

Allegato B18

RELAZIONE TECNICA DEI PROCESSI PRODUTTIVI

CET 2

CENTRALE CET 24

1.1. Turbine a vapore 10

1.2. Condensatori ad acqua di mare 18

1.3. Degasatori 19

1.4. Generatori di emergenza 19

CENTRALE CET 320

1.5. Descrizione del ciclo produttivo20

LINEA PRODUTTIVA CET 2.....

1.1. Descrizione del ciclo produttivo

1.2. Linee distribuzione combustibili (gas siderurgici e naturale, olio combustibile)

1.3. Generatori di vapore

1.4. Turbine a vapore

1.5. Condensatori ad acqua di mare..... 15

1.6. Degasatori 15

1.7. Generatori di emergenza 15

LINEA PRODUTTIVA CET 3..... 16

1.8. Descrizione del ciclo produttivo 16

1.9. Sistema filtrazione e miscelazione gas siderurgici..... 18

1.10. Sistema di compressione 18

LINEA PRODUTTIVA CET 2.....3

1.1. Descrizione del ciclo produttivo3

1.2. Linee distribuzione combustibili (gas siderurgici e naturale, olio combustibile)
4

1.3. Generatori di vapore5

<u>1.4.</u>	<u>Turbine a vapore</u>	7
<u>1.5.</u>	<u>Condensatori ad acqua di mare</u>	12
<u>1.6.</u>	<u>Degasatori</u>	12
<u>1.7.</u>	<u>Generatori di emergenza</u>	13
	<u>LINEA PRODUTTIVA CET 3</u>	13
<u>1.8.</u>	<u>Descrizione del ciclo produttivo</u>	13
<u>1.9.</u>	<u>Sistema filtrazione e miscelazione gas siderurgici</u>	15
<u>1.10.</u>	<u>Sistema di compressione</u>	16

B.18 Relazione tecnica dei processi produttivi

Linea Produttiva **Centrale** CET 2

La linea produttiva **centrale** CET 2, della potenza elettrica complessiva di circa 480 MW, è in funzione dal 1972.

La **centrale** impianto CET 2 è del tipo termoelettrico tradizionale ed è composto da tre unità simili tra loro che producono energia elettrica e vapore utilizzando come combustibili i gas prodotti dai processi dello stabilimento siderurgico (gas Afo, gas Coke e gas LDG), **gas naturale** e, se necessario, olio combustibile e gas naturale.

I tre monoblocchi identici tra loro sono costituiti da una caldaia, una turbina a vapore, un condensatore ad acqua di mare, un alternatore e un trasformatore elevatore.

Il monoblocco 1 è di costruzione originale Babcock & Wilcox, mentre le caldaie del monoblocco 2 e del monoblocco 3 sono di costruzione Ansaldo.

I gas siderurgici ed il gas naturale, provenienti da reti dello stabilimento siderurgico, sono trasferiti direttamente alle caldaie attraverso gasdotti, mentre l'olio combustibile, stoccato in tre serbatoi dotati di vasca di contenimento ed approvvigionato tramite tubazione ILVA, viene trasferito alle caldaie attraverso tubazioni dedicate.

L'acqua demineralizzata per il reintegro delle caldaie dell'impianto CET 2 proviene direttamente dalla rete dello stabilimento siderurgico.

Per la condensazione del vapore e per il raffreddamento degli impianti ausiliari viene utilizzata acqua di mare, prelevata da una stazione di pompaggio posta all'interno dello stabilimento siderurgico. L'acqua in uscita dai condensatori/scambiatori viene inviata alle vasche di stramazzo (interne allo stabilimento siderurgico).

L'energia elettrica prodotta dall'impianto CET 2 è ceduta su due anelli dello stabilimento ILVA a 66 KV: i monoblocchi 1 e 2 si trovano sul nuovo anello, il monoblocco 3 sul vecchio anello.

L'impianto CET 2 fornisce, a richiesta, vapore allo stabilimento siderurgico a 20 bar e alla temperatura di 350°C.

La supervisione e la gestione della centrale di Taranto è realizzata in due sale controllo, presidiate con continuità in quanto vi si svolgono attività produttive su tre turni ogni giorno della settimana per 365 giorni l'anno.

L'area relativa al fabbricato dell'impianto **della centrale** CET 2 comprende 3 caldaie con le tubazioni dei combustibili, del vapore di alta, media e bassa pressione, e di tutti i fluidi di servizio (acqua demineralizzata e industriale, aria compressa, azoto e rete antincendio).

Descrizione del ciclo produttivo

Per la descrizione del ciclo produttivo si farà riferimento alla suddivisione in aree omogenee della Centrale che è stata definita ai fini della valutazione degli aspetti ambientali, come previsto dal Sistema di Gestione Ambientale.

