FONTI DI ENERGIA

MASTER COPY
Tel. 388/9837745

ENERGIA IDRAULICA

La produzione di lavoro è ottenuta mediante la discesa di una massa liquida, quindi a spese della sua energia potenziale gravitazionale.

Potenza geodetica → $P_0 = M g h_0$, h_0 dislivello geodetico

Potenza effettiva → $P = g h \rho Q = \rho Q g \cdot \eta_0 h_0$

Dove η_0 è il rendimento delle opere di adduzione (0,95 ÷ 0,98) e tiene conto delle perdite di carico.

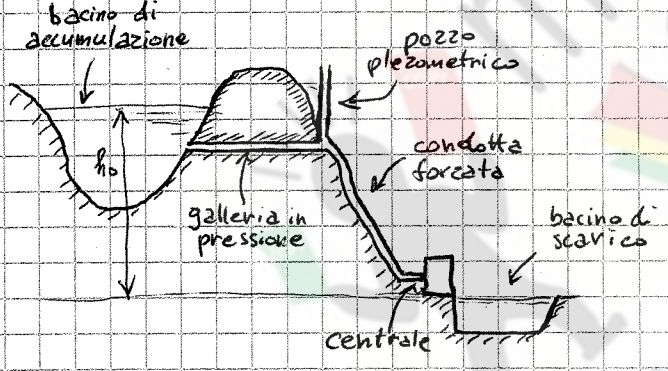
Ci sono poi η_i e η_m (idraulico e meccanico), che contemplano rispettivamente le perdite fluidodinamiche e meccaniche, raggruppate nel rendimento di turbina η_t

Il rendimento globale η tiene conto dei tre termini

Potenza → $P = \eta_0 \eta_i \eta_m \cdot \rho Q g h_0 = \eta \rho Q g h_0$

MASTER COPY
Tel. 388/9837745

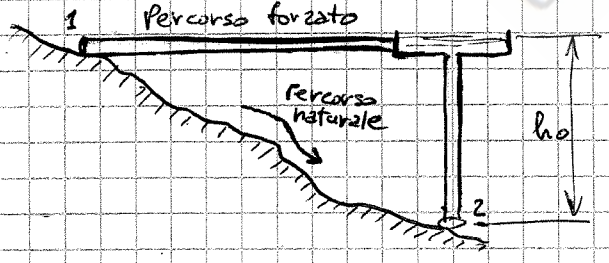
- **IMPIANTI IDRAULICI A BACINO**



Elevate capacità di accumulo e notevoli salti geodetici.

Impianti adatti a notevoli regolazioni della potenza (modificando la portata) senza penalizzare troppo il rendimento; sono infatti utilizzati per coprire i carichi di punta.

- **IMPIANTI IDRAULICI AD ACQUA FLUENTE**



Salto non elevato, flussi che non possono essere raccolti. Non adatti a regolazioni di potenza, quindi vanno a coprire i carichi di base.

Bilancio energetico

$$\frac{c_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} + g h_0 = \frac{c_2^2}{2} + \frac{p_2}{\rho} + \xi$$

ξ sono le perdite lungo il percorso naturale, $c_1 \approx c_2$, $p_1 = p_2 = p_{atm}$

$$\Rightarrow g h_0 = \xi$$

Cioè, senza opere di adduzione, tutto il salto geodetico andrebbe dissipato in perdite.

Il percorso forzato, meno inclinato, presenta resistenze ξ molto minori.

ENERGIA EOLICA

Palettatura assiale, superficie S, velocità del vento a monte C_1, la potenza dell'aria intercettata è

$$P_1 = S \cdot \rho_a C_1 \cdot \frac{C_1^2}{2} \propto C_1^3$$

Si hanno poi perdite per attrito e per velocità residua, perché l'aeromotore non riesce ad annullare completamente l'energia dell'aria, in quanto servono canali di passaggio.

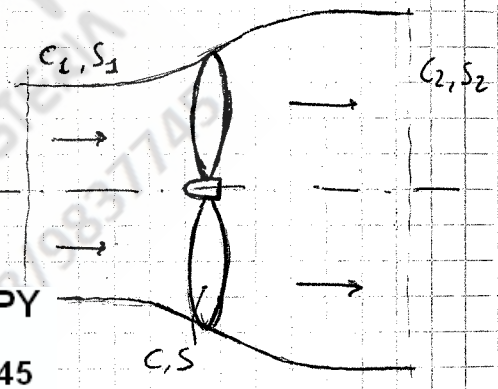
Esistono comunque dispositivi limitatori di potenza, perché le sollecitazioni aumentano all'aumentare della velocità.

Le palettature possono essere ad asse parallelo o perpendicolare alla direzione del vento.

