

POLITECNICO DI TORINO

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE I SESSIONE - ANNO 1996

RAMO MECCANICO

TEMA N. 2

E' dato un impianto cogenerativo a ciclo combinato Joule-Rankine realizzato mediante due gruppi turbogas uguali ai quali è posta in cascata una turbina a vapore (si veda schema allegato).

Determinare:

- I capisaldi del ciclo Joule e del ciclo Rankine.
- Calcolare rendimenti termodinamici dei cicli e potenze termiche e meccaniche nominali scambiate.
- Determinare per il ciclo a gas i rendimenti: elettrico, isoentropico della turbina ed isoentropico del compressore.
- I rendimenti del generatore di vapore a recupero con il metodo diretto.
- La potenza elettrica prodotta dalla turbina a vapore, i rendimenti organico ed isoentropico ed il grado di recupero.
- Il rendimento di primo principio netto e lordo dell' impianto (tenendo conto degli ausiliari).
- Valutare il risparmio di energia primaria che si ha cogenerando rispetto ad una produzione separata delle stesse energie termiche ed elettriche.
- Effettuare un dimensionamento di massima dell'aerocondensatore.

DATI DI FUNZIONAMENTO:

ore/anno di funzionamento: 5300

Caratteristiche del gas naturale:

Massa volumica: 0.797 kg/Nm³
Potere calorifico: 47164 kJ/kg

Gruppi turbogas e generatori di vapore accoppiati:

TURBOGAS: funzionamento a secco

Potenza elettrica ai morsetti dell'alternatore: 13000 kW

Rendimento alternatore: 97.2 %

Temperatura aria comburente: 15° C

Pressione aria comburente: 1 bar

Rapporto di compressione (p_{fin}/p_{in}): 19.8

Temperatura aria comburente in uscita dal compressore: 474° C

Rendimento del combustore: 98 %

Pressione fumi in uscita dalla turbina: 1 bar

GENERATORE DI VAPORE:

Temperatura fumi in uscita: 182° C

Portata vapore:	17.5 t/h ¹
Temperatura acqua in ingresso all'economizz.:	80° C
Temperatura vapore surriscaldato:	400° C
Pressione vapore:	41 bar

Turbina a vapore:

Pressione vapore in ammissione:	41 bar ²
Temperatura vapore in ammissione:	400° C
Pressione vapore allo scarico:	0.2 bar
Titolo del vapore allo scarico:	0.96
Rendimento dell'alternatore:	96.7 %
Rendimento meccanico:	90.0 %
Portata di vapore spillata:	8 t/h
Pressione vapore spillato:	12 bar

Aerocondensatore:

Costituito da batterie alettate	
Ventilatori lato aria per incrementare lo scambio termico	
Temperatura nominale dell'aria:	25° C

Ausiliari e rete teleriscaldamento:

Condense di ritorno sulla rete:	
Pressione:	1 bar
Temperatura:	80° C
Portata di vapore ad alta pressione per gli ausiliari a vapore	4 t/h
Potenza elettrica assorbita dagli ausiliari:	2 MW

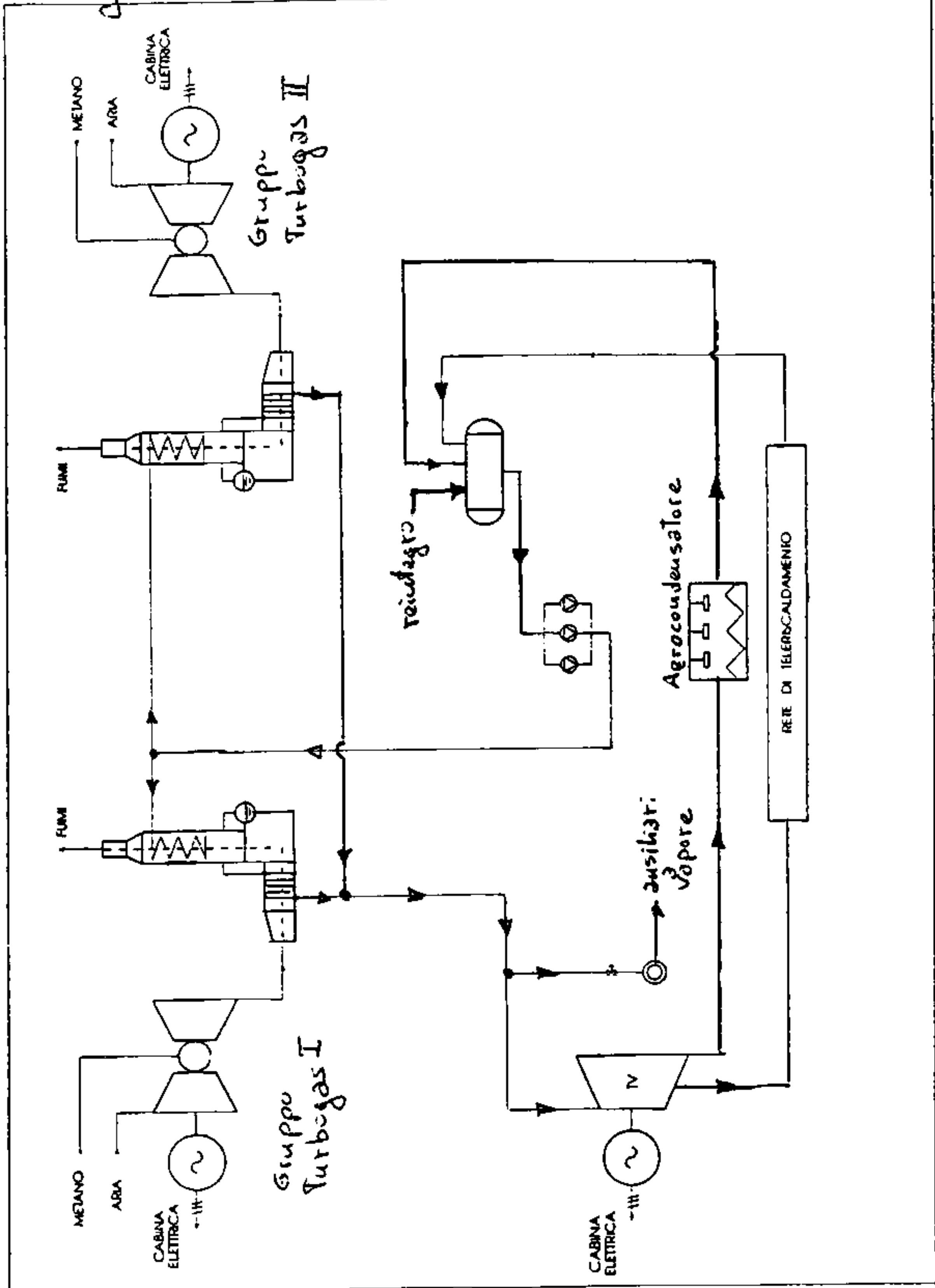
ALLEGATI:

- 1) Schema generale funzionale dell'impianto
- 2) e 3) Diagramma caratteristico turbina a gas

¹ per ciascun gruppo

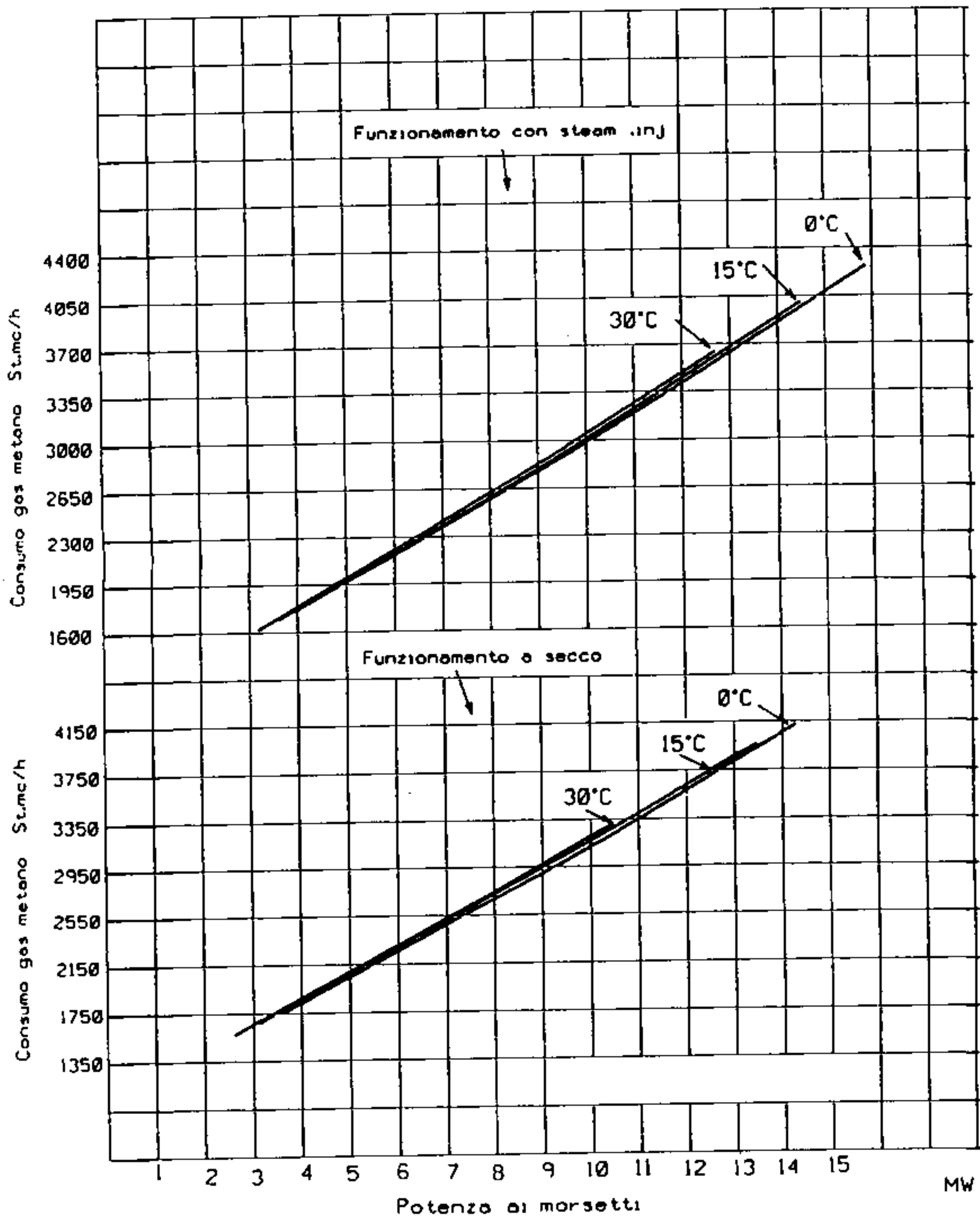
²si considerano trascurabili le perdite di carico