Le fasi funzionali in cui è possibile suddividere il processo produttivo sono:

1. Linee distribuzione combustibili (olio, gas naturale e gas siderurgici);
2. Generatori di Vapore a Recupero;
3. Turbine a Vapore;
4. Condensatori ad acqua di mare;
5. Degasatore;
- 1.2. Trasformatori e linee elettriche.
- 6.**

Linee distribuzione combustibili (gas siderurgici e naturale, olio combustibile)

Modalità di funzionamento

L'area relativa al fabbricato dell'impianto CET 2 comprende le tre caldaie con le tubazioni dei combustibili, del vapore di alta, media e bassa pressione, e di tutti i fluidi di servizio (acqua demineralizzata e industriale, aria compressa, azoto e rete antincendio).

I gas AFO, COKE, LDG e Olio combustibile, provenienti dalle reti ILVA, sono trasferiti direttamente alle caldaie attraverso gasdotti, come il gas metano che viene però prelevato direttamente dalla rete di distribuzione nazionale tramite proprio gasdotto, **l'olio combustibile viene prelevato da tre serbatoi e riforniti tramite tubazione ILVA**. Le tubazioni di adduzione dei gas AFO, COKE, LDG e Olio combustibile forniti dallo stabilimento siderurgico vengono distribuiti alla centrale EDISON con una rete che si stacca dalle tubazioni ILVA fino all'ingresso delle caldaie dei 3 monoblocchi di CET 2.

Di seguito vengono descritti con maggior dettaglio i combustibili utilizzati e le relative modalità di adduzione all'impianto.

Gas Afo

L'adduzione del gas Afo alla caldaia avviene con trasferimento continuo, tramite gasdotto da rete ILVA.

La pericolosità del gas Afo deriva principalmente dalla considerevole quantità di CO (24% vol.) contenuta.

Le tubazioni di distribuzione gas da ILVA alle caldaie dei monoblocchi di CET 2 hanno pressione massima relativa pari a 0,04 bar alla temperatura di 30°±45° C.

Gas LDG

Il gas LDG viene miscelato con il gas AFO poco prima dell'arrivo all'impianto CET2.

Gas Coke

L'adduzione del gas Coke alla caldaia avviene con trasferimento continuo, tramite gasdotto da rete ILVA.

La pericolosità del gas Coke deriva principalmente dalla considerevole quantità di H₂ (60% vol.) presente.

Tale sostanza risulta infatti estremamente infiammabile e con ampio range di infiammabilità in atmosfera. Inoltre la quantità di CO (5% vol.) presente nel gas Coke lo rende un gas tossico.

Le tubazioni di distribuzione gas da ILVA alle caldaie dei monoblocchi di CET 2 hanno pressione massima relativa pari a 0,04 bar c.a. alla temperatura di 30°±45° C.

Gas Naturale

L'adduzione del gas Naturale alla caldaia avviene con trasferimento continuo, tramite gasdotto da rete di distribuzione nazionale.

La pericolosità del gas naturale deriva principalmente dall'essere una sostanza estremamente infiammabile.

Le tubazioni di distribuzione gas dalla rete di distribuzione nazionale alle caldaie dei monoblocchi di CET 2 hanno pressione massima pari a 10 bar alla temperatura di 10°±40° C.

Olio combustibile

L'olio combustibile è stoccato nell'area di CET 2 in tre serbatoi a tetto fisso da 1000 m³ ciascuno, riscaldati da una serpentina attraversata da vapore. I serbatoi, dotati della propria vasca di contenimento, vengono riforniti giornalmente tramite tubazione ILVA.

L'olio combustibile viene trasferito in continuo dalla stazione di pompaggio alle caldaie attraverso tre tubazioni.

La tubazione dell'olio combustibile parte dal serbatoio di stoccaggio Edison ed arriva fino all'ingresso delle caldaie delle 3 unità di CET 2. Le tubazioni di adduzione in ingresso alle caldaie sono caratterizzate da pressione massima relativa pari a 18 bar e temperatura di 120°C.

Oltre ai serbatoi di stoccaggio olio combustibile è presente una stazione di pompaggio completa di filtri a caldo e a freddo, pompe di carico e rilancio olio combustibile, riscaldatori e tubazioni.

Flussi di materia ed energia associati

- Gas Afo
- Gas Coke
- Gas LDG
- Gas Naturale
- Olio Combustibile

Tempi di avvio e arresto e periodicità di funzionamento

L'utilizzo dei gas siderurgici o dell'olio combustibile avviene con mix diversi in base alla disponibilità della fornitura dei gas siderurgici da ILVA.

Tipologia di sostanze inquinanti

Le linee di distribuzione sono dedicate al trasporto dei gas e dell'olio.

