



# **CENTRALE A CICLO COMBINATO DA 600 MW DI TARANTO**

## **PROGETTO PRELIMINARE**

**Elaborato in collaborazione con la Società Ansaldo AEN- Genova**



Società soggetta all'attività di Direzione e Coordinamento di RIVA FIRE S.p.A

## **INDICE**

### **1. PREMESSA**

### **2. CARATTERISTICHE DEL SITO, SISTEMAZIONE GENERALE**

#### **2.1 Caratteristiche progettuali del sito**

**Condizioni di sito di riferimento**

**Dati per progetto civile**

**Acque**

**Combustibili**

**Sistema di raffreddamento scelto**

**Acqua potabile**

**Acqua demineralizzata**

**Acqua antincendio**

**Sistema drenaggi / acque di scarico**

#### **2.2 Tipologia e vincoli di sito/ambiente**

**Raffreddamenti**

**Emissioni gassose**

**Rumore**

#### **2.3 Sistemazione generale**

##### **2.3.1 Sistemazione generale di modulo**

##### **2.3.2 Sistemazione generale di impianto**

### **3. CONFIGURAZIONE DI IMPIANTO E CARATTERISTICHE DEI PRINCIPALI COMPONENTI**

#### **3.1 Configurazione generale di impianto**

##### **3.1.1 Descrizione dei componenti principali**

**Turbina a gas**

**Compressione gas siderurgici**

**Turbina a vapore**

**Generatore di vapore (caldaia)**

**Condensatore**

**Alternatori**

**Sistema di estrazione condensato**

**Sistema acqua di alimento**

**Sistema vapore**

**Sistema di drenaggio di ciclo**

**Sistema iniezione chimica**  
**Sistema di campionamento**  
**Sistema estrazione aria**  
**Sistema di refrigerazione primaria**  
**Sistema di automazione**

#### **4. PRESTAZIONI DI IMPIANTO**

##### **4.1 Tempi e modalita' di funzionamento dell'impianto**

#### **5. IMPATTO AMBIENTALE**

##### **5.1 Rilasci gassosi**

##### **5.2 Rilasci liquidi**

##### **5.3 Emissioni sonore**

#### **6. OPERAZIONE**

##### **1.1 Criteri e condizioni di avviamento. Basi funzionali di progetto del sistema di automazione**

#### **ALLEGATI**

- 1 Situazione del sito esistente**
- 2 Sistemazione impiantistica dei tre moduli**
- 3 Viste dell'impianto**
- 4 Bilanci delle acque**
- 5 Sottostazione elettrica**

## 1 PREMESSA

Nel presente documento sono riportati i principali criteri funzionali di progetto, le prestazioni dell'impianto e descrizioni sintetiche dei principali sistemi e componenti.

L'impianto proposto è una centrale termoelettrica costituita da tre moduli a ciclo combinato ognuno dei quali comprende:

- una turbina a gas di tipo industriale idonea alla combustione di gas a basso potere calorifico quale ad es. la V94.2K alimentata normalmente da gas siderurgici;
- un compressore dei gas siderurgici trascinato dalla turbina a gas;
- una turbina a vapore;
- un generatore di vapore a recupero;
- due generatori elettrici: uno per la turbina a gas(TG) ed uno per la turbina a vapore(TV).

Le parti comuni della centrale sono principalmente costituite da:

- sistema trattamento e miscelazione dei gas combustibili;
- sistema di trattamento delle acque reflue;
- le connessioni fisiche e funzionali con l'impianto siderurgico esistente.

La potenza elettrica prodotta dall'impianto oggetto del presente progetto preliminare, è di circa 600 MW e sarà interamente riversata nella rete interna di stabilimento a 66 kV.

Centrale a ciclo combinato 600 MW di Taranto  
Progetto preliminare

I tre nuovi moduli costituenti la centrale saranno realizzati in due fasi.

La prima fase prevede l'installazione di un modulo collegato elettricamente ai due stalli a 66 KV del vecchio anello della distribuzione elettrica di stabilimento (VA) precedentemente utilizzati per i gruppi G1/G2 della centrale CET 1 attualmente fuori servizio .

La seconda fase prevede l'installazione degli altri due moduli. Al fine di rispettare i vincoli impiantistici presenti, sarà necessario realizzare una nuova sottostazione blindata ed un tratto di elettrodotto in doppia terna per ampliare il nuovo anello di distribuzione elettrica di stabilimento (NA) a 66 KV.

Gli schemi "unificare elettrico" relativi alla prima ed alla seconda fase sono riportati in Allegato 5.

Nei limiti del possibile la nuova centrale termoelettrica dovrà cercare di produrre una quantità di energia elettrica tale da soddisfare le necessità dello stabilimento.

L'impianto sarà inoltre in grado di fornire energia termica derivata dall'esportazione di vapore a bassa pressione (24 bar) fino ad un massimo di 200 t/h per utilizzo tecnologico all'interno dello stabilimento siderurgico.

## **2 CARATTERISTICHE DEL SITO, SISTEMAZIONE GENERALE DI IMPIANTO**

La descrizione qui fornita si limita a quegli aspetti che hanno rilevanza per il progetto dell'impianto in senso stretto.

La centrale termoelettrica sarà ubicata nel comune di Taranto, all'interno del grande complesso siderurgico di ILVA a Nord Ovest rispetto al capoluogo, lungo la Via Appia ad una quota compresa tra il livello del mare e gli 80 metri circa s.l.m. L'estensione dell'intero complesso siderurgico è di circa 1.100 ha.

Il territorio oggetto di studio era stato dichiarato "Area ad elevato rischio di crisi ambientale" con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 30 novembre 1990: la dichiarazione, dopo il rinnovo del 30 luglio 1997 (D.P.C.M. del 30 luglio 1997) ai sensi della Legge 349/1986, non è stata ulteriormente rinnovata alla scadenza quinquennale. L'area è delimitata dai confini amministrativi di cinque comuni: Crispiano, Massafra, Montemesola, Statte e Taranto e si affaccia parzialmente sul Golfo di Taranto.

Ai confini dello stabilimento siderurgico sono presenti zone ad alta densità di popolazione rappresentate principalmente dal quartiere Tamburi di Taranto, a circa 400 m dal perimetro in direzione sud-est. A distanze superiori (dell'ordine di alcuni chilometri) vi sono altri insediamenti urbani costituiti dai Comuni di Statte, Crispiano e Massafra.

Lo specchio di mare antistante l'area industriale comprensiva dell'area portuale movimentata da 30 a 40 milioni di tonnellate di merci; insieme ai cantieri militari e civili, il porto di Taranto costituisce un'attività industriale primaria a rilevante impatto ambientale.

Centrale a ciclo combinato 600 MW di Taranto  
Progetto preliminare

Il contesto idrografico di interesse è rappresentato dal bacino del fiume Tara. Il Tara nasce ad ovest di Statte, nelle murge tarantine presso Vallenza (torrente Gravina Gennarini), scorre dalla località Gennarini alla confluenza del Canale Maestro con il Canale della Stornara. Dopo un tratto di circa 3.5 km sfocia nel Golfo di Taranto in corrispondenza della località Pino Solitario. L'unico corso d'acqua superficiale posto nelle vicinanze del sito è la Gravina Leucaspide, che ha origine dalla confluenza della Gravina di Amastuola e della Gravina di Triglio, terminando proprio nel canale Gravina Gennarini, e, attraverso il canale della Stornara, alimenta il fiume Tara.

## 2.1 Caratteristiche progettuali del sito

- Condizioni di sito di riferimento

Temperatura massima aria	40°C
Temperatura minima aria	-5°C
Temperatura di progetto	15°C
Campo umidità relativa	30 - 100%
Umidità relativa di progetto	60%
Polverosità tipica aria	70 - 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- Dati per progetto civile

Ambiente	industriale
Neve	Zona III (0.75kN/m <sup>2</sup> )
Vento	Zona 3 (vref,0=27m/s)
Sismicità	SI (Grado 6)

**• Acque**

Il progetto prevede per un modulo (gruppo 1) un condensatore refrigerato in ciclo aperto. La portata disponibile è pari a 20.000 mc/h e la prevalenza disponibile, è pari a 10 m.

Per gli altri due moduli (gruppo 2 e 3) sono previsti invece due condensatori indipendenti refrigerati con acqua proveniente da torri evaporative alimentate ad acqua proveniente dal collettore esistente di secondo salto. Il “blow down” delle torri sarebbe poi inviato al canale di scarico.

**Acqua potabile**

Per i servizi dell'impianto termoelettrico sarà utilizzata acqua potabile proveniente da un allacciamento alla rete esistente nello stabilimento siderurgico.

**Acqua demineralizzata**

L'acqua demineralizzata sarà disponibile ad un punto di prelievo da linea da stabilimento alle seguenti condizioni:

Portata disponibile: 55.5 kg/s (200000 kg/h) – consumata in base al vapore di stabilimento prodotto dall'impianto termoelettrico

Pressione operativa al punto di prelievo:

27 barg = 28 bara; minimo 18 barg = 19 bara max 40 bara

Temperatura operativa: massimo 35 °C

Centrale a ciclo combinato 600 MW di Taranto  
Progetto preliminare

Caratteristiche chimiche:

pH: =  $7 \pm 0.5$

Conducibilità a 25 °C: < 0.3 microS/cm

Solidi totali disciolti (come CaCO<sub>3</sub>) < 0.2 mg/l

Durezza : = 0 mg/l

Silice (come SiO<sub>2</sub>): < 0.020 mg/l

Sostanze organiche (come KMnO<sub>4</sub>) assenti

Ferro (come Fe): < 0.01 mg/l

Rame (come Cu): < 0.05 mg/l

Gas disciolti: satura di O<sub>2</sub>

Sarà realizzato un serbatoio di accumulo di 1500 mc per la centrale con una pompa per alimentare i cicli termici nel caso di indisponibilità temporanea di acqua demi dallo stabilimento siderurgico.

