

## INDICE

	<u>Pagina</u>
<b>1 INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
<b>2 PRINCIPALI MODIFICHE IMPIANTISTICHE (FASE II)</b>	<b>2</b>
<b>3 IL NUOVO CICLO COMBINATO CC1+1</b>	<b>3</b>
3.1 TURBINE A GAS	3
3.2 TURBINA A VAPORE	4
3.3 GVR E CICLO ACQUA VAPORE	4
3.4 SISTEMI DI AUTOMAZIONE	5
3.5 SISTEMA COMBUSTIBILE	5
3.6 SISTEMI DI RAFFREDDAMENTO	5
3.7 SISTEMI AUSILIARI	6
3.8 ASSETTI DI MARCIA DI RIFERIMENTO	6
<b>4 PRE-AVVIAMENTO ED AVVIAMENTO DEI NUOVI IMPIANTI</b>	<b>7</b>
<b>5 CARATTERISTICHE FUNZIONALI DELL'IMPIANTO DOPO LA FASE I DI</b>	
<b>RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE</b>	<b>9</b>
5.1 BILANCI ENERGETICI	9
5.2 EMISSIONI IN ATMOSFERA	9
5.3 SCARICHI DELLE ACQUE DI RAFFREDDAMENTO	10
5.4 EMISSIONI SONORE	10

## 1 INTRODUZIONE

Il progetto di riqualificazione ambientale della Centrale di Turbigo prevede la conversione a ciclo combinato delle due sezioni termoelettriche tradizionali TL21 e TL41 e la dismissione e demolizione di tutti e 4 i gruppi turbogas esistenti. Le attuali unità TL11 e TL31 saranno esercite in assetto isolato, senza il preriscaldamento dell'acqua di alimento.

Il processo sarà realizzato in due fasi distinte (Fase I e Fase II); la presente relazione descrive le modifiche apportate durante la seconda fase del processo di riqualificazione della Centrale. Si riportano inoltre:

- le condizioni di pre-avviamento ed avviamento dei nuovi impianti;
- i nuovi bilanci energetici di impianto;
- le principali variazioni dei bilanci di Centrale in termini di emissioni in atmosfera, scarichi delle acque di raffreddamento ed emissioni sonore.

## 2 PRINCIPALI MODIFICHE IMPIANTISTICHE (FASE II)

La realizzazione della Fase II del progetto di riqualificazione ambientale della Centrale di Turbigo prevede:

- la dismissione, ad eccezione della sezione vapore (turbina, condensatore, ecc..), del gruppo convenzionale TL21;
- la dismissione e la demolizione della quarta (e ultima) turbina a gas Fiat Avio esistente;
- la demolizione delle ciminiere dei gruppi convenzionali 1 e 2;
- l'installazione di un secondo ciclo combinato costituito da una turbina a gas ed una a vapore (nel seguito denominato CC 1+1), con le seguenti caratteristiche:
  - una nuova Turbine a Gas (TG) da 264<sub>e</sub> MW;
  - un nuovo Generatore di Vapore a Recupero (GVR), a tre livelli di pressione con surriscaldamento e post-combustione, senza camino di by-pass; il vapore prodotto dal GVR verrà inviato alla turbina a vapore TL21 esistente;
- il mantenimento degli attuali gruppi convenzionali TL11, e TL31. Entrambi i gruppi saranno eserciti in assetto isolato.

L'assetto della Centrale sarà quindi il seguente:

- due cicli combinati:
  - CC 2+1, realizzato in Fase I e costituito da 2 TG e dalla TV dell'esistente gruppo tradizionale No. 4 (denominata TL41),
  - CC 1+1 costituito da una nuova TG e dalla TV dell'esistente gruppo tradizionale No. 2 (denominata TL21);
- due gruppi tradizionali (TL11 e TL31), eserciti in assetto isolato.

Il nuovo gruppo turbogas sarà installato in adiacenza ai due gruppi realizzati in Fase I.

### **3 IL NUOVO CICLO COMBINATO CC1+1**

Il progetto complessivo prevede la realizzazione di due cicli combinati (CC2+1 e CC1+1) il primo realizzato in Fase I, il secondo in Fase II.

