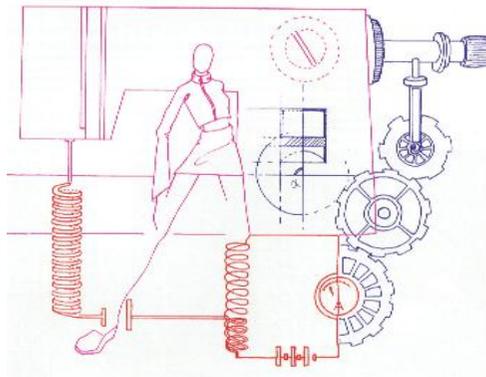


IPIA C.A. DALLA CHIESA – OMEGNA
PROGETTO ALTERNANZA SCUOLA – LAVORO
classi 4° e 5° MANUTENTORI



PRODUZIONE DI ENERGIA DA
FONTI RINNOVABILI

RISPARMIO ENERGETICO

prof. Massimo M. Bonini

CENTRALINE IDROELETTRICHE



PARLIAMO DI

- Sfruttamento dell'energia idraulica
- Tipi di impianto
- Circuiti di centrale
- Problematiche ambientali connesse all'idroelettrico
- Microidroelettrico domestico

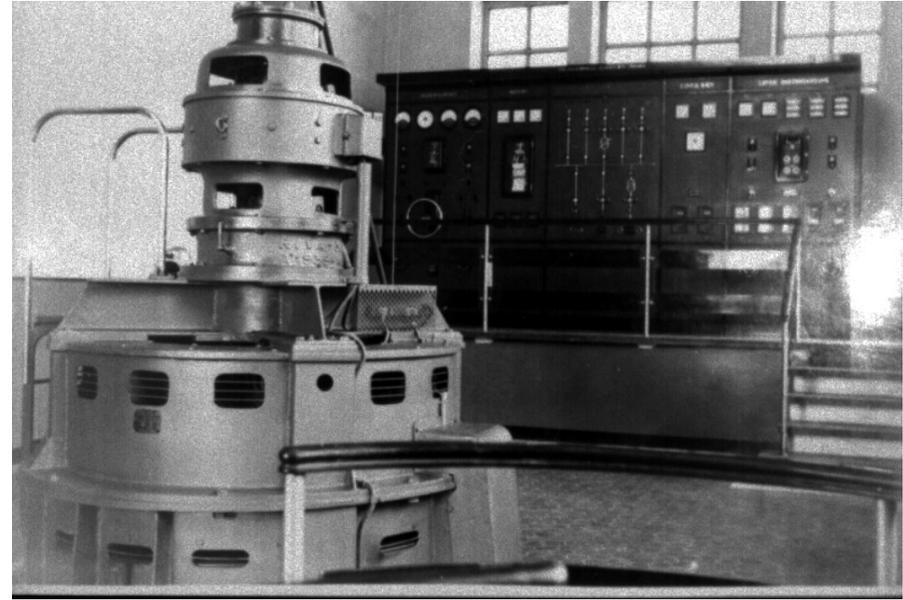
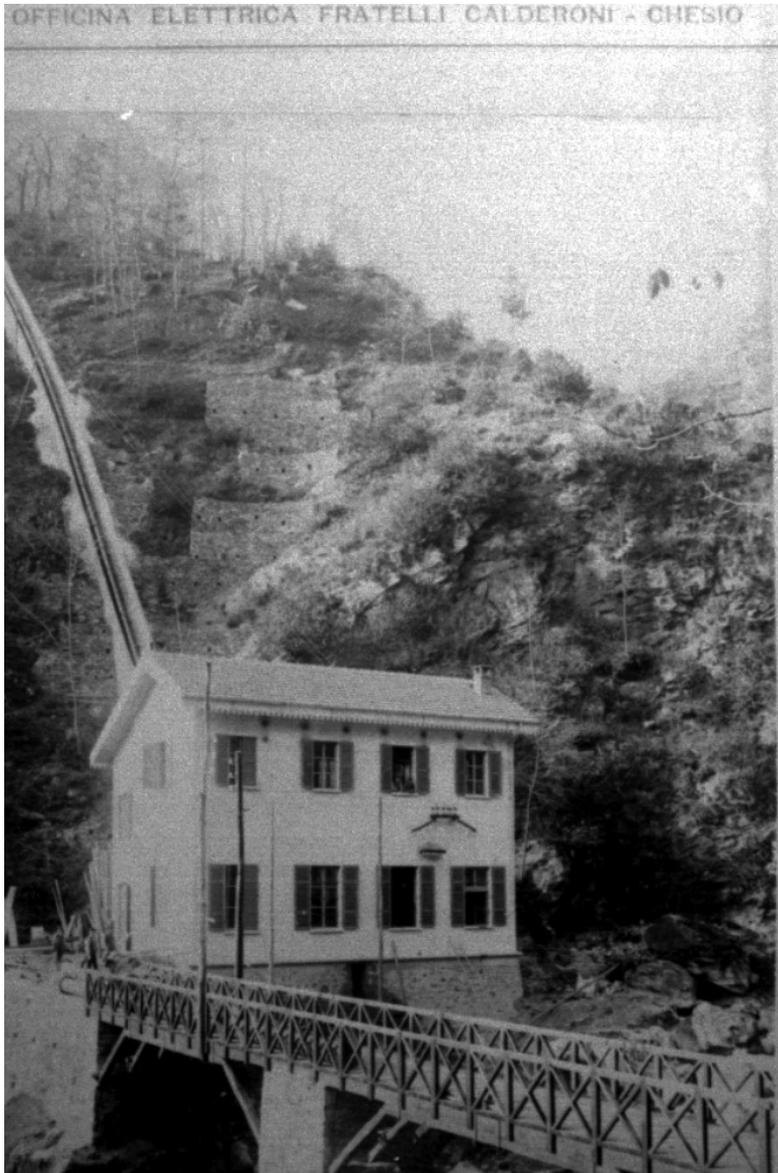
CENNI STORICI

- La forza motrice sviluppata dall'acqua durante il suo scorrere verso valle viene sfruttata da millenni, attraverso semplici ruote idrauliche, per la macinazione dei cereali e dei minerali metalliferi, per il pompaggio dell'aria nei cunicoli delle miniere, per il sollevamento di carichi, per la movimentazione di semplici macchinari quali magli o torni.