Acqua antincendio

Il sistema antincendio, ad esclusione del sistema di protezione trasformatori, utilizzerà acqua di mare, disponibile al punto di interfaccia con lo stabilimento siderurgico ad una pressione di 5 barg.

La massima portata necessaria al sistema antincendio è stata stimata in 350 m<sup>3</sup>/h per ogni modulo, la pressione di funzionamento del sistema sarà di 8 barg.

Il sistema acqua antincendio a protezione dei trasformatori sarà alimentato ad acqua demineralizzata, proveniente dall' impianto di trattamento acque esistente. Il sistema con funzionamento ad autoclave prevederà due

Centrale a ciclo combinato 600 MW di Taranto  
Progetto preliminare

compressori aria accoppiati ad un serbatoio di accumulo, dimensionato per garantire almeno mezz'ora di autonomia per ogni trasformatore protetto dall'impianto antincendio.

L'interfaccia dell'anello acqua antincendio con l'anello esistente acqua mare è prevista in due punti separati appartenenti a due separati dell'anello antincendio esistente. Si prevedono due connessioni di diametro di almeno 200 mm (8" sch 20).

L'interfaccia con la rete acqua demineralizzata sarà realizzata tramite connessione alla rete acqua demi esistente. Si prevedono una connessione per collegamento alla pompa jockey (al serbatoio di accumulo) ed una connessione per ogni gruppo di trasformatori.

- **Combustibili**

Il combustibile di alimentazione di ogni modulo sarà costituito da una miscela di gas di alto forno (AFO), gas di convertitore (LDG) e gas di cokeria, di portata nominale complessiva pari a 1.115.000 Nmc/h.

Tabella 2-2, Tabella 2-1 ,Tabella 2-4 e Tabella 2-5 .

**Tabella 2-2 Potere calorifico dei gas siderurgici.**

<b>Gas</b>	<b>Potere calorifico kCal/mc</b>
AFO	850
Coke	4.500
LDG	1.900

Fonte: Dati ILVA.

Centrale a ciclo combinato 600 MW di Taranto  
Progetto preliminare

**Tabella 2-3 Caratteristiche di composizione del gas AFO.**

Elementi		(% vol)
O2	OSSIGENO	0,716
N2	AZOTO	47,300
C0	Monossido di carbonio	24,694
CO2	Biossido di carbonio	23,180
H2	IDROGENO	4,110

Fonte: Dati ILVA.

**Tabella 2-4 Caratteristiche di composizione del gas Coke.**

Elementi		(% vol)
C6H6	BENZENE	0,818
O2	OSSIGENO	0,160
N2	AZOTO	3,336
C0	Monossido di carbonio	4,600
C2H2	ACETILENE	0,095
C3H8	PROPANO	0,005
C3H6	PROPILENE	0,059
C4H10	Iso BUTANO	0,001
C4H10	N.BUTANO	0,045
CH4	METANO	25,840
CO2	Biossido di carbonio	2,490
C2H4	ETILENE	1,946
C2H6	ETANO	0,405
H2	IDROGENO	60,184

Fonte: Dati ILVA.

**Tabella 2-5 Caratteristiche di composizione del gas LDG.**

Elementi		(% vol)
O2	OSSIGENO	0,259
N2	AZOTO	20,862
C0	monossido di carbonio	60,726
CO2	Biossido di carbonio	17,364
H2	IDROGENO	0,789

Fonte: Dati ILVA.

Centrale a ciclo combinato 600 MW di Taranto  
Progetto preliminare

I dettagli sulle condizioni operative sono circostanziate al successivo par. 4.1 a cui si rimanda; qui si puntualizza che i gas siderurgici di alimentazione delle 3 turbine vengono integrati con gas naturale di rete in quantità massima pari al 10% della potenza termica disponibile con gli stessi gas siderurgici, e cioè pari a circa 15.000 Nmc/h con riferimento a un potere calorifico del gas metano di 34.325 KJ/Nmc.

Nel caso di indisponibilità di sufficiente quantità di gas siderurgici, sarà possibile alimentare la turbina a gas con solo gas naturale; in questo modo di funzionamento il controllo delle emissioni sarà effettuato mediante iniezione di vapore. Lo schema dell'impianto di un singolo modulo è illustrato in fig. 1

Centrale a ciclo combinato 600 MW di Taranto  
Progetto preliminare

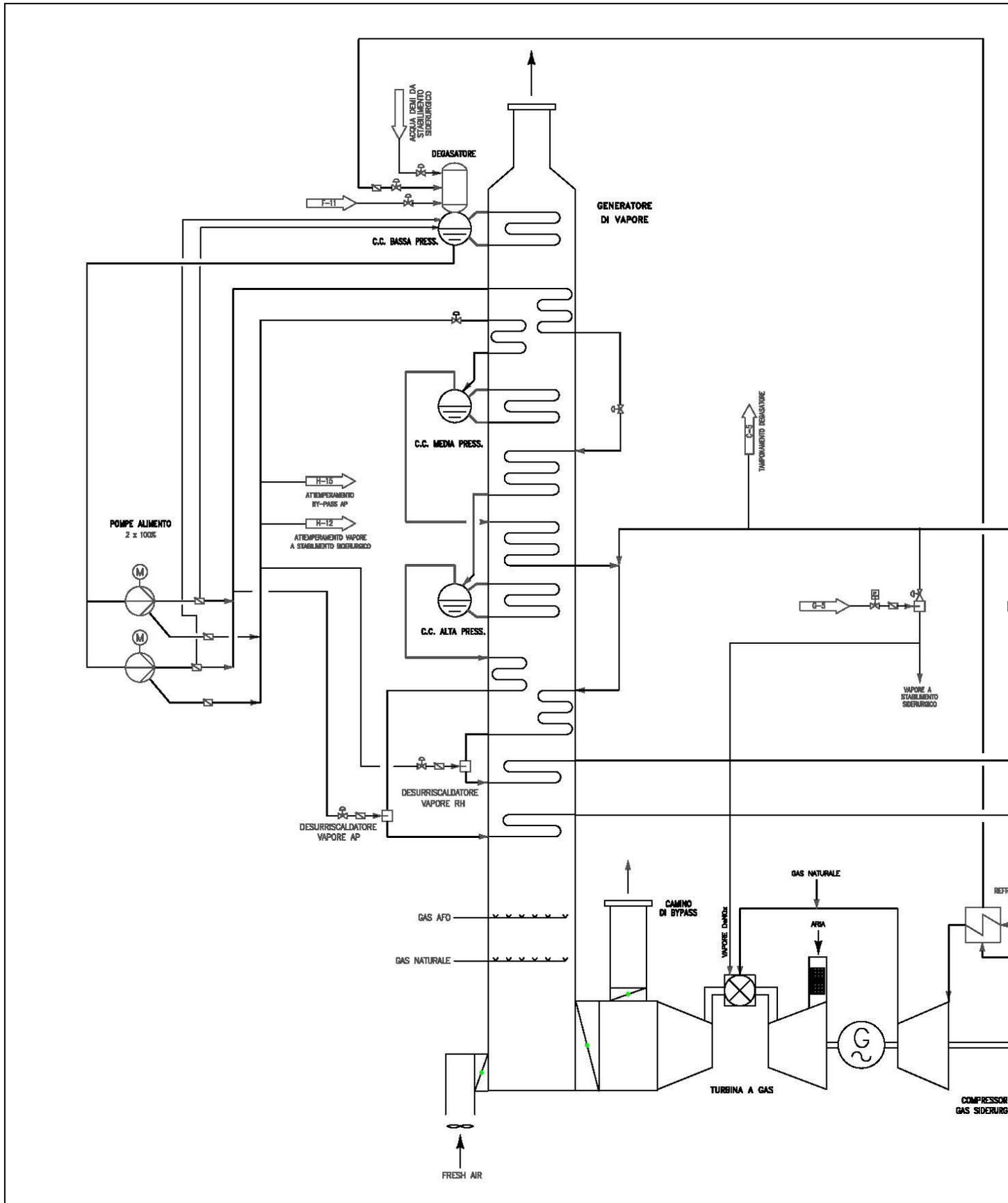


FIG. 1 SCHEMA DI UN MODULO DELL'IMPIANTO

**Sistema di raffreddamento scelto**

Il sistema di raffreddamento scelto per le turbine a vapore è costituito da un condensatore refrigerato in ciclo aperto (modulo 1) e da due condensatori indipendenti refrigerati con acqua proveniente da torri evaporative alimentate ad acqua proveniente dal collettore esistente di secondo salto(moduli 2 e 3).

Il sistema di raffreddamento del macchinario è in circuito chiuso ad acqua demineralizzata da acqua mare.

In questo modo l'utilizzo di acqua è tale da non richiedere ulteriori prelievi di acqua dal mare rispetto alla situazione esistente presso lo stabilimento siderurgico.

**Sistema drenaggi / acque di scarico**

I drenaggi chimici dell' impianto, verranno sottoposti a neutralizzazione in un apposito bacino, prima di essere convogliati alla vasca di omogeneizzazione degli scarichi; il valore del pH all' uscita dall' impianto di trattamento sarà in accordo a quanto previsto dalla normativa italiana (D.L. 152/99 all. 5 tabella 3 e D.L. 258/2000).