I componenti principali del nuovo ciclo combinato CC1+1 (1 turbogas + 1 turbina a vapore), sono i medesimi di quelli relativi al ciclo combinato che si prevede di installare in Fase I e sono:

- gruppo turbogas, con relativo alternatore, cabinato di insonorizzazione e sistema di controllo;
- generatore di vapore a recupero, completo di camino e condotto di collegamento al gruppo turbogas;
- turbina a vapore con relativi alternatori e sistema di controllo;
- ciclo termico con relative pompe alimento di media/alta pressione;
- “piperack” per sostegno tubazioni di collegamento dei componenti;
- trasformatori elevatori di tensione per il gruppo turbogas, interruttori MT e trasformatori di alimentazione dei servizi ausiliari di unità;
- stazione di trattamento gas naturale.

#### **3.1 TURBINE A GAS**

La Fase II del progetto di riqualificazione ambientale della Centrale di Turbigo prevede l'installazione di una TG, uguale alle due che si prevede di installare in Fase I, le cui principali caratteristiche sono riportate di seguito.

La TG, di tipo heavy duty, sarà accoppiata con giunto rigido all'alternatore e dotata di sistema di combustione “single-fuel” a gas naturale con combustori DLN. La TG in condizioni ISO avrà una potenza meccanica al giunto pari a circa 264MW.

La TG completa di compressore, camera di combustione e relativi bruciatori, giunto rigido di accoppiamento con l'alternatore, sarà dotata dei seguenti componenti:

- sistema di aspirazione aria completo di filtrazione multistadio, silenziatori,...;
- sistema di scarico completo di condotto e giunto di accoppiamento con il GVR;

- sistema olio di lubrificazione comune con l'alternatore;
- sistema olio di regolazione;
- sistema di lavaggio on/off line del compressore;
- sistema di rotazione lenta dell'albero TG;
- sistema di avviamento statico;
- sistema anti-ice, costituito preferenzialmente da una batteria di scambio termico, posta in camera filtri, alimentata da acqua calda o vapore, o (in subordine) da un sistema ad aria calda spillata dal compressore tipo "bleed-heating";
- sistema di raffreddamento aria comburente, preferenzialmente del tipo "fogging" o (in subordine) del tipo "evaporative cooling";
- cabinato acustico insonorizzato e relativi ausiliari (sistema ventilazione, antincendio, rilevazione incendio, fumo e fughe di gas ...);
- sistema di comando e controllo della TG e dei relativi ausiliari interconnesso con il DCS centralizzato nella Nuova Centrale.

### **3.2 TURBINA A VAPORE**

Sono previsti interventi specifici di adeguamento o di parziale rifacimento sull'esistente turbina a vapore TL21 (analogamente a quanto realizzato per la turbina TL41), relativi alternatori, condensatori, sistemi ausiliari e sistemi di by-pass.

### **3.3 GVR E CICLO ACQUA VAPORE**

La Fase II del progetto di riqualificazione ambientale della Centrale di Turbigio prevede l'installazione di un Generatore di Vapore a Recupero (GVR), uguale ai due che si prevede di installare in Fase I.

Il GVR sarà collegato direttamente alla TG e funzionerà senza serranda e camino di by-pass. Sarà del tipo a circolazione naturale, a sviluppo orizzontale, a tre livelli di pressione con RH intermedio e con degasatore integrato nel corpo cilindrico di BP.

Le superfici di scambio saranno costituite principalmente da tubi alettati saldati ai collettori. Gli scambiatori saranno racchiusi in un casing coibentato, resistente alla pressione dei gas di scarico.

L'involucro, contenente le parti in pressione della caldaia, sarà collegato da un lato, tramite un condotto, al giunto di dilatazione della TG e dall'altro al condotto di collegamento al camino per lo scarico silenziato dei gas all'atmosfera.

Si evidenzia che il GVR aggiunto in Fase II sarà equipaggiato con postcombustori identici a quelli installati per il ciclo combinato di prima fase, in modo da omogeneizzare il design delle tre caldaie.

### **3.4 SISTEMI DI AUTOMAZIONE**

Attualmente il gruppo 2 è dotato di DCS (regolazione, telecomandi, sistema blocchi) (Network90/INFI90 Bailey) e di sistemi propri per la supervisione che solo in parte si interfacciano in modo seriale con il DCS d'impianto.