Sistemi di regolazione e controllo

I gas dello stabilimento siderurgico vengono distribuiti alle centrali Edison con una rete sezionabile in più punti con valvole motorizzate e ad occhiale, manovrabili da ILVA e/o da Edison. La rete è protetta da sovrapressione con portelli di esplosione.

- **Gas Afo/Ldg:** le tubazioni sono intercettabili (da ILVA) con valvole motorizzate ed ad occhiale poste ai limiti della proprietà della centrale Edison; in prossimità di ogni monoblocco sono collocate una valvola di intercettazione motorizzata, manovrata da Edison con comando locale dalle Sale Controllo e una valvola di blocco comandata dalla logica di caldaia.
- **Gas Coke:** le tubazioni sono intercettabili (da ILVA) con una valvola motorizzata ad occhiale posta ai limiti della proprietà della centrale; in prossimità di ogni monoblocco c'è poi una valvola di intercettazione motorizzata, manovrata da Edison con comando dalla Sala Controllo e quella di blocco comandata dalla logica di caldaia.

- **Gas Naturale:** le tubazioni sono intercettabili sia a valle della stazione di riduzione, sia a monte di ogni monoblocco da parte di Edison, dove è installata un'altra stazione di riduzione di pressione. A valle di queste ultime stazioni sono installate le valvole di blocco comandate dalle logiche delle caldaie.

1.4. Olio Combustibile: le tubazioni sono intercettabili a valle del serbatoio ed a valle della stazione di pompaggio dell'area di stoccaggio Edison; in prossimità di ogni monoblocco c'è poi una valvola di intercettazione (blocco) manovrata dalla Sala Controllo e dalla logica di caldaia. Ogni serbatoio di stoccaggio di olio combustibile è dotato di bacino di contenimento in tenuta capace di contenere tutto il volume del serbatoio. Le tubazioni di alimento caldaie sono intercettabili a valle della stazione di pompaggio. Per il carico del serbatoio dall'oleodotto ILVA è stata elaborata un'ideale procedura di sicurezza in cui sono specificate le modalità di carico dell'olio combustibile onde evitare possibili sversamenti e situazioni di pericolo.

•

Generatori di vapore

Modalità di funzionamento

In questa fase si genera vapore utilizzando il calore prodotto dalla combustione dei gas siderurgici (AFO, COKE, LDG) e se necessario del gas naturale e dell'olio combustibile. Ogni gruppo di generazione è costituito da una caldaia da 480 t/h di vapore **surriscaldato** a 137 bar e 538°C. Le caldaie sono dotate di valvole di sicurezza e dei dispositivi di protezione, previsti per legge, che intervengono ad intercettare il flusso di combustibili per mettere in sicurezza l'impianto. I fumi sono scaricati in atmosfera tramite una ciminiera. L'olio combustibile, prima dell'ingresso in caldaia, viene additivato con ossido di magnesio. Il vapore prodotto è utilizzato per la produzione di energia elettrica nei turboalternatori; l'acqua di alimento delle caldaie, che riscalda l'aria comburente, proviene dalla condensazione del vapore dopo espansione in turbina e integrata con acqua demi, fornita via tubo dallo stabilimento siderurgico, per compensare le perdite fisiologiche del ciclo e reintegrare il vapore impiegato per il riscaldamento, per l'atomizzazione dell'olio combustibile e per gli usi tecnologici. L'acqua di alimento, prima dell'ingresso in caldaia, è trattata con prodotti anticorrosivi ed antincrostanti. Nello specifico, nell'area caldaie sono presenti:

- Tubazioni gas AFO di alimento a pressione massima relativa pari a 0,04 bar circa;
- Tubazioni gas COKE di alimento a pressione massima relativa pari a 0,04 bar circa;
- Tubazioni gas Naturale di alimento a pressione massima relativa di 1,5 bar circa;
- Tubazioni coibentate Olio Combustibile di alimento alla pressione di 15 bar circa;
- Tubazioni coibentate per il vapore a 137 bar circa ed alla temperatura di 538°C circa;
- Tubazioni acqua alimento in pressione a 170 bar circa ed alla temperatura di 165°C circa;
- Apparecchi a pressione (vapore, acqua, aria compressa, azoto);
- Olio minerale di lubrificazione contenuto nelle casse servizio da 15000 litri (temperatura di infiammabilità: superiore a 100°C con una temperatura di esercizio di 40°C).

Flussi di materia ed energia associati

Le materie prime in ingresso sono:

- Gas siderurgici (Afo, Coke, Ldg) e gas naturale e olio combustibile;
- Acqua demi fornita dallo stabilimento siderurgico;
- Aria.

I prodotti in uscita sono:

- Vapore inviato alla turbina a vapore;
- Gas prodotti nella combustione, emessi in atmosfera.

Per il funzionamento del generatore di vapore vengono utilizzati i seguenti prodotti chimici (*chemicals*):

- Prodotto antincrostante/disperdente per trattamenti interni alla caldaia;
- Prodotto alcalino per correzione pH acqua di alimento.