I drenaggi oleosi verranno sottoposti a trattamento consistente in una prima separazione mediante vasche API ed in una successiva purificazione finale attraverso un sistema di pacchi lamellari, completo di sezione de-emulsionante; l' olio separato verrà raccolto in un serbatoio dedicato, da cui potrà essere prelevato per essere utilizzato o smaltito, mentre l' acqua disoleata fluirà alla vasca di omogeneizzazione. Il valore degli idrocarburi all'

uscita dall' impianto di trattamento sarà in accordo a quanto previsto dalla normativa italiana (D.L. 152/99 all. 5 tabella 3 e D.L. 258/2000).

Le acque sanitarie verranno trattate con un processo di ossidazione mediante insufflamento di aria in eccesso, in modo che le sostanze organiche disciolte vengano ossidate biologicamente e trasformate in fanghi attivi; l' acqua così depurata e sterilizzata con ipoclorito di sodio verrà inviata alla vasca di omogeneizzazione degli scarichi, mentre i fanghi sedimentati verranno smaltiti. Il valore di BOD<sub>5</sub>, COD, TSS all' uscita dall' impianto di trattamento saranno in accordo a quanto previsto dalla normativa italiana (D.L. 152/99 all. 5 tabella 3 e D.L. 258/2000).

Alla vasca di omogeneizzazione verranno convogliati, oltre a quelli testé nominati, tutti gli scarichi ed i drenaggi d' impianto, inclusi gli spurghi delle caldaie; da questo bacino, l' acqua verrà scaricata al mare, attraverso il canale di scarico esistente.

I trasformatori sono provvisti di una vasca dove le acque piovane e/o l'olio sono raccolti. Nella vasca avviene la separazione tra l'olio, che è trattenuto, e l'acqua oleosa che è inviata al sistema trattamento acque oleose.

Lo schema generale ed il bilancio delle acque è riportato in allegato 4.

## **2.2 Tipologia e vincoli di sito/ambiente**

La tipologia ed i vincoli di sito/ambiente sono qui presi in considerazione solo per quanto riguarda l'impatto che hanno o possono avere sul progetto dell'impianto in senso stretto e per quanto riguarda le soluzioni

tecniche/tecnologiche adottate o adottabili per ridurre l'impatto ambientale dell'impianto.

Il principale vincolo di sito è costituito dalla disponibilità di acqua per i raffreddamenti.

I principali impatti dell'impianto sull'ambiente sono costituiti dalle emissioni liquide e gassose e dal rumore.

- **Raffreddamenti**

Le necessità di raffreddamento si riferiscono al condensatore della turbina a vapore ed al macchinario (principalmente raffreddamenti olio turbine a gas / alternatori e turbina a vapore). La potenza che è necessario asportare dal condensatore della turbina a vapore in condizioni nominali ammonta globalmente a circa  $700 \text{ MW}_{\text{termici}}$ .

Il sistema proposto è essenzialmente costituito come segue:

sistema di raffreddamento della turbina a vapore:

- un condensatore ad acqua di mare come descritto in precedenza;

sistema di raffreddamento del macchinario:

- in circuito chiuso ad acqua demi raffreddata da acqua mare.

- **Emissioni liquide**

Si faccia riferimento al precedente paragrafo” Sistema drenaggi / acque di scarico”.

- **Emissioni gassose**

Le emissioni nell’atmosfera, in tutte le condizioni di funzionamento, non supereranno le seguenti concentrazioni:

CAMINO DEL GVR

INQUINANTI	CONCENTRAZIONE MEDIA ORARIA RIFERITA AL 15% DI O <sub>2</sub> NEI FUMI SECCHI (mg/Nm <sup>3</sup> )	FLUSSO DI MASSA MASSIMO (*) (kg/h)
POLVERI	< 5	<b>12,5</b>
OSSIDI DI ZOLFO (ESPRESSI COME SO <sub>2</sub> )	< 70	<b>175</b>
OSSIDI DI AZOTO (ESPRESSI COME NO <sub>2</sub> )	< 50	<b>125</b>
OSSIDO DI CARBONIO	< 60	<b>150</b>

TAB. IV. I (\*) La portata fumi (2.500.000 mc) è riferita alle condizioni ISO

Centrale a ciclo combinato 600 MW di Taranto  
Progetto preliminare

CAMINO DI BY PASS TG

INQUINANTI	CONCENTRAZIONE MEDIA ORARIA RIFERITA AL 15% DI O <sub>2</sub> NEI FUMI SECCHI (mg/Nm <sup>3</sup> )	FLUSSO DI MASSA MASSIMO (kg/h)
POLVERI	< 5	<b>10</b>
OSSIDI DI ZOLFO (ESPRESSI COME SO <sub>2</sub> )	< 70	<b>140</b>
OSSIDI DI AZOTO (ESPRESSI COME NO <sub>2</sub> )	< 50	<b>100</b>
OSSIDO DI CARBONIO	< 60	<b>120</b>

TAB. IV. II (\*) La portata fumi (2.000.000 mc) è riferita alle condizioni ISO

CAMINO DEL GVA

INQUINANTI	CONCENTRAZIONE MEDIA ORARIA RIFERITA AL 3 % DI O <sub>2</sub> NEI FUMI SECCHI (mg/Nm <sup>3</sup> )	FLUSSO DI MASSA MASSIMO (kg/h)
POLVERI	< 15	<b>11</b>
OSSIDI DI ZOLFO (ESPRESSI COME SO <sub>2</sub> )	< 150	<b>110</b>
OSSIDI DI AZOTO (ESPRESSI COME NO <sub>2</sub> )	< 150	<b>110</b>
OSSIDO DI CARBONIO	< 100	<b>80</b>

TAB. IV. III (\*) La portata è riferita alle condizioni ISO

L'evoluzione tecnologica dei bruciatori utilizzati per questo tipo di applicazione è in progressivo miglioramento e consente di ritenere raggiungibile in un futuro prossimo l'obiettivo di un ulteriore abbattimento degli NOx dagli attuali 50 mg/Nm<sup>3</sup> fino a 30 mg/Nm<sup>3</sup> con funzionamento a gas siderurgici con le caratteristiche di composizione indicate in precedenza (combustione a diffusione con integrazione di gas naturale limitata al 10 % della potenza termica disponibile con gli stessi gas siderurgici e senza iniezione di acqua o vapore).

Nel funzionamento con integrazione di gas naturale superiore al 10 %, si prevede l'iniezione di vapore ai bruciatori della TG per consentire il raggiungimento di emissioni di NOx comunque inferiori a 50 mg/Nm<sup>3</sup>.

L'emissione in atmosfera dei fumi di scarico della turbina a gas, raffreddati a seguito della cessione di calore all'interno del generatore di vapore a recupero, avverrà attraverso camini di altezza non inferiore ai 80 m. Il contenimento dell'emissione di polveri dai camini è ottenuto mediante una adeguata efficienza del sistema di trattamento dei gas siderurgici per depolverazione elettrostatica ad umido ed è favorito sia dal posizionamento a quota sopraelevata di circa 15 m del sistema di aspirazione dell'aria alle turbine a gas che dall'alta efficienza del sistema di filtrazione stesso.

In fase di funzionamento ciascun modulo emetterà fumi in atmosfera attraverso il camino della caldaia o attraverso il camino di bypass della turbine a gas qualora la turbine a vapore fosse in fase di manutenzione e/o non funzionante.

Ciascun gruppo sarà dotato di una torcia che entrerà in funzione solo per un breve periodo (10 minuti circa) nella fase di avviamento dell'impianto..

- **Rumore**

Attualmente per il comune di Taranto non è ancora stato predisposto un piano di zonizzazione acustica come previsto dal D.P.C.M del 1 Marzo 1991. Per l'area in oggetto si fa dunque riferimento ai limiti individuati all'interno del medesimo decreto per i comuni che risultano in attesa della suddivisione in classi acustiche.

**Tabella 4.16 Limiti di accettabilità per sorgenti sonore fisse per i comuni in attesa di predisposizione del piano di azionamento acustico**

Zonizzazione	Limite diurno Leq (A)	Limite notturno Leq (A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (d.m. n.1444/68)	65	55
Zona B (d.m. n.1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

La centrale verrà realizzata in un contesto industriale e pertanto il limite diurno e notturno corrispondono a 70 dbA.

## **2.3 Sistemazione generale**

### **2.3.1 Sistemazione generale di modulo**

La sistemazione generale di ciascun modulo dell'impianto è determinata principalmente dai requisiti funzionali, di ottimizzazione gestionale, dai requisiti per rendere efficace ed efficiente la manutenzione, dalle esigenze di standardizzazione e modularità e anche dai requisiti di rumore, da quelli ambientali e territoriali, nonché dall'ottimizzazione economica dell'intero complesso.

Centrale a ciclo combinato 600 MW di Taranto  
Progetto preliminare

Come detto in precedenza, l'impianto proposto è costituito da tre unità uguali a ciclo combinato ciascuna costituita da una turbina a gas V94.2K alimentata da gas siderurgici e gas naturale calettata ad un compressore dei gas siderurgici, una turbina a vapore, un generatore di vapore a recupero e due alternatori.

La situazione del sito come attualmente esistente è riportata nel disegno di allegato 1.

La sistemazione impiantistica dei tre moduli previsti nel progetto è riportata nell' allegato 2.

