

Tema n. 2

Un impianto industriale a cogenerazione per la produzione combinata di energia elettrica e termica utilizza un motore alternativo ad accensione per compressione alimentato ad olio vegetale grezzo (ovvero non sottoposto a trattamenti chimici di esterificazione o di altro tipo).

L'impianto è alimentato con varie tipologie di oli vegetali reperiti sul mercato, quali: olio di girasole grezzo, olio di palma grezzo, olio di colza grezzo.

La produzione elettrica dell'impianto è ceduta allo stabilimento (a sua volta connesso alla rete nazionale) per l'alimentazione degli utilizzatori elettrici (apparecchiature, macchinari, illuminazione, impiantistica generale), mentre la produzione termica ad alta temperatura (recupero dai gas di scarico) e bassa temperatura (recupero dall'acqua di raffreddamento, dall'olio lubrificante e dall'intercooler) è resa disponibile per gli usi di riscaldamento dei fabbricati produttivi nel periodo invernale e per la produzione di calore necessaria per i processi industriali durante l'intero corso dell'anno. La produzione termica eccedente i fabbisogni dell'utenza è dissipata. Inoltre, qualora necessario, la produzione termica è integrata dagli impianti di proprietà dello stabilimento industriale (centrale termica utilizzante caldaie alimentate a gas naturale).

La potenza elettrica richiesta è di 700 kW.

Il rendimento elettrico atteso del gruppo di cogenerazione è pari a 0,38.

Le caratteristiche medie degli oli vegetali impiegati sono le seguenti:

Potere calorifico inferiore: 37,1 MJ/kg

Composizione (% in massa): Carbonio 75,1%, Idrogeno 11,8%, Ossigeno 13,1%

Sapendo che il motore termico dovrà essere accoppiato direttamente (ovvero senza interposizione di riduttori) ad un alternatore operante a 1500 rpm, il candidato, effettuando ove necessario le dovute assunzioni, provveda a:

- 1) individuare le principali caratteristiche operative del motore ovvero pressione media effettiva, rapporto aria/combustibile, grado di sovralimentazione;
- 2) determinare le principali caratteristiche geometriche del motore (cilindrata complessiva, corsa, alesaggio, numero e disposizione dei cilindri) e del gruppo di sovralimentazione (numero e tipologia compressori, dimensioni di massima);
- 3) valutare la potenza termica recuperabile sia ad alta temperatura (recupero dai gas di scarico, temperatura in uscita alla turbina pari a 450 °C) sia a bassa temperatura (recupero dall'acqua di raffreddamento, dall'olio lubrificante e dall'intercooler);
- 4) calcolare i parametri ritenuti più idonei per la valutazione del rendimento del gruppo cogenerativo, ed i benefici rispetto all'acquisto dell'energia elettrica dalla rete nazionale (rendimento elettrico medio $\eta = 0.46$) ed alla produzione dell'energia termica tramite caldaie alimentate a gas naturale presso lo stabilimento.
- 5) valutare l'eventuale necessità di ricorrere a sistemi di post-trattamento per le emissioni di ossidi di azoto, assumendo un limite autorizzativo pari a 250 mg/Nm³ riferito ad una concentrazione del 5% di ossigeno allo scarico e sapendo che la concentrazione rilevata allo scarico, secondo i dati forniti dal costruttore, è di 900 ppm (con una concentrazione di ossigeno del 10%). In caso affermativo, individuare la tecnologia più idonea e le corrispondenti specifiche di massima (efficienza di abbattimento, dimensioni di massima).