

**Centrale a Ciclo Combinato di  
Edoardo Amaldi – UB LA CASELLA**

**Analisi dati emissioni Turbina a Gas SIEMENS V94.3A**

				
	C. Macchia	C. Macchia	S. Casula	24/01/09
	Redatto	Verificato	Approvato	Data

## INDICE

<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>1 SISTEMA DI COMBUSTIONE PER TURBOGAS.....</b>	<b>3</b>
1.1 PRODUZIONE DI EMISSIONI .....	4
1.1.1 Monossido di carbonio .....	4
1.1.2 Idrocarburi incombusti (UHC).....	6
1.1.3 Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ).....	6
1.2 INSTABILITÀ DI COMBUSTIONE .....	7
<b>2 LA TURBINA A GAS SIEMENS V94.3A.....</b>	<b>10</b>
2.1 NUOVA CAMERA DI COMBUSTIONE ANULARE .....	11
2.1.1 Il bruciatore HBR Siemens.....	12
2.1.2 Funzionamento del bruciatore.....	14
<b>3 DESCRIZIONE DEL CICLO E DELLA MACCHINA V94.3A2 DELLA CENTRALE DI LA CASELLA .....</b>	<b>15</b>
3.1 GENERALITÀ SUI CICLI COMBINATI.....	15
3.2 CARATTERISTICHE DEL CICLO TERMICO SEZ .1, 2, 3, 4 “LA CASELLA” .....	16
3.3 GESTIONE DEL TURBOGAS .....	18
3.3.1 Analisi storica del ciclo produttivo di macchina.....	18
3.3.2 Parametri di esercizio e Emissioni / Instabilità (elaborazione dati reali registrati) .....	18
3.3.3 Dati emissivi tabellari per le Sezioni LC1, LC2, LC3. ....	19
3.3.4 Dati emissivi LC4.....	28
<b>4 RIFERIMENTO ALLE MIGLIORI TECNOLOGIE DISPONIBILI.....</b>	<b>30</b>
<b>5 CONCLUSIONI.....</b>	<b>32</b>

## INTRODUZIONE

Le Turbine a gas di moderna concezione sono orientate sempre più ad essere inserite in cicli combinati alimentati a gas naturale. Allo stato attuale, questi impianti sono i più avanzati che la tecnologia per la generazione termoelettrica possa offrire in termini di potenza erogata, efficienza di produzione e contenimento delle emissioni d'inquinanti.

In questo contesto la macchina Turbina a Gas perde la sua iniziale funzione di generatore da impiegarsi nelle richieste di picco, ma diventa generatore per servizio continuo e quindi soggetto a variazioni di carico giornaliera, determinate dalle richieste di rete.

Queste macchine utilizzano compressori, combustori e turbine di espansione caratterizzati da proprietà di progetto all'avanguardia con l'impiego di materiali e tecnologie di raffreddamento che permettono il raggiungimento di elevati valori di temperature dei gas caldi in ingresso turbina ed elevati rendimenti.

In particolare un'importante caratteristica di progetto delle turbine a gas installate nella centrale Enel "E. Amaldi" UB La Casella, consiste nell'utilizzo di una camera di combustione anulare equipaggiata con 24 bruciatori a fiamma premiscelata, denominati "Hybrid Burner". Questi bruciatori "Ibridi" consentono di mantenere a livelli estremamente contenuti i valori di emissione di NOx e CO bruciando gas naturale.

## 1 SISTEMA DI COMBUSTIONE PER TURBOGAS

I requisiti, cui il sistemi di combustione per turbogas deve soddisfare, per tutte le condizioni operative con i quali la macchina deve operare in modo efficiente ed affidabile, sono i seguenti:

- Stabilità della fiamma nell'intero campo operativo della macchina, a partire dalle condizioni di accensione e fino al carico massimo;
- Basse perdite di carico nel combustore per i riflessi sul rendimento del turbomotore;
- Elevata efficienza di combustione e livelli di emissioni compatibili con i limiti di legge;
- Durata dei componenti in linea con gli intervalli d'ispezione e revisione del macchinario;

- Fluttuazioni di pressione e temperatura contenute per limitare le sollecitazioni meccaniche e termiche;
- Facilità nell'effettuare la manutenzione per contenere costi e tempi di fuori servizio;
- Omogenea distribuzione della temperatura del gas all'ingresso della turbina, per minimizzare la sollecitazione meccanica sugli ugelli e sulle palettature.

Da tempo le applicazioni per le turbine a gas sono tali da richiedere temperature e pressioni di esercizio crescenti mirate a raggiungere rendimenti sempre più alti. Tale esigenza risulta tuttavia vincolata alla capacità di rispettare le limitazioni sugli inquinanti.

Le emissioni inquinanti sono costituite da idrocarburi incombusti (UHC), monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), fumo e particolato.

## 1.1 PRODUZIONE DI EMISSIONI

La concentrazione di inquinanti nei gas di scarico di un turbogas è dipendente da: concentrazione delle specie reagenti, temperatura, tempo di residenza e turbolenza nelle zone di reazione, le emissioni dipendono così sia dalle caratteristiche del combustibile utilizzato che dalle condizioni operative. Per i sistemi di combustione le concentrazioni di CO ed UHC (incombusti) nei fumi sono tendenzialmente decrescenti con il carico, mentre le emissioni di NO<sub>x</sub> sono tendenzialmente crescenti, Figura 1-1.

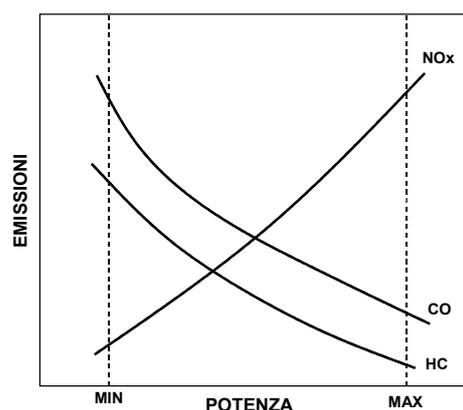
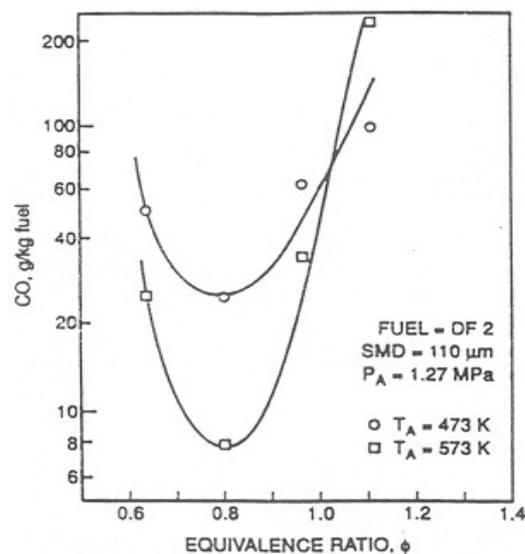


Figura 1-1 - Caratteristica delle emissioni nei combustori per turbogas

### 1.1.1 Monossido di carbonio

Il monossido di carbonio si forma nelle zone di combustione a miscela ricca per il deficit di ossigeno che non favorisce il completamento del processo di ossidazione fino a CO<sub>2</sub>; anche in condizioni stechiometriche, in presenza di un processo di miscelazione incompleto o per

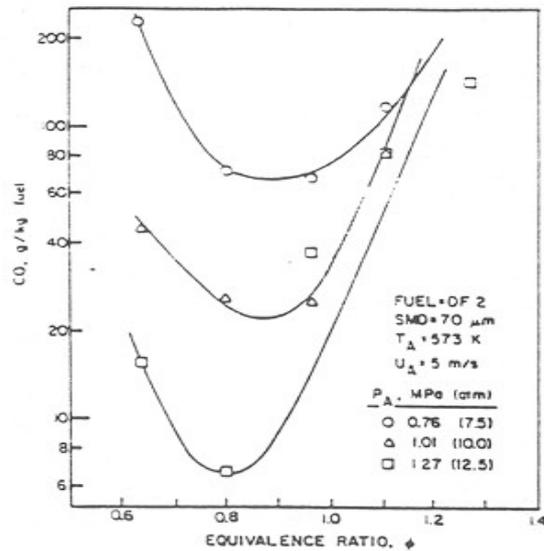
temperature di fiamma contenute (nelle fasi di avvio del turbogas), possono manifestarsi emissioni di CO. I principali fattori che influenzano la formazione del CO sono la temperatura dell'aria comburente, la pressione in camera di combustione ed il fattore di equivalenza  $\phi$  nella zona di combustione (rapporto combustibile/aria riferito al rapporto stechiometrico dello stesso combustibile:  $\phi > 1$  indica miscela ricca,  $\phi < 1$  miscela povera). La Figura 1-2 mostra un decremento delle emissioni di CO all'aumentare del  $\phi$  con un valore minimo per un fattore  $\phi$  di circa 0.8. Valori di  $\phi < 0.8$  nel processo combustivo determinano incrementi delle emissioni di CO. Gli elevati valori dell'emissione di CO, per valori contenuti di  $\phi$ , sono determinati dalle ridotte temperature di fiamma. Incrementi del fattore di equivalenza  $\phi$  determinano invece aumenti della temperatura di fiamma favorendo le reazioni  $\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$ .



**Figura 1-2- Influenza del  $\phi$  e della temperatura dell'aria sulle emissioni di CO**

Incrementi della temperatura dell'aria in ingresso compressore, come mostrato in Figura 1-2, riducono le emissioni di CO; questo è dovuto all'aumento della temperatura di fiamma, che accelera la conversione del CO in  $\text{CO}_2$ .

La Figura 1-3 mostra il benefico effetto dell'incremento del valore di pressione in camera di combustione sulla produzione di CO. Con ridotti valori del fattore d'equivalenza, aumenti di pressione favoriscono la conversione a  $\text{CO}_2$ ; per valori elevati invece, l'incremento della pressione ostacola la reazione di dissociazione della  $\text{CO}_2$  in CO.



**Figura 1-3- Influenza della pressione in camera di combustione sulle emissioni di CO**

Un ulteriore fattore che influenza in maniera determinante le emissioni di CO è la quantità di aria di raffreddamento del tubo fiamma nella zona di combustione.

### 1.1.2 Idrocarburi incombusti (UHC)

Con il funzionamento esclusivo a gas naturale, le emissioni di UHC sono trascurabili.

### 1.1.3 Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)

Rispetto alle emissioni di incombusto, quelle di ossido di azoto hanno un andamento in controtendenza. Queste sono favorite dalla temperatura di combustione, determinata dal rapporto di compressione, dall'umidità relativa e temperatura dell'aria all'ingresso del compressore, dalla potenza all'asse.

Possono essere distinti tre processi per la formazione degli ossidi di azoto:

Thermal NO<sub>x</sub>: si formano per ossidazione dell'azoto atmosferico in condizioni di elevata temperatura. La formazione di NO<sub>x</sub> dipende esponenzialmente dalla temperatura di fiamma (Figura 1-4) e dalla temperatura dell'aria comburente (Figura 1-5).

