

UNITÀ 3 Energie rinnovabili

LEZIONE

81. Energia idroelettrica

L'energia dall'acqua

L'acqua, presente in abbondanza sul nostro Pianeta, è una delle più importanti risorse rinnovabili di energia. Il suo sfruttamento avviene grazie al ciclo idrologico che ne garantisce il continuo approvvigionamento con le piogge.

LINK → STORIA

La ruota ad acqua

Tra i primi utilizzatori della forza dell'acqua vi furono nel 202 a.C. i Cinesi, seguiti dai Romani e dai Babilonesi, i quali trasformarono la classica ruota con asse orizzontale in una con asse verticale che, per mezzo di un semplice ingranaggio a ruota dentata, moltiplicava il numero dei giri aumentando la velocità e di conseguenza il lavoro.

Il lavoro eseguito con la ruota idraulica fu attivo fino alla scoperta del motore a vapore e successivamente del motore elettrico, che ne decretarono il suo disuso.

Solamente qualche artigiano ha continuato nel tempo a mantenere in funzione il vecchio mulino.



Il movimento dell'acqua, o meglio il suo scorrere, genera sempre un'energia, che prende il nome di **energia cinetica** o energia di movimento. È questa che l'uomo sfrutta per ottenere un lavoro, come far muovere una ruota oppure, attraverso una serie di trasformazioni, per produrre energia elettrica. Tale energia aumenta con la velocità di scorrimento o la caduta da una cascata.

Se, invece, l'acqua è tenuta ferma in un bacino, possiede una forma di energia immagazzinata, detta **energia potenziale**, che verrà sfruttata, tramite lo scorrimento dell'acqua, per avere energia cinetica e quindi un lavoro.

La centrale idroelettrica

La centrale idroelettrica è un impianto che sfrutta il movimento naturale dell'acqua al fine di produrre energia elettrica. Inizialmente queste centrali venivano costruite nelle zone di montagna, dove erano presenti un forte dislivello e una portata di acqua sufficientemente costante.

Oggi la tecnologia ha messo a punto una serie di innovazioni che consentono di sfruttare anche le acque dei grandi fiumi, così come quelle dei corsi d'acqua con una portata limitata.



3.2 Energia idroelettrica

L'energia idroelettrica si ottiene da una massa d'acqua situata ad alta quota che possiede energia di posizione (potenziale). Essa ha origine dal ciclo dell'acqua creato dal Sole che, ogni giorno, fa evaporare molte tonnellate di acqua dai mari e dagli oceani. Il vapore è trasportato sotto forma di nuvole dai venti sulle montagne, dove condensa e precipita in pioggia; poi l'acqua ritorna al mare, mossa dalla forza di gravità.

L'uomo sbarrava con una diga la valle di montagna per trattenere ad alta quota una parte di questa acqua. Questo *invaso* (o *lago artificiale*) serve a far funzionare la centrale idroelettrica costruita più in basso, per esempio sul fondovalle.

■ Centrale a serbatoio

Questa centrale elettrica è tipica delle zone di montagna: ha il bacino dell'acqua ad alta quota, l'edificio della centrale a valle e il tubo di collegamento lungo il versante montuoso. Sulle Alpi, che raggiungono grandi altezze, il *salto* dell'acqua può essere anche di 1000 o 2000 m. Quando la centrale è in funzione, l'acqua del lago «schiaccia» con la sua pressione l'acqua in fondo al tubo, che esce in forte getto e fa girare la turbina (e con essa l'alternatore). La potenza della centrale dipende dalla quantità d'acqua disponibile e dal dislivello del bacino. Una centrale è formata da molti gruppi turbina-alternatore disposti in fila. Per esempio la centrale di Presenzano in Campania, sul fiume Volturno, ha quattro gruppi con una potenza di 250 MW (megawatt = milioni di watt) ognuno: la potenza complessiva è di 1000 MW.



La diga ad arco Amagase, sul fiume Uji, in Giappone.



