

La tecnologia Dry Low NO_x a Cassano d'Adda

La Centrale Termoelettrica di Cassano d'Adda produce energia elettrica e calore (utile al teleriscaldamento del Comune di Cassano d'Adda) sfruttando la tecnologia di due cicli combinati, con una potenza complessiva pari a **995 MW_e** circa.

Ciclo Combinato 1, potenza 230 MW_e (composto dal **Turbogas 4** e dalla **Turbina a Vapore 1**)

Ciclo Combinato 2, potenza 765 MW_e (composto dai **Turbogas 5 e 6** e dalla **Turbina a Vapore 2**)

Ciò che contraddistingue e che definisce il Ciclo Combinato è la possibilità di sfruttare il gas di scarico dalla Turbina a gas presente nei Turbogas per riscaldare dell'acqua demineralizzata presente in un Generatore di Vapore a Recupero, dal quale di conseguenza viene prodotto vapore, che dopo opportune espansioni, va ad agire su una Turbina a Vapore. Le fasi successive sono comuni a quelle descritte in precedenza: l'energia meccanica della Turbina a Vapore viene convertita in energia elettrica in un alternatore e quest'ultima viene in seguito innalzata alla tensione di trasmissione da un Trasformatore elevatore.

Riassumendo, entrambi i Cicli sono costituiti dagli stessi elementi e seguono uno speculare schema di processo, ovvero:

1. **Turbogas:** in questa sezione di impianto si ha la combustione del gas naturale in arrivo dalla cabina di riduzione e la successiva espansione dei fumi nella **Turbina a Gas**
2. **Generatore di Vapore a Recupero:** sfrutta il gas di scarico del Turbogas per produrre vapore da inviare alla **Turbina a Vapore**
3. **Alternatore:** l'energia meccanica delle turbine a gas e a vapore viene convertita in energia elettrica dall'alternatore
4. **Trasformatore elevatore:** la tensione dell'energia elettrica in uscita dall'alternatore viene innalzata al livello di trasmissione nella Rete di Trasmissione Nazionale (le trasformazioni a Cassano sono pari a 220 kV e 380 kV).

I requisiti legali per le emissioni in atmosfera da impianti Turbogas (ovvero costituiti da una camera di combustione del gas combustibile e da una turbina collegata ad un alternatore per la produzione di energia elettrica), sono diventati negli ultimi anni più restrittivi, parallelamente alla diffusione di una maggiore responsabilità ambientale. In tutto il mondo le Agenzie Ambientali di pertinenza richiedono oggi standard emissivi di sostanze inquinanti sempre più bassi e rigidi.

Per i grandi impianti di combustione in Lombardia, dal 1 gennaio 2009, le emissioni di NO_x non devono superare il limite di **30 mg/Nm³**). La Centrale di Cassano deve quindi rispettare i seguenti limiti:

Fonte	NO _x
	Limite mg/Nm ³
Turbogas 4	30
Turbogas 5	30
Turbogas 6	30

I processi industriali per la produzione di energia (elettrica o termica) mediante processi di combustione realizzati in forni, bruciatori, caldaie o altri impianti generano, tra i vari prodotti della combustione, anche la formazione di NO_x (derivanti principalmente dall'azoto presente nell'atmosfera che si ossida ad alte temperature e dall'eventuale presenza di composti azotati all'interno del combustibile). La scelta di combustibili che non contengano impurezze azotate (costituite da molecole eterocicliche presenti nei combustibili liquidi e solidi), come ad esempio gas naturale (unico combustibile utilizzato nella Centrale Termoelettrica di Cassano d'Adda), contribuisce ad evitare una delle possibili fonti di NO_x dai processi di combustione ma non la più rilevante.

I sistemi tradizionalmente utilizzati per tenere sotto controllo la **generazione di NO_x** consistono principalmente in:

- Controllo dell'eccesso di aria: nei processi di combustione una condizione di eccesso d'aria comburente permette un'ossidazione completa del combustibile da un lato e una disponibilità residua di aria (ossigeno in particolare) che può combinarsi con l'azoto generando NO_x; minimizzando tale eccesso si limita questa situazione

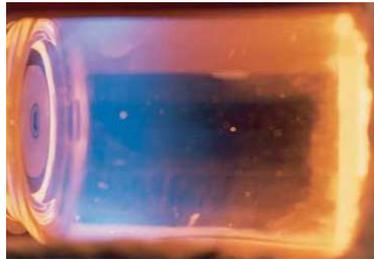
- Combustione a stadi: si ottiene con vari fasi di immissione di aria o del combustibile (situazione preferibile all'aria) in camera di combustione al fine di contenere la temperatura di fiamma influenzando positivamente nella produzione di ossidi di azoto
- Ricircolo dei gas di combustione: l'addizione dei gas in uscita dal bruciatore all'aria o al combustibile entranti nel bruciatore, riduce la temperatura di fiamma, contenendo di conseguenza la formazione di NO_x