- L'impiego idroelettrico prende avvio nella seconda metà del XIX secolo con l'invenzione dei generatori rotanti, dinamo e alternatori. Nascono grandi compagnie private quali Dinamo, Edison, SIP Società Idroelettrica Piemontese, e le Aziende Elettriche Municipalizzate di grandi città come Milano e Torino, che iniziano lo sfruttamento sistematico di tutti i corsi d'acqua con impianti di medie e grandi dimensioni.

- Nella zona del Cusio sono state soprattutto industrie tessili - quali De Angeli Frua, Furter, Guidotti e Pariani - metallurgiche (Cobianchi) e manifatturiere (Calderoni, Lagostina, Binda) ad utilizzare il ripido corso dello Strona e dei suoi affluenti per produrre l'energia necessaria ai processi produttivi, vendendo il surplus all'esterno e contribuendo così alla rapida elettrificazione di tutta la zona.

- In particolare la Calderoni Fratelli di Casale Corte Cerro realizza una centrale con turbine Pelton in valle Strona, presso Chesio, alimentata dalle acque del rio Bagnone convogliate in un bacino di circa 2500 metri cubi: manda corrente alla fabbrica di Casale con una linea a 500 V, lunga parecchi chilometri, che scavalca la montagna a Quaggione.
- Un'altra centrale, con turbine Kaplan ad acqua fluente, viene realizzata a Crusinallo. L'energia elettrica così prodotta è in esubero rispetto alle esigenze dell'azienda, ed i solerti imprenditori la vendono agli abitanti di Casale e di Omegna; grazie a loro la città di Omegna poté disporre di un impianto elettrico d'illuminazione pubblica con sei mesi d'anticipo rispetto a Milano.



Le centrali Calderoni Fratelli di
Chesio e di Crusinallo

- Nel 1962 venne costituita per legge l'ENEL, ente di diritto pubblico cui veniva riservata la produzione di energia per la vendita e che assorbì tutte le precedenti grandi aziende, lasciando ai piccoli la facoltà di produrre energia solo per il proprio consumo interno, con divieto di vendita. Questo, unito alla crisi economica di quegli anni, portò all'abbandono di molti piccoli impianti, anche nella nostra zona.

PARAMETRI DI VALUTAZIONE

- **PORTATA D'ACQUA DISPONIBILE:** indicata con Q e misurata in m^3/s ; è la quantità d'acqua che arriva al generatore.
- **SALTO GEODETICO:** indicato con H e misurato in m ; è il dislivello verticale tra il punto d'incanalamento dell'acqua e quello del suo sfruttamento (generatore).
- **POTENZA:** indicata con P e misurata in W o suoi multipli (kW , MW , GW); energia ricavabile dall'acqua incanalata nell'unità di tempo (1 s).

- **RENDIMENTO:** indicato con η (eta), numero puro compreso tra zero e uno; parametro che tiene conto di tutte le perdite di energia che intervengono nel processo di trasformazione; può essere espresso anche in percentuale.
- **ACCELERAZIONE DI GRAVITA':** pari a 9.81 m/s^2 ; indicata con g .
- **PESO SPECIFICO:** peso dell'unità di volume, parametro tipico di ogni materiale, indicato con γ (gamma), misurato in kg/m^3 o kg/l ; per l'acqua vale 1 kg/l o 1000kg/m^3 .
- **PRODUCIBILITA':** energia che un impianto è in grado di produrre in un anno, misurata in MWh o in GWh.

POTENZA RICAVABILE DA UN IMPIANTO

Teoricamente $P = g H Q \eta$ (kW)

Il parametro rendimento è quello di più difficile determinazione; si impiega di solito la formula empirica

$$P = k Q H \text{ (kW)}$$

dove k è un coefficiente che tiene conto dell'accelerazione di gravità e del rendimento medio; può valere 8 per impianti piccoli e 8.5 per impianti medi e grandi.

CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLA POTENZA PRODOTTA

- Microcentrali: potenza < 100 kW
- Minicentrali: “ 100 – 1000 kW
- Piccole centrali “ 1 – 12 MW
- Medie e grandi centrali
potenza > 12 MW

IMPIANTI TRADIZIONALI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

- IDROELETTRICI: per potenze da piccolissime a grandi; impianti a funzionamento molto elastico, legati alla conformazione del territorio
- TERMOELETTRICI E TERMOELETTRONUCLEARI: per grandi e grandissime potenze; impianti con scarsa elasticità di funzionamento, altamente inquinanti, richiedono grandi quantità d'acqua per il raffreddamento e linee di trasporto per il combustibile
- A GRUPPI ELETTOGENI: per piccole potenze, in genere con funzione di supporto in caso di emergenza

IMPIANTI IDROELETTRICI

- Sfruttano l'energia potenziale accumulata da una massa d'acqua posta ad una certa quota e trasformata in energia cinetica con la discesa ad una quota più bassa.