Tempi di avvio e arresto e periodicità di funzionamento

Il generatore di vapore funziona in continuo in condizioni normali 24/24 h e 365 giorni all'anno, ad esclusione dei periodi di manutenzione che corrisponde a circa 20 giorni all'anno per monoblocco a meno delle revisioni generali delle macchine; **il tempo medio di avvio da freddo è di circa 8 ore, mentre il tempo di arresto è di circa 2 ore.**

Tipologia di sostanze inquinanti

Le emissioni del generatore di vapore sono caratterizzate dalla presenza delle seguenti sostanze inquinanti:

- Ossidi di azoto (NO_x);
- Monossido di carbonio (CO);
- Anidride carbonica (CO₂);
- Ossidi di zolfo (SO₂);
- Polveri.

Le emissioni in atmosfera, **ad esclusione della CO₂ che viene calcolata con apposite procedure**, sono controllate in continuo tramite un Sistema di Monitoraggio delle Emissioni (SME), costituito da un hardware - software di misura, acquisizione, trasmissione, supervisione, trattamento, memorizzazione e validazione dei dati, e tramite sistemi di monitoraggio FREELANCE.

Sistemi di regolazione e controllo

Le caldaie sono protette con:

- Valvole di blocco automatiche installate su ogni tubazione di alimentazione dei combustibili (AFO, COKE, LDG, Gas Naturale ed Olio Combustibile);
- Portelli di esplosione;
- Valvole di sicurezza installate sui corpi cilindrici delle caldaie, sui surriscaldatori e sui degasatori;
- Valvole di sicurezza installate sulle reti vapore.

Nella zona caldaie sono inoltre presenti rilevatori di ossido di carbonio e rilevazione CH₄ per ogni monoblocco; in caso di necessità viene allertata la Sala Controllo con un allarme ottico e acustico con evidenziazione della zona interessata.

1.1. Turbine a vapore

Modalità di funzionamento

La turbina a vapore, di tipo misto (sfrutta sia la velocità che la pressione del vapore in ingresso), è dotata complessivamente di 24 stadi così ripartiti: 9 sulla turbina di alta pressione, 9 sulla media pressione e 6 sulla bassa pressione.

Le caratteristiche generali sono:

- Pressione vapore SH 139 bar;
- Pressione vapore RH 36 bar;
- Temperatura vapore SH 536°C;
- Temperatura vapore RH 536°C;
- Potenza 187.000 kVA (250.000 CV);
- Velocità di rotazione 3000 giri al minuto.

La turbina è composta da due rotori coassiali contenuti in due casse separate: il primo comprende la zona di alta e media pressione, il secondo quella di bassa pressione.

Il vapore proveniente dalla caldaia viene diramato in due tronchi, su ognuno dei quali è montata una valvola di intercettazione chiamata valvola di emergenza vapore SH (sinistra e destra). Nella valvola di emergenza vapore SH di destra è incorporata una valvola di by-pass comandata dal motorino del "Full Arc", che permette l'immissione del vapore in turbina sull'intero arco ugelli. Dopo le valvole di emergenza SH, vi sono n.8 valvole parzializzatrici (n.4 superiori e n°4 inferiori) mosse da due alberi a camme, comandati a loro volta da un pistone idraulico. Il vapore arriva in turbina attraverso la camera ugelli e dopo aver lavorato nella zona di alta pressione, tramite una tubazione, torna in caldaia a risurriscaldarsi (vapore RH freddo). Il vapore rigenerato (RH caldo) ritorna in turbina attraverso due tubazioni, una a destra e una a sinistra, per espandersi nella zona di media pressione.

La turbina di media pressione è contrapposta a quella di alta pressione, in modo da bilanciare le spinte assiali dovute alla pressione del vapore sulle palette mobili. Il vapore passa poi nella zona di bassa pressione tramite una tubazione esterna (Cross-over) e qui, dopo un'ulteriore lavoro, scarica nel condensatore.

Dalle turbine di media e bassa pressione sono derivati n.6 spillamenti di vapore allo scopo di rigenerare il calore nel circuito di alimento in seno all'acqua e migliorare il rendimento termico del ciclo. Una parte del vapore che lavora in turbina viene infatti utilizzato nei riscaldatori di bassa pressione (BP), nel degasatore e nei riscaldatori di alta pressione (A P).