Allegato 1



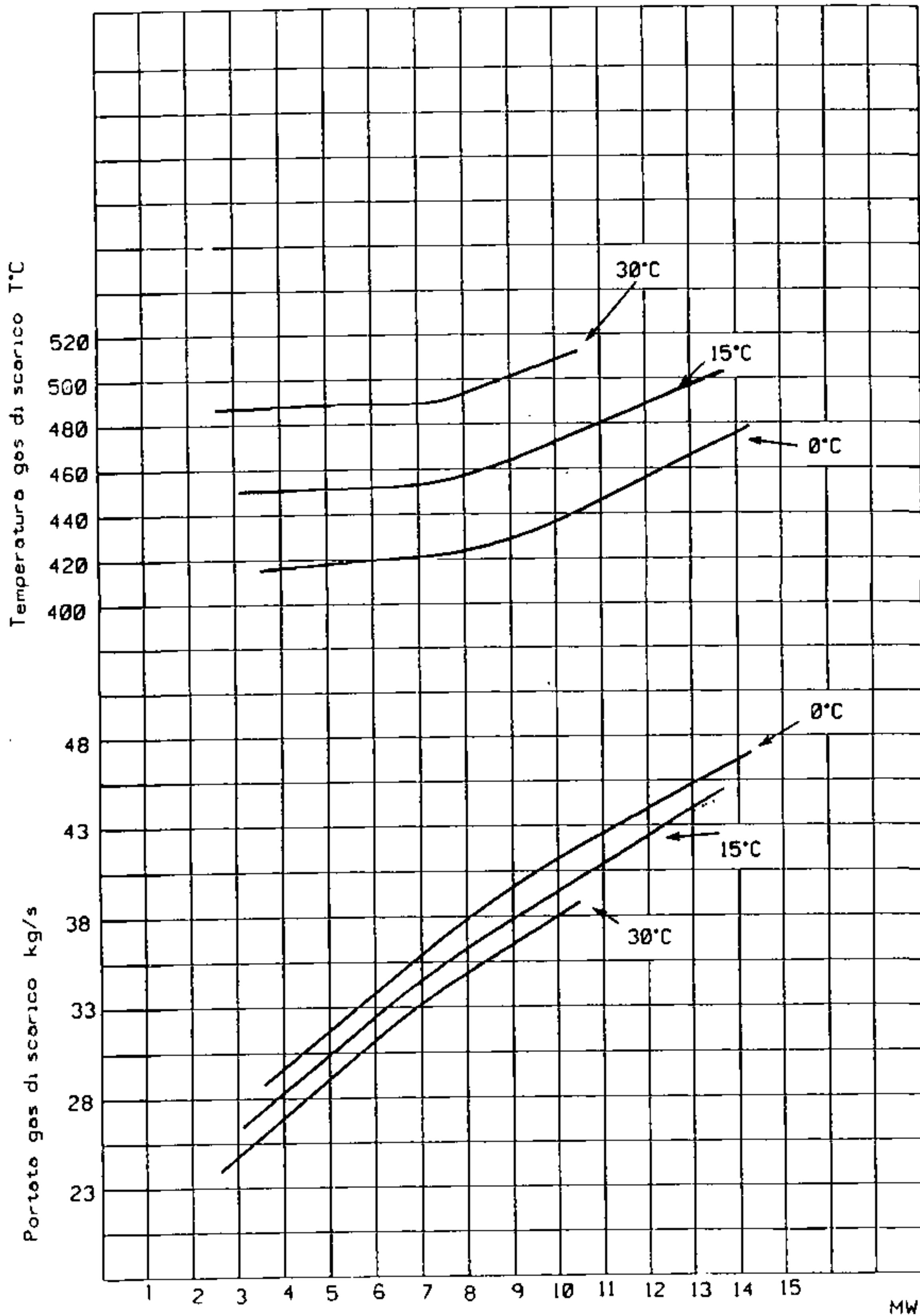
Schema di principio della centrale cogenerativa

Allegato 2



Consumo gas metano in funzione della potenza erogata ai morsetti.

Allegato 3



Funzionamento a secco