

**IMPIANTI PER LA COGENERAZIONE**

COGENERAZIONE CON:	<i>Motore a combustione interna</i>	<i>Turbina a gas</i>	<i>Turbina a vapore</i>	<i>Ciclo combinato</i>
<b>Totale efficienza (%)</b>	70-80	70-75	80	70-90
<b>Costo installazione (€/kW)</b>	700-1400	600-800	700-900	600-800
<b>Temperatura usabile (°C)</b>	300-600	450-800	250-650	300-600
<b>Combustibile</b>	gas, olio, diesel	gas	tutti	gas, liquidi

*Tabella. Principali caratteristiche degli impianti con tecnologie di cogenerazione di tipo tradizionale.*

**Massa e costo del metano**

Unità di misura: Smc (standard 101325 Pa 15°C) - Nmc (normal 101325 Pa 0°)

Per il metano : 1 Nmc = 1.056 Smc

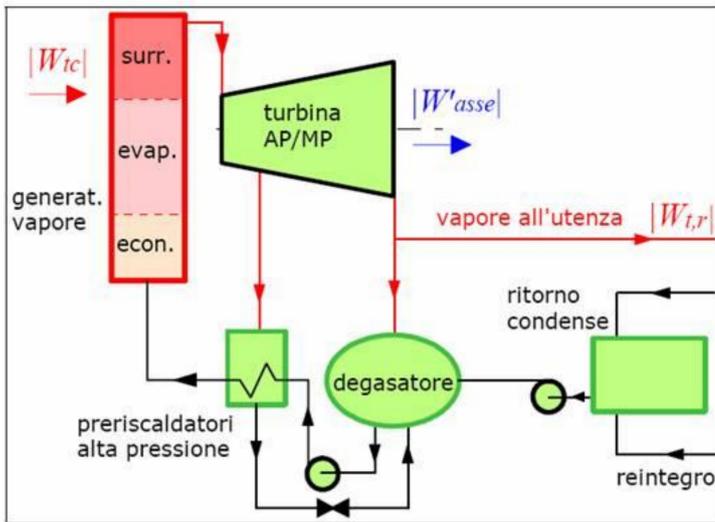
Costo 2018 : 0,26-27 € al sm3

Il metano ha massa volumica, in condizioni di temperatura e pressioni normali, di 0,7174 kg/m3.

Alle condizioni standard la densità del metano vale  $\rho = 0,7174 / 1,0561 = 0,68 \text{ Kg/m}^3$

Potere calorifico medio: Pci = 50 MJ / Kg

IMPIANTO DI COGENERAZIONE TURBINA A VAPORE



Una azienda che produce cibo precotto necessita di una portata di vapore pari a 10 Kg / s alla pressione di 1.5 bar e alla temperatura di 80°C.

Valutare l'installazione in azienda di un impianto di cogenerazione con turbina a vapore ( $\eta=0,92$ ) ad un surriscaldamento ( $T_{max}$  350°C e  $p_{max}= 30$  bar) per la produzione di energia elettrica e di vapore. Il fabbisogno elettrico dell'azienda è pari 10 Mwatt.

Verificare in quanto tempo l'energia elettrica prodotta dalla turbina (funzionamento 24x7 per tutto l'anno) permette un rientro economico dell'impianto. Il costo dell'energia elettrica è di 0,2 € al Kwh.

Il vapore scaricato dalla turbina a circa 100°C viene utilizzato come fluido caldo in uno scambiatore di calore a piastre (trovare modello con guarnizioni adatte) per produrre il vapore che all'uscita delle linea di distribuzione deve avere una temperatura di 80°C.

Il condotto che porta il vapore alle macchine ha una lunghezza complessiva di 150 m e presenta 2 curve a 90° e 4 valvole a sfera di sicurezza.

All'uscita della tubatura deve essere garantita una temperatura di 120°C e una pressione di 1,5 bar.

*Dimensionare di conseguenza una pompa idraulica lato utenza.*

*Dimensionare diametro (contenere la velocità sotto 1 m/s) e spessore dell'isolante della tubatura.*

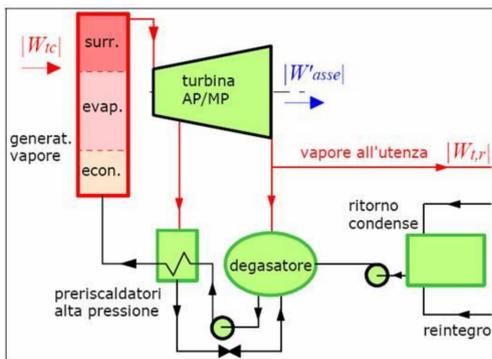
La tubatura è realizzata in acciaio inox con rugosità media di 200 micron.

Come isolante si utilizzi il poliuretano ( $\lambda = 0,026$ ).

*Disegnare l'impianti completo di tutti i suoi componenti.*

### Domande a cui rispondere

1. Disegnare ciclo a vapore su diagramma e ricavare i dati ( $p$ ,  $T$ ,  $h$ ,  $x$ ) dei punti caratteristici. Verificare i dati ottenuti tramite le tabelle del vapore
2. Trovare il punto 4 (uscita turbina ipotizzando un rendimento turbina pari a 0,92).
3. Calcolare il rendimento del ciclo a vapore
4. Calcolare il rendimento dell'impianto di cogenerazione ( $\eta$  elettrico +  $\eta$  termico)
5. Calcolare il consumo di combustibile ipotizzando un rendimento caldaia pari al 0,92.
6. Calcolare il costo giornaliero di combustibile e il guadagno dell'energia prodotta.
7. Calcolare il tempo di rientro dell'impianto ipotizzando un costo pari 500 € al Kw
8. Dimensionare scambiatore di calore a piastre necessario a fornire l'acqua calda di processo.
9. Dimensionare il condensatore a fascio tubiero del ciclo a vapore e valutare la portata di acqua calda che si potrebbe produrre per riscaldare l'azienda.
10. Dimensionare la tubatura per portare l'acqua calda di processo e calcolare lo spessore di isolante necessario a garantire l'utenza.
11. Calcolare le perdite di carico e dimensionare la pompa necessaria al funzionamento dell'impianto (tubo in acciaio con rugosità 250 micron).
12. Disegnare lo schema dell'impianto utilizzando la simbologia tecnica del settore impiantistico.



*esempio non completo*