Le viste dell'impianto sono riportate in allegato 3.

La turbina a vapore è servita da un condensatore a superficie raffreddato ad acqua di mare, il macchinario è raffreddato in circuito chiuso ad acqua demi raffreddata da acqua mare.

La caldaia invia i fumi di scarico a un camino di altezza non inferiore a 80 m. I fumi di combustione generati dalla turbina a gas possono essere inviati direttamente in atmosfera, attraverso un camino di by pass anch'esso di altezza non inferiore a 80m, nel caso di indisponibilità del generatore di vapore (caldaia).

Centrale a ciclo combinato 600 MW di Taranto  
Progetto preliminare

A livello di sistemazione impiantistica si possono identificare i seguenti sistemi:

- Sala macchine TG: dove sono installate la Turbina a Gas, l'alternatore TG e i relativi sistemi ausiliari
- Sala macchine dei compressori gas siderurgici con i relativi ausiliari e gli scambiatori interfase
- Caldaia a recupero
- Trasformatori di unità ed elevatori
- Torri evaporative (solo per i moduli 2 e 3)
- Edifici elettrici che alloggiavano i:
  - Quadri TG
  - Quadri TV e ciclo termico
  - Quadri caldaie.

Ciascuno degli edifici elettrici di cui sopra contiene inoltre i quadri necessari all'alimentazione elettrica delle utenze dell'area funzionale che serve, insieme alla componentistica elettronica necessaria per il controllo e la protezione.

La sistemazione interna delle sale macchine è determinata essenzialmente da requisiti funzionali, di operazione e di manutenzione.

Lo scarico della turbina a vapore è verticale ed è connesso al condensatore che è sistemato all'interno della sala macchine.

I carriponte sono dimensionati per il sollevamento delle parti più pesanti da movimentare durante le operazioni di manutenzione straordinaria nelle relative aree di servizio.

Nell'area TG è prevista una baia di carico per ogni macchina dove è possibile operare il disimpilaggio del rotore.

Nell'area TV è prevista una baia di carico per lo stoccaggio temporaneo delle parti di Turbina e Alternatore da movimentare durante la manutenzione straordinaria.

### **2.3.2 Sistemazione generale di impianto**

Essa prevede in aggiunta alla ripetizione dei tre moduli uguali (con l'eccezione del raffreddamento del primo modulo) la sistemazione delle seguenti parti comuni:

- il sistema trattamento combustibile per depolverazione (gas AFO , OG e COG) costituito dagli elettrofiltri a umido, e per decatramazione (gas COG);
- il sistema trattamento acque;
- la sala macchine TV: dove sono installate le Turbine a Vapore, gli alternatori e i relativi sistemi ausiliari. Lo scarico delle turbine a vapore è verticale ed è connesso a ciascun condensatore che è sistemato all'interno della sala macchine.

L'impianto include i seguenti compartimenti e/o edifici elettrici/elettronici:

Edificio amministrativo

- Uffici
- Sala controllo e quadri automazione per la conduzione centralizzata dell'impianto

Le opere di interfaccia con lo stabilimento esistente saranno costituite da:

- Tubazioni di mandata acqua di refrigerazione dal collettore di primo salto esistente.
- Tubazioni di mandata acqua di reintegro alle torri dal collettore di secondo salto esistente.
- Tubazioni di scarico acqua di refrigerazione (modulo 1 ) e del blow-down delle torri (moduli 2 e 3)
- Pipe racks per le tubazioni annesse alla centrale (gas AFO, COK, OG, vapore ecc.).
- Linee di adduzione dei gas siderurgici.
- Linee di adduzione del gas naturale.
- Collettori del vapore di processo.
- Linee di trasferimento dell'acqua demineralizzata.
- Linee di trasferimento fluidi vari (acqua potabile, aria compressa, azoto, ecc.).
- Linee di trasferimento acque reflue.
- Linee di collegamento agli scarichi fognari.
- Connessione a rete elettrica di stabilimento a 66KV a sua volta connessa con la rete nazionale a 220 KV e a 380kV attraverso le sottostazioni di stabilimento esistenti.

### **3 CONFIGURAZIONE DI IMPIANTO E CARATTERISTICHE DEI PRINCIPALI COMPONENTI**

#### **3.1 Configurazione generale di impianto**

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto termoelettrico costituito da tre moduli ognuno dei quali avrà le seguenti caratteristiche di massima:

1. una turbina a gas con il relativo alternatore (TG);
2. un compressore dei gas siderurgici accoppiato alla TG;
3. un generatore di vapore (GV);
4. una turbina a vapore con il relativo alternatore (TV);
5. un condensatore.

Relativamente al completamento del progetto si ipotizza la realizzazione di una sola unità da circa 200 MW indicativamente nel 2008; l'eventuale completamento della centrale da 600 MW considerando la realizzazione delle rimanenti unità in fasi successive, indicativamente nel 2012.

Il combustibile di alimentazione di ogni modulo sarà costituito da una miscela di gas di alto forno (AFO), gas di convertitore (LDG) e gas di cokeria, integrati con gas metano di rete in quantità massima pari al 10% della portata complessiva come descritto al precedente 2.1. Nel caso di indisponibilità di sufficiente quantità di gas siderurgici, sarà possibile alimentare la turbina a gas con solo gas naturale; in questo modo di funzionamento il controllo delle emissioni sarà effettuato mediante iniezione di vapore.

I gas siderurgici in ingresso sono portati al livello di pressione di esercizio dal compressore dei gas siderurgici trascinato dalla TG stessa. I gas siderurgici, miscelati con aria e gas metano vengono incendiati e fatti espandere nella turbina a gas accoppiata ad un alternatore che, ruotando, genera energia elettrica. I gas di scarico della turbina a gas sono poi inviati in un generatore di

vapore dove i gas cedono calore all'acqua che si trasforma in vapore ad alta temperatura ed alta pressione. I gas dalla combustione possono quindi essere avviati al camino avendo oramai raggiunto basse temperature ed un basso contenuto energetico. Il vapore prodotto nel generatore alimenta una turbina a vapore. Quest'ultima trascina un secondo alternatore producendo energia elettrica. Il vapore di scarico della turbina viene raffreddato e condensato e pompato nuovamente nel generatore di vapore.

Gli scarichi, provenienti dalle turbine a vapore, sono condensati in un condensatore a superficie. Il progetto prevede per un modulo (gruppo 1) un condensatore refrigerato in ciclo aperto. Tale condensatore riceve acqua di mare dal collettore esistente di primo salto e la restituisce, riscaldata di circa 10°C, al canale di scarico. Per gli altri due moduli (gruppo 2 e 3) sono previsti invece due condensatori indipendenti refrigerati con acqua proveniente da torri evaporative alimentate ad acqua proveniente dal collettore esistente di secondo salto. Il "blow down" delle torri sarà poi inviato al canale di scarico.

I fumi di combustione generati dalla turbina a gas possono essere inviati direttamente in atmosfera attraverso un camino di by pass nel caso di indisponibilità del generatore di vapore (caldaia).

La caldaia a recupero (generatore di vapore) riceve i gas di scarico della turbina a gas ed è dotata di una sezione di bruciatori supplementari (post firing) alimentati con gas d'altoforno sostenuto da gas metano (nel caso in cui la TG non fosse in grado di consumare sempre tutti i gas disponibili). Una sezione della caldaia funge da generatore di vapore ausiliario (GVA) la cui funzione è di bruciare i gas inutilizzati in seguito al blocco di una turbina a gas. Tale GVA è del tipo tradizionale con bruciatori idonei alla combustione in aria di gas d'altoforno e gas naturale.

Ciascuno dei moduli descritti in precedenza sarà dotato di una torcia che entrerà in funzione solo per un breve periodo (10 minuti circa) nella fase di avviamento dell'impianto per la preparazione della miscela dei gas e nei circa 5 minuti successivi al blocco di un TG.

La produzione di energia elettrica è destinata ad alimentare lo stabilimento (rete elettrica interna a 66 KV) pertanto, compatibilmente con la disponibilità di gas siderurgici, sarà minimizzato lo scambio di potenza con la rete ENEL alla quale lo stabilimento è collegato.

### **3.1.1 Descrizione dei componenti principali**

#### **Turbina a gas**

Il progetto prevede l'utilizzo di una turbina a gas "V94.2K" di tipo industriale monoalbero per funzionamento a 50 Hz. Essa è stata referenziata per l'utilizzo specifico di gas siderurgici ed è in grado di bruciare i gas siderurgici con un'integrazione di gas metano pari al 10% della potenza termica dei gas. A valle del TG sarà previsto un camino di bypass fumi.

Le due camere di combustione di cui la turbina è dotata, sono disposte verticalmente ai lati della turbina e flangiate lateralmente sulla cassa. Questa disposizione consente facile accessibilità alle camere di combustione allo scopo di ispezione, montaggio/smontaggio di componenti qualora richiesto. Le camere di combustione sono rivestite da un materiale ceramico refrattario idoneo per resistere alle alte temperature. L'aria che fluisce dal compressore, in parte raffredda le camere di combustione stesse, mentre la maggior parte di

questa è inviata ai bruciatori per la combustione. I bruciatori sono 16 (8 per ciascuna camera di combustione) e sono disposti superiormente alle stesse. Essi sono realizzati per bruciare gas naturale oppure gas povero (siderurgico) e permettono di raggiungere bassi livelli di emissioni (NOx e CO). Entrambi i gas sono bruciati in modalità a diffusione. Per il funzionamento con gas naturale si prevede in aggiunta l'iniezione di vapore per consentire il raggiungimento di basse emissioni di NOx.

