'elettricità, agli avvolgenti di filo di rame presenti nello statore. Dal generatore, sempre attraverso cavi di rame opportunamente dimensionati, l'energia elettrica, caratterizzata all'origine da una tensione di 5.000 volt, raggiunge un trasformatore. Qui il valore della tensione viene innalzato fino a 150.000 volt prima che l'elettricità venga immessa nella rete distributiva. L'intero sistema idroelettrico è guidato, controllato e protetto da apparecchiature elettroniche che sorvegliano il processo produttivo e intervengono in caso di guasto e/o di anomalie di funzionamento, provvedendo a far fermare prontamente l'impianto. Negli ultimi anni, grazie al progresso della tecnologia informatica e delle telecomunicazioni quasi tutti gli impianti sono comandati a distanza da un limitato numero di centri di telecontrollo che sovrintendono a tutte le operazioni necessarie per il corretto funzionamento delle centrali.

Le opere di sbarramento

Le opere di sbarramento sono dei manufatti destinati ad intercettare il corso d'acqua nella località prescelta per la presa; si hanno due tipologie di opere che differiscono principalmente per le loro dimensioni: le dighe e le traverse.

Le dighe. Le dighe sono quelle opere di maggior altezza che, oltre ad intercettare il corso d'acqua, creano un serbatoio utile ai fini della regolazione delle portate. Possono raggiungere anche altezze di alcune centinaia di metri. Le dighe possono essere realizzate in calcestruzzo oppure in materiali sciolti.

Le traverse. Le traverse sono quelle opere di modesta altezza che, in genere, contengono il sopraelevamento del livello d'acqua a monte di esse entro i limiti dell'alveo del fiume. Hanno altezze che possono raggiungere al massimo la decina di metri. Possono essere del tipo **fisso** o **mobile**, a seconda della configurazione dell'alveo, delle portate massime del corso d'acqua e di quelle derivabili e della necessità di evitare, durante le piene, rigurgiti eccessivi e pericolosi a monte dell'opera. Le traverse fisse sono realizzate in muratura od in cemento armato e sono destinate ad essere tracimate dall'acqua nel caso di piena o portate superiori a quelle derivabili dall'impianto, per questo sono solitamente sagomate opportunamente per evitare fenomeni erosivi. Le traverse mobili hanno una parte fissa, realizzata in muratura o cemento armato, ed una parte mobile (detta **paratoia**), solitamente in acciaio.

Piccoli impianti, piccoli impatti

Per ovviare ai problemi di tutela ambientale posti dalla realizzazione di impianti idroelettrici in aree particolarmente vulnerabili e sensibili, la tendenza degli ultimi anni è quella di abbandonare progressivamente la costruzione di grandi impianti che possono avere un pesante impatto ambientale a favore di impianti idroelettrici di piccole dimensioni: i **microhydro**, piccole centrali idroelettriche di **potenza inferiore ai 100kW**. Questi, realizzati senza la necessità di costruire invasi o bacini di raccolta, possono sfruttare dislivelli di pochi metri e permettono di produrre energia anche in zone isolate e normalmente non servite dalla rete energetica nazionale come ad esempio nuclei abitativi isolati, fattorie e rifugi. In questo modo l'utilizzo della risorsa idrica offre, alle comunità montane interessate, la possibilità di un controllo diretto sulla sua gestione e sul suo

utilizzo. L'energia prodotta viene sfruttata sul luogo con immediati vantaggi per le popolazioni locali e senza necessariamente realizzare imponenti elettrodotti. Per gli impianti di potenza limitata il prelievo idrico è molto limitato, le modificazioni del corso e della portata sono trascurabili e le acque utilizzate vengono restituite subito a valle dell'impianto stesso. Le caratteristiche di questi impianti sembrano essere le più adatte per sfruttare in modo capillare le potenzialità offerte da corsi d'acqua alimentati da acque di fusione glaciale, in zone di montagna isolate e poco servite dalla rete nazionale. Attualmente è allo studio una proposta di legge che permetta di inserire anche gli impianti *micro-hydro* nella rete del *net metering*, il sistema di scambio con la rete elettrica nazionale, che permette di cedere energia quando la propria produzione è in eccesso e di richiederla quando questa non è sufficiente. Attualmente questa modalità viene applicata soltanto all'energia prodotta da impianti fotovoltaici privati.

Ambiente e territorio

L'energia idroelettrica, come altri tipi di fonti rinnovabili, presenta alcuni notevoli vantaggi rispetto alla produzione di energia elettrica da combustibili fossili. Innanzitutto, è una fonte rinnovabile e non esauribile. In secondo luogo, le emissioni di sostanze inquinanti in acqua e in aria sono praticamente nulle, poiché non si realizza alcun processo di combustione. In particolare, si riducono le emissioni di anidride carbonica (CO₂) di 670 grammi per ogni chilowattora di energia prodotta. Altri benefici sono, come per le altre rinnovabili, la minore dipendenza dalle fonti energetiche estere, la diversificazione delle fonti e la riorganizzazione a livello regionale della produzione di energia.