CLASSIFICAZIONI

- **IMPIANTI A SERBATOIO:** l'acqua disponibile in un certo arco di tempo viene conservata in un bacino di accumulo e sfruttata in un arco di tempo più lungo di quello relativo alla disponibilità naturale; il serbatoio può essere naturale o artificiale.



Per ovvie ragioni sono collocati tipicamente in zone montane

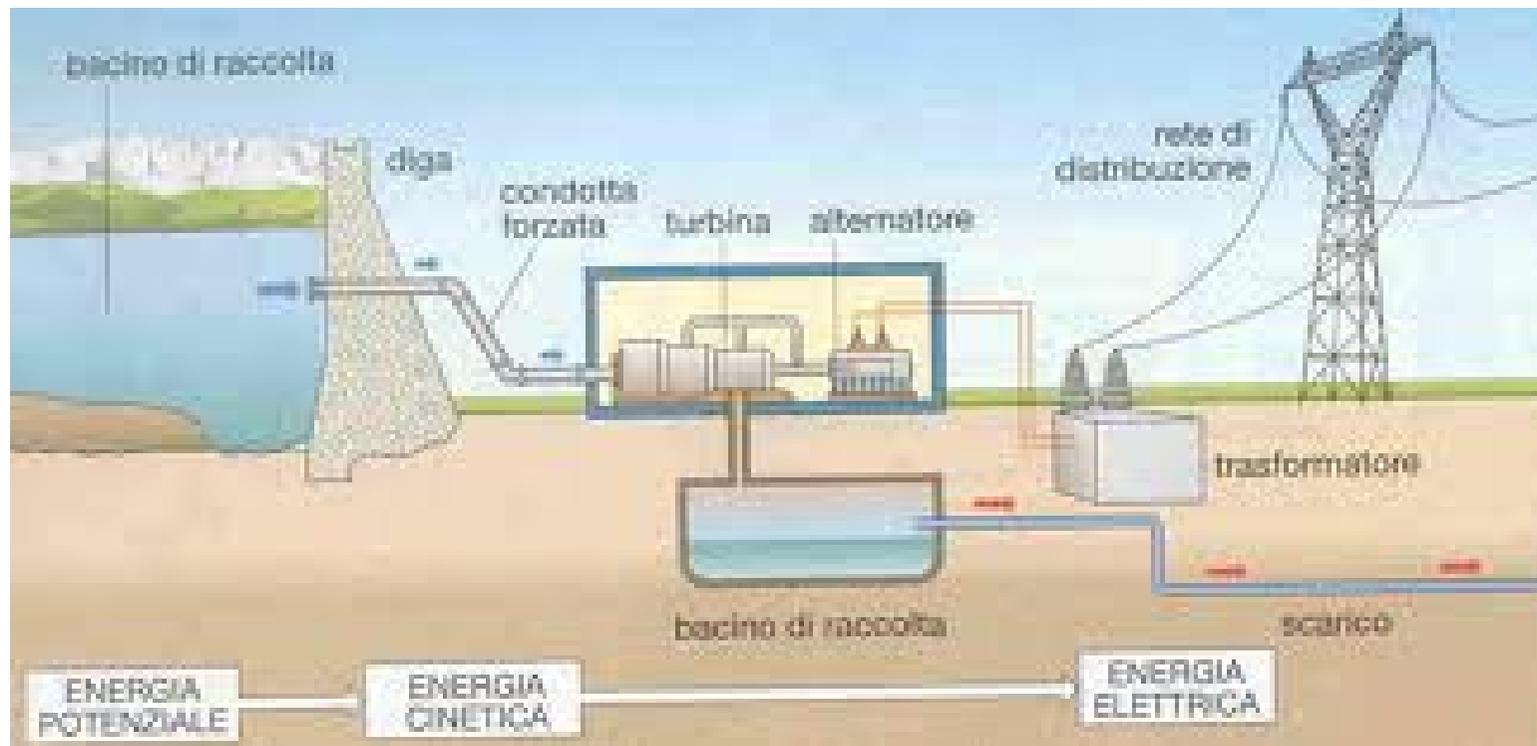
IMPIANTI AD ACQUA FLUENTE

- L'acqua necessaria all'impianto viene ottenuta deviando, in parte o in toto, la portata di un corso d'acqua naturale



Possono essere realizzati in qualunque tipo di territorio, ma vengono utilizzati soprattutto per sfruttare le grandi portate d'acqua tipiche dei fiumi di zone pianeggianti