Gli spillamenti di vapore sono così suddivisi:

- 1° spillamento, (500°C - 23 bar) a valle del 12° stadio, riscalda il 6° riscaldatore di AP
- 2° spillamento, (410°C - 12 bar) a valle del 16° stadio, riscalda il 5° riscaldatore di AP
- 3° spillamento, (280°C - 6 bar) a valle del 18° stadio, riscalda il degasatore
- 4° spillamento, (190°C - 2 bar) a valle del 20° stadio, riscalda il 3° riscaldatore di BP
- 5° spillamento, (100°C - 1500 mm/H2O) a valle del 21° stadio, riscalda il 2° riscaldatore di BP
- 6° spillamento, (40°C - 0,5 ata) a valle del 22° stadio, riscalda il 1° riscaldatore di BP.

Sulle tubazioni che collegano gli spillamenti con i riscaldatori, vi sono: una valvola motorizzata di intercettazione manovrabile dalla sala controllo e una valvola di non ritorno che attraverso un asservimento ad aria compressa viene mandata in chiusura in caso di blocco turbina. Il terzo spillamento ha due valvole di non ritorno, una all'uscita della turbina e l'altra sul degasatore per evitare il ritorno di acqua dal degasatore stesso in caso di altissimo livello.

Tutte le tubazioni degli spillamenti sono provviste di spurghi, comunicanti col condensatore.

Gli spurghi sono posti a monte delle valvole di non ritorno per il 1° e 2° spillamento, mentre per il 3°, 4°, 5° e 6° spillamento sono posti a monte e a valle della valvola di non ritorno.

La turbina è sostenuta da n.4 cuscinetti di metallo bianco con supporti sferici, lubrificati con olio a pressione di 1,7 bar e da un cuscinetto reggispinta tipo "Michel".

Un regolatore di velocità con un sistema di leverismi comandati oleodinamicamente ad una pressione di 15 bar, costituisce la regolazione principale della macchina.

Il sistema di lubrificazione comprende una cassa olio, due refrigeranti, tre pompe ad asse verticale ubicate sulla cassa olio ed una principale trascinata dal rotore e situata entro la cassa comando.

L'olio di regolazione lavora ad una pressione di 15 bar ed è fornito dalla pompa principale; l'olio di lubrificazione (pressione 1,7 bar) proviene dallo scarico di una turbinetta che aziona la pompa booster che alimenta (1,3 bar), con olio prelevato dalla cassa, la pompa principale. L'olio in uscita dalla turbinetta viene raffreddato dal refrigerante ad acqua di mare, quindi va a lubrificare i cuscinetti formando un unico circuito chiuso. La pompa ausiliaria è comandata da un pressostato tarato a 12,2 bar e provvede a mantenere l'olio in pressione se la macchina gira a una velocità inferiore a 2760 giri/min, non sufficiente alla pompa principale per fornire la pressione richiesta. Superata tale velocità la pressione della pompa principale prevale su quella ausiliaria. Quando la macchina è mossa dal viradore una pompa provvede a inviare olio ai cuscinetti. Un'ulteriore pompa a 220 V a corrente continua (Pompa Emergenza), interviene in caso di mancato funzionamento della precedente.

La pompa olio ausiliaria interviene per bassa pressione olio di regolazione a 12,2 bar.

La pompa olio viradore interviene per bassa pressione olio di regolazione a 8,8 bar.

La pompa olio emergenza interviene per bassa pressione olio di lubrificazione a 0,8 bar.

Tutte le sicurezze della turbina sono legate al flusso di olio di regolazione. Una riduzione di pressione di quest'ultimo determina la chiusura di tutte le valvole intercettatrici e parzializzatrici. Per tale ragione tutte le cause di blocco, sia intrinseche alla macchina che di interblocco, vanno al circuito di regolazione a mezzo del cosiddetto Vacuoscatto che, oltre ad assicurare l'allarme ed il blocco meccanico per basso vuoto, è provvisto di una elettrovalvola il cui solenoide, normalmente eccitato, prende alimentazione dalla logica di blocco.

Quando si genera una causa di blocco, il Vacuoscatto interrompe l'alimentazione dell'olio di regolazione alle valvole che vanno immediatamente in chiusura. Lo scatto per bassissima pressione al condensatore interviene automaticamente quando il vuoto al condensatore scende al di sotto di 540 mm/Hg.

Come sicurezza nei riguardi della sovravelocità, la turbina è provvista di uno Scatto di emergenza costituito da un anello eccentrico che per effetto della forza centrifuga, conseguente il raggiungimento della velocità di intervento (3.330 giri/min pari al 111% della velocità nominale), agisce su una valvola a cassetto di scarico olio. Per proteggere la turbina dal ritorno di vapore in caso di blocco, o dal ritorno di acqua a seguito di rottura nei riscaldatori, su ogni spillamento esistono valvole di non ritorno con comando pneumatico. Queste intervengono contemporaneamente in caso di blocco turbina, mentre, in caso di altissimo livello dei riscaldatori ad alta pressione (AP), il sensore di livello (magnetrol) comanda la chiusura delle valvole motorizzate intercettazione del 1° e 2° spillamento nonché l'apertura del by-pass acqua di alimento.