Inoltre gli impianti mini-idroelettrici in molti casi, con la sistemazione idraulica che viene eseguita per la loro realizzazione, portano anche notevoli benefici al corso d'acqua. In particolare, permettono la regolazione e la regimentazione delle piene sui corpi idrici a regime torrentizio, specie in aree montane ove esista degrado e dissesto del suolo, e quindi possono contribuire efficacemente alla difesa e salvaguardia del territorio. In alcuni casi, poi, il lago artificiale che si forma a seguito della realizzazione di uno sbarramento o di una diga, può valorizzare l'area circostante, permettendo lo sviluppo di attività turistiche, sportive e produttive che coesistono con lo sfruttamento idroelettrico. La possibilità di accumulare acqua per poi regolarne il flusso a valle, può inoltre contribuire a ridurre i fenomeni alluvionali e favorire un uso più oculato delle risorse idriche sempre più rare e preziose.

Energia davvero pulita?

L'energia idroelettrica suggerisce alla nostra mente l'idea di fonte energetica pulita, eco-compatibile e soprattutto rinnovabile. In realtà anche una grande centrale pone problemi di impatto ambientale: estetici, di inquinamento elettromagnetico e di sovraccarico sui terreni. Il prelievo idrico riduce la quantità di acqua nei torrenti e nei fiumi a valle dell'impianto e provoca sconvolgimenti negli ecosistemi fluviali con gravi danni al patrimonio ittico e naturalistico. Per legge, è previsto che il prelievo non possa superare una percentuale della portata naturale e deve essere garantito quello

viene chiamato il "minimo vitale" che garantisca la vita del corso d'acqua e dei suoi ecosistemi. In realtà nei periodi di siccità, lunghi tratti di corsi d'acqua vengono di fatto lasciati praticamente all'asciutto con i conseguenti danni ambientali. Gli effetti negativi non sono limitati ai tratti di fiume a valle degli impianti, ma si ripercuotono su tutta la rete idrica: la ridotta portata dei corsi d'acqua provoca una maggior concentrazione degli inquinanti, sia nei corsi d'acqua che nelle falde da questi alimentate.

Per quanto riguarda gli sviluppi futuri dell'idroelettrico, in Italia come in gran parte d'Europa, si sono ormai sfruttate quasi del tutto questo tipo di risorse, ovvero si sono costruite centrali idroelettriche in quasi tutti i posti dove esistono condizioni ideali per lo sfruttamento dell'energia cinetica dell'acqua che precipita a valle dai monti. È quindi difficile ampliare il numero e la potenza del parco di centrali idroelettriche esistenti. In altre grandi regioni del mondo questa forma di energia è disponibile in grande quantità e non è ancora stata sfruttata. È il caso dell'Africa, dove il basso consumo di energia per persona e il basso livello di benessere, fanno sì che questo tipo di energia possa divenire preziosa e importante per sostenere lo sviluppo economico di quelle popolazioni. Un secondo limite delle centrali idroelettriche è dato dalle ampie aree di territorio che spesso devono essere occupate e allagate tramite dighe di notevoli dimensioni appositamente costruite, per poter accumulare l'acqua necessaria a muovere le turbine con continuità. È necessario quindi modificare l'assetto originario del territorio e i regimi naturali dei corsi dei fiumi e torrenti, causando in alcuni casi impatti ambientali sugli ecosistemi e impatti economici su altre attività agricole o industriali.

I grandi impianti idroelettrici a bacino necessitano quindi di opportune valutazioni di impatto ambientale, tese a garantire l'assenza di interferenze con l'ambiente naturale. Le centrali in caverna, scavate nel sottosuolo, eliminano in parte il problema estetico, ma pongono il problema di smaltire il materiale di scavo e la loro realizzazione può influire sulla circolazione idrica sotterranea.

Impatto visivo sul paesaggio

Per quanto riguarda l'impatto visivo dei grossi impianti idroelettrici sul paesaggio, è evidente e difficilmente mascherabile: in questo caso è necessaria un'attenta valutazione dell'impatto dell'impianto sul territorio verificandone anche una possibile valorizzazione estetica. Ognuno degli elementi di un impianto (opere di presa, sbarramento, centrale, opere di restituzione, sottostazione elettrica) può determinare un cambiamento nell'impatto visuale del sito. Per diminuire questi impatti si può mascherare alcuni di questi elementi mediante la vegetazione, usare colori che meglio si integrino con quelli del paesaggio ed eventualmente costruire nel sottosuolo una parte degli impianti (ad esempio la centrale).