I sistemi elettrici ed elettronici dell'isola produttiva, sistema di eccitazione, sistema regolazione TV, sistemi ausiliari alternatore, sistema UPS, sistema di AT, MT, BT si interfacciano con il DCS soltanto in modo hardware.

### **3.5 SISTEMA COMBUSTIBILE**

I nuovi cicli combinati saranno alimentati con gas naturale prelevato dall'esistente metanodotto SNAM di 1<sup>a</sup> specie.

I fabbisogni stimati per i macchinari del nuovo ciclo combinato sono i seguenti (dati riferiti a un P.C.I. del gas di 35,000 kJ/Sm<sup>3</sup>):

- CC1+1: Massimo consumo ( $T_{amb}=5^{\circ}C$ ): 16.9 kg/s (ca. 81,200 Sm<sup>3</sup>/h);
  - per cad. turbogas ( $T_{amb}=5^{\circ}C$ ): 15.6 kg/s (ca. 75,000 Sm<sup>3</sup>/h),
  - per cad. GVR ( $T_{amb}=40^{\circ}C$ ): 1.8 kg/s (circa 8,700 Sm<sup>3</sup>/h).

### **3.6 SISTEMI DI RAFFREDDAMENTO**

I sistemi di raffreddamento del nuovo ciclo combinato CC 1+1 saranno costituiti da un circuito chiuso separato, dedicato alla sezione, che sarà a sua volta raffreddato tramite 2 scambiatori, ciascuno dimensionato per il fabbisogno del gruppo TG/GVR, con acqua del Naviglio Grande prelevata dal circuito AR del gruppo TL21, opportunamente revisionato ed adeguato.

### **3.7 SISTEMI AUSILIARI**

In analogia alla Fase I, il criterio guida nella progettazione dei sistemi ausiliari sarà il riutilizzo dei servizi esistenti, compatibilmente con la loro idoneità alle mutate caratteristiche del ciclo termico ed il loro stato di conservazione.

### **3.8 ASSETTI DI MARCIA DI RIFERIMENTO**

L'assetto di design per il nuovo ciclo combinato CC1+1 sarà composto da:

- 1 TG a base load, GVR con post-combustione, TV in servizio;
- 1 TG a base load, GVR senza post-combustione, TV in servizio;
- 1 TG a base load, GVR senza post-combustione, TV in by-pass totale al condensatore;
- 1 TG al 60% del carico con GVR senza post-combustione, TV in servizio.

## 4 PRE-AVVIAMENTO ED AVVIAMENTO DEI NUOVI IMPIANTI

Terminata la fase di costruzione si procederà al pre-commissioning e al commissioning degli impianti. In particolare, in analogia alla Fase I, verranno eseguite le seguenti operazioni:

- prove idrauliche: vengono effettuate a fine montaggio su tutti i componenti e sistemi in pressione al fine di verificare la corretta esecuzione di giunti e accoppiamenti su apparecchiature e tubazioni. Per realizzare la prova idraulica dei sistemi vapore e condensato/acqua alimento, viene utilizzata acqua demineralizzata additivata con sostanze chimiche che inibiscano la corrosione (si utilizzerà carboidrazide che ha la funzione di eliminare l'ossigeno disciolto nell'acqua). L'acqua utilizzata per le prove idrauliche verrà recuperata al termine di ogni test e stoccata nel serbatoio di riserva acqua demineralizzata. Eventuali scarichi verranno indirizzati alla vasca di neutralizzazione. Per la prova idraulica di altri sistemi fluidi (ad esempio i sistemi di raffreddamento), verrà utilizzata acqua industriale senza aggiunta di additivi. Al termine di ogni test, l'acqua utilizzata verrà, per quanto possibile, recuperata e stoccata nel serbatoio acqua grezza;
- lavaggi chimici: le tubazioni vapore principali vengono sottoposte alle due seguenti operazioni:
  - lavaggio basico (bollitura), effettuato con detergenti industriali diluiti in acqua demineralizzata, al fine di rimuovere tutte le sostanze grasse e oleose presenti sulle superfici interne,
  - lavaggio acido, realizzato con acidi deboli (acido citrico) o acidi forti a basso dosaggio in acqua demineralizzata;