La turbina è dotata di una serie di strumenti atti a controllare, in avviamento, in fermata e in esercizio normale, il buon funzionamento della stessa.

Molto importanti sono gli strumenti:

- per seguire l'allungamento della cassa turbina;
- per seguire la differenza di allungamento tra il rotore e la cassa turbina;
- di controllo dell'apertura del "Full Arc";
- per il controllo vibrazioni cuscinetti e eccentricità dell'asse;
- per il controllo temperatura metallo nei vari punti della turbina;
- per il controllo temperatura metallo cuscinetti.

La tenuta lungo l'asse della turbina è assicurata da manicotti a labirinto serviti da vapore proveniente dal collettore vapore manicotti, nel quale si mantiene, per mezzo di un regolatore, una pressione di circa 0,25 bar.

Il regolatore a sua volta viene servito da vapore proveniente dalla tubazione vapore SH2, tramite uno stacco a monte della valvola di emergenza di sinistra.

Un gruppo di due valvole chiamate telektron (una di ammissione vapore al collettore e una di scarico) permette la regolazione del vapore ai manicotti nel caso in cui il regolatore principale andasse fuori servizio.

Va ricordato che il sistema del vapore manicotti ha lo scopo di sottrarre il vapore di sfuggita delle turbine di alta e media pressione quando la macchina è in parallelo, e di evitare rientranze di aria in turbina di bassa pressione, sia in esercizio che durante le fasi di avviamento, quindi necessita evitare rientranze di aria nella turbina di bassa pressione per non correre il rischio di perdere il vuoto negli ambienti in depressione e compromettere la buona condotta della macchina.

Il vapore dei manicotti viene recuperato da un collettore che scarica nel condensatorino vapore manicotti.

I principali dispositivi di regolazione della turbina, inseriti nella cassa comando, sono il regolatore di velocità, il variagiri, i dispositivi di limitazione di carico e di pre-emergenza.

Il regolatore di velocità ha il compito di mantenere costante la velocità della macchina. E' di tipo centrifugo a masse rotanti e comanda lo spostamento di una valvola pilota rotante che si muove all'interno di una camicia mobile munita di luci di passaggio dell'olio di regolazione.

Lo spostamento della valvola rotante determina il movimento delle valvole parzializzatrici mantenendo costante la velocità di rotazione della turbina.

Un nuovo punto di lavoro si ottiene spostando la camicia mobile per mezzo del variagiri manovrato direttamente con il volantino o a distanza tramite motorino.

Si determina così un riposizionamento delle parzializzatrici e quindi una variazione della velocità della macchina se questa è libera, o una variazione della potenza attiva erogata se è in parallelo.

Il limitatore di carico è essenzialmente una valvola a cassetto comandata direttamente tramite motorino la cui funzione è di consentire o il libero afflusso dell'olio di regolazione o la sua limitazione bloccando l'apertura delle parzializzatrici.

In fase di avviamento da freddo, per evitare sollecitazioni termiche in camera ugelli e alla turbina, l'ammissione del vapore avviene con le parzializzatrici completamente aperte cioè ad arco totale (full-arc).

La laminazione del vapore avviene tramite una valvola di by-pass posta all'interno della valvola di emergenza SH di destra che consente la marcia a vuoto e carico fino ad un carico circa 15 MW.

La protezione della turbina è assicurata, oltre che da quattro valvole di emergenza (SH sinistra e destra e RH sinistra e destra), da due valvole di pre-emergenza RH, che hanno la funzione di limitare il flusso del vapore surriscaldato in caso di sovravelocità. Queste entrano in regolazione al 101% della velocità nominale e al 105% sono in completa chiusura.

Per consentire lo scarico rapido del vapore in turbina, in caso di blocco, esiste un'ulteriore valvola, denominata Blow-down, comandata dalla posizione del cilindro idraulico.

Le cause di blocco turbina sono le seguenti:

- Bassissima pressione olio (regolazione e lubrificazione);
- Eccessivo consumo cuscinetto reggispira;
- Sovravelocità;
- Altissimo livello corpo cilindrico;
- Bassissimo vuoto al condensatore;
- Altissima temperatura vapore cassa di bassa pressione;
- Azionamento pulsante di blocco per emergenza;
- Intervento relè di blocco alternatore;
- Intervento relè di blocco caldaia.