La tecnologia Dry Low NO_x , installata in tutti e tre i Turbogas della Centrale Termoelettrica di Cassano d'Adda, sfrutta una combinazione di alcune delle soluzioni precedentemente illustrate, utilizzando dei dispositivi che tengano sotto controllo il rapporto tra aria e combustibile in modo da contenere al minimo l'eccesso di aria e provvedendo ad una immissione di aria o combustibile in stadi differenti. I bruciatori in questione sono progettati anche in modo da produrre una fiamma di maggiori dimensioni (in larghezza e lunghezza) che va a compensare l'abbassamento di temperatura della stessa, così da non modificare il calore reso disponibile dal processo di combustione e mantenendo quindi l'efficienza dell'impianto.

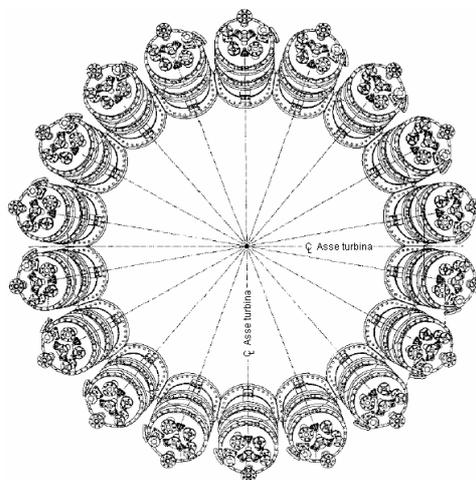
Presso la Centrale di Cassano d'Adda sono stati installati per la prima volta in Italia bruciatori basati sul **sistema DLN 2.6+** sviluppato da General Electric; ne sono dotati due dei tre Turbogas dell'impianto (il terzo ha a sua volta un bruciatore Dry Low NO_x , sviluppato però da Ansaldo). Questa tecnologia permette di attenersi al di sotto degli stringenti vincoli della normativa ambientale italiana e consente anche di limitare l'alimentazione delle turbine a gas nei periodi in cui la richiesta non raggiunge i massimi picchi, consumando meno carburante e diminuendo quindi i costi operativi dell'intero impianto.

Il cuore del sistema sta nel controllo e nella gestione ottimale della premiscelazione combustibile/aria, processo che nasce nei combustori al fine di ottenere una fiamma premiscelata in condizioni ottimali.

Nei bruciatori a fiamme premiscelate (sotto a sinistra si ha un esempio di combustione premiscelata) la temperatura è ridotta in quanto la zona centrale della fiamma è alimentata con una miscela aria-combustibile che contiene minori quantità di ossigeno; conseguentemente non si raggiungono le temperature che si riscontrano nelle combustioni tradizionali (diffusione e spray, quest'ultima rappresentata nell'immagine sottostante a destra).



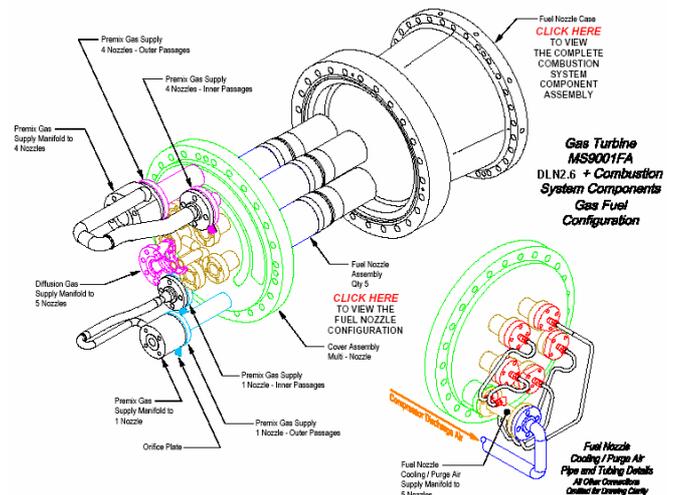
Nelle turbine a gas con combustori tubolari, la camera di espansione (dove è collocata la turbina a gas) è sostanzialmente cilindrica e i numerosi combustori sono disposti circonferenzialmente intorno all'asse della macchina (come si nota in figura), nell'anello di adduzione dei gas all'espansore. Il collegamento tra i singoli combustori e l'espansore avviene tramite condotti di transizione adeguatamente raffreddati.