Le macchine che vanno ad azionare motori elettrici sono veloci e presentano poche pale, mentre quelle accoppiate direttamente ad una macchina operatrice hanno forti coppie di spunto e sono più lente. Il sistema di limitazione prevede calettamento variabile per le giranti veloci e inclinazione dell'asse per quelle lente.

- **TEORIA DI BETZ**

Asse orizzontale, rotore ideale, senza mozzo, infinite pale, no resistenza aerodinamica



L'energia è prodotta a spese della velocità del fluido ($C_2 < C_1$)

Continuità della portata:

$$C_1 S_1 = C S = C_2 S_2$$

MASTER COPY
Tel. 388/9837745

La forza del vento sul rotore è $F = \rho S c (C_1 - C_2)$

Variazione di energia specifica $\Delta e = \frac{1}{2} \rho S c (C_1^2 - C_2^2)$

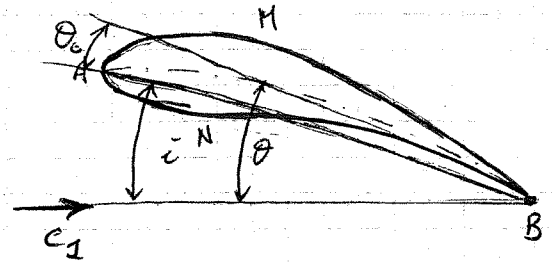
Potenza fornita dal vento $P = F \cdot c = \rho S c^2 (C_1 - C_2)$

→ Condizioni ideali $\Rightarrow P = \Delta e \Rightarrow c = \frac{C_1 + C_2}{2}$

Sostituendo in F e in P si ottiene la seguente condizione sulla P_{max} in funzione della velocità di uscita

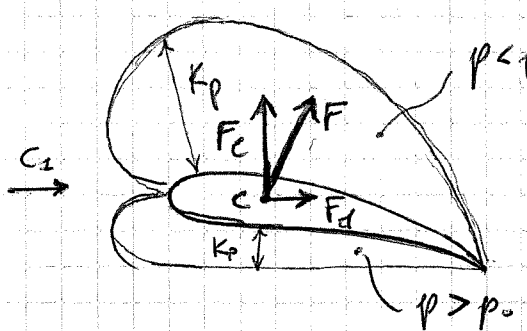
$$\frac{dP}{dC_2} = \frac{1}{4} \rho S (C_1^2 - 2C_1C_2 - 3C_2^2) = 0 \Rightarrow C_2 = \frac{C_1}{3}$$

- **FORZA AERODINAMICA SU UN'ALA**



A → bordo di attacco
B → bordo di uscita
Linea tratteggiata → CAMBER LINE
i → angolo di incidenza
ϑ_0 → portanza nulla
ϑ → portanza

la pressione non è uniforme: superiore sull'intradosso, inferiore sull'estradosso.



Metodo grafico:

$$K_p = \frac{p - p_0}{\frac{1}{2}\rho C_1^2}$$

La risultante delle forze è

$$F = \frac{1}{2}\rho C_r S C_1^2$$

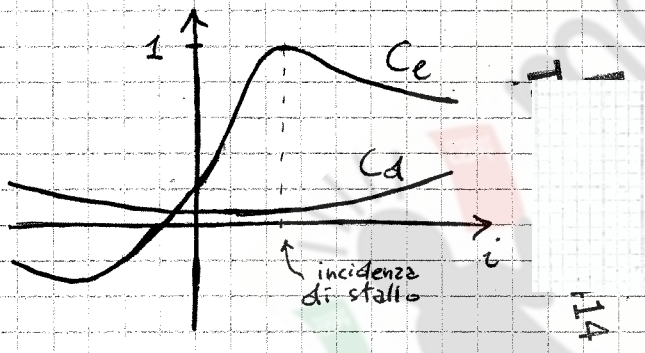
Che può essere scomposta in resistenza (d) e portanza (l)

$$F_d = \frac{1}{2}\rho C_d S C_1^2 \quad ; \quad F_l = \frac{1}{2}\rho S C_l C_1^2$$

C_r, C_d e C_l sono i coefficienti aerodinamici totale, di resistenza e di portanza. Se poi C_m è il coefficiente di momento al beccheggio:

$$M = \frac{1}{2}\rho C_m S L C_1^2$$

Per ogni i esiste un punto C (CENTRO DI PRESSIONE) intorno al quale il momento M è nullo.



C_l cresce fino ad un valore massimo in corrispondenza dell'incidenza di stallo i_m.

Oltre tale valore il C_l diminuisce.

Il minimo si ha invece per una incidenza negativa

ENERGIA GEOTERMICA

Per profondità maggiori a 10 m, la temperatura è indipendente da quella dell'aria, quindi costante nelle stagioni.