COSTITUZIONE DI UN IMPIANTO A SERBATOIO

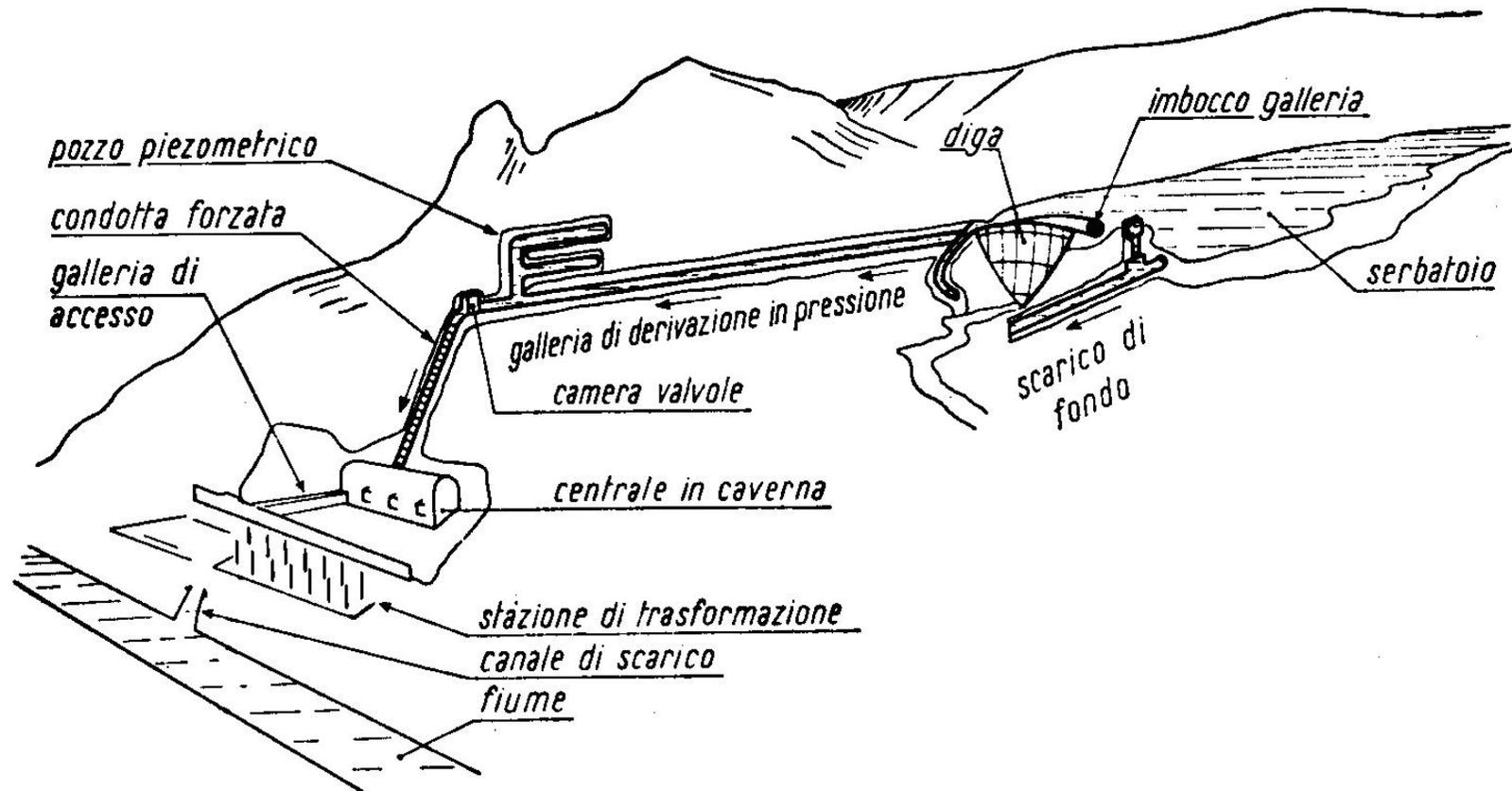


- **SERBATOIO:** è un bacino (lago) di origine naturale o realizzato artificialmente; è dotato di uno scarico di fondo verso valle che ne permette lo svuotamento periodico
- **SBARRAMENTO:** (diga) opera in materiali naturali o in calcestruzzo destinata ad aumentare la capienza del serbatoio
- **CANALE DI DERIVAZIONE:** a pressione e generalmente in galleria; serve a collegare il serbatoio con il punto di partenza delle condotte forzate

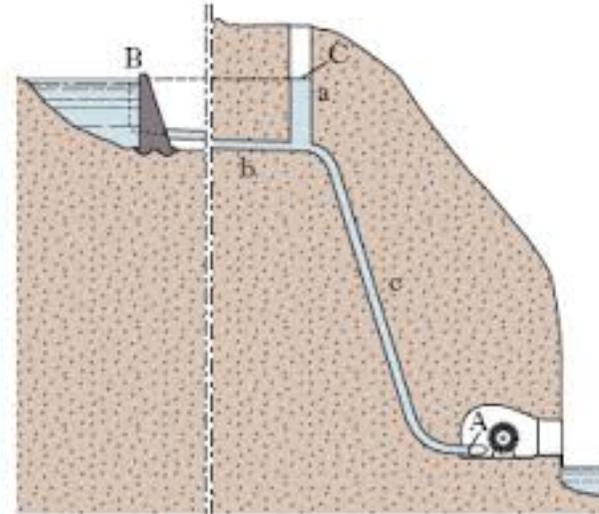
- **POZZO PIEZOMETRICO:** a sviluppo verticale; assorbe le brusche variazioni di pressione (colpo d'ariete) che si verificano alla chiusura della valvole di fondo sulle condotte
- **CONDOTTE FORZATE:** tubazioni in acciaio rinforzato, a volte rivestite in calcestruzzo, adatte a resistere a pressioni molto elevate; sono dotate di valvole di fondo, poste nel loro punto terminale, all'ingresso in centrale, e di valvole di testa poste al loro punto di inizio

- **CENTRALE DI PRODUZIONE**
 - Turbine idrauliche
 - Generatori elettrici
 - Stazione di trasformazione per l'elevamento della tensione
- **CANALE DI SCARICO:** convoglia l'acqua turbinata verso il corso d'acqua da cui deriva o verso un successivo impianto posto a quota inferiore