Per realizzare entrambe le operazioni verranno realizzati circuiti e collegamenti provvisori che consentano il controllo delle caratteristiche chimico/fisiche del fluido, l'adeguata circolazione del fluido in tutte le parti da trattare e la gestione degli effluenti;

- soffiature: le tubazioni di vapore che collegano la caldaia alla turbina a vapore verranno pulite mediante soffiatura con vapore al fine di rimuovere tutte le particelle solide che staccandosi dalle pareti delle tubazioni possano danneggiare la palettatura della turbina. La soffiatura verrà eseguita collegando, mediante una tubazione provvisoria, l'estremità della tubazione stessa con l'atmosfera, attraverso una valvola ad apertura rapida ed un filtro/silenziatore. L'operazione si esegue mettendo in pressione la caldaia e scaricando il vapore sulla turbina. Questa operazione facilita il distacco delle particelle mediante il meccanismo delle dilatazioni e contrazioni termiche. Le particelle distaccate verranno raccolte nel filtro. Il vapore rilasciato all'atmosfera è puro vapore acqueo proveniente da acqua demineralizzata;

- flussaggio dell'olio di lubrificazione: tutti i componenti dei sistemi di lubrificazione della turbina a gas, alternatore e turbina a vapore, verranno accuratamente lavati mediante flussaggio con olio lubrificante riscaldato. A monte di ogni cuscinetto verranno installati filtri provvisori a maglia fine destinati a rimuovere le impurità trasportate dall'olio lubrificante. Questa operazione verrà eseguita con continuità sino a quando si sia ottenuto il grado di pulizia richiesto. Per questa operazione verrà usata la carica di olio di lubrificazione che sarà poi utilizzata per l'esercizio. Le impurità rimosse mediante i filtri verranno inviate ad idonei impianti di trattamento;
- dewatering dell'olio dei trasformatori. l'olio dei trasformatori di grossa taglia deve essere trattato prima della messa in servizio per eliminare le tracce di acqua che si sono accumulate nell'olio stesso a causa dell'umidità presente nell'aria. L'eliminazione di quest'acqua viene eseguita mediante un'apposita apparecchiatura. Eventuali residui oleosi vengono raccolti ed inviati ad impianti di riprocessamento.

## 5 CARATTERISTICHE FUNZIONALI DELL'IMPIANTO DOPO LA FASE I DI RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE

### 5.1 BILANCI ENERGETICI

Nella seguente tabella è riportato il bilancio energetico della Centrale nella configurazione della Fase II.

Bilancio Energetico dell'Impianto: Fase II di Riqualificazione Ambientale							
Potenza (MW)	Sezioni Convenzionali				Cicli Combinati		Totale
	TL1 <sup>(1)</sup>	TL2	TL3 <sup>(1)</sup>	TL4	CC2+1	CC1+1	
Termica Immessa	611.5		792.5		1530	765	3699
Elettrica Lorda	250		330		855	430	1865
Dissipata Condensatore	310	Fermo	395	Fermo	545	270	1520
Dissipata Atmosfera	46.5		60.0		124.0	62.0	292.5
Altre Perdite	5.0		7.5		6.0	3.0	21.5

Note:

1. Assetto isolato (senza TG, dismessa)

### 5.2 EMISSIONI IN ATMOSFERA

Le concentrazioni di inquinanti al camino per la Fase II saranno:

Cicli combinati:

- ossidi di azoto come NO<sub>2</sub> + NH<sub>3</sub>: 30 mg/Nm<sup>3</sup>;
- monossido di carbonio CO: 30 mg/Nm<sup>3</sup>.

Gruppi convenzionali:

- ossidi di azoto come NO<sub>2</sub>: 200 mg/Nm<sup>3</sup>;
- SO<sub>2</sub> : 400 mg/Nm<sup>3</sup>;
- Polveri: 30 mg/Nm<sup>3</sup> come previsto da art.14 del DM 8 maggio 1989;
- monossido di carbonio CO: 50 mg/Nm<sup>3</sup> come previsto da art.14 del DM 8 maggio 1989.

