

D.13 Relazione tecnica su analisi opzioni alternative in termini di emissioni e consumi

L'opzione alternativa nell'approccio di generazione orizzontale è costituita da una turbina a gas dotata di sistema catalitico selettivo di riduzione degli NO_x (SCR).

E' innanzitutto da notare che tale sistema, benché sia considerato MTD, è tuttavia un sistema secondario in quanto non previene la formazione di inquinanti ma provvede al loro abbattimento una volta formati.

Considerato che le prestazioni del sistema SCR e del sistema DLN (adottato nella soluzione proposta) sono del tutto comparabili in termini di concentrazioni di NO_x e CO nei fumi, in linea di principio risulta preferibile il sistema DLN in quanto previene la formazione di NO_x.

Il sistema SCR comporta un incremento nei consumi idrici, l'utilizzo di additivi chimici (ammoniaca) e la produzione di acque reflue inquinate.

Il sistema SCR, in quanto sistema aggiuntivo, aumenta l'autoconsumo energetico e comporta un incremento nei costi di realizzazione, esercizio e manutenzione.

Il sistema SCR necessita inoltre di un'attenta conduzione e controllo al fine di evitare la presenza di ammoniaca nei fumi che lasciano il reattore (NH₃ slip) con conseguente deposizione di solfati di ammonio nei condotti a valle del reattore ed immissione di ammoniaca in atmosfera (effetti non considerati nella valutazione delle emissioni nella sezione D.4.3, in quanto si è supposto un corretto funzionamento del sistema SCR).

Nell'approccio verticale di generazione delle opzioni alternative, le stesse si differenziano per:

- le modalità di produzione di energia a partire dalla combustione del gas naturale;
- il sistema di raffreddamento dei fluidi processo.

Per quanto riguarda le modalità di produzione di energia, l'efficienza del sistema, e nel caso specifico il rendimento elettrico, è un indicatore dei consumi di materia prima (carburante) e delle emissioni in atmosfera (gas esausti di combustione).

A parità di produzione elettrica un maggiore rendimento significa infatti minore consumo di gas naturale e quindi minori quantità di effluenti gassosi e di carichi inquinanti ad essi associati immessi in atmosfera, oltre che minori dimensionamenti complessivi, con tutte le positive implicazioni che riguardano anche i sistemi di raffreddamento, i consumi idrici, le emissioni sonore, i costi di esercizio e di manutenzione, ecc.

Le emissioni direttamente dipendenti dalle modalità e dalle tipologia di macchine utilizzate per produrre energia giocano invece un ruolo secondario in quanto le emissioni, a seguito dell'adozione delle appropriate MTD, risultano piuttosto livellate.

I rendimenti elettrici dell'opzione proposta e delle opzioni alternative, associati all'utilizzo delle MTD sono riportati nella seguente tabella

Rendimenti elettrici per impianti nuovi utilizzando le MTD

Tipologia impianto	Rendimento elettrico %	Note
Turbogas a ciclo combinato	54 - 58	Opzione proposta
Turbina a gas	36 - 40	
Motore a gas a ciclo combinato	41 - 47	
Motore a gas	38 - 44	
Caldaia a gas-ciclo Rankine	40 - 42	

Fonte: BRef LCP

Nella precedente tabella, come nel seguito, il motore a gas a ciclo combinato è inteso nella configurazione cogenerativa senza turbina a vapore.

I livelli di emissione di NOx e di CO associati all'opzione proposta ed a quelle alternative derivanti dall'adozione delle MTD sono riportate nella seguente tabella.

Livelli di emissione per impianti nuovi utilizzando le MTD

Tipologia impianto	Livello di emissione (mg/Nm3)		O2 %	MTD
	NOx	CO		
Turbogas a ciclo combinato	20-50	5 - 100	15	Dry low NOx (DLN) o SCR
Turbina a gas	20-50	5 - 100	15	Dry low NOx (DLN) o SCR
Motore a gas a ciclo combinato	20-75	30 - 100	15	"Lean-burn"
Motore a gas	20-75	30 - 100	15	"Lean-burn"
Caldaia a gas	50 - 100	30 - 100	3	Low NOx

Fonte: BRef LCP

L'opzione proposta ha un rendimento elettrico decisamente più elevato rispetto alle opzioni alternative. I livelli di emissione di NOx e di CO dell'opzione proposta (turbogas a ciclo combinato), unitamente alla sola turbina a gas, sono i più bassi tra tutte le opzioni.

Sulla base dei rendimenti sopra riportati si possono calcolare, per le opzioni alternative gli incrementi nei consumi di gas naturale, rispetto all'opzione proposta, a parità di produzione elettrica. Combinando tale dato con i livelli di emissione propri di ogni tipologia di impianto si possono calcolare (con alcune ipotesi semplificative al riguardo delle portate dei fumi) gli incrementi del carico inquinante immesso in atmosfera rispetto alla soluzione proposta.