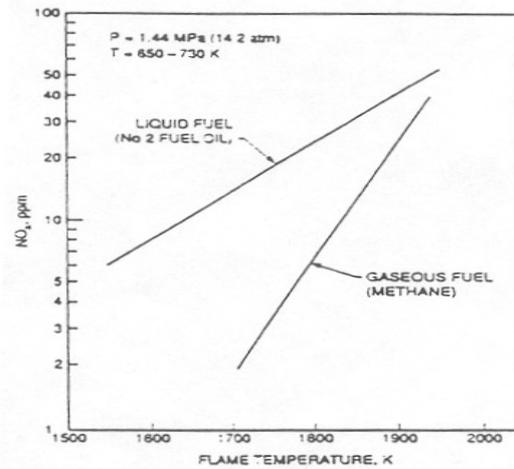


Figura 1-4- Influenza della temperatura di fiamma sulle emissioni di NO<sub>x</sub>

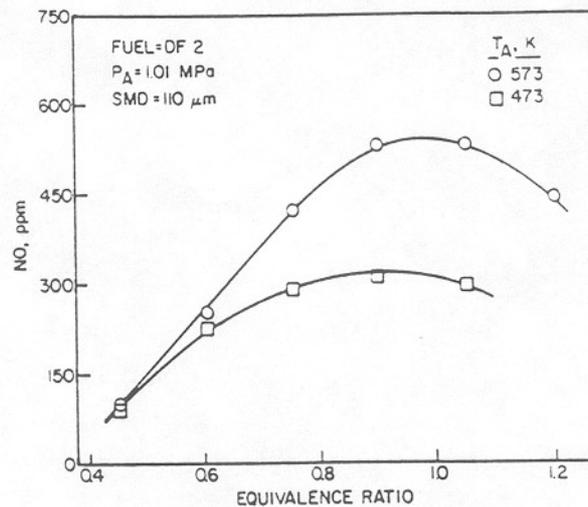


Figura 1-5- Influenza della temperatura in ingresso sulle emissioni di NO<sub>x</sub>

Fuel NO<sub>x</sub>: dovuti all'azoto nel combustibile

Prompt NO<sub>x</sub>: si formano con reazioni molto veloci nella zona del fronte di fiamma

## 1.2 INSTABILITÀ DI COMBUSTIONE

Con i moderni turbogas che utilizzano la tecnologia lean premixed si riescono a contenere in maniera soddisfacente le emissioni di NO<sub>x</sub>; inoltre per minimizzare il consumo di combustibile ai combustori viene richiesto di aumentare sempre più la quantità di calore rilasciata per volume e la temperatura di ingresso in turbina. Per questi motivi i combustori manifestano la tendenza sempre più marcata a sviluppare fenomeni d'instabilità dinamiche di combustione. Nei sistemi di combustione possono avvenire

feedback fra la quantità di calore scambiata ed il campo di pressioni acustiche presenti nella camera di combustione: le fluttuazioni della quantità di calore rilasciato eccitano un campo di pressioni acustiche che a sua volta causa nuove fluttuazioni. Se le fluttuazioni di pressione e quelle di rilascio di calore del fronte di fiamma sono in una determinata relazione di fase, si può avere un'auto amplificazione delle oscillazioni.

**Le forze indotte da queste oscillazioni possono raggiungere ampiezze tali da danneggiare le strutture meccaniche dei combustori stessi o dei componenti ad essi collegati.**

La configurazione dei combustori DLN e in particolare del combustore HBR anulare, prevede che le pareti della camera siano completamente chiuse e che la protezione dalle alte temperature sia garantita dal rivestimento ceramico e da un sistema film cooling formato da una serie di piccoli fori. Questo sistema non garantisce però elevati livelli di smorzamento acustico.

Lo scarso smorzamento acustico, l'incremento della densità di reazione e la natura stessa delle fiamme premiscelate il cui campo termofluidodinamico presenta continue fluttuazioni di velocità, pressione e temperatura dovute alla turbolenza ed alla variabilità del combustibile utilizzato, rendono più probabile l'instaurarsi di un campo di oscillazioni all'interno del combustore.

Le oscillazioni possono essere di due tipi: forzate od autosostenute.

Le prime possono essere indotte da una sorgente forzante, come ad esempio il campo di flusso del bruciatore, che oscilla in risonanza con la frequenza propria del sistema. Questo tipo di oscillazioni può essere efficacemente combattuto in fase di progetto del sistema di combustione.

Le oscillazioni autosostenute invece, per formarsi, non hanno bisogno di una forzante esterna ma si generano da piccoli disturbi iniziali quando raggiungono un certo limite di stabilità (thermoacustico). Esse dipendono dal comportamento termoacustico della fiamma, il quale a sua volta dipende dalla turbolenza del flusso, dal mixing e dal campo di reazioni instauratosi.

Nei sistemi di combustione chiusi esiste la possibilità che le fluttuazioni di rilascio di calore eccitino un campo acustico di pressioni che a loro volta vanno ed incrementare queste fluttuazioni; si instaurano oscillazioni stazionarie nella camera di combustione. Queste onde stazionarie in pratica consistono in regioni alternate in cui sussistono livelli

differenti di pressione (valori che oscillano intorno alla pressione presente in camera di combustione); se ciò accade nei combustori anulari, queste regioni si distribuiscono in maniera circonferenziale (si riportano due esempi di possibili oscillazioni circonferenziali in Figura 1-6).

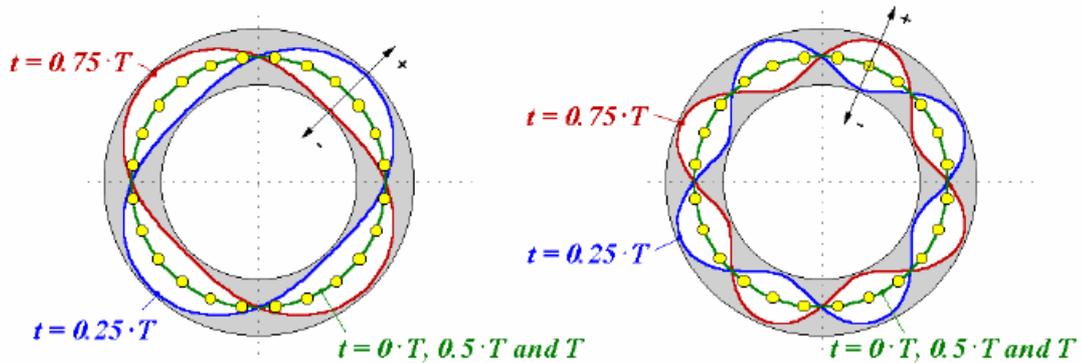


Figura 1-6-Possibili modi azimutali di oscillazione nella camera di combustione anulare (2° armonica-4° armonica)

Non si dispone di metodi analitici per la predizione di queste oscillazioni e quindi, in presenza di tali oscillazioni è necessario operare un cambiamento dei parametri operativi e di funzionamento.

## 2 LA TURBINA A GAS SIEMENS V94.3A

La grande esperienza maturata a partire dagli anni '70, attraverso la messa in opera e l'esercizio di numerose turbine a gas operanti in tutto il mondo, ha permesso a Siemens di sviluppare una nuova generazione di macchine turbogas caratterizzate da una migliore efficienza ed elevati incrementi di potenza rispetto alle analoghe macchine preesistenti. Le nuove turbine a gas "3A-series" sono in pratica l'evoluzione dei modelli V94.2 e V94.3.

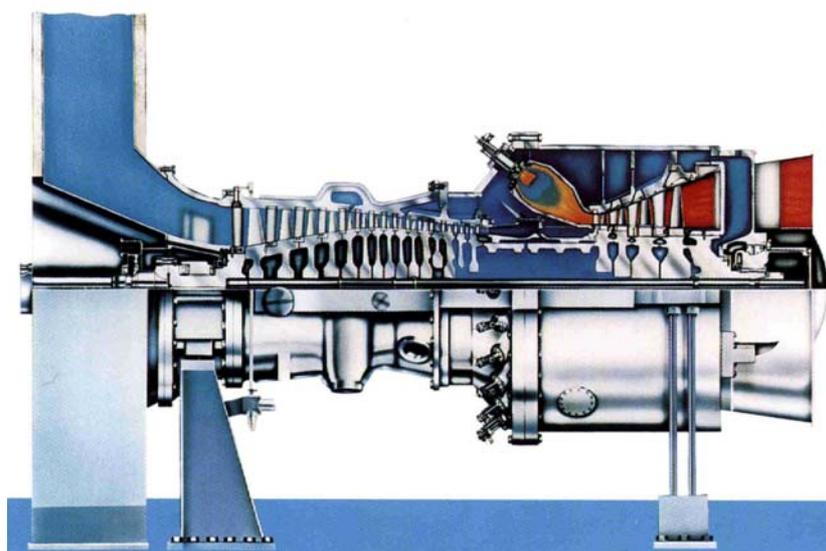


Figura 2-1- Sezione longitudinale della macchina SIEMENS ANSALDO della serie V94.3A

Le principali novità introdotte nella serie 3A sono:

- Tecnologie di raffreddamento avanzate per le pale di turbina che permettono l'innalzamento della temperatura ingresso turbina fino a 1400 °C senza circuito di refrigerazione dell'aria per albero e palettature;
- Nuove geometrie per le palettature del compressore in grado di minimizzare le perdite di profilo;
- Introduzione di una camera di combustione anulare che sostituisce la configurazione precedente del sistema di combustione con camere a silo;
- Modifiche di dettaglio sui bruciatori in grado di incrementare la potenza totale senza incorrere in regimi d'instabilità.

## 2.1 NUOVA CAMERA DI COMBUSTIONE ANULARE

Nella Figura 2-2 si riporta un'illustrazione della camera di combustione anulare per macchina Siemens con 24 bruciatori distribuiti sulla circonferenza.

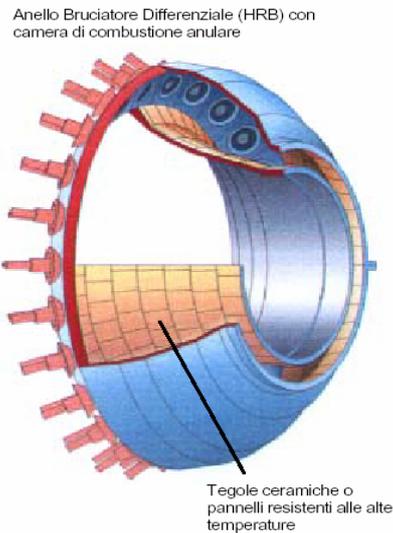


Figura 2-2- Camera anulare per macchine SIEMENS ANSALDO della serie V94.3A

Le pareti della camera di combustione anulare sono in pratica delimitate da un mantello interno e dal guscio esterno che è diviso in due parti, una superiore e l'altra inferiore; tutte le parti interne sono protette dalle alte temperature della camera di combustione da un rivestimento di piastrelle ceramiche e da un sistema di raffreddamento di tipo *film-cooling*.