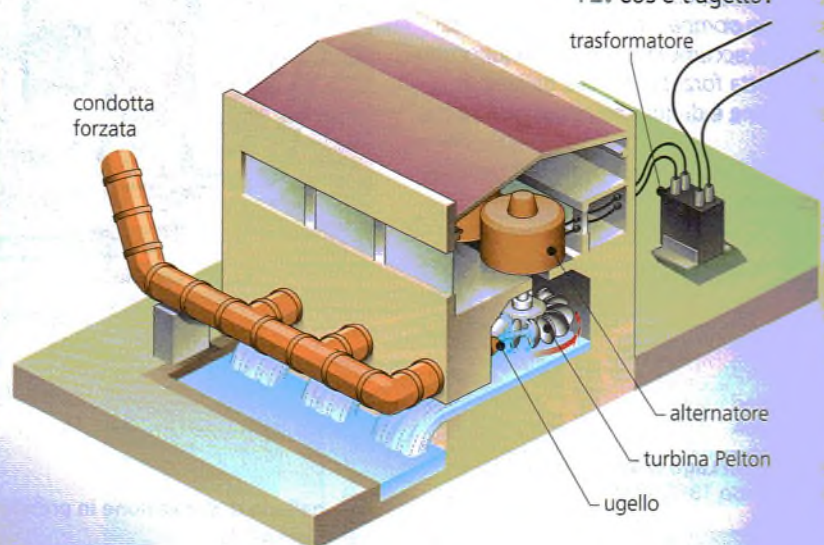
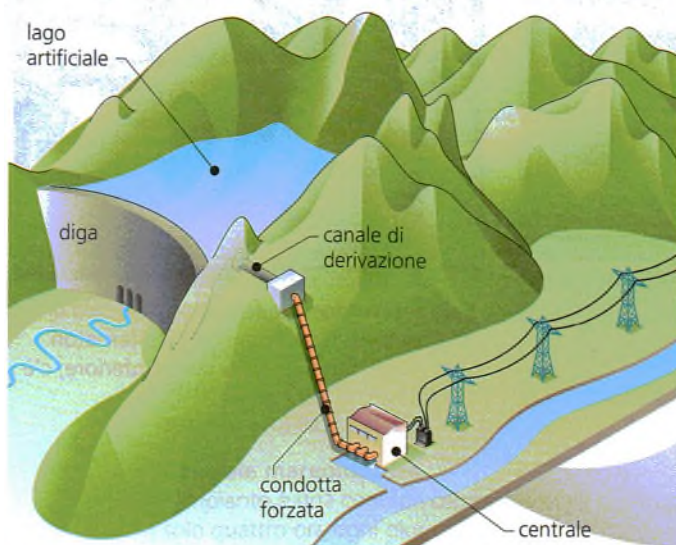
Energia idroelettrica

Come si produce energia in una centrale idroelettrica?



Verifica

1. Cos'è la condotta forzata?
2. Cos'è l'ugello?



Elementi dell'impianto

L'impianto è formato da tre tipi di opere, collegate tra loro.

- Il **serbatoio** d'acqua occupa una conca naturale ad alta quota che è stata sbarrata con una *diga*. L'acqua viene reintegrata dai torrenti che scendono ancora più a monte.
- Le **condotte** sono i tubi che partono dal serbatoio e arrivano fino alla centrale. Essi sono di due tipi: il *canale di derivazione* è un tubo di grosso diametro (da 3 a 6 m) lungo anche 20 o 30 km, collocato in lieve pendenza dentro la montagna; la *condotta forzata* è un tubo che scende sul fianco della montagna con un dislivello anche di 1000 o 2000 m, e termina nella centrale.
- La **centrale** è un edificio situato a fondovalle, diviso in due livelli: al piano inferiore ci sono le *turbine*, mantenute in rotazione dal getto d'acqua; al piano superiore c'è la sala degli *alternatori*.

Funzionamento

La centrale entra in funzione di giorno, quando maggiore è la richiesta di energia.

- L'acqua del lago artificiale defluisce nel canale di derivazione e arriva all'imbocco della condotta forzata. Questi tubi sono sempre colmi d'acqua, senza spazi d'aria.
- Dentro la condotta l'acqua scende molto lentamente a una quota sempre più bassa e viene sempre più «schiacciata» dall'acqua che sta sopra: acquista così energia di pressione. Il tubo termina con una strozzatura (*ugello*), dove l'enorme energia di pressione spinge fuori l'acqua ad alta velocità.
- Il getto d'acqua colpisce le pale di una *turbina Pelton* che ruota con forza e mette in rotazione l'albero dell'*alternatore*, che genera corrente elettrica. L'acqua viene fatta poi defluire in un fiume vicino.

■ Centrale di generazione e pompaggio

Questa centrale è identica a quella descritta alla pagina precedente, ma ha in più un **serbatoio di accumulo** a valle. Nell'arco della giornata la centrale svolge due funzioni:

- durante il **giorno** l'acqua scende e produce corrente elettrica, come già sappiamo (*generazione*);
- durante la **notte** l'acqua viene aspirata e fatta risalire sulla montagna (*pompaggio*).