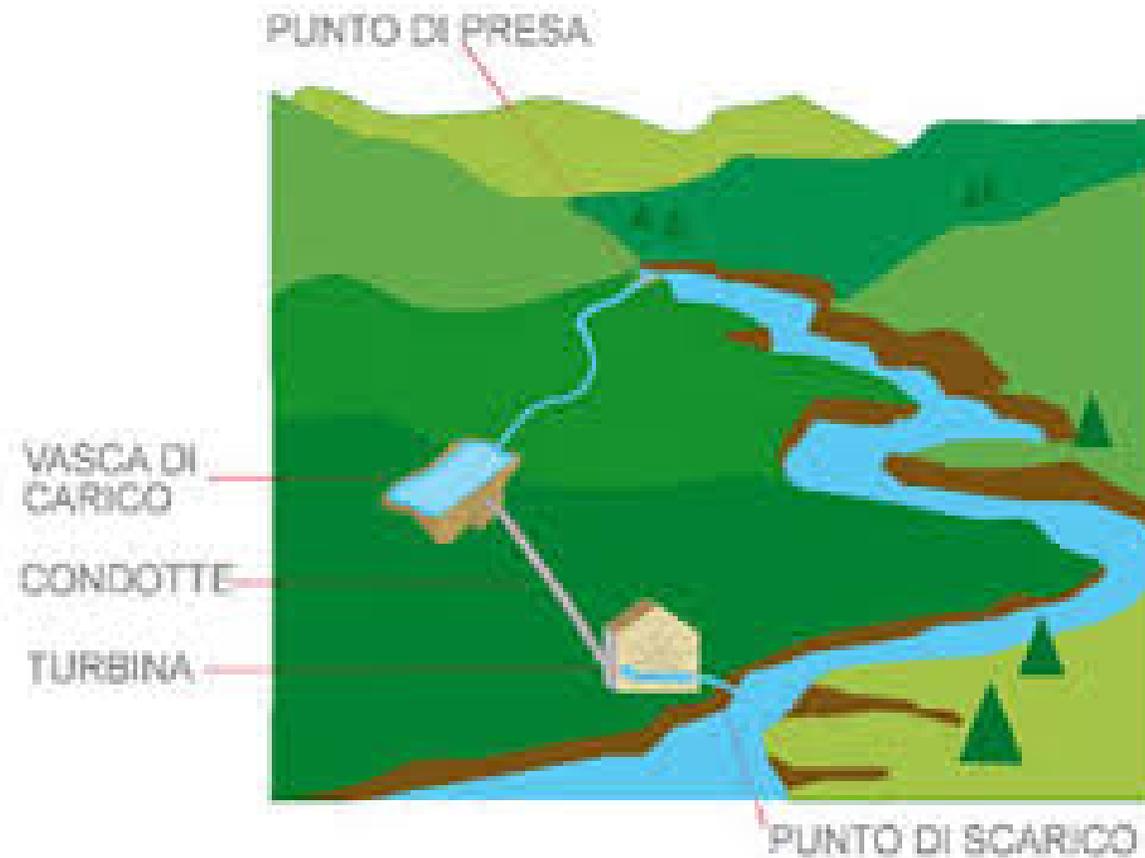
COSTITUZIONE DI UN IMPIANTO A SERBATOIO



Schema prospettico delle opere di un impianto idroelettrico a serbatoio con centrale in caverna.



COSTITUZIONE DI UN IMPIANTO AD ACQUA FLUENTE



- **SBARRAMENTO**: manufatto posto trasversalmente sul corso d'acqua per intercettare il flusso e alzarne lievemente il livello
- **OPERA DI PRESA**: sistema di convogliamento dell'acqua; è dotato di paratie e sfioratore per regolare la portata
- **CANALE DI DERIVAZIONE** a pelo libero
- **VASCA DI CARICO** funge da camera di compensazione, così come il pozzo piezometrico negli impianti a serbatoio

- **CONDOTTA IN PRESSIONE:** fornisce il salto utile alla produzione di energia
- **CENTRALE DI PRODUZIONE**
 - Turbine idrauliche
 - Generatori elettrici
 - Stazione di trasformazione per l'elevamento della tensione
- **CANALE DI SCARICO:** convoglia l'acqua turbinata verso il corso d'acqua da cui deriva o verso un successivo impianto posto a quota inferiore