- SISTEMI IDROTERMICI A VAPORE DOMINANTE

Vapore surriscaldato a circa 200°C e 8 bar, facilmente sfruttabile per la espansione diretta in turbina, se non fosse per la massiccia presenza di incondensabili, che innalzano troppo la pressione di scarico.

Per questo si fanno in genere spillamenti dalla turbina in modo da espellere gli incondensabili dal condensatore.

C'è poi il rischio di corrosione delle palettature a causa degli acidi.

- SISTEMI IDROTERMICI AD ACQUA DOMINANTE

Acqua tra i 170 e 320°C. L'acqua può fluire esternamente sia in maniera spontanea che mediante un sistema di pompaggio.
La diminuzione di pressione provoca una parziale evaporazione, per cui si estrae una miscela di acqua e vapore, che deve essere separata

- SISTEMI GEOPRESSURIZZATI

Acqua o vapore a basse T (~160°C) e alte p (~1000 bar) ad elevate profondità

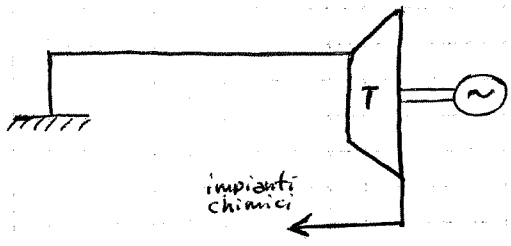
- SISTEMI PETROTERMICI

Non c'è fluido caldo, ma rocce. Si inietta nel terreno un fluido termovettore che assorbe calore dalle rocce e lo restituisce una volta tornato in superficie.

MASTER COPY

Tel. 388/9837745

- REALIZZAZIONI GEOTERMICHE DI LARDERELLO

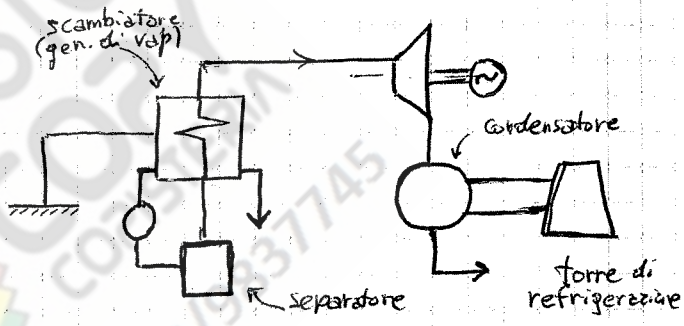


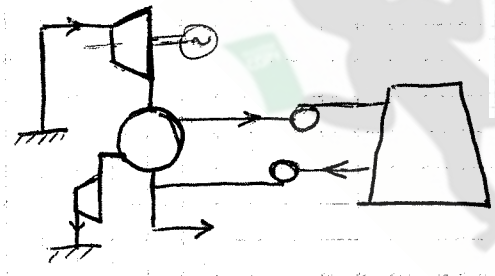
Primo schema: gruppi per 3÷4 MW, utilizzo diretto, pressione di 5 bar, 185°C, consumo 20 kg/kWh

Semplicità di installazione e di manutenzione.

Secondo schema: surriscaldamento del vapore uscente dal sottosuolo con separatore.

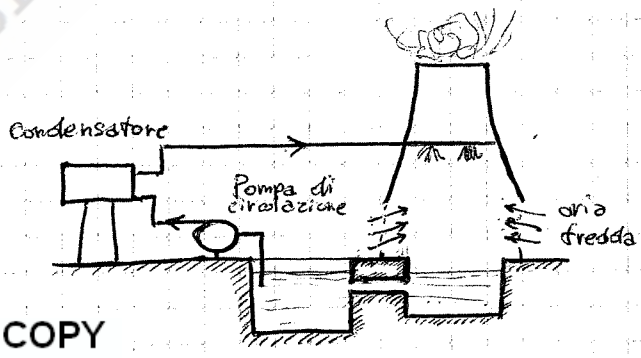
Il consumo scende a 14 kg/kWh e frutto di complicazioni nell'impianto





Terzo schema: il fluido espande direttamente in turbina, ma poi è scaricato in un condensatore, il consumo si abbassa a 10 kg/kWh

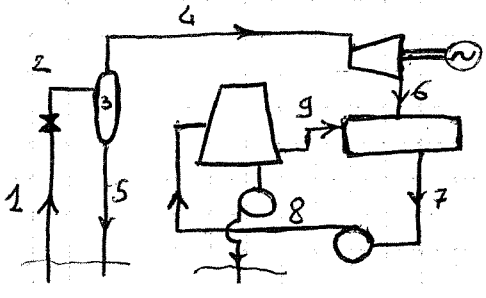
La presenza della TORRE DI REFRIGERAZIONE è dovuta all'assenza di acqua nella zona