Il pompaggio serve a non sprecare l'energia prodotta dalle centrali termoelettriche nelle ore di minor consumo. Infatti le centrali termiche funzionano anche nelle ore notturne e nei giorni festivi, quando sono chiuse le fabbriche e gli uffici. Spegnerle gli impianti non conviene, perché la riattivazione sarebbe lunga e costosa: conviene invece farle funzionare al minimo tecnico e utilizzare l'energia per le centrali di pompaggio. È evidente che l'energia spesa per sollevare l'acqua è superiore all'energia che si può ricavare (il rendimento è circa l'80%); ma così si conserva energia che altrimenti andrebbe perduta.

La centrale in caverna

Cosa avviene dentro la centrale in caverna?

Verifica

1. A cosa serve il pompaggio?
2. Perché gli impianti funzionano giorno e notte?

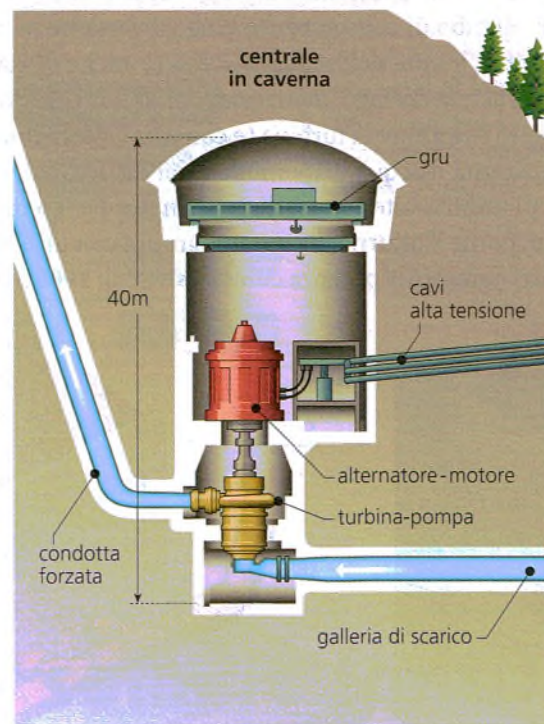
Centrale di generazione e pompaggio

La figura mostra una *centrale in caverna*, cioè scavata nella montagna, con un gruppo-macchine formato da:

- **alternatore reversibile**, che può funzionare anche da motore;
- **turbina reversibile**, che può funzionare anche da pompa.

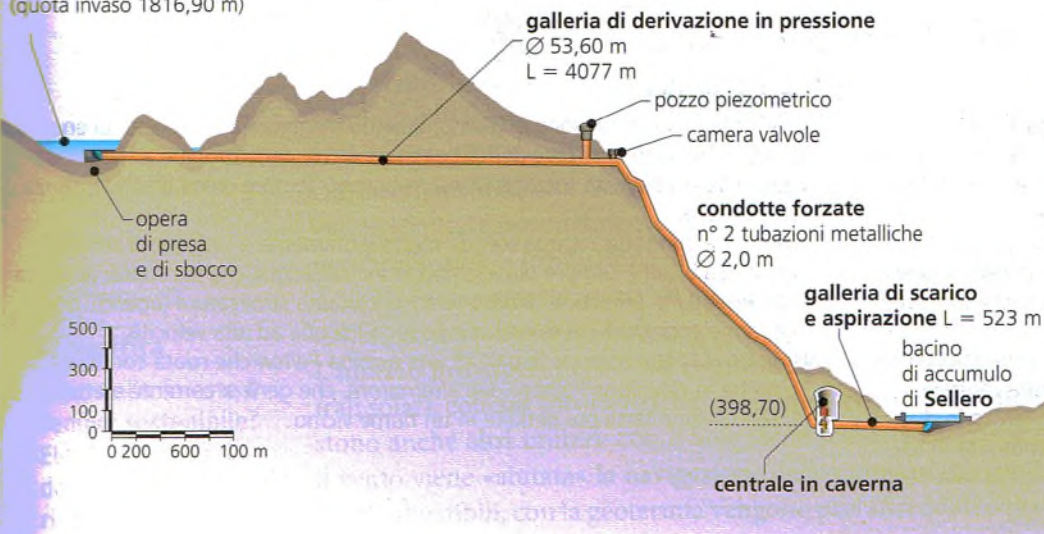
Di notte (senso delle frecce in figura) la corrente entra nell'alternatore, che si mette a girare come un *motore*. Esso fa ruotare la *pompa*, che aspira l'acqua dal bacino di accumulo e la risollewa lungo la *condotta forzata* fino alla galleria di derivazione e di qui fino al serbatoio a monte.

Di giorno l'acqua verrà usata per generare corrente.