Canale a pelo libero a cielo libero



Canale a pelo libero in galleria



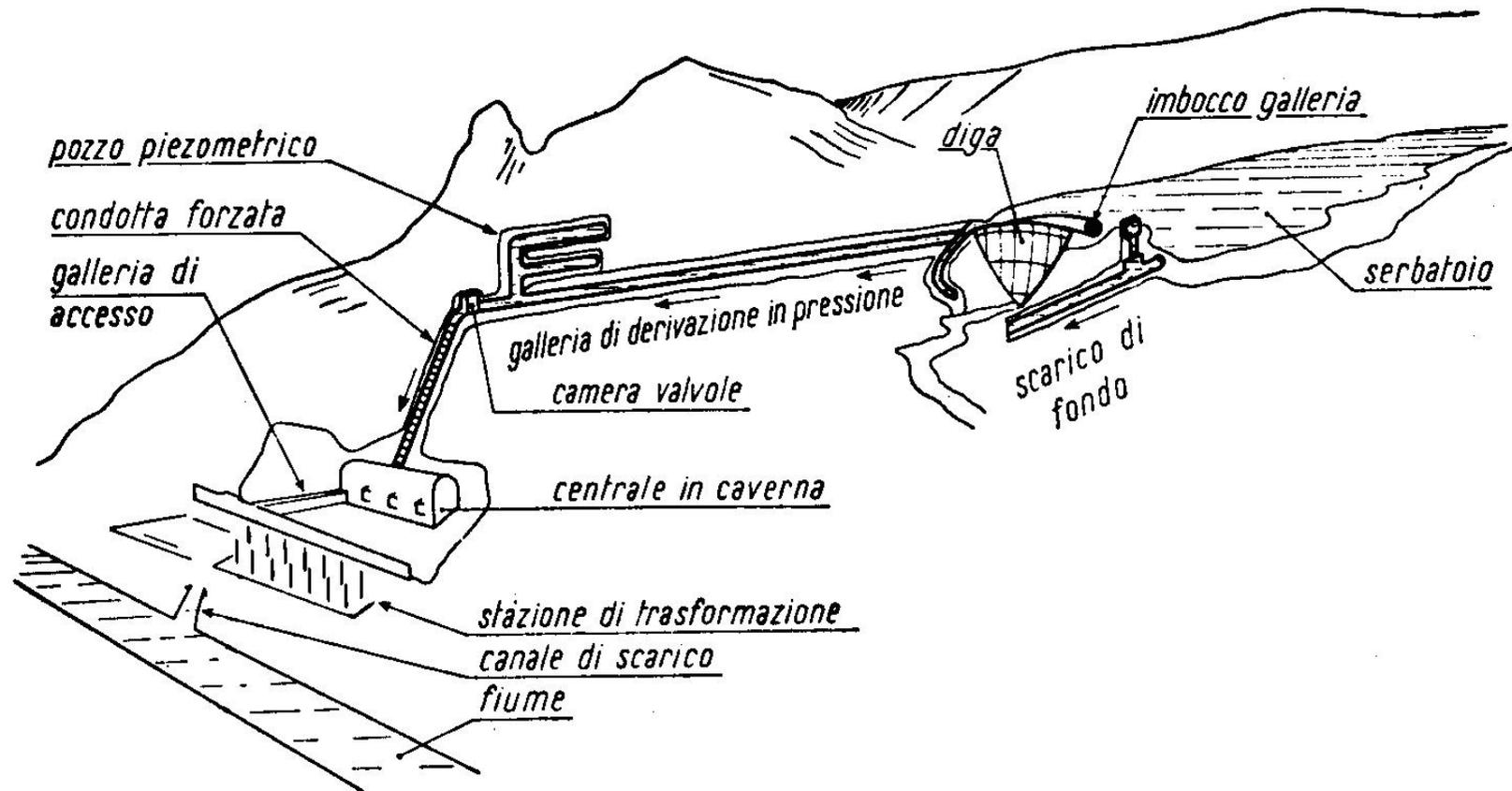
Condotta forzata (a pressione)



Paratie, sfioratore e sgrigliatore a pettine



COSTITUZIONE DI UN IMPIANTO AD ACQUA FLUENTE

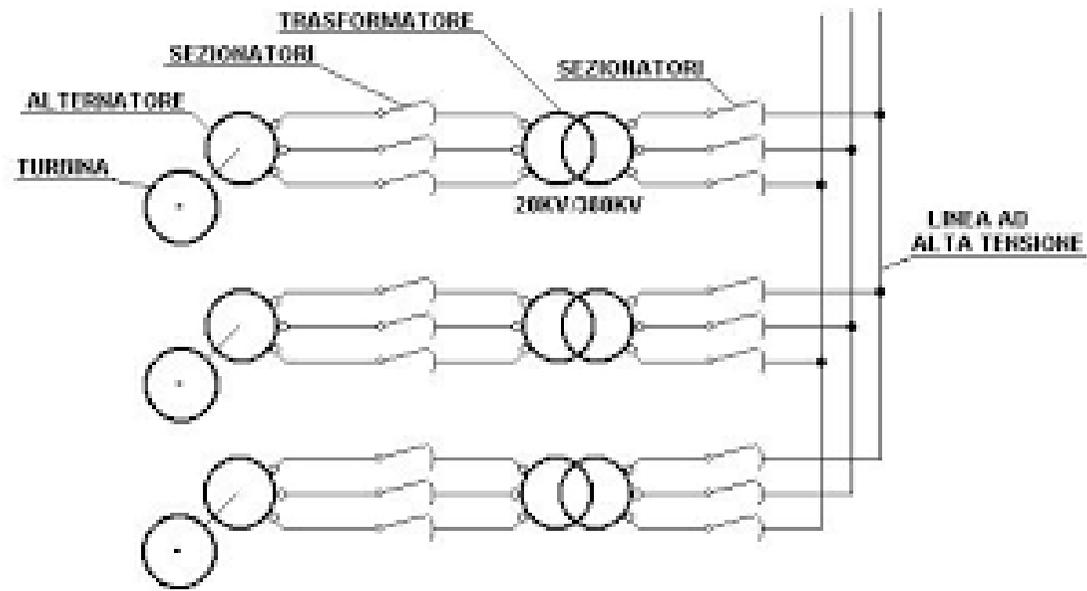


Schema prospettico delle opere di un impianto idroelettrico a serbatoio con centrale in caverna.

IMPIANTI ELETTRICI DI CENTRALE

- **INTERRUTTORI.** Per il sezionamento e la protezione automatica dei generatori.
- **GRUPPI DI MISURA.** Per il controllo delle grandezze generate: tensione, frequenza, corrente, fattore di potenza, potenze attiva e reattiva, tempo di funzionamento.
- **SISTEMI DI CONTROLLO** e regolazione automatico della tensione.
- **DISPOSITIVI DI MESSA IN PARALLELO DEI GENERATORI,** tra di loro ed alla linea.