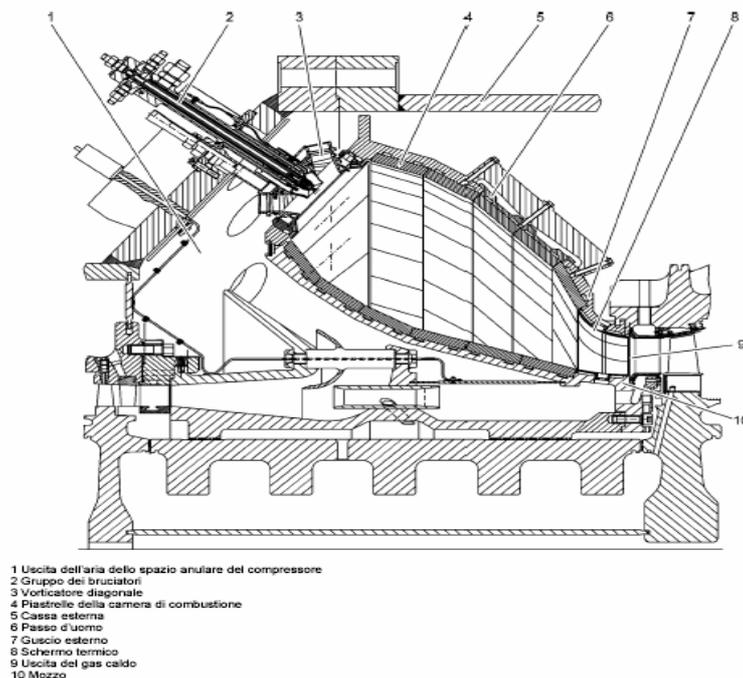


Figura 2-3-sezione longitudinale attraverso il combustore anulare

I vantaggi offerti dal combustore anulare HBR® sono:

- Alta efficienza di combustione;
- Basse emissioni di NO<sub>x</sub> e CO;
- Alta flessibilità;
- Desing della camera completamente simmetrico;
- Ottimizzazione del numero e della taglia dei bruciatori;
- Distribuzione circonferenziale della temperatura dei fumi più uniforme all'ingresso turbina;
- Riduzione del consumo d'aria necessaria al raffreddamento delle pareti della camera;

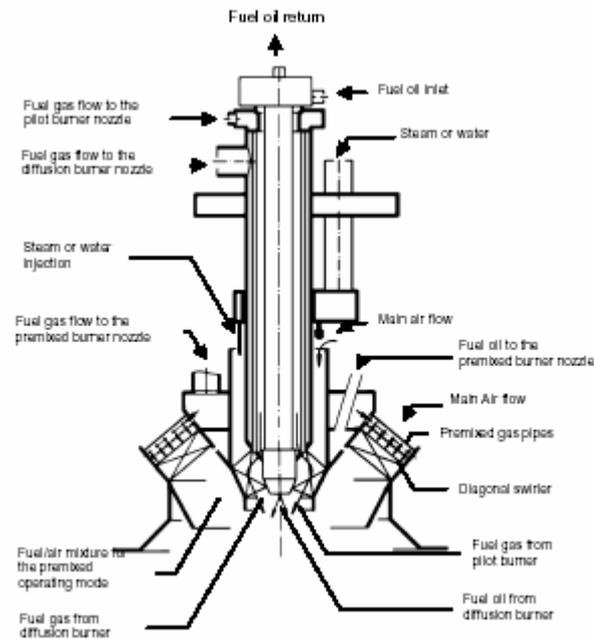
Questi ultimi due aspetti contribuiscono al contenimento delle emissioni NO<sub>x</sub> e contemporaneamente consentono di poter aumentare la temperatura d'ingresso turbina grazie proprio alla maggiore uniformità della temperatura dei fumi che permette di contenere lo scostamento della temperatura rispetto al limite di sicurezza dei materiali ed alla possibilità di utilizzare l'aria economizzata nel raffreddamento come aria di combustione.

### **2.1.1 Il bruciatore HBR Siemens**

I bruciatori ibridi utilizzano una piccola fiamma pilota (a diffusione) per estendere il campo operativo del processo di combustione premiscelata anche a condizioni più povere che si incontrano nel funzionamento a carico ridotto. Di conseguenza i vantaggi dovuti alle caratteristiche di stabilità corrispondenti ad una fiamma diffusiva ed ad una fiamma povera premiscelata sono combinati e generano una combustione così detta Premixed-Dry-Low-Nox (DLN).

Nella Figura 2-4 si riporta lo schema di un bruciatore della serie Vx4.3A che può operare sia con combustibile gassoso che liquido.

Su tutti i TG V94.3A(2) del parco Enel (in totale 12 unità) è previsto il solo funzionamento a gas naturale.



**Figura 2-4- Bruciatore per macchine SIEMENS ANSALDO della serie V94.3A**

Per il combustibile gassoso si utilizzano tre distinte linee di alimentazione rispettivamente per gli ugelli della fiamma pilota, a diffusione e premiscelazione.

Gli ugelli della fiamma a diffusione sono in pratica dei fori che si affacciano sulla superficie interna nella sezione d'ingresso dell'*axial swirler*; essi sono 12 fori di 3 mm di diametro disposti circonfenzialmente in maniera simmetrica a gruppi di tre. Nella sezione in cui gli ugelli di diffusione iniettano il combustibile è posto l'accenditore (uno per ogni bruciatore), ed a essi è quindi affidato il compito di avviare la macchina. Anche il gas pilota è iniettato all'interno dello swirler assiale ma leggermente a valle dell'accenditore; il gas pilota è alimentato da quattro piccoli fori anch'essi disposti simmetricamente all'interno del vorticolatore. L'alimentazione del gas di premiscelamento è garantita da un collettore ad anello che rifornisce dei piccoli condotti che sono disposti in maniera radiale nella presa d'aria del *diagonal swirler*; su questi condotti, posti quindi a monte dello swirler diagonale in maniera tale da assicurare il tempo e lo spazio necessari al miscelamento, sono praticati dei piccoli fori (di circa 2 mm di diametro) lungo il raggio per incrementare il mixing aria combustibile. I fori di alimentazione del gas premix sono posti direttamente sulle palette del vorticolatore; i fori sono praticati lungo tutta l'estensione radiale e sono presenti sui due lati di tutte le palette dello swirler diagonale permettendo un ottimo mixing aria combustibile.

### 2.1.2 Funzionamento del bruciatore

Nell'esercizio del bruciatore particolarmente complessa risulta essere la fase di "start-up" e presa di carico della macchina al fine di ridurre la produzione di NO<sub>x</sub>.

L'accensione della macchina è ottenuta con candela a scintillio localizzato in corrispondenza degli iniettori gas diffusion utilizzando gas naturale.

Con fiamma accesa si procede alla presa di giri della macchina mantenendo in servizio il gas a diffusione fino al raggiungimento della velocità nominale. A questo punto ha inizio la fase di switching, per il passaggio da combustione diffusiva a combustione premiscelata, alimentando appunto gli ugelli del premixer; successivamente si procede alla presa di carico fino al 100% del carico elettrico.

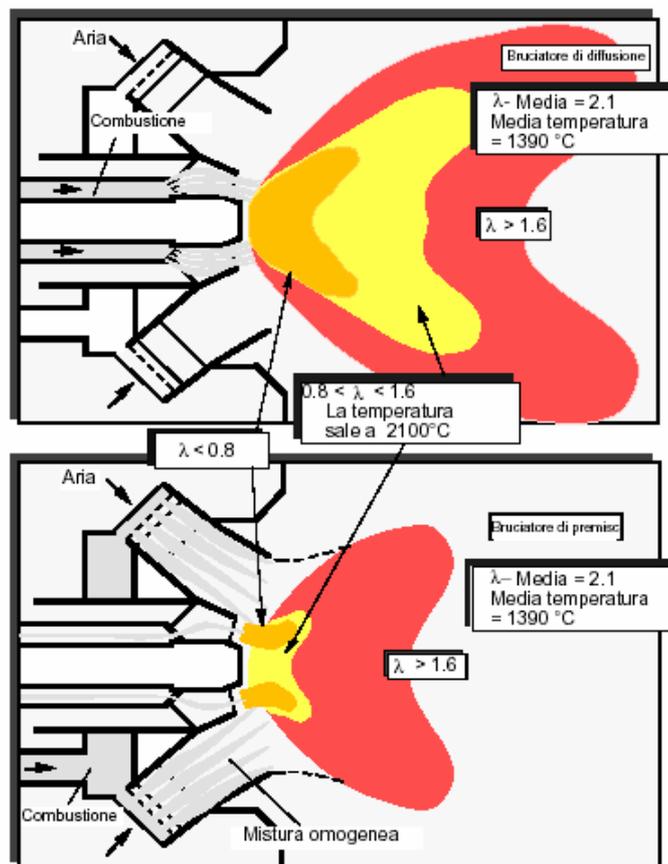


Figura 2-5- Zone a diversa stechiometria nei bruciatori delle macchine SIEMENS ANSALDO

Nella presa di carico la maggior parte del combustibile viene fornita dagli ugelli premix mentre la restante parte del gas va ad alimentare la lancia pilota.

Dal 60% di carico, valore definito come minimo carico tecnico, la salita avviene incrementando la portata di gas combustibile ai premiscelatori ma aumentando di pari passo la portata d'aria smaltita dal combustore (ciò avviene attraverso la regolazione degli IGV) in modo che il rapporto d'equivalenza si mantenga circa sempre costante ( $\phi \cong 0.43$ ), fino al 100% del carico di base con un rapporto tra le portate del gas sul pilota e la totale, P/T, di circa il 10%.

### **3 DESCRIZIONE DEL CICLO E DELLA MACCHINA V94.3A2 DELLA CENTRALE DI LA CASELLA**

#### **3.1 GENERALITÀ SUI CICLI COMBINATI**

Con l'espressione "ciclo combinato" si definisce l'unione di due cicli tecnologici, uno compiuto da aria e gas naturale (ciclo a gas) e l'altro compiuto da acqua e vapore (ciclo a vapore), entrambi finalizzati a produrre energia elettrica con elevato rendimento.

Un compressore aspira, attraverso un filtro silenziatore, l'aria dall'ambiente esterno portandola a pressioni elevate. L'aria così compressa viene immessa in camera di combustione assieme al combustibile, costituito da gas naturale: la miscela che si forma viene incendiata ed i gas prodotti ad alta temperatura e pressione si espandono in una turbina a gas che, ruotando, trascina un alternatore che genera energia elettrica.

I gas scaricati dal turbogas sono ancora molto caldi e, se rilasciati direttamente in atmosfera, costituirebbero uno spreco energetico che l'impianto pagherebbe in termini di rendimento. Per evitare questo spreco ed incrementare il rendimento della centrale, i gas di scarico del turbogas vengono inviati in un generatore di vapore a recupero, un grosso scambiatore di calore dove i gas cedono calore all'acqua, vaporizzandola. a questo punto i gas della combustione possono essere avviati al camino, avendo ormai una temperatura molto bassa ed un basso contenuto energetico.

Il vapore prodotto nel generatore a recupero va ad alimentare una turbina a vapore che trascina nella sua rotazione un secondo alternatore per la generazione di energia elettrica.