Per il funzionamento della turbina a gas sono necessari sistemi ausiliari, che saranno realizzati in forma compatta (skid) e posizionati attorno ad essa. I principali sono:

- Sistema olio lubrificante: esso provvede a mantenere lubrificati e raffreddati i cuscinetti della turbina a gas e del generatore ad essa accoppiato.
- Sistema gas combustibile (metano e gas povero): esso alimenta il combustibile ai bruciatori della turbina a gas.
- Sistema d'attuazione idraulica: esso provvede ad azionare idraulicamente le valvole di regolazione e di blocco di emergenza del combustibile.

E' inoltre necessario un sistema di filtrazione aria che consenta al compressore di aspirare aria caratterizzata da un opportuno grado di pulizia (es. per trattenimento di eventuali polveri).

Per il funzionamento del turbogruppo è inoltre indispensabile il sistema di controllo. Esso svolge funzioni di acquisizione della strumentazione primaria, controllo, protezione e monitoraggio della turbina a gas.

Centrale a ciclo combinato 600 MW di Taranto  
Progetto preliminare

*Tabella 3-1 caratteristiche tecniche turbine a gas.*

<b>Elementi</b>	<b>Caratteristiche</b>
Numero di stadi compressore	17
Numero di stadi turbina	4
Tipo di costruzione del rotore	multi disco con serraggio a denti e barra centrale
Numero camere di combustione	2
Tipo camere di combustione	a silo, verticali
Numero di bruciatori	16
Tipo di bruciatori	gas naturale / syngas
Sistema di lancio (avviamento)	mediante convertitore statico
Potenza del sistema di lancio	circa 2900 kW
Durata della presa di giri	circa 4 minuti (da fermo ai giri nominali)
Gradiente di presa di carico	11 MW/min (a meno di esigenze di caldaia più restrittive)
Velocità di rotazione	3000 rpm
Rapporto di compressione nominale	11,5 bar
Temperatura nominale di ingresso turbina	1060°C.

### **Compressione gas siderurgici**

Il sistema porterà la miscela di gas siderurgici utilizzati come combustibile dal turbogas alla pressione necessaria in base ai requisiti funzionali del turbogas stesso.

Saranno installati tre sistemi di compressione indipendenti, ciascuno dedicato ad una turbogas.

Il treno di compressione sarà trascinato dal turbogruppo a gas lato alternatore.

Saranno previsti sistemi antipompaggio per consentire il corretto funzionamento in tutte le condizioni di esercizio.

Saranno previsti sistemi di refrigerazione e preriscaldamento del gas ove necessario per consentire il corretto funzionamento in base alla composizione del gas e per limitare la potenza richiesta dalla compressione.

Il sistema di lubrificazione sarà comune con il moltiplicatore di giri e sarà in grado di garantire la corretta lubrificazione anche nelle condizioni di turbogas in rotazione sul viradore.

Le tenute saranno con iniezione di azoto del tipo a basso consumo.

### **Turbina a vapore**

La turbina a vapore, del tipo "tandem-compound" accoppiata direttamente all'alternatore, consiste in una sezione di alta pressione ed una sezione combinata di media-bassa pressione a scarico assiale. La turbina a vapore include quanto segue:

- Turbina RH completa di supporti e cuscinetti.
- Una valvola combinata di emergenza e controllo azionate idraulicamente.
- Una valvola RH combinata di intercettazione/controllo azionate idraulicamente.
- Valvole di ammissione di bassa pressione (SV/CV) azionate pneumaticamente.
- Valvola rompivuoto.
- Sistema vapore tenute inclusi:

Centrale a ciclo combinato 600 MW di Taranto  
Progetto preliminare

- Valvole automatiche di regolazione.
- Condensatore vapore tenute e ventilatore.
- Valvole drenaggi.
- Sistema di controllo EHC digitale.
- Sistema di protezione.
- Strumentazione di supervisione per la rilevazione e registrazione di:
  - Vibrazioni cuscinetti.
  - Espansione differenziale casse e rotore.
  - Usura cuscinetto di spinta.
  - Espansione assoluta.
- Strumentazione per il funzionamento sicuro della turbina e ausiliari.
- Sistema di lubrificazione comune con turbina a gas-alternatore, sistema olio idraulico.

Il vapore vivo entra nella turbina attraverso la valvola di stop/controllo della sezione ad alta pressione e si espande fino alla pressione di risurriscaldamento. Quindi lascia la turbina attraverso lo scarico ricavato nella parte inferiore della cassa e ritorna in caldaia.

Il vapore risurriscaldato viene inviato alla sezione di media pressione attraverso la valvola di intercettazione e controllo. Terminata l'espansione nella sezione di media pressione, il vapore viene guidato attorno alla cassa interna di media pressione (flusso inverso) fino alla sezione di bassa pressione, in cui espande fino alla pressione del condensatore. Il vapore scaricato dalla turbina a vapore viene condensato in un condensatore. La

turbina a vapore è dotata di un sistema di by-pass vapore dimensionato per la massima portata in grado di scaricare in sicurezza il vapore al condensatore in caso di blocco della turbina.

E' inoltre necessario un sistema di controllo, sicurezza e supervisione della turbina a vapore.

Il sistema di controllo (DEHC= Digital Electro Hydraulic Control) è di tipo elettroidraulico, in quanto le funzioni di controllo sono eseguite elettronicamente e le variabili di controllo sono trasmesse idraulicamente agli attuatori delle valvole. Esso consiste essenzialmente di un regolatore di velocità con set point di carico a dei necessari controllori di valvola. Ogni controllo addizionale può essere realizzato tramite estensione funzionale del controllore di base. Il DEHC è integrato col sistema di arresto di turbina, basato sullo stesso hardware.

I valori di processo sono acquisiti da trasduttori di misura che inviano segnali elettrici standardizzati ai controllori.

Le funzioni principali dei sistemi di sicurezza ed emergenza sono quelle di proteggere il gruppo da danneggiamenti che potrebbero sorgere a seguito di condizioni di processo anomale.

Queste funzioni sono eseguite idraulicamente, e sulla base del principio "fail safe". La maggioranza degli arresti di macchina sono iniziati elettronicamente. Tutti i principali dispositivi di sicurezza possono essere testati in operazione. Il sistema di sicurezza, del tipo idraulico, lavora sul principio 2 su 3, ed è alimentato dal sistema olio idraulico. Il circuito base di sicurezza attua i servomotori delle valvole di stop e controllo, alimentando i trasduttori elettroidraulici.

Un arresto di emergenza è iniziato da tre valvole a solenoide in logica due su tre. La deenergizzazione di due valvole inizia l'arresto veloce delle valvole di stop e controllo.

Per il funzionamento della turbina è inoltre previsto un sistema di supervisione della turbina a vapore e del generatore con lo scopo di monitorare in continuo il sistema in modo da impedire funzionamenti irregolari.

I fenomeni che vengono tenuti sotto controllo sono i seguenti:

- vibrazioni rotore. Ciascuna vibrazione è rilevata tramite due trasduttori senza contatto a 90 e 45° rispetto alla verticale;
- espansione assoluta casse. L'espansione viene rilevata da un trasduttore del tipo a trasformatore differenziale (LVDT);
- espansioni differenziali. Viene rilevata la posizione relativa di rotore e cassa;
- posizione assiale dell'albero. Viene misurata tramite sensore senza contatto montato nel piedistallo frontale.

La turbina ed il ciclo termico sono dotati di un sistema di by-pass al 100% consistente in quanto segue:

- stazione di riduzione/atterramento fra vapore surriscaldato e vapore in ingresso risurriscaldatore;
- stazione di riduzione/atterramento fra vapore risurriscaldato e condensatore;
- stazione di riduzione/atterramento fra vapore di bassa pressione e condensatore.

### **Generatore di vapore (caldaia)**

Il progetto prevede una caldaia a recupero (GVR) con sistema fresh air duct burner alimentata dai gas di scarico della turbina a gas che produrrà vapore surriscaldato (SH) e risurriscaldato (RH) a 3 diversi livelli di pressione. È prevista la combustione di gas di solo altoforno (AFO), unitamente al gas naturale, indispensabile per il sostegno della fiamma in presenza di combustibili dal basso potere calorifico.

Ognuno dei tre generatori di vapore che equipaggeranno la centrale sarà del tipo a sviluppo verticale rispetto al flusso dei gas, fornito di bruciatori per la post-combustione e dotato di torretta degasante integrata col corpo cilindrico di bassa pressione: E' prevista anche la possibilità di funzionamento in Fresh-Air (GVA), mediante un ventilatore premente, nel caso di indisponibilità della turbina a gas (TG).

Il sistema di post-combustione sarà provvisto di bruciatori a registro, per via delle alte temperature raggiungibili in modalità Fresh-Air, per il grande volume dei gas siderurgici e al fine di consentire il funzionamento in un vasto campo operativo. I bruciatori saranno inseriti in una cassa d'aria, in grado di ricevere sia i gas caldi del TG sia l'aria fredda del ventilatore, in base alla modalità di funzionamento richiesta al generatore.

Come detto in precedenza, la caldaia è del tipo a sviluppo verticale rispetto al flusso dei gas, con circolazione assistita da pompe per gli evaporatori con banchi disposti orizzontalmente e circolazione naturale per il sistema dei tubi della fornace. I tubi di scambio sono appesi alla struttura di caldaia mediante piastre tubiere e tiranti e sono lisci e disposti in linea nella sezione ad alta

temperatura, ovvero alettati e disposti a “quinconce” nella sezione con basse temperature dei gas.