- **Nel caso in cui la tensione generata non corrisponda a quella di linea** occorreranno uno o più trasformatori, in genere elevatori di tensione, con le relative apparecchiature di protezione (massima corrente, differenziale, massima temperatura, terra etc.) ed interruttori, o sezionatori, al primario ed al secondario.
- Anche le **linee in partenza** dovranno poi avere i loro dispositivi di protezione (Guasto a terra, massima corrente, massima e minima tensione, massima e minima frequenza).



ASPETTI AMBIENTALI

L'idroelettrico, pur rappresentando una fonte energetica perfettamente rinnovabile, presenta una serie di problemi che occorre considerare attentamente in fase di ideazione e progettazione degli impianti

- Questioni paesaggistiche
- Questioni geologiche
- Questioni biologiche
 - DMV Deflusso Minimo Vitale
- Questioni antropiche

REALIZZAZIONE DEI GRANDI SERBATOI ALPINI



Campanile di Graun, lago di Resia
1950 - Gruppo Montecatini



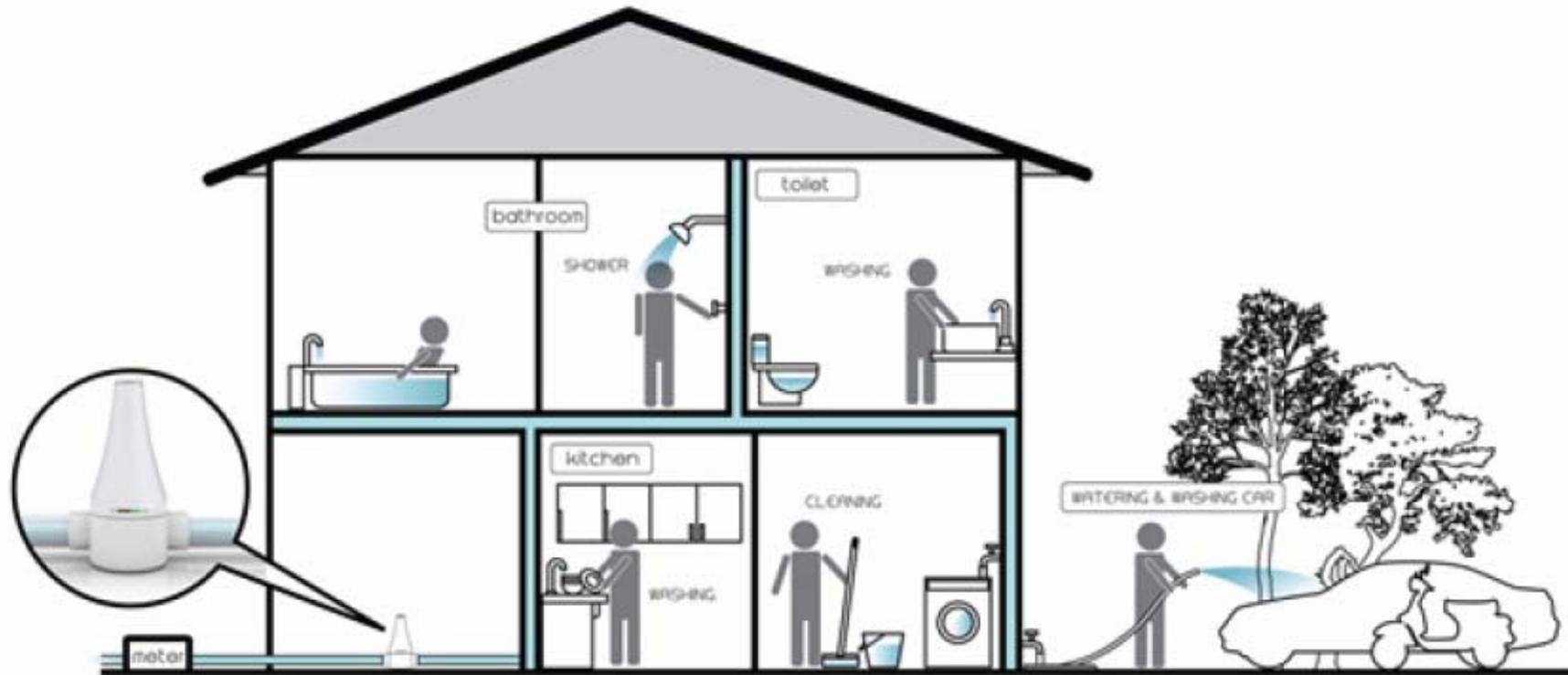
Bacino di Morasco, Pomattertal (Formazza)
Edison - 1940