### 5.3 SCARICHI DELLE ACQUE DI RAFFREDDAMENTO

La realizzazione del progetto di riqualificazione della Centrale non determinerà alcuna variazione della portata degli scarichi nel Naviglio Grande delle acque di raffreddamento (sia in Fase I sia in Fase II); per quanto riguarda la temperatura degli scarichi è previsto che diminuisca in Fase II, in quanto nella configurazione di massimo carico si prevede una potenza termica dissipata al condensatore pari a circa 1,520 MW, a fronte dei circa 1,700 MW della configurazione attuale e di quella di Fase I.

### 5.4 EMISSIONI SONORE

Le modifiche impiantistiche realizzate in Fase II determineranno una variazione del numero e delle caratteristiche delle sorgenti sonore, e conseguentemente delle emissioni acustiche prodotte dalla Centrale. Si riportano le principali sorgenti che saranno dismesse e quelle associate al nuovo gruppo CC1+1.

Item	Principali Sorgenti Dismesse	Livello press. sonora (dBA)	Banda d'ottava (Hz)									Pot. sonora Lw (dBA)
			31.5	65	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
2.D	caldaia TL2	65	116	114	109	107	103	100	95	91	80	105.4
2.4	ventilatori aria comburente TL2	90 a 2 m	98	97	104	96	108	102	102	94	85	111.6
1.4	estrattori edificio caldaia TL2	83 a 3 m	89	93	89	89	85	80	76	71	66	86.6
9.B	ciminiera canna TL2	81	107	103	101	94	87	82	72	67	59	90.4
78.1	condotto fumi TL 2	80	96	90	86	77	77	76	76	78	66	83.4
11.B	trasformatori TP TL2	78 a 5 m	100	106	96	93	112	88	84	78	68	109.1
201A	Cabinato Turb. TL22	64	106	100	102	89	86	86	84,5	82	73	98
201B	alternatore TL22	80	98	95	99	89	90	100	92	84	88	107
201C	giunto-recuperat. TL22	76	111	107	109	98	93	92	88	99	86	108
201E	recuperatore TL22	60	113	103	95	89	88	86	84	81	71	98
201G	Camera filtri TL22	80	111	105	106	100	97	96	96	98	94	109
201N	aerotermini TL22	72	106	101	99	93	93	94	91	85	78	104
9.C	ciminiera quadricanna	54	103	99	97	91	83	78	68	63	55	92
78.B	condotto fumi TG cim. quadric.	57	86	73	67	63	54	54	53	53	55	66
<b>TOTALE LW</b>			<b>116.9 dB(A)</b>									

Le caratteristiche acustiche delle nuove sorgenti sono sintetizzate nella seguente tabella.

Item	Principali Sorgenti Gruppi a ciclo combinato	Livello pressione sonora (dBA)	Banda d'ottava (Hz)									Pot. son. Lw (dBA)
			31.5	65	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
6	Edificio Turbogas	85	118	120	113	109	106	105	109	104	98	101.2
6.1	Estrattori aria cabinato scarico	87	100	101	107	99	96	93	89	88	85	99.1
6.2	Estrattori aria cabinato TG	90	98	98	107	98	95	92	87	84	83	97.9
6.3	Ventilatori Edificio macchine	80		97	100	91	85	79	84	82	79	96.8
3	Camera a filtri	69	72	72	74	72	78	89	84	86	72	92.2
4	GVR	65 a 5m	136	132	115	106	100	100	96	92	81	109.0
40	Camino GVR	62 a 5 m	127	114	110	105	106	96	92	84	80	105.3
11	Pompe alimento GVR	65 a 5 m	90	90	88	88	90	87	87	83	79	93.2
15	Trasformatori di unità	65	91	100	84	87	89	86	79	71	70	90.1
14	Trasformatori elevatori	75	101	110	94	97	99	96	89	81	80	100.1
-	Aperture areazione Ed. Turb.	-	102	107	103	90	79	71	70	73	76	89.0
6.3	Torrini Edificio	-	92	99	96	84	73	66	64	68	70	82.2
<b>TOTALE LW</b>			<b>112.1 dB(A)</b>									