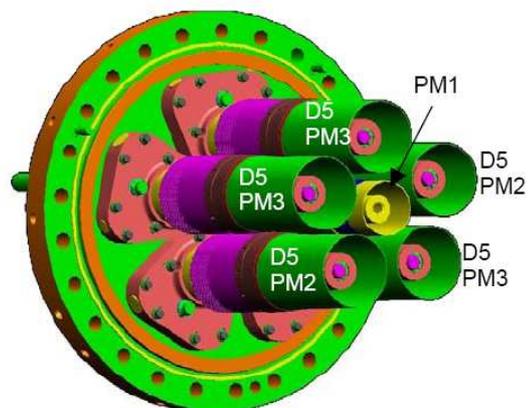
Nella prossima immagine, a sinistra, si ha una visione d'insieme di un sistema turbogas dotato del sistema DLN 2.6+. Circa a metà della struttura si possono notare i diversi bruciatori DLN 2.6+ installati perimetralmente al turbogas.



Di seguito vediamo i bruciatori Dry Low NO_x in fase di montaggio e "l'esploso" di un bruciatore fuori dal suo alloggiamento.



Ed adesso riportiamo una immagine che descrive nel dettaglio la struttura tipo dei bruciatori di premiscelazione DLN 2.6+ installati nella Centrale di Cassano d'Adda, con il dettaglio degli iniettori.



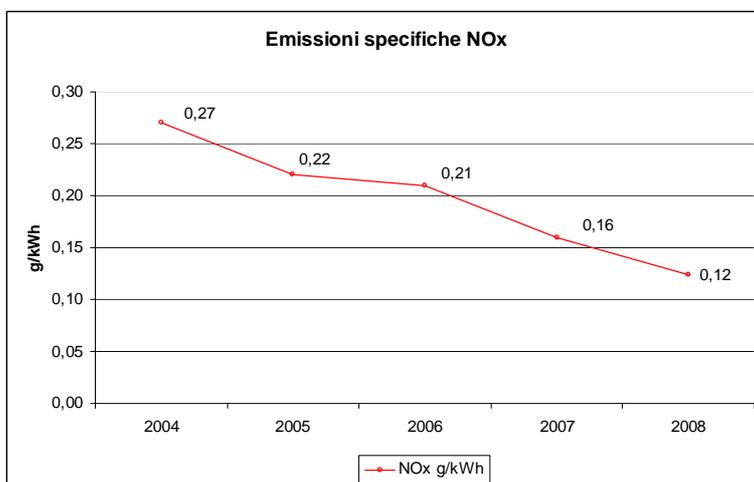
Come si può notare dalle immagini, il sistema DLN 2.6+ è costituito da 4 collettori di combustibile (D5, PM1, PM2 e PM3). Questi sono circuiti indipendenti, ognuno gestito tramite valvole individuali per controllare il passaggio di gas combustibile. Ogni bruciatore ha 6 iniettori di combustibile strutturati secondo l'immagine

sopra (5 iniettori ne circondano 1 singolo); l'iniettore centrale PM1 è nel centro e riceve solo flusso di combustibile premiscelato, mentre i 5 iniettori esterni possono portare ad una fiamma diffusiva (dove combustibile e aria vengono immessi nella zona di combustione senza premiscelazione) o ad una premiscelata. Ogni circuito richiede una certa percentuale del combustibile totale disponibile; tale percentuale è stabilita in funzione della temperatura di combustione di riferimento scelta e dal tipo di modalità nella quale sta operando il sistema DLN in quel dato momento (1 a base Diffusiva e 5 a base Premiscelativa).

Concludendo, l'aver adottato il sistema DLN 2.6+ presso la Centrale Termoelettrica di Cassano d'Adda ha comportato i seguenti benefici:

- **Emissioni di ossidi di azoto <30 mg/Nm³ (limite di legge vigente per i 3 Turbogas dal 1/1/2009)**
- **Risparmio sui costi del combustibile necessario, dovuti ad un più efficiente uso dello stesso**
- **Maggior disponibilità dell'impianto, come conseguenza delle minori fermate necessarie e della minore manutenzione richiesta.**

Si riportano, a testimonianza dell'efficienza del sistema di abbattimento degli NO_x, nella Centrale Termoelettrica di Cassano d'Adda, i dati delle emissioni specifiche, risultato del rapporto tra grammi di ossidi di azoto emessi per kWh di energia elettrica netta prodotto.



Dal 2006, anno di installazione del Sistema DLN 2.6+ per i Turbogas 5 e 6, le emissioni specifiche di ossidi di azoto, si sono ridotte di più del 40%.