Il vapore scaricato dalla turbina viene raffreddato, condensato e pompato nuovamente nel generatore di vapore per ricominciare il ciclo.

### **3.2 CARATTERISTICHE DEL CICLO TERMICO SEZ .1, 2, 3, 4 “LA CASELLA”**

La centrale di “La Casella” è costituita da quattro sezioni di produzione da 380 MW con moderne unità a ciclo combinato alimentate a gas naturale, costituiti da macchine TG SIEMENS V94.3A2 e generatori di vapore a recupero di calore che alimentano una linea asse ciascuno costituita da una turbina a vapore di alta pressione, da una turbina di media e da una di bassa pressione.

La Figura 3.1 illustra il fluogramma di processo di una unità di potenza installata a “La Casella”.

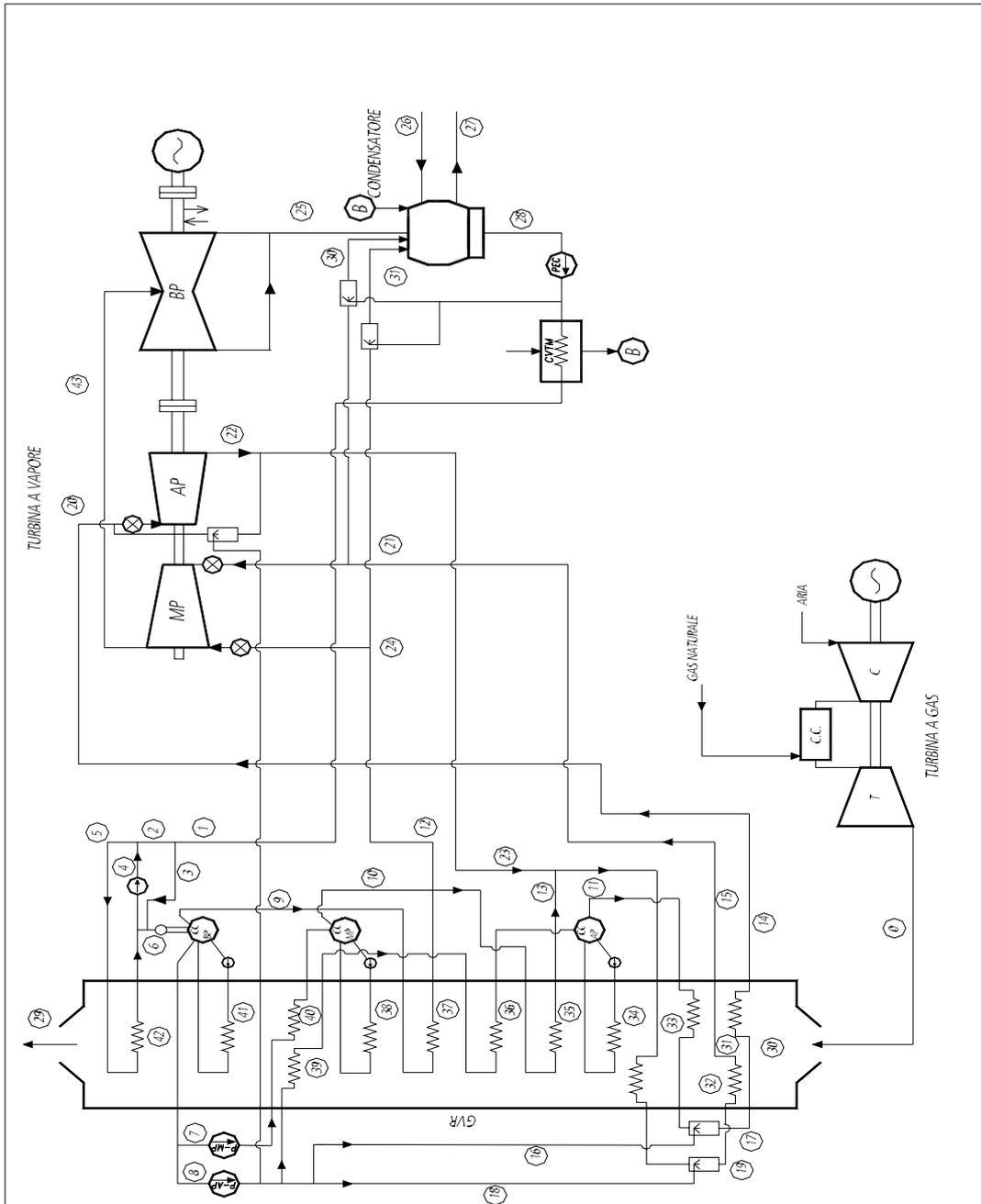


Figura 3.1 Fluogramma di processo del ciclo termico

### 3.3 GESTIONE DEL TURBOGAS

#### 3.3.1 Analisi storica del ciclo produttivo di macchina

Nel normale esercizio, la macchina viene chiamata a continue variazioni di carico dettate dalle richieste di rete. Per le macchine turbogas ed in particolare per quelle inserite in cicli combinati, si conferma sempre più l'esigenza di possedere una flessibilità nell'esercizio che gli consenta di operare anche ai carichi parziali senza oltrepassare, con le emissioni gassose, i limiti di concentrazione degli inquinanti imposti dalle normative in materia mantenendo condizioni di lavoro stabili e sicure. Le sezioni a Ciclo Combinato vengono quindi esercitate a carichi variabili tra il massimo carico ed il Minimo Tecnico (60% del massimo carico), range in cui il funzionamento garantisce il rispetto dei limiti di emissione.

Il funzionamento a carichi inferiori è limitato ai transitori (fase di avviamento e fermata).

#### 3.3.2 Parametri di esercizio e Emissioni / Instabilità (elaborazione dati reali registrati)

Le nuove tecnologie di combustione a fiamma premiscelata, se da un lato offrono vantaggi in merito alla produzione d'inquinanti (NOX), dall'altro presentano condizioni di funzionamento più difficoltose rispetto alle tecnologie a fiamma diffusiva, caratterizzate spesso da instabilità e limiti di funzionamento che non permettono apprezzabili variazioni di carico invece sempre più richieste alle macchine turbogas.

Il processo combustivo di una macchina Turbogas è condizionato dalla interazione di fattori esterni, quali la temperatura, la pressione e l'umidità ambiente e la natura del gas combustibile e delle varie regolazioni impostate attraverso le quali vengono tarate ed ottimizzate le varie condizioni di funzionamento a cui una macchina TG viene usualmente chiamata ad operare.

Di conseguenza per definire ed effettuare una analisi sul funzionamento di una macchina turbogas ed in particolare sul valore di concentrazione degli inquinanti nelle emissioni è necessario conoscere in maniera precisa tutte le grandezze che intervengono in maniera attiva sull'esercizio della macchina in quanto "tutte" concorrono alle performances della stessa.

### **3.3.3 Dati emissivi tabellari per le Sezioni LC1, LC2, LC3.**

Come evidenziato nei paragrafi precedenti, le emissioni di NO<sub>x</sub> e CO sono influenzate dalla composizione del gas e dalle condizioni ambientali, nonché dalla necessità di mantenere la fiamma stabile in ogni regime di funzionamento, compresi i transitori.

In particolare per gli NO<sub>x</sub>, non può essere data garanzia del mantenimento delle concentrazioni medie nelle emissioni al di sotto di 30 mg/Nm<sup>3</sup>, poiché non sono infrequenti periodi, che possono coprire anche l'arco di una giornata, in cui tale valore venga abbondantemente superato come media delle concentrazioni misurate.

C'è poi da considerare una certa variabilità intrinseca tra macchina e macchina anche se tutti i set-up sono stati orientati alla minimizzazione delle emissioni garantendo un equilibrio che consenta un funzionamento comunque stabile e sicuro in tutte le condizioni possibili di esercizio.

In questo paragrafo vengono presentate una serie di tabelle di dati giornalieri comunicati ufficialmente secondo procedura all'ARPA, relativi al 2008 per le Sezioni 1, 2 e 3 di La Casella nelle quali si evidenzia il superamento del valore di 30 mg/Nm<sup>3</sup>, anche come media giornaliera.

Dati del giorno 24/03/08 – sez 1

arpa tab3000

Tabella contenente dati consolidati

Sezione	1
Mese	03-08

media giorno	Ora	Potenza	NOx	CO	O2 nei Fumi	Portata GAS	Press. Fumi	Temp. Fumi	Port. Fumi Misurata	Umid. Fumi
36,81 [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Solare	[MW]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[%]	[kNm <sup>3</sup> /h]	[mmH2O]	[Gradi C.]	[Km <sup>3</sup> /h]	[%]
24	1	292,2	33,7	0,8	14,43	56,1	-11,8	91,1	2346,3	7,01
24	2	260,1	35,1	0,9	14,50	50,6	-10,6	85,8	2154,0	6,94
24	3	324,5	31,2	0,5	14,29	61,5	-12,4	89,0	2546,8	7,16
24	4	275,8	32,7	0,8	14,49	53,5	-10,4	86,3	2256,6	7,01
24	5	244,0	35,3	1,4	14,58	48,1	-10,2	84,8	2063,6	6,83
24	6	261,4	34,5	0,9	14,53	50,9	-10,5	85,5	2168,1	6,87
24	7	246,0	35,6	1,8	14,61	48,5	-9,2	84,8	2081,3	6,84
24	8	253,8	34,5	0,9	14,54	49,8	-10,3	85,0	2120,9	6,88
24	9	258,7	35,0	0,6	14,53	50,5	-9,4	86,0	2145,6	6,85
24	10	260,1	35,5	0,4	14,54	50,8	-9,3	89,6	2146,9	6,83
24	11	251,9	36,7	0,4	14,57	49,3	-8,7	85,1	2086,8	6,88
24	12	261,2	33,7	0,3	14,53	50,8	-8,6	85,5	2139,5	6,99
24	13	258,1	35,4	0,1	14,54	50,3	-9,0	85,4	2117,4	6,91
24	14	243,3	41,0	0,2	14,64	47,8	-8,2	84,8	2027,3	6,69
24	15	243,0	42,7	0,2	14,65	47,6	-7,9	84,7	2020,1	6,65
24	16	245,7	42,5	0,2	14,53	47,9	-8,5	84,9	2031,9	6,58
24	17	245,0	43,5	0,2	14,58	47,8	-9,3	84,9	2026,5	6,43
24	18	262,7	40,0	0,1	14,50	50,7	-10,6	85,7	2126,8	6,66
24	19	288,7	38,0	0,2	14,43	55,2	-7,2	86,6	2281,5	6,73
24	20	362,7	39,8	0,1	14,19	67,8	-12,6	90,2	2735,4	6,94
24	21	350,2	37,2	0,1	14,27	65,5	-9,5	90,0	2666,5	6,85
24	22	362,7	39,1	0,2	14,39	67,8	-12,9	93,8	2753,0	6,87
24	23	345,6	34,9	0,2	14,35	64,9	-14,7	92,9	2644,5	6,83
24	24	335,9	35,5	0,4	14,36	63,2	-16,0	90,5	2576,7	6,81