Incrementi, per unità di energia prodotta, nei consumi di gas naturale e nei carichi inquinanti immessi in atmosfera rispetto alla soluzione proposta (turbogas a ciclo combinato)

Tipologia impianto	Consumi gas naturale %	Carico inquinante in atmosfera %	
		NOx	CO
Turbina a gas	+45 +50	+47	+47
Motore a gas a ciclo combinato	+29 +42	+35 +102	+35 +710
Motore a gas	+29 +42	+35 +102	+35 +710
Caldaia a gas	+35 +38	+69 +97	+15 +288

Per tutte le opzioni impiantistiche alternative i consumi di gas naturale e i carichi inquinanti immessi in atmosfera risultano sempre notevolmente superiori a quelli della soluzione proposta.

Le opzioni relative ai sistemi di condensazione e di raffreddamento riguardano sistemi di raffreddamento ad aria in quanto i sistemi di raffreddamento ad acqua o ibridi non sono da considerarsi MTD per il sito di localizzazione dell'impianto a motivo della scarsa disponibilità di risorse idriche a livello locale.

I sistemi di raffreddamento applicabili in quanto tecnicamente ed economicamente realizzabili sono:

- il condensatore ad aria (a circolazione forzata);
- la torre di raffreddamento a circuito chiuso e a tiraggio naturale

Il rendimento di tali sistemi al trasferimento di calore all'atmosfera è inferiore a quello ottenibile con sistemi di condensazione ad acqua. Per tale ragione, per tutte le opzioni, i rendimenti elettrici effettivamente ottenibili sono attesi collocarsi nella parte inferiore del *range* riportato nella tabella relativa ai rendimenti. Per la stessa ragione gli incrementi nei consumi di gas naturale attesi per le opzioni alternative si collocano nella parte superiore del *range* riportato nella tabella relativa agli incrementi dei consumi.

Mentre il condensatore ad aria non immette umidità nell'atmosfera, l'umidità rilasciata dalla torre di raffreddamento può dar luogo, in particolari situazioni meteorologiche, ad effetti sensibili. Entrambi i sistemi trasferiscono calore all'atmosfera.

I due sistemi si differenziano in quanto nel condensatore ad aria la condensazione avviene con trasferimento diretto del calore del fluido di processo all'atmosfera.

Nella torre di raffreddamento a circuito chiuso il trasferimento del calore all'atmosfera avviene tramite uno stadio intermedio costituito da un circuito chiuso in cui l'acqua circolante nello stesso assorbe calore dal fluido di processo per cederlo all'atmosfera in un sistema a circolazione d'aria naturale dentro una torre di raffreddamento.

L'assenza di ventilatori nel sistema di raffreddamento a circuito chiuso implica una diminuzione delle emissioni sonore in quanto le emissioni dei ventilatori non sono compensate dalle emissioni delle pompe di ricircolo del circuito chiuso di raffreddamento.

Per un condensatore ad aria il livello sonoro a 100 m può raggiungere 80 dB(A) rispetto ai 70 dB(A) di una torre di raffreddamento a circuito chiuso.

Data la natura logaritmica dell'indicatore dei livelli sonori la differenza riscontrata non risulta eccessiva.

La torre di raffreddamento a circuito chiuso, a differenza del condensatore della soluzione impiantistica proposta, implica consumi idrici per il reintegro dell'acqua del circuito chiuso e un aumento dei reflui, considerata anche la tendenza alla formazione di *fouling* negli elementi refrigeranti che richiede efficienti e continui interventi di pulizia.

In aggiunta il sistema di raffreddamento a circuito chiuso comporta la realizzazione di una torre di notevoli dimensioni, nonché alti costi di realizzazione ed esercizio.

Infine è da notare che la semplificazione di certe soluzioni impiantistiche delle opzioni alternative comporta una riduzione nell'autoconsumo che si è ritenuto vada a compensare le più alte richieste energetiche dovute alla maggiore taglia degli impianti rispetto alla soluzione proposta. Per tale ragione a queste tipologie di impianto non si è attribuita nessuna variazione al riguardo dei consumi energetici, mentre per i restanti impianti è stato attribuito un peggioramento rispetto alla soluzione proposta.

Per quanto riguarda invece il rumore, anche a fronte di una semplificazione impiantistica, si è sempre di fronte ad un elevato numero di sorgenti di rumore per cui, in considerazione nella natura logaritmica degli indicatori dei livelli di rumore, è da ritenere che i livelli sonori complessivi non registrino apprezzabili miglioramenti.

Analogamente la maggiore taglia degli impianti delle soluzioni alternative dalla 2 in poi, non è stata ritenuta tale da provocare apprezzabili aumenti nei livelli sonori rispetto alla soluzione proposta.