È prevista una fornace membranata con pareti raffreddate da acqua evaporante, che si estende nel passo convettivo fino alla zona a basse temperature dei gas.

La caldaia è costituita dai seguenti banchi:

- Surriscaldatore di alta pressione ad elevata temperatura
- Risurriscaldatore di media pressione ad elevata temperatura
- Surriscaldatore di alta pressione a bassa temperatura
- Risurriscaldatore di media pressione a bassa temperatura
- Evaporatore di alta pressione a convezione
- Economizzatore di alta pressione
- Surriscaldatore di media pressione
- Evaporatore di media pressione
- Economizzatore di media pressione
- Evaporatore di bassa pressione

Tutte le superfici, i collettori, i tubi di scambio e quelli di collegamento saranno completamente drenabili.

Il camino sarà posizionato al di sopra della zona convettiva e sostenuto dalle strutture esterne di caldaia.

### **Condensatore**

Il condensatore sarà di tipo a superficie disposto sotto lo scarico della turbina a vapore. Lato acqua di circolazione, il condensatore sarà suddiviso in due

sezioni indipendenti isolabili. Il funzionamento sarà possibile con una sola sezione in esercizio senza limitazioni di tempo. Il condensatore sarà fissato rigidamente al basamento e dotato di giunto di dilatazione in acciaio inossidabile in prossimità della connessione con la turbina per consentire le dilatazioni differenziali.

Il dimensionamento del condensatore sarà basato sulla normativa HEI Standards for Steam Surface Condensers con un fattore di pulizia 0,85.

L'involucro, i tubi scambiatori, le piastre tubiere e le casse d'acqua saranno realizzati con le tecnologie adeguate ed in conformità alle norme (HEI Standards for Steam Surface Condensers).

### **Alternatori**

La tipologia di alternatori previsti nel progetto è comune sia alla turbina a vapore (TV) che alla turbina a gas (TG); le due macchine si differenziano per le diverse taglie e per la presenza, nel caso dell'alternatore TG, di un'avviatore statico.

Le macchine saranno raffreddate in aria in circuito chiuso utilizzando scambiatori aria-acqua.

Il sistema di eccitazione sarà di tipo statico.

L'avviatore statico (SFC, Static Frequency Converter) è un componente elettronico che permette di accelerare la turbina a gas dalla sua velocità iniziale fino a circa il 70% della velocità nominale utilizzando come motore primo l'alternatore; raggiunta questa velocità, l'SFC viene spento e la turbina a

gas accelera fino alla velocità nominale tramite combustione. L'SFC sarà alimentato da un trasformatore dedicato.

### **Sistema di estrazione condensato**

A valle del condensatore saranno installate due pompe (2 x 100%) per l'estrazione condensato a giri costanti, delle quali una in normale funzionamento e la seconda in "stand by". La portata del condensato sarà regolata da una valvola di controllo con attuatore pneumatico installata sulla linea comune a valle delle pompe; la valvola di controllo avrà in parallelo una valvola motorizzata. Le pompe saranno di tipo verticale "canned" ed accoppiate direttamente al motore elettrico.

Sarà installato un sistema di ricircolo comune alle due pompe per garantire, in ogni condizione operativa del ciclo, la minima portata richiesta da una pompa. La portata di ricircolo sarà regolata da una valvola di controllo pneumatica dotata di by-pass manuale.

A monte di ciascuna pompa sarà installato un filtro.

### **Sistema acqua di alimento**

La portata dell'acqua di alimento della caldaia sarà regolata per strozzamento lungo la linea dalle pompe al corpo cilindrico; le relative valvole di controllo saranno posizionate opportunamente nella caldaia in base alla configurazione della stessa.

Le pompe alimento saranno di tipo multistadio orizzontale a giri fissi, azionate da motore elettrico e dimensionate in base al DPR1208 del 5 settembre 1966.

Le pompe potranno essere 2 x 100% oppure 3 x 50% e potranno essere dotate di spillamento intermedio per l'alimentazione di eventuale livello di pressione intermedio e per attemperamenti. Sarà cura del fornitore definire queste caratteristiche in base alla configurazione del ciclo e della caldaia, nonché alle portate da elaborare.

Anche in questo caso sarà installato un sistema di ricircolo per ciascuna pompa atto a garantire, in ogni condizione operativa del ciclo, la minima portata richiesta dalla pompa; il sistema sarà costituito essenzialmente da una valvola autoazionata di minimo ricircolo/non ritorno.

A monte di ciascuna pompa sarà installato un filtro.

### **Sistema vapore**

Per quanto concerne la distribuzione del vapore sarà costituito un sistema composto dall'insieme di tubazioni, valvole ed accessori atti a trasferire il vapore dal generatore alla turbina a vapore ed alle utenze.

Per quanto concerne invece il sistema "By-pass turbina a vapore" sarà installato un sistema di by-pass atto a facilitare l'avviamento e ad intervenire nei transitori quali perdita di carico elettrico, blocco della turbina a vapore etc.

Il vapore di processo per lo stabilimento siderurgico, sarà prelevato dal ciclo a vapore nel punto identificato come più idoneo dal fornitore in base alla configurazione del ciclo stesso. Le stazioni di riduzione saranno 2 x 100% per ciascun gruppo e sarà possibile fornire vapore allo stabilimento anche in caso di blocco della turbina a vapore.

### **Sistema di drenaggio di ciclo**

Sarà presente un serbatoio di drenaggi atmosferici con sfiato all'atmosfera per il vapore flashante.

Dal serbatoio drenaggi atmosferici le condense, saranno inviate al sistema di trattamento acque reflue di ciclo, per poi essere eliminate.

Anche i drenaggi esterni alla turbina a vapore, cioè da zone del sistema vapore che non possono andare sotto vuoto, saranno inviati al serbatoio drenaggi atmosferici.

I drenaggi interni della turbina a vapore e delle linee che possono andare sotto vuoto saranno inviati al condensatore, tramite opportuna zona di flash o con protezioni all'interno del condensatore stesso per evitare possibilità di erosione.

### **Sistema iniezione chimica**

Il trattamento del condensato e dell'alimento sarà di tipo deossigenante ed alcalinizzante. Per raggiungere i corretti valori, saranno presenti punti di iniezione lungo la linea condensato a valle delle pompe estrazione, all'aspirazione pompe alimento e nella caldaia, disposte in funzione della configurazione prescelta per la caldaia stessa. Il sistema sarà completo di pompe dosatrici ridondate, serbatoi, filtri strumentazione e di tutti gli accessori necessari al suo corretto funzionamento.

Per i gruppi 2 e 3, sarà previsto un sistema di dosaggio per l'acqua di reintegro alla torre, consistente in una sterilizzazione e in un trattamento antiincrostante.

**Sistema di campionamento**

Il sistema di campionamento consente il prelievo dei campioni, il loro raffreddamento, la depressurizzazione ed il trasferimento al banco di analisi. Le tubazioni di presa campioni dovranno essere realizzate in acciaio inox. Per ogni punto da campionare si dovrà prevedere una doppia valvola di presa.

Dovranno essere previsti almeno i seguenti punti di presa campioni :

- mandata pompe estrazione condensato,
- acqua alimento uscita degasatore<sup>1</sup>,
- acqua di caldaia BP,
- acqua di caldaia MP,
- acqua di caldaia AP,
- vapore saturo BP,
- vapore saturo MP,
- vapore saturo AP,
- vapore surriscaldato BP,
- vapore surriscaldato MP,
- vapore surriscaldato AP,
- ciclo chiuso,
- acqua demi.

Il sistema includerà inoltre tutta la necessaria strumentazione per l'effettuazione di:

---

<sup>1</sup> Nel caso la configurazione di caldaia prescelta preveda il degasatore integrato nel corpo di bassa, sarà prevista una sola linea di campionamento.

Analisi automatiche in continuo per:

- conducibilità specifica e/o cationica,
- pH,
- ossigeno,
- silice.

Il sistema sarà alloggiato in un cabinato condizionato.

La sezione di raffreddamento campioni, per la sicurezza del personale, sarà sistemata all'esterno del cabinato, ma solidale ad esso, e protetta da tettuccio, pareti laterali e parete frontale scorrevole, sarà prevista anche la protezione per basse temperature.

La sezione di abbattimento della pressione sarà posizionata all'interno del cabinato, in corrispondenza della sezione di raffreddamento. La sezione di analisi sarà sistemata all'interno, sulla parete di fronte all'abbattimento della pressione.

La riduzione della pressione sarà effettuata mediante valvole pneumatiche autoriduttrici.

Ogni linea sarà dotata di presa per campionamento manuale, munita di valvola a spillo, per prelievo campione da analizzare in laboratorio.

### **Sistema estrazione aria**

Il sistema di estrazione dell'aria dal condensatore sarà basato su due pompe ad anello liquido. Ciascuna pompa sarà dimensionata con riferimento alle condizioni di mantenimento.

La portata estratta sarà definita in base ai requisiti della normativa HEI Standards for Steam Surface Condensers Table 9 e la pressione di aspirazione sarà pari alla pressione di saturazione nel condensatore meno tutta le perdite di carico nelle linee e nella zona sottoraffreddante del condensatore stesso; dovrà inoltre essere verificato che, con temperatura acqua di torre tale da avere la pressione di saturazione al condensatore pari a 1" HgA a pieno carico termico, la pompa sia atta a estrarre la portata sopra definita con pressione di aspirazione pari a 1" HgA meno le perdite di carico.