Impianto di Agaro, valle Antigorio
Edison 1940

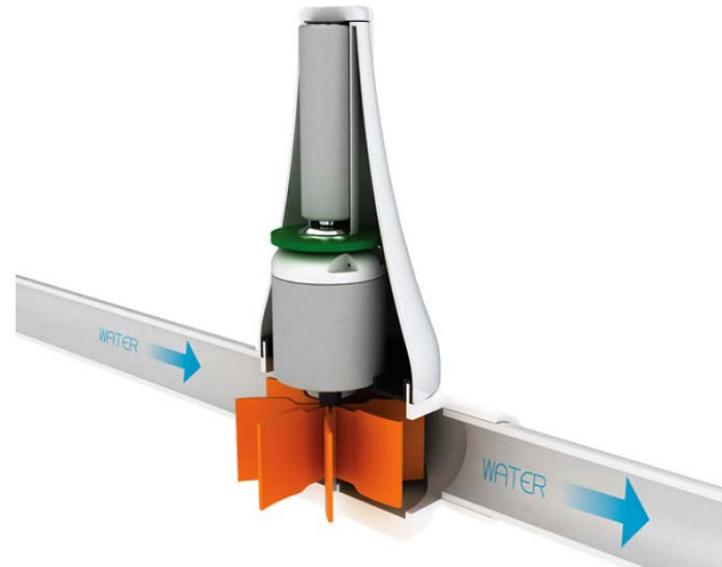


MINI IDROELETTRICO DOMESTICO





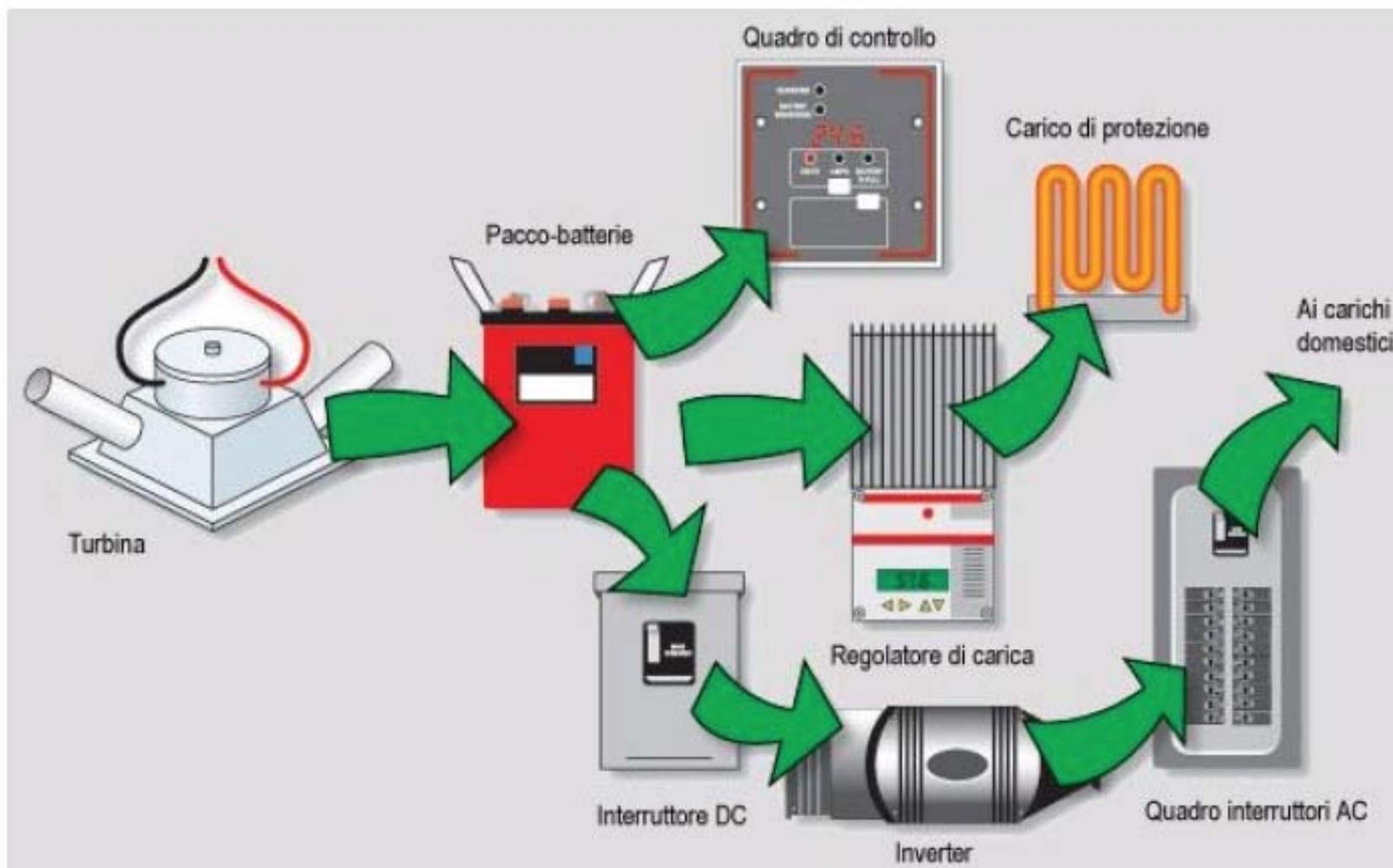
Una mini-impianto idroelettrico domestico con una micro-turbina commerciale realizzata allo scopo.



Uno schema della turbina in alto, collegata a un generatore in un mini-impianto idroelettrico.

È possibile produrre energia elettrica anche nella vostra casa semplicemente sfruttando il movimento dell'acqua nei tubi e trasformandolo con delle microturbine in elettricità, utilizzabile per l'illuminazione domestica. Ovviamente le turbine si attivano ogni volta che viene usata l'acqua aprendo un rubinetto, facendo la doccia, lavando i piatti, utilizzando una lavatrice, etc., per cui quest'energia va in gran parte accumulata in un'apposita batteria (nascondibile ad es. in una parete o nella zona del contatore d'acqua) per poter essere impiegata alla bisogna.

Questo metodo a bassissimo costo per la produzione di energia elettrica, senza alcuna necessità di risorse aggiuntive (si tratta, cioè, di un impianto *stand-alone*, ovvero perfettamente autonomo), si sposa quindi benissimo con un moderno impianto di illuminazione a led, che ha un consumo di elettricità molto basso e usa tipicamente tensioni di 12 V, ideali da produrre con il generatore accoppiato a una microturbina e da accumulare con una batteria.



Uno schema di mini-impianto idroelettrico domestico o condominiale.



Una turbina da 300 watt utilizzabile in un mini-impianto idroelettrico fai-da-te.