Rif: Gas PCI 8452 kcal/Smc, C2H6 4,879% Tamb media 7,7°C Hum media 42%

Dati del giorno 07/04/08 – sez 1

Tabella contenente dati consolidati

Sezione	1
Mese	04-08

media giorno	Ora	Potenza	NOx	CO	O2 nei Fumi	Portata GAS	Press. Fumi	Temp. Fumi	Port. Fumi Misurata	Umid. Fumi
35,15 [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Solare	[MW]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[%]	[kNm <sup>3</sup> /h]	[mmH2O]	[Gradi C.]	[Km <sup>3</sup> /h]	[%]
7	1	330,9	28,4	0,6	14,08	63,5	-11,3	92,4	2587,3	7,54
7	2	341,6	28,0	0,7	14,04	65,5	-11,9	94,1	2670,1	7,66
7	3	297,0	28,6	1,5	14,22	57,6	-10,9	90,6	2379,4	7,48
7	4	244,2	31,9	2,7	14,43	48,7	-9,4	88,5	2073,0	7,27
7	5	246,1	30,2	2,8	14,43	48,8	-9,5	87,9	2072,3	7,29
7	6	326,1	27,5	0,8	14,14	62,2	-13,3	91,9	2562,0	7,61
7	7	350,2	29,1	0,8	14,14	66,6	-14,5	94,3	2720,0	7,76
7	8	364,5	32,2	0,6	13,97	69,0	-15,0	94,9	2794,0	7,86
7	9	361,0	32,0	0,6	14,02	68,2	-14,4	94,8	2760,9	7,75
7	10	364,3	37,0	0,6	14,00	68,6	-14,3	94,3	2750,5	7,42
7	11	366,1	41,1	0,7	14,01	68,6	-14,2	93,9	2739,0	7,22
7	12	354,8	36,8	0,6	14,09	67,0	-13,0	94,6	2714,9	7,15
7	13	344,9	36,5	0,6	14,15	65,4	-11,6	94,1	2647,9	7,13
7	14	359,1	40,0	0,7	14,03	67,9	-13,1	95,3	2728,1	7,32
7	15	358,7	37,6	0,7	14,16	67,2	-12,6	93,4	2705,3	7,33
7	16	358,2	38,4	0,6	14,11	67,0	-12,4	93,0	2701,9	7,35
7	17	358,3	38,9	0,6	14,11	67,1	-12,5	93,0	2701,4	7,32
7	18	359,1	38,8	0,5	14,09	67,2	-12,7	93,0	2705,3	7,30
7	19	359,0	37,3	0,9	14,12	67,3	-12,8	93,1	2718,1	7,28
7	20	360,3	36,9	0,8	14,12	67,5	-13,0	93,1	2721,3	7,29
7	21	345,0	33,3	0,8	14,19	64,7	-12,4	92,0	2612,1	7,26
7	22	344,6	34,1	0,7	14,21	64,7	-11,5	91,7	2611,9	7,25
7	23	344,0	32,4	0,6	14,21	64,7	-11,6	91,7	2615,8	7,29
7	24	325,2	32,3	0,7	14,26	61,6	-10,9	90,6	2504,6	7,28

Rif: Gas PCI 8308 kcal/Smc, C2H6 3,195% Tamb media 13,8 Hum media 44,8%

Dati del giorno 23/09/08 – sez 1

Tabella contenente dati consolidati

Sezione	1
Mese	09-08

media giorno	Ora	Potenza	NOx	CO	O2 nei Fumi	Portata GAS	Press. Fumi	Temp. Fumi	Port. Fumi Misurata	Umid. Fumi
38,46 [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Solare	[MW]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[%]	[kNm <sup>3</sup> /h]	[mmH <sub>2</sub> O]	[Gradi C.]	[Km <sup>3</sup> /h]	[%]
23	1	242,5	39,9	1,7	14,50	45,1	-7,3	84,7	1980,8	6,61
23	2	247,3	37,3	1,8	14,46	45,8	-7,7	84,9	2010,1	6,68
23	3	252,5	34,3	1,5	14,45	46,7	-8,1	85,1	2042,7	6,69
23	4	256,9	33,4	1,6	14,40	47,4	-8,3	85,3	2071,0	6,71
23	5	250,2	35,5	2,0	14,43	46,4	-8,2	85,0	2033,8	6,68
23	6	258,8	34,8	1,9	14,47	47,7	-9,4	85,2	2088,4	6,64
23	7	257,5	35,3	1,8	14,48	47,6	-8,5	85,1	2081,1	6,62
23	8	258,5	35,0	1,8	14,43	47,7	-8,2	85,0	2082,2	6,66
23	9	257,9	34,8	1,6	14,40	47,5	-8,4	85,0	2074,0	6,69
23	10	257,9	34,7	1,6	14,39	47,4	-8,3	84,9	2064,1	6,71
23	11	258,1	37,9	1,7	14,49	47,2	-8,0	84,9	2057,7	6,67
23	12	257,4	40,1	1,6	14,47	46,8	-9,0	84,8	2045,5	6,67
23	13	258,1	40,0	1,8	14,54	46,9	-8,4	84,9	2048,0	6,59
23	14	258,4	40,6	1,7	14,49	46,8	-8,5	84,9	2049,9	6,59
23	15	258,3	40,0	1,4	14,54	46,8	-8,2	85,0	2048,6	6,52
23	16	254,7	40,2	1,8	14,50	46,2	-8,8	84,8	2025,8	6,57
23	17	243,8	44,0	2,0	14,51	44,7	-8,2	84,4	1965,3	6,55
23	18	244,1	43,5	2,1	14,53	44,7	-9,9	84,3	1966,6	6,59
23	19	243,5	42,4	1,7	14,52	44,8	-10,1	84,2	1967,7	6,63
23	20	241,2	42,9	1,8	14,54	44,5	-7,6	84,1	1957,2	6,63
23	21	252,9	38,4	1,4	14,47	46,4	-7,8	84,7	2025,3	6,69
23	22	240,4	41,9	1,8	14,54	44,7	-7,4	84,1	1959,2	6,63
23	23	241,0	41,9	1,7	14,56	44,7	-7,8	84,2	1963,3	6,62
23	24	322,6	34,4	1,4	14,28	57,0	-10,5	87,3	2417,3	6,85

 Rif: Gas PCI 8589 kcal/Smc, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> 7,083% Tamb media 14,3 Hum media 59,9%

Dati del giorno 20/10/08 – sez 1

Tabella contenente dati consolidati

Sezione	1
Mese	10-08

media giorno	Ora	Potenza	NOx	CO	O2 nei Fumi	Portata GAS	Press. Fumi	Temp. Fumi	Port. Fumi Misurata	Umid. Fumi
35,99 [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Solare	[MW]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[%]	[kNm <sup>3</sup> /h]	[mmH <sub>2</sub> O]	[Gradi C.]	[Km <sup>3</sup> /h]	[%]
20	1	320,3	35,6	1,3	14,42	56,1	-10,0	86,3	2385,7	7,80
20	2	255,9	41,9	1,9	14,63	46,7	-7,8	83,9	2031,1	7,55
20	3	257,7	40,4	2,0	14,57	46,8	-7,8	84,6	2047,1	7,57
20	4	263,9	39,7	1,9	14,53	47,5	-8,4	84,8	2084,7	7,58
20	5	264,2	38,9	1,9	14,55	47,8	-8,4	84,7	2086,0	7,58
20	6	359,8	37,6	1,2	14,27	61,7	-12,2	88,0	2631,2	7,84
20	7	361,1	37,4	1,0	14,34	62,2	-12,0	87,8	2634,2	7,85
20	8	359,9	34,5	1,4	14,28	63,0	-12,0	87,7	2620,3	7,86
20	9	359,8	33,3	1,3	14,23	62,8	-11,9	87,5	2610,9	8,18
20	10	359,4	33,4	1,0	14,23	62,6	-11,3	87,6	2608,5	8,35
20	11	359,5	34,4	1,0	14,23	62,6	-11,7	87,6	2602,9	8,15
20	12	358,6	35,7	1,0	14,24	62,3	-10,9	87,4	2590,2	8,11
20	13	359,1	35,9	0,9	14,21	62,4	-11,3	87,3	2592,5	8,04
20	14	359,4	35,7	1,1	14,20	62,4	-10,8	87,3	2591,2	8,09
20	15	359,4	36,0	1,1	14,16	62,3	-11,0	87,3	2590,3	8,15
20	16	359,8	34,7	0,9	14,16	62,3	-11,0	87,4	2597,8	8,27
20	17	360,0	33,7	1,2	14,16	62,4	-11,1	87,4	2599,6	8,41
20	18	362,5	35,1	1,4	14,18	62,7	-11,1	87,5	2616,7	8,38
20	19	359,4	35,0	1,0	14,19	62,4	-11,0	87,5	2597,6	8,13
20	20	358,5	36,3	0,9	14,15	62,3	-11,0	87,3	2594,7	8,03
20	21	352,6	33,3	1,0	14,16	61,8	-10,9	87,2	2568,0	8,03
20	22	275,8	34,1	1,6	14,40	50,5	-8,1	84,2	2134,9	7,79
20	23	247,1	39,6	1,7	14,52	46,1	-7,3	83,8	1979,9	7,66
20	24	324,8	31,4	1,2	14,25	57,9	-9,8	86,7	2413,4	7,92

 Rif: Gas PCI 8583 kcal/Smc, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> 6,491% Tamb media 14,3 Hum media 59,9%

Dati del giorno 22/11/08 – sez 1

Tabella contenente dati consolidati

Sezione	1
Mese	11-08

media giorno	Ora	Potenza	NOx	CO	O2 nei Fumi	Portata GAS	Press. Fumi	Temp. Fumi	Port. Fumi Misurata	Umid. Fumi
40,91 [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Solare	[MW]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[%]	[kNm <sup>3</sup> /h]	[mmH <sub>2</sub> O]	[Gradi C.]	[Km <sup>3</sup> /h]	[%]
22	1	343,0	41,7	1,9	14,39	57,2	-11,9	84,0	2584,3	7,36
22	2	342,5	41,3	1,8	14,43	57,5	-12,0	85,8	2583,6	7,32
22	3	343,0	41,0	2,1	14,42	57,7	-13,2	93,6	2581,1	7,35
22	4	339,9	40,4	2,2	14,42	57,5	-12,9	94,2	2569,9	7,33
22	5	315,9	39,5	2,2	14,48	54,1	-13,2	95,6	2428,8	7,28
22	6	316,7	38,9	2,6	14,48	54,4	-12,9	92,7	2438,2	7,32
22	7	322,8	39,5	2,4	14,47	55,1	-11,8	94,1	2468,3	7,35
22	8	317,4	39,2	2,5	14,51	54,4	-11,5	103,4	2441,3	7,32
22	9	283,1	41,4	3,5	14,64	49,4	-10,0	88,3	2246,2	7,22
22	10	313,4	40,3	2,6	14,53	53,5	-11,3	84,4	2415,5	7,37
22	11	351,7	41,4	2,2	14,42	59,0	-11,9	97,6	2638,2	7,43
22	12	351,7	40,1	2,2	14,42	58,8	-9,1	88,2	2635,9	7,36
22	13	351,9	42,1	2,3	14,43	58,7	-10,0	84,8	2633,7	7,29
22	14	333,8	43,8	2,9	14,47	56,0	-7,7	83,5	2516,0	7,23
22	15	345,8	42,6	2,5	14,43	57,8	-8,5	83,8	2584,2	7,28
22	16	351,3	42,1	2,1	14,46	58,8	-11,1	84,9	2630,0	7,30
22	17	329,7	41,6	2,5	14,57	55,8	-10,2	96,6	2497,0	7,23
22	18	349,5	39,9	2,0	14,45	58,9	-12,4	101,8	2614,4	7,32
22	19	351,5	41,3	2,1	14,46	59,5	-12,4	101,6	2630,6	7,30
22	20	351,8	40,8	2,4	14,48	59,7	-12,7	99,6	2634,1	7,31
22	21	344,0	40,4	2,4	14,51	58,4	-9,5	90,4	2590,4	7,26
22	22	303,4	40,9	3,0	14,65	52,4	-10,1	84,2	2350,0	7,17
22	23	309,8	39,6	2,6	14,62	53,4	-10,9	82,4	2391,4	7,18
22	24	264,1	42,1	4,1	14,79	46,9	-9,5	80,3	2129,7	7,03