Sala alternatori La foto mostra la sala di una centrale in caverna con 10 alternatori. Sotto ogni alternatore, al livello inferiore, c'è la turbina che lo fa girare.

serbatoio del **Lago d'Arno**
(quota invaso 1816,90 m)



Impianto idroelettrico di generazione e pompaggio

La figura mostra il profilo schematico di un impianto in Valcamonica (Lombardia).

- Il **dislivello** è di quasi 1500 m, tra il serbatoio del Lago d'Arno (quota 1816 m) e il bacino di accumulo presso il paese di Sellero, sul fiume Oglio (398 m).
- La **galleria di derivazione** è un tubo lungo oltre 4 km scavato quasi orizzontalmente nella montagna.
- Le **due condotte forzate**, lunghe 2 km ciascuna, seguono il profilo della montagna e nel tratto finale vi entrano.
- La **centrale** è situata in caverna, cioè dentro la montagna.

■ Centrale fluviale

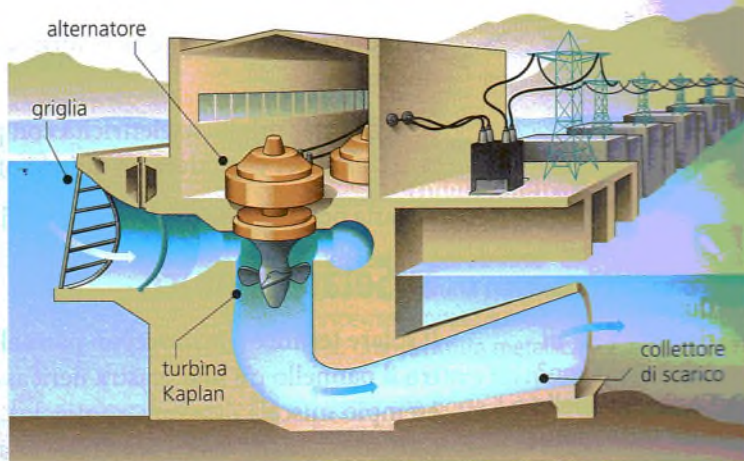
La centrale fluviale è un impianto che funziona con l'acqua fluente di un fiume. Elemento caratteristico è la diga che sbarrava il fiume e crea un bacino con meno di 20 m di dislivello: la massa d'acqua è costretta a passare per la centrale, costruita dentro la diga, e fa girare le turbine.

Centrali fluviali sono state costruite negli Stati Uniti, in Russia e in altri paesi con grandi fiumi. Una centrale fluviale riunisce molti gruppi turbina-alternatore disposti in fila: per esempio l'impianto di Itaparica (Brasile) sul São Francisco ha 10 gruppi da 250 MW ognuno, per una potenza complessiva di 2500 MW.



Centrale fluviale

La **diga** è un'opera in calcestruzzo che sbarrava il corso del fiume e crea un dislivello di 8-15 m tra l'acqua a monte e quella a valle. È dotata di *paratoie* (grossi portelloni) che vengono aperte quando il fiume è in piena, come si vede nella foto. La **centrale** è divisa in due livelli: al piano inferiore, immersi nell'acqua, ci sono i *collettori a spirale* in cui si trovano le *turbine Kaplan*; sopra la sala con gli *alternatori*.



Funzionamento

Una grande massa d'acqua entra in una condotta a spirale che termina con molte strozzature (*ugelli*); i getti d'acqua spingono con forza le pale della turbina Kaplan che si mette a girare (e con essa l'alternatore che genera corrente).

L'acqua viene risucchiata dal collettore di scarico e defluisce a valle della diga, dove riprende il suo corso normale.

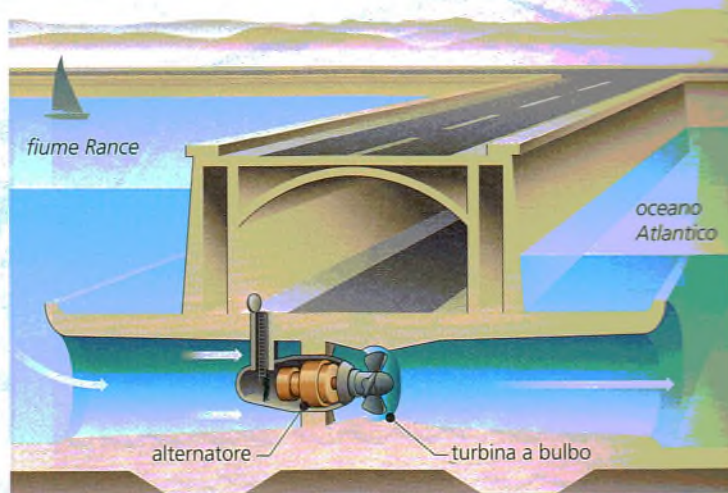
■ Centrale a marea

Alla foce del fiume Rance (pronuncia: Rans), in Bretagna, è stata costruita nel 1966 una centrale mareomotrice da 240 MW di potenza. Dopo 45 anni è stata costruita nel 2011 un'altra centrale simile in Corea da 254 MW.