In normale esercizio una pompa sarà operativa e l'altra in "stand-by".

Durante l'avviamento entrambe le pompe potranno essere messe in servizio per abbreviare il tempo di svuotamento di condensatore e volumi connessi. Il tempo necessario, con entrambe le pompe in esercizio, per raggiungere il vuoto minimo necessario per l'invio di vapore al condensatore non deve superare 45 minuti primi.

Ogni pompa sarà completa di serbatoio separatore, scambiatore di refrigerazione, valvole ed accessori; il tutto sarà assemblato su di uno "skid".

L'acqua operante nella pompa sarà acqua demineralizzata prelevata dal sistema condensato; essa sarà refrigerata dallo scambiatore dedicato che utilizzerà a sua volta come fluido freddo l'acqua di circolazione in parallelo al condensatore principale.

### **Sistema di refrigerazione primaria**

#### **Gruppo 1**

Il sistema di refrigerazione primaria sarà alimentato in ciclo aperto con acqua di mare prelevata dal collettore esistente di I salto e scaricata nel canale di scarico.

La portata disponibile è pari a 20.000 mc/h e la prevalenza disponibile, con riferimento ai limiti di fornitura, è pari a 10 m.

#### **Gruppi 2 e 3**

Il sistema di refrigerazione sarà indipendente per ciascun gruppo. Ogni gruppo sarà dotato di torre evaporativa ad acqua di mare. Il reintegro dell'acqua alla torre sarà fornito dal collettore esistente di II salto con pressione disponibile pari a circa 5 barg.

Ciascun gruppo sarà dotato di 2 x 50% pompe verticali, installate in opportuna vasca del bacino delle torri. Le pompe saranno del tipo a giri fissi, "mixed flow", azionate da motore elettrico; la tenuta sarà del tipo a baderna.

### **Sistema di automazione**

Il sistema di automazione sarà un sistema digitale distribuito dell'ultima generazione tecnologica, progettato per eseguire

**le seguenti funzioni di base:**

- Acquisizione, condizionamento e processamento segnali
- Controlli a loop chiusa
- Controlli a loop aperta e sequenze di eventi
- Protezione componenti e funzioni di interblocco
- Allarmi
- Supervisione di impianto

**e le seguenti funzioni di alto livello:**

- Controllo del carico
- Protezioni di impianto
- Calcolo prestazioni

Per semplicità di operazione e manutenzione, la maggior parte delle funzioni di automazione sarà integrata nel sistema DCS (Distributed Control System). Questa tipologia di architettura minimizza la presenza di altri sistemi (ad es. PLC) che sono spesso forniti come parte di impianti packagizzati.

La configurazione del DCS incorporerà i seguenti requisiti base:

- hardware dedicato ed indipendente sarà generalmente fornito per ogni area funzionale dell'impianto
- generalmente ad ogni area funzionale sarà dedicato un processore ridondante di controllo, basato su microprocessore
- ciascun controllore gestirà i moduli di Input / Output dedicati ai controlli a loop chiusa, loop chiusa e sequenze, sistemi di allarme e sistemi di monitoraggio
- l'architettura del DCS e le ridondanze saranno progettate in modo tale che un guasto singolo non provochi l'arresto dell'impianto

L'architettura del sistema DCS sarà del tipo distribuito, con la componentistica posizionata in prossimità delle varie aree di processo.

#### 4. PRESTAZIONI DI IMPIANTO

##### 4.1 Tempi e modalità di funzionamento dell'impianto

Per quanto riguarda i tempi e le modalità di funzionamento dell'impianto occorre evidenziare che per necessità di manutenzione dei macchinari sono previsti tre diversi assetti di funzionamento dell'impianto (cfr Tabella 3-2)

*Tabella 3-2 Assetti di funzionamento previsti per l'impianto (X = in funzione,  
O = fuori servizio).*

Casi	Gruppo 1		Gruppo 2		Gruppo 3	
	TG	TV	TG	TV	TG	TV
<b>A</b>	X	X	X	X	X	X
<b>B</b>	X	X	X	X	X	O
<b>C</b>	X	X	X	X	O	X

A fronte di una disponibilità di gas conforme alle quantità ed alle caratteristiche dichiarate, tenendo conto delle manutenzioni programmate e di una indisponibilità del ciclo combinato del 1,5% si può ipotizzare, per ciascuno dei

Centrale a ciclo combinato 600 MW di Taranto  
Progetto preliminare

tre gruppi di generazione, che le 8.670 ore annue siano ripartite nel modo seguente:

- assetto TG/GVR/TV: 7464 ore/anno;
- assetto fresh air (TG fuori servizio): 792 ore/anno;
- assetto TG in ciclo aperto (TV fuori servizio): 504 ore/anno.

I tre diversi assetti di funzionamento dell'impianto e le alternative relative all'alimentazione dei moduli, danno origine ad un ventaglio di differenti scenari di funzionamento/dimensionamento dell'impianto.

In sede del presente studio si è deciso di valutare i seguenti scenari che **massimizzano l'energia elettrica prodotta dalla centrale:**

1. centrale funzionante con la seguente disponibilità di gas siderurgici: AFO 1010 KNmc/h, COG 50 KNmc/h, OG 55 KNmc/h;
2. centrale funzionante con la seguente disponibilità di gas siderurgici: AFO 670 KNmc/h, COG 60 KNmc/h, OG 55 KNmc/h con n. 1 Turbina a Gas (TG) fuori servizio e relativa caldaia a recupero in funzionamento a fresh air;
3. centrale funzionante la seguente disponibilità di gas siderurgici: AFO 1050 KNmc/h, COG 70 KNmc/h, OG 55 KNmc/h in modalità con n. 1 Turbina a Gas (TG) in open cycle;
4. centrale funzionante con la seguente disponibilità di gas siderurgici: AFO con portata minima, COG 0 KNmc/h, OG 0

KNmc/h con funzionamento in post firing a gas metano per le fiamme pilota;

ed i seguenti che **massimizzano l' energia elettrica prodotta dalle sole turbine a gas:**

5. centrale funzionante con la seguente disponibilità di gas siderurgici: AFO 670 KNmc/h, COG 0 KNmc/h, OG 0 KNmc/h;
6. centrale funzionante con la seguente disponibilità di gas siderurgici: AFO 1050 KNmc/h, COG 0 KNmc/h, OG 0 KNmc/h;
7. centrale funzionante con la seguente disponibilità di gas siderurgici: AFO con portata minima, COG 70 KNmc/h, OG 55 KNmc/h senza previsione di funzionamento in post firing;
8. centrale funzionante con la seguente disponibilità di gas siderurgici: AFO con portata minima, COG 0 KNmc/h, OG 0 KNmc/h senza previsione di funzionamento in post firing;
9. centrale funzionante con solo gas (metano) senza previsione di funzionamento in post firing.

Per la valutazione degli impatti si prenderà in considerazione il caso peggiore.

## **5. IMPATTO AMBIENTALE**

Per quanto concerne la stima puntuale degli impatti ambientali relativi alla realizzazione e al funzionamento della centrale termoelettrica a ciclo combinato si rimanda allo Studio di Impatto Ambientale trasmesso contestualmente al presente documento.

Si riassumono brevemente di seguito i dispositivi e provvedimenti adottati per la limitazione degli impatti:

### **5.1 Rilasci gassosi**

L'emissione in atmosfera dei fumi di scarico della turbina a gas, raffreddati a seguito della cessione di calore all'interno del generatore di vapore a recupero, avverrà attraverso camini di altezza non inferiore ai 80 m. I principali inquinanti presenti nei fumi sono gli ossidi di azoto (NOx), gli ossidi di zolfo (SO<sub>2</sub>) e l'ossido di carbonio (CO). Per quanto riguarda le emissioni di anidride carbonica, che sono da mettere in relazione con la problematica a scala planetaria dell'effetto serra, l'impianto proposto immette in atmosfera, a parità di produzione, quantità sensibilmente inferiori di CO<sub>2</sub> rispetto ad un impianto tradizionale. La concentrazione di NOx e CO negli effluenti sarà inferiore ai limiti di legge previsti. Ciascun modulo sarà dotato di una torcia che entrerà in funzione solo per un breve periodo (10 minuti circa) nella fase di avviamento dell'impianto. In fase di funzionamento ciascun modulo emetterà fumi in atmosfera attraverso il camino della caldaia o attraverso il camino di bypass

della turbine a gas qualora la turbina a vapore fosse in fase di manutenzione e/o non funzionante.

Per il funzionamento sporadico delle TG con solo gas naturale, si prevede l'iniezione di vapore nella TG per consentire il raggiungimento di basse emissioni di NOx.

I camini delle caldaie GVR e di by pass saranno monitorati per determinare la concentrazione degli effluenti.

I parametri rilevati in entrambi i camini saranno i seguenti:

- NOx (espressi come NO<sub>2</sub> in mg/Nm<sup>3</sup> di gas secco),
- CO (espressi come mg/Nm<sup>3</sup> di gas secco),
- O<sub>2</sub> (ossigeno libero nei fumi espresso in % di volume del gas secco),
- SO<sub>2</sub> (espressi come mg/Nm<sup>3</sup> di gas secco),
- Polveri (esprese come mg/Nm<sup>3</sup> di gas secco).