 Rif: Gas PCI 8365 kcal/Smc, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> 3,590% Tamb media 9°C Hum media 31%

Dati del giorno 09/02/08 – sez 2

Tabella contenente dati consolidati

Sezione	2
Mese	02-08

media giorno	Ora	Potenza	NOx	CO	O2 nei Fumi	Portata GAS	Press. Fumi	Temp. Fumi	Port. Fumi Misurata	Umid. Fumi
30,41 [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Solare	[MW]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[%]	[kNm <sup>3</sup> /h]	[mmH <sub>2</sub> O]	[Gradi C.]	[Km <sup>3</sup> /h]	[%]
9	1	249,1	35,1	3,1	14,41	48,3	-11,0	82,7	1955,1	6,66
9	2	245,4	36,2	2,6	14,42	47,5	-11,0	82,5	1943,0	6,65
9	3	240,9	40,9	4,1	14,46	46,9	-10,8	82,3	1920,0	6,63
9	4	242,6	38,4	3,0	14,44	47,3	-10,8	82,3	1930,4	6,61
9	5	249,3	30,4	1,5	14,39	48,6	-11,1	82,5	1965,3	6,68
9	6	243,1	33,6	3,5	14,44	47,8	-11,0	82,0	1937,5	6,60
9	7	318,6	19,6	0,1	14,12	59,8	-13,9	85,2	2330,9	6,84
9	8	340,6	20,7	0,0	14,06	63,6	-14,8	86,0	2462,2	6,91
9	9	264,0	25,2	1,8	14,34	50,8	-11,5	82,8	2036,3	6,67
9	10	243,5	34,7	8,8	14,44	47,6	-11,0	82,2	1929,9	6,56
9	11	239,6	36,3	5,6	14,48	46,8	-11,0	82,3	1914,9	6,48
9	12	240,0	35,3	2,7	14,47	46,6	-10,7	82,4	1913,3	6,50
9	13	261,1	26,0	0,5	14,34	49,6	-11,2	83,0	2009,3	6,67
9	14	253,7	30,1	0,5	14,37	48,4	-10,6	82,5	1964,0	6,66
9	15	271,7	21,5	0,2	14,30	51,4	-11,2	83,2	2058,4	6,67
9	16	247,9	32,6	0,4	14,40	48,0	-10,1	82,2	1933,4	6,63
9	17	253,2	29,3	0,4	14,38	48,7	-10,4	82,6	1959,8	6,63
9	18	254,3	27,9	1,3	14,39	49,0	-11,4	82,6	1969,6	6,74
9	19	244,2	31,4	2,2	14,43	47,5	-10,9	82,0	1920,7	6,67
9	20	255,2	25,2	3,7	14,36	49,2	-11,2	82,5	1980,4	6,63
9	21	240,7	32,5	12,3	14,47	47,0	-10,6	82,4	1915,4	6,76
9	22	241,1	32,8	13,5	14,46	47,1	-10,6	82,5	1918,9	6,42
9	23	263,7	22,6	2,6	14,33	50,5	-11,3	83,3	2030,8	6,52
9	24	243,8	31,2	12,5	14,44	47,6	-10,6	82,3	1930,6	6,42

 Rif: Gas PCI 8553 kcal/Smc, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> 6,265% Tamb media 5,5 Hum media 57,9%

Dati del giorno 13/03/08 – sez 2

Tabella contenente dati consolidati

Sezione	2
Mese	03-08

media giorno	Ora	Potenza	NOx	CO	O2 nei Fumi	Portata GAS	Press. Fumi	Temp. Fumi	Port. Fumi Misurata	Umid. Fumi
30,09 [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Solare	[MW]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[%]	[kNm <sup>3</sup> /h]	[mmH <sub>2</sub> O]	[Gradi C.]	[Km <sup>3</sup> /h]	[%]
13	1	239,5	41,2	0,0	14,57	46,9	-9,3	83,3	1915,7	6,58
13	2	250,7	31,7	0,0	14,52	46,4	-11,6	83,8	1976,4	6,60
13	3	255,2	29,1	0,1	14,49	49,2	-11,0	83,9	2000,0	6,60
13	4	245,3	36,2	0,0	14,54	47,7	-9,2	83,4	1944,4	6,54
13	5	249,7	32,4	0,0	14,52	48,4	-10,7	83,7	1972,9	6,54
13	6	270,2	22,3	0,0	14,44	N.V.	-11,8	84,6	2085,0	6,62
13	7	262,9	24,3	0,0	14,49	N.V.	-12,5	84,3	2046,8	6,58
13	8	343,3	24,8	0,0	14,23	N.V.	-15,4	88,1	2518,0	6,84
13	9	348,5	27,4	0,0	14,18	62,1	-14,9	88,2	2523,8	6,90
13	10	262,0	28,0	0,0	14,50	50,0	-10,7	84,3	2015,9	6,61
13	11	258,8	28,8	0,0	14,53	49,4	-10,6	84,3	2002,7	6,57
13	12	303,7	26,2	0,0	14,36	57,2	-11,8	86,3	2259,1	6,69
13	13	321,5	25,8	0,0	14,28	60,3	-12,2	87,1	2354,7	6,75
13	14	343,1	28,5	0,0	14,22	64,3	-13,2	88,2	2491,0	6,82
13	15	351,5	32,3	0,0	14,16	64,9	-13,6	88,7	2545,6	6,83
13	16	329,3	27,2	0,0	14,25	61,6	-12,4	87,8	2403,7	6,81
13	17	321,3	26,2	0,0	14,22	59,2	-12,3	87,6	2359,6	6,79
13	18	281,9	24,6	0,0	14,41	53,9	-10,6	85,9	2135,9	6,80
13	19	248,8	30,0	0,1	14,53	48,5	-10,1	84,5	1952,4	6,72
13	20	238,8	37,1	0,4	14,56	47,1	-10,0	83,9	1906,5	6,70
13	21	240,1	36,0	0,2	14,58	47,4	-9,0	83,8	1916,5	6,62
13	22	248,9	32,1	0,1	14,50	48,9	-10,1	84,1	1963,0	6,64
13	23	238,4	39,5	0,1	14,56	47,2	-9,9	83,9	1910,5	6,69
13	24	244,7	30,6	0,2	14,59	48,3	-10,4	84,2	1954,4	6,71

 Rif: Gas PCI 8579 kcal/Smc, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> 6,618% Tamb media 16,7°C Hum media 28,4%

Dati del giorno 02/03/08 – sez 3

Tabella contenente dati consolidati

Sezione	3
Mese	03-08

media giorno	Ora	Potenza	NOx	CO	O2 nei Fumi	Portata GAS	Press. Fumi	Temp. Fumi	Port. Fumi Misurata	Umid. Fumi
35,01 [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Solare	[MW]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[%]	[kNm <sup>3</sup> /h]	[mmH <sub>2</sub> O]	[Gradi C.]	[Km <sup>3</sup> /h]	[%]
2	1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2	2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2	3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2	4	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2	5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2	6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2	7	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2	8	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2	9	243,9	30,0	0,4	14,52	46,7	-7,2	86,6	1946,2	6,49
2	10	263,2	32,4	0,0	14,42	50,3	-8,7	84,2	2033,2	6,68
2	11	263,2	31,2	0,0	14,41	50,5	-9,1	83,8	2023,2	6,79
2	12	333,0	27,5	0,0	14,20	60,9	-12,4	86,1	2431,5	7,05
2	13	259,5	39,3	0,0	14,46	49,7	-9,4	82,7	1998,3	6,81
2	14	243,7	35,4	0,0	14,51	47,4	-8,2	82,2	1911,3	6,64
2	15	244,9	36,0	0,0	14,50	47,4	-7,0	82,1	1920,1	6,47
2	16	245,1	38,9	0,0	14,48	47,0	-7,3	82,1	1920,9	6,41
2	17	248,1	38,9	0,0	14,45	47,8	-8,0	82,3	1938,3	6,54
2	18	246,5	38,9	0,0	14,45	47,5	-7,6	82,2	1929,4	6,58
2	19	258,3	38,0	0,0	14,39	49,5	-8,6	82,8	1999,2	6,63
2	20	253,6	36,3	0,0	14,41	49,1	-7,8	82,3	1969,6	6,62
2	21	311,1	30,1	0,0	14,20	57,3	-11,8	84,9	2301,9	6,83
2	22	271,8	38,6	0,0	14,35	51,7	-9,3	83,6	2079,5	6,71
2	23	258,3	34,1	0,0	14,39	49,6	-8,2	82,9	1998,9	6,64
2	24	240,2	34,5	0,0	14,51	46,7	-9,2	82,2	1902,2	6,49

 Rif: Gas PCI 8266 kcal/Smc, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> 2,355% Tamb media 16,6°C Hum media 47,3%