Centrale mareomotrice

L'impianto è una comune centrale fluviale che funziona solo quattro ore ogni giorno:

- quando arriva la *bassa marea* il mare si ritira per alcuni chilometri e si forma un dislivello di circa 10 m;
- allora la centrale entra in funzione e l'acqua accumulata nel bacino interno defluisce nei 24 collettori con apposite *turbine a bulbo*.



■ Laghi artificiali e territorio

L'energia idroelettrica richiede grandi opere sul territorio per predisporre il bacino di raccolta. Le più grandi opere sono state realizzate da governi forti o autoritari che hanno deportato intere popolazioni in altre zone per liberare il futuro bacino da sommergere.

Gli invasi di montagna hanno il vantaggio di conservare l'energia anche per molto tempo, per poi utilizzarla quando serve. Se in estate c'è la siccità l'acqua viene fatta defluire nel fiume per farla arrivare in pianura per l'agricoltura e le città. L'elettricità di origine idroelettrica ha il costo più basso in assoluto.



1. Come funziona la centrale fluviale?
2. Per quante ore funziona la centrale a marea?



TECNOLOGIE SOSTENIBILI

Gli impianti per il micro e il mini idroelettrico

Gli impianti per il micro e il mini idroelettrico sono di ridotte dimensioni e producono una quantità limitata di energia elettrica.

Rispetto alle tradizionali centrali idroelettriche, queste non necessitano di grandi opere di sbarramento. Funzionano come un vecchio mulino ma si avvalgono di tecnologie avanzate, che consentono di ottenere buoni risultati.

Queste centrali possiedono alcuni vantaggi, in particolare occupano piccoli spazi, possono funzionare con limitate risorse idriche, sono di facile installazione e non provocano gravi danni all'ambiente.

In alcune zone, queste mini centrali sono in grado di soddisfare le esigenze energetiche di piccole industrie o di piccoli insediamenti locali e costituiscono un buon esempio di sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili.



PUNTI DI DOMANDA

1. Come funziona la centrale idroelettrica?
2. Quali sono i vantaggi di una centrale di pompaggio?
3. Quali esigenze soddisfano gli impianti per il mini e il micro idroelettrico?
4. Perché le turbine idrauliche non sono sempre uguali?

I diversi tipi di turbina idraulica

La turbina idraulica è un sistema meccanico che sfrutta, con un altissimo rendimento, l'energia di movimento di un liquido per ottenere energia meccanica di rotazione. È costruita in leghe metalliche per resistere alla corrosione e agli sforzi dell'impatto con la velocità dell'acqua. A seconda della portata dell'acqua e del dislivello di caduta si utilizza un particolare tipo di turbina.



Turbina Kaplan. È una turbina a reazione usata quando la quantità di acqua è pari a un centinaio di metri cubi al secondo; viene impiegata nelle acque fluenti dei fiumi.



Turbina Francis. Si tratta di una turbina a reazione che si usa se il dislivello non supera i cento metri.



Turbina Pelton. È una turbina ad azione usata quando il dislivello dell'acqua è molto elevato (da un centinaio di metri fino a un chilometro).

NUOVE TECNOLOGIE



Il mare e gli oceani potrebbero fornire una grande quantità di energia rinnovabile. Diversi impianti sperimentali sono già stati realizzati e altri sono in fase di costruzione. Inoltre, si stanno compiendo degli studi per valutare l'impatto che questo tipo di sfruttamento potrebbe provocare sull'ambiente.

L'energia dalle maree

L'attrazione della Luna e del Sole sulla Terra provoca le maree, movimenti alterni di grandi masse d'acqua che producono un'elevata quantità di energia. Per sfruttare questa energia si ricorre alla costruzione di una diga e un bacino. Durante l'alta marea l'acqua viene lasciata scorrere nel bacino e poi viene trattenuta mediante un sistema di chiuse. Quando vi è bassa marea l'acqua contenuta nell'invaso viene lasciata affluire verso il mare; la rotazione della turbina, trasmessa a un alternatore, genera energia elettrica. Centrali di questo tipo si trovano sulle coste del Nord della Francia, nel Regno Unito, in Norvegia e in Giappone. Sebbene non generino inquinamento, queste centrali possono tuttavia provocare l'erosione delle coste.