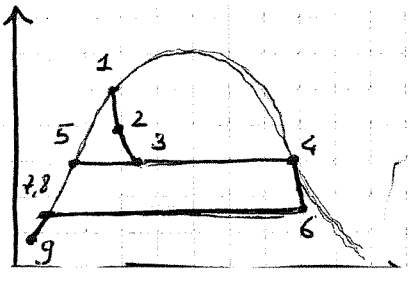


MASTER COPY

Tel. 388/9837745

- SCHEMI AD ACQUA DOMINANTE



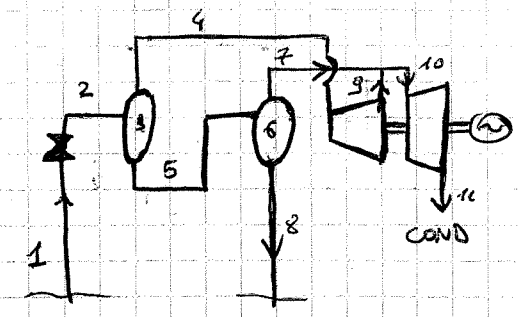


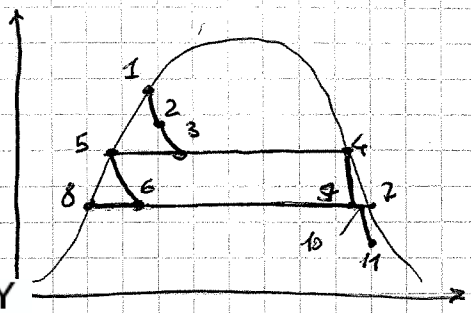
Sistema flash. Il separatore effettua anche una laminazione.

E' necessario una elevata portata

in impresso per ottenere lavori accettabili; è possibile che si abbiano corrosioni e incrostazioni

Doppio flash; secondo lavorazione quando T e p sono elevate





MASTER COPY

Tel. 388/9837745

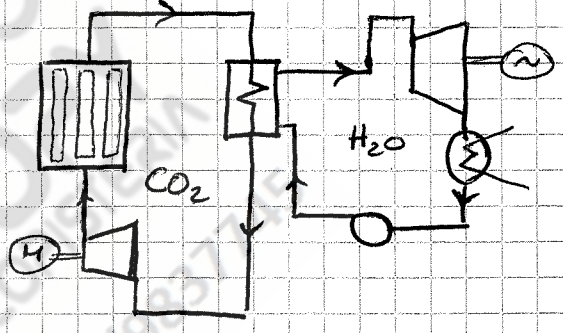
ENERGIA NUCLEARE

Calore sviluppato dal reattore nucleare anziché da una camera di combustione. Il fluido refrigerante trasferisce calore al ciclo

- REFRIGERAZIONE A GAS

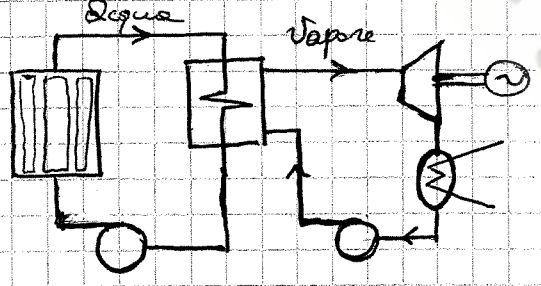
Refrig. eccellenti: limitato assorbimento neutronico; tuttavia è richiesta grande potenza per le macchine operatrici.

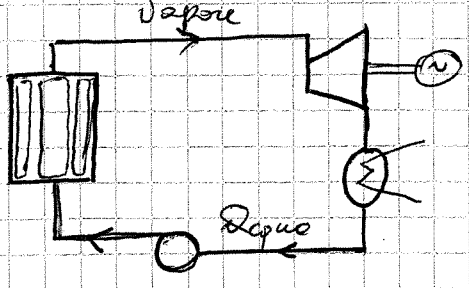
SI CO_2 (forte inerzia chimica) e He (caratteristiche termiche favorevoli ma costo tanto).
NO aria (ossidazioni), H (forma miscele esplosive con l'aria)



In un impianto a CO_2, questa cede calore all'acqua che alimenta il circuito a vapore, in teoria è possibile utilizzare il refrigerante direttamente come fluido motore, ma di fatto consentirebbe bassi rendimenti.

- REFRIGERAZIONE AD ACQUA





Acqua → elevato scambio termico, poco potenza richiesta per la circolazione

Nel PWR (acqua in pressione) si hanno forti pressioni per evitare il cambiamento di fase

Nel BWR (acqua bollente) non c'è lo scambiatore intermedio e si sfruttano i coefficienti di scambio termico connessi al passaggio di stato.
Questo lavora a pressioni inferiori ma è necessario un circuito di raffreddamento di maggiori dimensioni

La radioattività nel vapore del BWR è inferiore a quella dell'acqua del PWR