L'alternatore trifase, di costruzione ASGEN, presenta le seguenti caratteristiche:

Pressione idrogeno	-	2 bar	1 bar	0.035 bar
Potenza apparente	KVA	187.500	172.000	131.200
Corrente	A	7.228	6.645	5.050
Corrente di eccitazione	A	1.134	1.070	895
Tensione di eccitazione	V	399	377	365

L'alternatore trifase, di costruzione ASGEN,

$\cos \Phi = 0,8$ Giri/minuto = 3000 Tensione = 15000 + / - 6 % V Potenza Nominale = 187.500 KVA

Il raffreddamento avviene mediante circolazione di idrogeno in circuito chiuso. Il sistema è costituito da due ventilatori calettati simmetricamente sull'asse. La refrigerazione è ottenuta forzando l'idrogeno oltre che nel traferro, anche attraverso appositi canali di ventilazione ricavati sia nel pacco statorico sia in quello rotorico.

La tenuta delle zone di attraversamento dell'albero è assicurata mediante anelli di tenuta ad olio alloggiati negli scudi dei cuscinetti e asserviti da un apposito circuito di olio in pressione con un sistema differenziale che ne garantisce la prevalenza sulla pressione idrogeno.

L'alternatore è provvisto di quattro refrigeranti sistemati sui quattro angoli della cassa statorica, e vengono attraversati da acqua demineralizzata, proveniente dal ciclo chiuso.

La misura delle temperature degli avvolgimenti, dei punti più caldi dello statore e dell'idrogeno è controllata mediante termoresistenze, le quali vengono registrate su apposito strumento.

I limiti di temperatura sono di 50°C per l'idrogeno e 90°C per gli avvolgimenti.

La potenza erogabile dalla macchina è quindi, soprattutto, in funzione di questi limiti.

Una pressione idrogeno adeguatamente alta, una bassa temperatura dell'acqua di raffreddamento ai refrigeranti, funzione a sua volta della temperatura dell'acqua di mare, sono indispensabili per il mantenimento della piena potenza.

La corrente di eccitazione viene inviata al rotore tramite anelli collettori su cui poggiano un certo numero di spazzole. Il collegamento tra gli anelli e gli avvolgimenti avviene per mezzo di sbarre di rame, isolate, che attraversano il foro centrale dell'albero.

L'avvolgimento rotorico della macchina riceve corrente continua (corrente d'eccitazione) in modo da creare il flusso magnetico necessario a produrre corrente indotta nell'avvolgimento statorico per la produzione dell'energia elettrica.

L'olio minerale di lubrificazione è contenuto nelle casse servizio da 15.000 litri circa ed è caratterizzato da una temperatura di infiammabilità superiore a 100°C mentre la temperatura di esercizio è di 50°C.

Flussi di materia ed energia associati

Allo stabilimento ILVA viene ceduto il vapore in funzione delle loro richieste alla pressione di 20 bar.

Per il funzionamento della turbina a vapore l'unico prodotto chimico utilizzato è l'olio lubrificante.

Tempi di avvio e arresto e periodicità di funzionamento

Le turbine a vapore funzionano in continuo in condizioni normali 24/24 h e 365 giorni all'anno, ad esclusione dei periodi di manutenzione, di circa 20 giorni all'anno.

Tipologia di sostanze inquinanti

Olio lubrificante, idraulico, per raffreddamento, sostituito circa ogni 5 anni.

Sistemi di regolazione e controllo

I cuscinetti ed il cassone olio sono protetti contro le sovratemperature con impianto antincendio automatico fisso ad acqua frazionata con scatto attivato da elementi termosensibili.

Trasformatori e linee elettriche

Modalità di funzionamento

In ogni monoblocco della linea **centrale** CET 2 sono presenti:

- un alternatore da 187,5 MVA a 15 KV;
- un trasformatore elevatore 15/66 KV;
- altri trasformatori e quadri elettrici per i servizi ausiliari.

Il fabbricato è realizzato in carpenteria metallica rivestita con doppia lamiera con interposto uno strato di materiale isolante e si sviluppa su quattro piani fuori terra.

Al quarto piano è ubicata la cabina elettrica a 66 KV, munita di isolatori, interruttori ad aria compressa, trasformatori, scaricatori di sovratensione, pannelli di comando locale.

Al terzo piano è ubicata la sala di controllo con le apparecchiature di comando e controllo, mentre in una sala adiacente, alla stessa quota sono sistemate le apparecchiature di protezione, i quadri di allarme, l'impianto di condizionamento, ecc.

Al primo piano sono installati i quadri a 10 e 3 KV per i macchinari e i servizi di centrale

Al piano terra sono installati i quadri a 380 V e 220 V in corrente alternata, 220 V e 110 V in corrente continua, con i rispettivi trasformatori, oltre al quadro luca generale 380/220 V e ai due gruppi elettrogeni di emergenza che garantiscono la produzione di energia elettrica in caso di black-out generale.

Flussi di materia ed energia associati

In entrata:

Energia elettrica.

In uscita:

Energia elettrica.

Tempi di avvio e arresto e periodicità di funzionamento

I trasformatori e le linee elettriche sono utilizzati in continuo in condizioni normali 24/24 h e 365 giorni all'anno, ad esclusione dei periodi di manutenzione.