A tutto questo si aggiunge che le aree dove sorgono gli impianti sono situate in zone di montagna, spesso a quote elevate e sovente inserite in Parchi e Riserve naturali: luoghi particolarmente vulnerabili e bisognosi di una particolare tutela ambientale. In Italia, nella zona alpina, circa il 90% dei corsi d'acqua subisce alterazioni dovute al prelievo per scopi idroelettrici e soltanto il 10% dei torrenti alpini è lasciato allo stato "naturale": è facile immaginare come l'utilizzo di una fonte energetica apparentemente "pulita" possa trasformarsi, se non gestito in modo responsabile e attento, in un apporto di gravi danni all'ambiente.

Rapporto con gli ecosistemi

Il rapporto con gli ecosistemi è un aspetto fondamentale da tenere presente nella progettazione di un impianto idroelettrico; esistono due aspetti che sono strettamente collegati con il prelievo di acque superficiali e che possono generare impatti di due diversi ordini:

- a) impatto relativo alla variazione (diminuzione) della quantità dell'acqua, con possibili conseguenze conflittuali per gli utilizzatori ed effetti sulla fauna acquatica;
- b) impatto relativo alla variazione di qualità dell'acqua in conseguenza di variazioni di quantità ed anche in conseguenza di possibili modificazioni della vegetazione sulle rive del fiume.

Se si realizza una diga per un impianto a bacino si hanno le seguenti conseguenze: a monte dello sbarramento si forma un invaso e si trasforma, quindi, un ambiente di acque correnti (acque lotiche) in un ambiente di acque ferme (acque lentiche), con un tempo di ricambio delle acque più lungo e con possibili ricadute sull'ecosistema. A valle dello sbarramento, fino al punto in cui viene rilasciata l'acqua utilizzata dalla centrale, il corso d'acqua potrebbe andare in secca per alcuni periodi se non viene garantito un rilascio continuo affinché il fiume abbia, anche in quel tratto, una portata minima adeguata; la portata minima (da garantire per legge) che garantisce all'ecosistema fluviale il naturale svolgimento di tutti i processi biologici e fisici viene denominata "Deflusso minimo vitale". Tutti questi aspetti devono essere presi in considerazione durante lo studio dell'impianto a bacino. Per questi motivi vengono fatte delle opportune scelte in fase progettuale e vengono prese delle opportune precauzioni per evitare qualsiasi danno all'ecosistema.

La diminuzione della portata di acqua non deve quindi essere eccessiva e deve essere rispettato il valore del deflusso minimo vitale, altrimenti si possono recare danni alla deposizione, incubazione, la crescita ed il transito dei pesci; per quanto riguarda questo ultimo aspetto si deve prendere in considerazione il movimento dei pesci che risalgono la corrente e quelli che la discendono, realizzando gli opportuni passaggi e installare le opportune reti che evitino che i pesci entrino nelle opere di presa e che passino nella turbina (alcuni tipi di turbine possono essere causa di mortalità della fauna ittica). Quando si costruisce una diga per alimentare una centrale idroelettrica, quindi, è necessario pensare anche agli altri utilizzi che possono essere fatti dell'acqua: quello potabile, quello agricolo e quello industriale. La dimensione e la gestione della diga deve essere compatibile con tutte queste esigenze, ottimizzando l'utilizzo di una risorsa, l'acqua, che in molte regioni non è sempre disponibile in quantità sufficienti per tutte le necessità.

Le dighe e il clima locale

La presenza di una diga influenza il microclima dei territori circostanti a causa della grande massa d'acqua che si raccoglie a monte della diga stessa. L'acqua, infatti, ha un'elevata capacità termica, un parametro che indica la quantità di calore necessaria ad innalzare di 1°C la temperatura di un corpo: ciò vuol dire che l'acqua, per riscaldarsi assorbe molto calore, prelevato dall'atmosfera. Durante l'estate, quindi, l'acqua, assorbendo grandi quantità di calore dall'aria, mitiga la temperatura atmosferica. Il contrario avviene durante l'inverno, quando, l'acqua, nel raffreddarsi, cede molto calore all'atmosfera. Nei pressi dei bacini artificiali, durante l'estate la temperatura atmosferica sarà più bassa di quella dei territori circostanti perché l'acqua sottrae calore all'aria;

durante l'inverno il microclima nella zona lacustre sarà più caldo rispetto alle zone vicine, perché il lago cede il calore immagazzinato all'atmosfera che si riscalda. L'estensione della zona interessata dipende dal volume d'acqua che la diga riesce a trattenere.

Testo aggiornato ad agosto 2022