Dati del giorno 13/03/08 – sez 3

Tabella contenente dati consolidati

Sezione	3
Mese	03-08

media giorno	Ora	Potenza	NOx	CO	O2 nei Fumi	Portata GAS	Press. Fumi	Temp. Fumi	Port. Fumi Misurata	Umid. Fumi
38,21 [mg/Nm3]	Solare	[MW]	[mg/Nm^3]	[mg/Nm^3]	[%]	[kNm^3/h]	[mmH2O]	[Gradi C.]	[Km^3/h]	[%]
13	1	243,1	41,9	0,0	14,61	46,8	-8,6	82,5	1907,2	5,86
13	2	254,6	39,4	0,0	14,56	47,6	-10,2	83,1	1972,7	5,88
13	3	259,2	39,7	0,0	14,54	49,0	-10,1	83,3	1997,6	5,92
13	4	249,2	40,1	0,0	14,58	47,6	-9,2	82,7	1939,7	5,86
13	5	253,7	39,8	0,0	14,57	48,2	-10,0	83,0	1968,2	5,92
13	6	274,8	40,3	0,0	14,50	N.V.	-11,2	84,0	2090,7	6,01
13	7	267,6	40,7	0,0	14,55	N.V.	-10,6	83,7	2051,9	5,98
13	8	349,8	32,0	0,0	14,30	N.V.	-13,0	87,7	2542,3	6,24
13	9	356,2	32,6	0,0	14,27	62,5	-13,1	87,8	2561,7	6,28
13	10	332,5	31,3	0,0	14,33	60,9	-11,5	86,5	2407,7	6,24
13	11	263,8	49,6	0,0	14,40	49,3	-9,3	83,6	2016,4	6,00
13	12	308,7	N.V.	N.V.	14,16	56,5	-10,2	85,9	2284,2	6,08
13	13	326,8	35,0	0,2	14,32	60,2	-10,5	86,7	2393,1	6,09
13	14	348,9	38,1	0,1	14,24	64,1	-11,2	87,7	2526,8	6,16
13	15	357,4	39,7	0,1	14,21	65,7	-11,7	88,2	2576,7	6,18
13	16	334,9	35,8	0,1	14,26	61,9	-11,2	87,3	2438,9	6,14
13	17	326,7	35,0	0,1	14,28	59,2	-11,2	87,0	2392,0	6,12
13	18	302,5	36,8	0,3	14,37	56,6	-10,0	86,1	2251,7	6,17
13	19	253,1	39,9	0,8	14,53	48,2	-8,2	83,8	1964,5	6,12
13	20	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
13	21	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
13	22	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
13	23	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
13	24	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

Rif: Gas PCI 8579 kcal/Smc, C2H6 6,618% Tamb media 16,7 Hum media 28,4%

Dati del giorno 09/05/08 – sez 3

Tabella contenente dati consolidati

Sezione	3
Mese	05-08

media giorno	Ora	Potenza	NOx	CO	O2 nei Fumi	Portata GAS	Press. Fumi	Temp. Fumi	Port. Fumi Misurata	Umid. Fumi
35,98 [mg/Nm3]	Solare	[MW]	[mg/Nm^3]	[mg/Nm^3]	[%]	[kNm^3/h]	[mmH2O]	[Gradi C.]	[Km^3/h]	[%]
9	1	259,8	33,1	0,0	14,28	49,7	-9,1	85,9	2016,7	6,43
9	2	258,2	32,8	0,0	14,28	50,0	-9,6	85,5	2005,4	6,54
9	3	255,5	32,3	0,0	14,29	49,3	-10,9	85,2	1990,6	6,57
9	4	259,0	32,5	0,0	14,28	50,0	-10,6	85,3	2014,2	6,57
9	5	260,9	33,3	0,0	14,29	50,1	-9,9	85,4	2027,4	6,51
9	6	251,3	32,9	0,0	14,35	48,7	-10,5	85,0	1973,0	6,45
9	7	271,2	33,2	0,0	14,26	51,4	-9,7	85,8	2087,6	6,51
9	8	274,5	30,5	0,0	14,24	52,9	-10,1	86,0	2101,3	6,70
9	9	262,1	31,2	0,0	14,29	51,0	-9,5	85,3	2022,5	6,70
9	10	262,4	32,1	0,0	14,30	50,6	-9,8	85,5	2023,7	6,71
9	11	268,0	34,5	0,0	14,33	51,5	-10,7	85,8	2060,6	6,71
9	12	255,0	35,0	0,0	14,39	49,8	-9,7	85,2	1981,8	6,66
9	13	264,6	35,9	0,0	14,35	50,6	-9,6	86,0	2040,6	6,68
9	14	272,5	36,4	0,0	14,33	52,0	-10,4	86,4	2090,7	6,53
9	15	266,5	43,1	0,0	14,35	50,7	-10,0	86,2	2056,4	6,38
9	16	250,7	45,4	0,0	14,41	48,2	-9,6	85,4	1961,8	6,28
9	17	244,4	46,5	0,0	14,45	47,4	-9,4	85,3	1930,8	6,19
9	18	249,7	45,3	0,0	14,42	47,9	-8,8	85,6	1960,9	6,28
9	19	254,2	44,4	0,0	14,39	48,7	-9,1	85,8	1988,3	6,36
9	20	290,0	38,3	0,0	14,26	53,6	-12,1	87,2	2201,2	6,55
9	21	334,5	29,5	0,0	14,13	62,2	-12,6	88,7	2455,4	6,75
9	22	262,6	31,9	0,8	14,37	50,3	-6,4	85,6	2032,8	6,65
9	23	247,0	37,4	0,0	14,41	47,5	-8,0	85,2	1944,5	6,51
9	24	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

Rif: Gas PCI 8275 kcal/Smc, C2H6 2,379% Tamb media 19,6°C Hum media 45%

Per quanto riguarda la correlazione tra le caratteristiche del gas (PCI e composizione) e i valori di emissione di NO<sub>x</sub>, si è notato che nelle condizioni in cui il PCI è elevato e la presenza di Etano (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) è considerevolmente al di sopra del valore medio di riferimento del 4%, le emissioni di NO<sub>x</sub> tendono a salire notevolmente raggiungendo o superando il valore di 30 mg/Nm<sup>3</sup>. Di seguito sono riportati i dati registrati nei giorni 05 e 06/01/09 sulle sezioni 1 e 3 con una temperatura media ambientale di -2°C, una umidità del 83,2% e il gas con PCI maggiore di 8.500 kcal/smc e C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> superiore al 6%. Nel successivo paragrafo 3.3.4 sono riportati anche i dati della sez. 4 relativa agli stessi giorni che confermano lo stesso comportamento.

Da ultimo è corretto evidenziare che i dati presentati sono riferiti allo stato attuale delle macchine, per cui è da prevedere l'effetto di invecchiamento con perdita di prestazioni al crescere delle ore di funzionamento, comunemente registrabile e documentabile su tutti i Turbogas, avente effetto sulle condizioni di combustione e conseguentemente sulle concentrazioni di NO<sub>x</sub> e CO.

Dati dei giorni 05-06/01/09 sez. 1

<b>Gr.1</b>				
Giorno	Ora Solare	Potenza [MW]	NOx [mg/Nm <sup>3</sup> ]	CO [mg/Nm <sup>3</sup> ]
5	1	N.D.	N.D.	N.D.
5	2	N.D.	N.D.	N.D.
5	3	N.D.	N.D.	N.D.
5	4	N.D.	N.D.	N.D.
5	5	N.D.	N.D.	N.D.
5	6	N.D.	N.D.	N.D.
5	7	N.D.	N.D.	N.D.
5	8	N.D.	N.D.	N.D.
5	9	272,0	33,290	1,957
5	10	343,0	29,800	0,538
5	11	316,0	29,950	0,588
5	12	301,0	31,040	0,769
5	13	289,0	31,130	1,110
5	14	314,0	29,730	0,627
5	15	242,0	38,750	3,192
5	16	243,0	38,990	3,489
5	17	241,0	38,780	3,907
5	18	295,0	32,460	1,314
5	19	241,0	38,850	3,717
5	20	240,0	38,890	3,871
5	21	240,0	38,010	4,243
5	22	241,0	37,740	4,065
5	23	251,0	36,210	3,210
5	24	270,0	32,800	1,490
	<b>media</b>		<b>34,776</b>	<b>2,380</b>
6	1	312,0	30,050	0,766
6	2	322,0	29,230	0,643
6	3	264,0	35,520	2,382
6	4	243,0	38,810	3,103
6	5	246,0	37,620	2,729
6	6	253,0	35,700	1,928
6	7	306,0	30,240	0,892
6	8	268,0	34,690	1,986
6	9	246,0	37,420	3,037
6	10	324,0	29,020	0,756
6	11	327,0	28,020	0,653
6	12	343,0	28,000	0,436
6	13	337,0	27,830	0,450
6	14	323,0	27,170	0,632
6	15	286,0	30,060	1,182
6	16	295,0	28,700	1,140
6	17	285,0	31,360	1,633
6	18	335,0	27,890	0,553
6	19	334,0	27,800	0,442
6	20	336,0	27,590	0,509
6	21	255,0	33,860	2,320
6	22	256,0	32,480	1,885
6	23	252,0	33,000	2,643
6	24	269,0	30,580	2,047
	<b>media</b>		<b>31,360</b>	<b>1,448</b>

Dati dei giorni 05-06/01/09 sez. 3

<b>Gr.3</b>				
Giorno	Ora Solare	Potenza [MW]	NOx [mg/Nm <sup>3</sup> ]	CO [mg/Nm <sup>3</sup> ]
5	10	327,0	N.D.	N.D.
5	11	364,0	29,410	0,000
5	12	364,0	29,660	0,000
5	13	364,0	28,800	0,000
5	14	325,0	25,730	0,000
5	15	364,0	28,680	0,007
5	16	320,0	26,400	0,008
5	17	319,0	26,500	0,009
5	18	333,0	29,080	0,626
5	19	242,0	30,920	8,479
5	20	242,0	30,260	8,022
5	21	242,0	30,250	7,330
5	22	242,0	30,680	7,584
5	23	253,0	31,760	3,251
5	24	271,0	31,070	0,869
	<b>media</b>		<b>29,229</b>	<b>5,411</b>
6	1	318,0	25,950	0,344
6	2	329,0	25,230	0,001
6	3	267,0	29,050	2,140
6	4	244,0	30,490	4,027
6	5	247,0	30,760	2,013
6	6	254,0	31,250	0,785
6	7	311,0	28,580	0,000
6	8	329,0	25,490	0,000
6	9	272,0	31,420	0,652
6	10	316,0	26,780	0,000
6	11	364,0	28,690	0,016
6	12	364,0	28,750	0,001
6	13	343,0	26,890	0,000
6	14	329,0	25,550	0,000
6	15	287,0	33,680	0,015
6	16	272,0	37,970	0,001
6	17	292,0	31,900	0,053
6	18	342,0	26,880	0,000
6	19	340,0	26,540	0,003
6	20	343,0	26,210	0,001
6	21	259,0	31,940	0,545
6	22	282,0	30,980	0,001
6	23	253,0	32,110	2,246
6	24	242,0	31,110	5,191
	<b>media</b>		<b>29,342</b>	<b>0,751</b>

### 3.3.4 Dati emissivi LC4.

Il TG della sezione 4 è entrato in esercizio commerciale nel 2003, successivamente alle sezioni 1, 2 e 3 e ad oggi ha accumulato un numero di ore equivalenti di esercizio (EOH) di poco superiore a 25.000, a causa anche di una grave avaria all'alternatore che lo ha tenuto fermo per quasi 12 mesi.

I livelli di emissione di questa unità, in particolare per quanto riguarda le concentrazioni di NO<sub>x</sub>, risultano ampiamente in linea con quelli previsti, come medie orarie, dal Decreto autorizzativo del Ministero delle Attività Produttive n. 007/2003 (50 mg/Nm<sup>3</sup>). Successivamente, per ottemperare alla ulteriore prescrizione indicata al punto 5, art. 2 del Decreto sopra citato che prevedeva che “salvo dimostrazione da parte dell'Azienda della impossibilità tecnologica, a decorrere dal quinto anno di esercizio del gruppo turbogas, il limite di emissione degli ossidi di azoto (espressi come NO<sub>2</sub>) è 30 mg/Nm<sup>3</sup> riferito alla media giornaliera”, dal gennaio 2008 si è cercato di esercire l'unità nel rispetto di tali limiti.