Ogni sistema di analisi fumi sarà costituito dalle seguenti parti:

- sistema di prelievo e trattamento campione,
- apparecchiature di analisi,
- armadio di contenimento e condizionamento elettronica di misura.

Sarà inoltre prevista una unità di acquisizione elaborazione e centralizzazione dati che a valle delle opportune elaborazioni (acquisizione, calcolo dei valori istantanei, e medi, storicizzazione) provvederà a trasmettere i dati al computer di monitoraggio dedicato, ubicato in sala controllo.

## **5.2 Rilasci liquidi**

I trattamenti degli effluenti liquidi previsti sono:

- trattamento di neutralizzazione per i drenaggi chimici;

Centrale a ciclo combinato 600 MW di Taranto  
Progetto preliminare

- trattamento biologico dei reflui civili mediante ossidazione ad aria;
- trattamento delle acque oleose mediante bacini separatori e pacchi lamellari.

Le acque di lavaggio degli elettrofiltri di depurazione dei gas siderurgici (vedi schema di allegato 4) saranno trattate da un impianto che produrrà come residui acqua depurata e fanghi al 20-25% d'acqua (in peso). Le quantità saranno circa 20 kg/h (sostanza secca); la composizione chimica indicativa sarà quella riportata in Tabella 3-3.

***Tabella 3-3 Composizione chimica indicativa (% in peso sul secco).***

<b>Elemento</b>	<b>% in peso sul secco</b>
Fe	40-50 %
C	10-20 %
Si	4-8 %
Ca	3-5 %
Mg	1-2 %
Zn	1-2 %
Al	1-2 %
K	0.4-0.8 %
Catrame	0.3-0.6 %
Na	0.2-0.5 %
P	0.1-0.4 %

I drenaggi oleosi verranno sottoposti a trattamento consistente in una prima separazione mediante vasche API ed in una successiva purificazione finale attraverso un sistema di pacchi lamellari, completo di sezione deemulsionante; l'olio separato verrà raccolto in un serbatoio dedicato, da cui potrà essere prelevato per essere utilizzato o smaltito, mentre l'acqua disoleata fluirà alla vasca di omogeneizzazione. Una stima della produzione di oli emulsionati non è significativa ed è difficilmente valutabile in quanto non connessa ai processi di produzione di energia (es. lavaggio di piazzali, etc.).

Le acque sanitarie saranno trattate con un processo di ossidazione mediante insufflamento di aria in eccesso, in modo che le sostanze organiche disciolte vengano ossidate biologicamente e trasformate in fanghi attivi; l'acqua così depurata e sterilizzata con ipoclorito di sodio verrà inviata alla vasca di omogeneizzazione degli scarichi, mentre i fanghi sedimentati verranno smaltiti da ditta specializzata ed autorizzata (una stima della produzione di fanghi risulta ininfluenza e comunque inferiore a 10 kg/mese).

I valori di BOD5, COD, TSS all'uscita dall'impianto di trattamento saranno in accordo a quanto previsto dalla normativa italiana (D.L. 152/99 all. 5 tabella 3 e D.L. 258/2000).

Occorre precisare quanto segue:

- a) i sistemi di dosaggio dei reagenti chimici predisposti per questa installazione sono conformi a quanto realizzato dai maggiori progettisti e costruttori di centrali termoelettriche, in accordo ai DLgs. 626/1994 e 242/1996);
- b) il progetto è stato eseguito avendo come obiettivo principale la tutela dell'ambiente e la sicurezza del personale, eliminando

completamente la possibilità di contatto con fluidi pericolosi e con i loro vapori;

- c) i serbatoi di dosaggio saranno riempiti in modo sicuro per l'operatore, prelevando il fluido concentrato dai fusti commerciali per mezzo di una pompa di travaso e un tubo flessibile;
- d) per evitare che i vapori dei reagenti possano contaminare l'ambiente e, quindi, arrecare danno agli operatori presenti in impianto, gli sfiati dei serbatoi di dosaggio deossigenante ed ammine saranno convogliati entro guardie idrauliche;
- e) ogni serbatoio sarà circondato da un contenimento in grado di trattenere una quantità di liquido pari al volume del serbatoio stesso; in tal modo si eviteranno fuoriuscite di fluidi pericolosi per l'incolumità del personale;
- f) i contenimenti saranno provvisti di pozzetto, da cui il reagente potrà essere recuperato tramite pompa;
- g) i prodotti utilizzati per il condizionamento del ciclo termico saranno fosfato trisodico ed ammine alcalinizzanti per il controllo del pH ed un agente deossigenante per prevenire la corrosione da ossigeno;
- h) il sistema ottempera ai più recenti criteri di sicurezza, che prevedono unicamente l'utilizzo di prodotti deossigenanti i quali, anche dopo decomposizione termica, siano completamente esenti da idrazina e dai suoi sali;
- i) l'acqua di mare di reintegro alle torri dei gruppi 2 e 3, già clorata all'opera di presa, sarà ulteriormente condizionata mediante

- dosaggio di un agente sterilizzante per impedire la crescita di alghe e microrganismi (ipoclorito) e di un prodotto anti incrostante a base di polifosfati;
- j) gli spurghi dei bacini delle torri verranno convogliati, per mezzo del canale di raccolta esistente, al mare;
  - k) l'acqua mare necessaria per il raffreddamento in ciclo aperto del gruppo 1, già clorata alla opera di presa, verrà derivata dal collettore di stabilimento ed utilizzata tal quale; lo scarico verrà convogliato, per mezzo del canale di raccolta esistente, al mare;
  - l) l'acqua demineralizzata, necessaria per il reintegro al ciclo termico e per i vari utilizzi di impianto, verrà derivata dalla rete di distribuzione esistente dello stabilimento;
  - m) i drenaggi chimici dell'impianto, verranno sottoposti a neutralizzazione in un apposito bacino, prima di essere convogliati alla vasca di omogeneizzazione degli scarichi; il valore del pH all'uscita dall'impianto di trattamento sarà in accordo a quanto previsto dalla normativa italiana (D.L. 152/99 all. 5 tabella 3 e D.L. 258/2000).
  - n) alla vasca di omogeneizzazione verranno convogliati, tutti gli scarichi ed i drenaggi d' impianto, inclusi gli spurghi delle caldaie; da questo bacino, l'acqua verrà scaricata al mare, attraverso un canale di scarico esistente.

### 5.3 Emissioni sonore

All'interno del sito di installazione della centrale, saranno identificate le sorgenti di rumore e i livelli medi di pressione sonora dovuti a ciascuna sorgente. Per le sorgenti individuate, si effettueranno le scelte di provvedimenti di protezione sonora a seguito di uno specifico studio mirato all'ottimizzazione delle soluzioni più opportune.

I macchinari responsabili di tale impatto sono essenzialmente il turbogruppo a gas, il compressore gas siderurgici e i componenti di impianto (valvole, pompe, etc.). Altre fonti di emissione significative sono i camini ed il sistema di aspirazione delle turbine a gas.

Di seguito sono elencate le misure previste in fase di progetto preliminare per ridurre l'impatto:

- le macchine alloggiare entro gli edifici sala macchine responsabili sostanziali dell'impatto acustico, saranno sistemate entro compartimenti con pareti fonoassorbenti;
- i camini saranno dotati di silenziatori;
- le prese d'aria delle turbine a gas saranno dotate di opportuni silenziatori;
- gli edifici sala macchine ed i loro ausiliari (ventilazione) sono progettati in modo tale da limitare la trasmissione e la produzione di rumore;
- i sistemi e componenti esterni alle sale macchine responsabili sostanziali dell'impatto acustico saranno schermati con pareti o coibentazioni fonoassorbenti.

## 6. OPERAZIONE

### 6.1 Criteri e condizioni di avviamento. Basi funzionali di progetto del sistema di automazione

La normale conduzione della centrale avverrà in modo automatico attraverso il sistema di controllo centralizzato nella sala di comando. Gli interventi richiesti localmente saranno limitati quanto più possibile e saranno maggiormente presenti nelle fasi di primo avviamento e di manutenzione dell'impianto. Per consentire quanto sopra il sistema di controllo dell'impianto sarà diviso nei seguenti livelli gerarchici:

- Livello attuatori. A questo livello, il sistema monitora e controlla gli attuatori dei singoli componenti o sottocomponenti.
- Livello gruppi funzionali. Il livello gruppi funzionali controlla una specifica funzione (ad esempio una pompa alimento con i suoi ausiliari). Il controllo ha luogo secondo eventi di un programma fisso e loro sequenza.
- Livello unità. Le apparecchiature di controllo sono progettate in modo tale che l'operazione coordinata delle turbine a gas, delle Caldaie a recupero e della Turbina a Vapore, con i relativi ausiliari, possa essere eseguita dalla sala controllo centrale.

Per le fasi di avviamento, il sistema di automazione fornirà sequenze separate di azioni a livello di unità per quanto riguarda il vuoto al condensatore, la preparazione della caldaia, l'avviamento della turbina a gas, il riscaldamento e la pressurizzazione di caldaia e linee vapore, l'avviamento della turbina a vapore, il cambio combustibile.

Centrale a ciclo combinato 600 MW di Taranto  
Progetto preliminare

Il ciclo termico ed il BOP (Balance Of Plant) saranno divisi in gruppi funzionali per aiutare gli operatori nelle fasi di avviamento.

In normale operazione, il sistema di automazione coordina l'operazione dell'impianto da carico minimo al pieno carico.

Per fornire agli operatori le corrette informazioni, le varie fasi dell'avviamento saranno guidate tramite opportune procedure.