Le evidenze del primo anno di funzionamento del TG LC 4 con il nuovo limite a 30 mg/Nm<sup>3</sup> come media oraria giornaliera, dimostrano che nonostante esso sia stato sempre rispettato, in taluni casi a causa delle condizioni ambientali e soprattutto della composizione gas, si è ottenuto tale risultato a discapito della stabilità della combustione. Ne sono testimonianza il fenomeno di humming (pulsazioni in camera di combustione) verificatosi in data 09/12/08 che ha comportato un fuori servizio della sezione di oltre 48 ore, e l'introduzione di misure cautelative temporanee quali le riduzioni di carico e l'indisponibilità al bilanciamento. Tali provvedimenti adottati non consentono infatti di rispettare in questi casi le regole di connessione previste da Terna, penalizzando l'esercizio della sezione. I dati proposti nel seguito, registrati in data 05 e 06/01/09, dimostrano come il rispetto del nuovo limite di emissione, sia stato ottenuto solo in virtù dell'esonero temporaneo dal servizio di bilanciamento di rete concesso da Terna.

Tabella contenente dati non consolidati

Sezione	4
Mese	gen-09

no	Ora Solare	a [MW]	NOx [mg/Nm <sup>3</sup> ]	CO [mg/Nm <sup>3</sup> ]	O2 nei Fumi [%]	Portata GAS [kNm <sup>3</sup> /h]	Press. Fumi [mmH2O]	Temp. Fumi [Gradi C.]	Misurata [Knm <sup>3</sup> /h]	Umid. Fumi [%]
5	17	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
5	18	336,8	29,1	0,3	14,22	65,8	-12,0	88,7	2587,7	6,59
5	19	349,8	30,0	0,4	14,16	67,3	-12,0	84,4	2602,4	6,63
5	20	349,7	30,2	0,5	14,15	67,2	-12,0	84,0	2586,6	6,65
5	21	349,7	30,3	0,5	14,15	67,1	-12,0	83,9	2580,9	6,65
5	22	349,6	30,1	0,5	14,15	67,0	-11,9	83,9	2575,2	6,65
5	23	349,4	29,6	0,5	14,16	66,8	-12,0	84,1	2571,3	6,64
5	24	350,2	29,8	0,5	14,17	66,9	-11,8	84,2	2580,5	6,63
6	1	305,0	28,3	0,6	14,30	59,2	-9,9	82,1	2320,0	6,54
6	2	310,8	28,2	0,5	14,28	60,5	-10,2	82,6	2363,7	6,56
6	3	250,4	30,2	1,2	14,53	50,1	-8,3	80,0	2027,4	6,36
6	4	227,6	30,0	1,1	14,60	46,6	-7,7	79,6	1901,3	6,30
6	5	230,6	30,1	0,9	14,59	47,0	-7,7	79,6	1916,1	6,32
6	6	237,5	30,1	0,8	14,57	48,2	-7,6	80,0	1951,6	6,34
6	7	293,7	29,4	0,6	14,37	57,7	-10,2	82,5	2270,0	6,49
6	8	274,7	30,2	1,4	14,47	53,8	-9,4	80,6	2152,5	6,41
6	9	252,2	30,7	1,0	14,55	50,6	-9,3	80,8	2032,3	6,35
6	10	327,5	28,6	0,5	14,28	63,6	-11,2	83,4	2459,9	6,61
6	11	315,8	22,0	0,5	14,33	61,4	-10,5	82,5	2386,3	6,56
6	12	331,6	22,4	0,5	14,28	64,4	-11,3	83,2	2478,8	6,56
6	13	325,0	22,5	0,5	14,30	62,9	-11,0	82,7	2438,5	6,55
6	14	310,9	21,7	0,5	14,34	60,7	-10,5	82,4	2361,2	6,52
6	15	324,3	22,2	0,5	14,30	63,1	-11,0	83,1	2440,8	6,54
6	16	286,5	23,0	0,6	14,44	56,3	-9,9	81,4	2222,5	6,44
6	17	324,9	22,0	0,5	14,31	63,2	-11,6	83,2	2444,5	6,53
6	18	323,5	22,1	0,4	14,31	62,9	-11,3	82,7	2429,4	6,52
6	19	322,1	22,2	0,5	14,32	62,8	-11,0	82,9	2425,3	6,51
6	20	324,9	22,8	0,4	14,32	63,0	-11,0	82,8	2435,6	6,51
6	21	318,2	21,9	0,5	14,34	62,0	-10,7	82,7	2400,3	6,50
6	22	321,7	22,1	0,5	14,33	62,6	-10,8	82,7	2423,1	6,51
6	23	316,6	21,7	0,5	14,34	61,8	-10,5	82,6	2395,6	6,50
6	24	305,7	21,6	0,5	14,38	59,8	-10,1	82,2	2333,3	6,47

#### 4 RIFERIMENTO ALLE MIGLIORI TECNOLOGIE DISPONIBILI

Per gli impianti esistenti in ciclo combinato, con turbine alimentate a gas naturale, l'“IPPC Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants” (July 2006) indica come opzioni tecnologiche i Dry Low NO<sub>x</sub> burners oppure l'iniezione diretta di acqua o vapore, con raggiungimento dei livelli emissivi sotto indicati (table 7.37):

	Emission level associated with BAT mg/Nm <sup>3</sup>	BAT options to reach these levels		
		CO	O <sub>2</sub> (%)	
Existing CCGT without supplementary firing (HRSG)	20 – 90	5 – 100	15	Dry low-NO <sub>x</sub> premix burners or water and steam injection or SCR if the required space has already been foreseen in the HRSG

Dalla lettura dei valori emissivi misurati ai camini della Centrale di La Casella, dotata di bruciatori basso NO<sub>x</sub>, come riferito in allegato D.3 alla domanda AIA e ampiamente documentato nei precedenti paragrafi, si evidenzia quindi il pieno allineamento ai livelli attesi con le migliori tecnologie disponibili a livello europeo.

Ciò vale in particolare in quanto l'intervallo di valori di concentrazione indicato in tabella non deve essere letto come limite: i livelli emissivi indicati nel B.REF. L.C.P. sono infatti quelli medi associati all'applicazione della tecnologia, nelle migliori condizioni di manutenzione ed esercizio, in condizioni standard di funzionamento e di carico.

E' ben evidenziato che in condizioni diverse di funzionamento possono manifestarsi nel breve periodo valori di picco più alti dei livelli di concentrazione indicati.

“The emission and consumption levels associated with the use of BAT have to be seen together with any specified reference conditions (e.g. averaging periods)... Where a level is described as ‘achievable’ using a particular technique or combination of techniques, this should be understood to mean that the level may be expected to be achieved over a substantial period of time in a well maintained and operated installation or process using those techniques.” (7.5 BAT for the combustion of gaseous fuels)

“The BAT associated emission levels are based on a daily average, standard conditions and represents a typical load situation. For peak load, start up and shut down periods as well as for operational problems of the flue-gas cleaning systems, short term peak values which could be higher have to be regarded”.(7.5.4 NOX and CO emissions from gas-fired combustion plants )

Per quanto attiene invece i valori di concentrazione “garantiti” in condizioni di normale funzionamento, con esercizio in sicurezza delle macchine, dai TG Ansaldo Siemens V94.3A(2) installati nei gruppi 1, 2 e 3 della Centrale di La Casella, questi sono pari a 50 mg/Nm<sup>3</sup> di NOX e CO (in ALLEGATO A è riportata la dichiarazione del fornitore a riguardo).

## 5 CONCLUSIONI

Le macchine attualmente installate sulle sezioni 1, 2 e 3 in particolare per quanto riguarda le concentrazioni di NO<sub>x</sub>, risultano ampiamente in linea con quelle previste, come medie orarie, dal Decreto del Ministero delle Attività Produttive n. 007/2003 (50 mg/Nm<sup>3</sup>) e risultano allineate anche alle migliori performance possibili per unità di questa generazione di Turbogas.

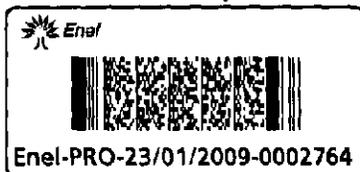
I dati esposti mostrano inoltre che seppure mediamente i valori registrati si attestano nell'intorno di 30 mg/Nm<sup>3</sup> come media oraria giornaliera, questo non possa considerarsi un valore LIMITE garantibile per tutte le condizioni possibili di esercizio e che non siano infrequenti valori addirittura prossimi al valore massimo attualmente consentito, a causa sia della forte influenza di parametri esterni quali la composizione gas e le condizioni ambientabili.

Nel caso della unità LC 4, dopo i primi 12 mesi di esercizio col nuovo limite, si osservano elevate criticità di esercizio con elevati rischi per l'integrità della macchina e difficoltà di esercizio della stessa in accordo al codice di rete.

Da considerare inoltre che i TG di La Casella hanno già accumulato negli anni un numero significativo di ore di esercizio che li rende comunque non paragonabili ad altre unità più recenti.

I dati di emissione di NO<sub>x</sub> raccolti fino ad oggi sulle sezioni 1, 2 e 3 e l'esperienza dei 12 mesi di esercizio della sezione 4 con il nuovo limite, evidenziano infatti che il valore garantito di 30 mg/Nm<sup>3</sup> come media oraria giornaliera, non sia ottenibile con le macchine attuali in tutte le possibili situazioni di esercizio.

Una eventuale riformulazione del limite a valori inferiori a 50 mg/Nm<sup>3</sup> come media oraria giornaliera degli NO<sub>x</sub> anche per le sezioni 1, 2 e 3 deve essere valutata attentamente dal punto di vista tecnico ed economico assieme al Costruttore e non pare prescindere dalla necessità di applicare pesanti modifiche all'hardware della macchina.



Ns. rif. AEN/E/213/DZ/0389

Vs. rif.

Spett.le  
ENEL  
Via Argine Po 2  
29015 Castel San Giovanni (PC)

Att.ne Ing. Salvatore Casula  
Resp. Ub La Casella

Genova: 15 Gennaio 2009

**Oggetto : Turbogas V94.3A(2) per LA CASELLA  
Dichiarazione**

Si dichiara che le turbine a gas Ansaldo Siemens V94.3A(2), fornite con il contratto IAAZ 1001.1 del 18/02/00 per le sezioni 1,2 e 3 della centrale ENEL E. Amaldi - UB La Casella, hanno valori di emissioni allo scarico garantite tra il minimo tecnico ambientale (70% CMC) e il carico massimo continuo (CMC) di:

50 mg/Nm<sup>3</sup> per gli NO<sub>x</sub>, espressi come NO<sub>2</sub>

50 mg/Nm<sup>3</sup> per il CO

I valori sopra indicati sono i migliori garantibili nelle condizioni di normale e sicuro esercizio delle unità.

I valori di emissioni sopra riportati sono riferiti ad un tenore del 15% in volume di O<sub>2</sub> nei gas di scarico secchi.

Cordiali saluti

**ANSALDO ENERGIA S.p.A.**  
Ing. D. Zamorani