Tipologia di sostanze inquinanti

Nei seguenti trasformatori è presente olio minerale dielettrico (esente da PCB, temperatura di infiammabilità: superiore a 100°C con una temperatura di esercizio di 50°C):

SIGLA TRASFORMATORE			CONTENUTO OLIO / UBICAZIONE	
T1	190 MVA	15/66 kV	22000 Kg	esterno all'edificio
T1G	33 MVA	66/10 kV	13000 Kg	esterno all'edificio
T1S	33 MVA	66/10 kV	13000 Kg	esterno all'edificio proprietà ILVA
T2	190 MVA	15/66 kV	20000 Kg	esterno all'edificio
T2G	33 MVA	66/10 kV	13000 Kg	esterno all'edificio
T2S	33 MVA	66/10 kV	13000 Kg	esterno all'edificio proprietà ILVA
T3	190 MVA	15/66 kV	22000 Kg	esterno all'edificio
T3G	33 MVA	66/10 kV	13000 Kg	esterno all'edificio
T3S	33 MVA	66/10 kV	13000 Kg	esterno all'edificio proprietà ILVA
T7S	33 MVA	66/10 kV	13000 Kg	esterno all'edificio proprietà ILVA
T8S	33 MVA	66/10 kV	13000 Kg	esterno all'edificio proprietà ILVA

Sistemi di regolazione e controllo

Tutti i trasformatori sono protetti contro i corto circuiti e le sovratemperature e sono protetti con impianto antincendio automatico fisso a diluvio con scatto attivato da elementi termosensibili installati su un circuito ad anello tenuto in pressione dall'impianto antincendio della CET 3.

Nel caso di intervento viene allertata la sala controllo con un allarme ottico e acustico.

1.2. Condensatori ad acqua di mare

Modalità di funzionamento

I condensatori sono del tipo ad acqua. In particolare viene utilizzata acqua di mare, prelevata da un canale attraverso una stazione di pompaggio posta all'interno dello stabilimento siderurgico.

Flussi di materia ed energia associati

Parte dell'acqua di mare fornita dalle condutture di ILVA viene utilizzata per la condensazione del vapore e per il raffreddamento degli impianti ausiliari. L'acqua di mare in uscita dai condensatori/scambiatori viene successivamente utilizzata dallo stabilimento ILVA per usi di processo.

Tempi di avvio e arresto e periodicità di funzionamento

I condensatori ad acqua di mare funzionano in continuo in condizioni normali 24/24 h e 365 giorni all'anno, ad esclusione dei periodi di manutenzione.

1.3. Degasatori

Modalità di funzionamento

Nel degasatore l'acqua demi proveniente dal condensatore viene privata dei gas quali aria, ossigeno ed anidride carbonica, attraverso l'azione in controcorrente di un flusso di vapore al fine di evitare corrosioni dei materiali nelle fasi successive, e poi viene inviata al generatore di vapore.

Flussi di materia ed energia associati

In entrata:

- acqua demi fornita dallo stabilimento siderurgico;
- vapore.

Tempi di avvio e arresto e periodicità di funzionamento

I degasatori funzionano in continuo in condizioni normali 24/24 h e 365 giorni all'anno, ad esclusione dei periodi di manutenzione.

1.4. Generatori di emergenza

La linea produttiva **centrale** CET 2 è supportata dalla presenza di due gruppi per la produzione di energia elettrica sussidiaria della potenza di 700 kW, raffreddati ad acqua ed alimentati a gasolio. Il serbatoio di servizio e deposito del gasolio è ubicato fuori terra ed ha una capacità di 1000 litri per gruppo. Il motore di ogni gruppo viene alimentato direttamente per caduta da un serbatoio in acciaio installato all'esterno del locale su una parete contigua dotato di bacino di contenimento idoneo a contenere tutta la capacità del serbatoio, per confinare eventuali fuoriuscite accidentali.

I due gruppi elettrogeni sono entrambi installati in apposito locale con accesso esclusivamente dall'esterno, al piano terra dell'edificio di controllo CET 2.

Linea Produttiva **Centrale** CET 3

1.5. Descrizione del ciclo produttivo

La linea produttiva **centrale** CET 3, della potenza elettrica complessiva di circa 5605 MW, è in funzione dal 1996.

L'impianto **La centrale** CET 3 è di tipo a ciclo combinato in assetto cogenerativo ed è composto da un sistema di trattamento e miscelazione dei gas siderurgici, da impianti ausiliari tra cui quello per il trattamento acque reflue e da tre unità identiche, denominate "moduli di produzione", che producono energia elettrica e vapore utilizzando come combustibili i gas siderurgici integrati con gas naturale sino al raggiungimento del valore di potere calorifico necessario alla marcia della turbina a gas.

Con l'espressione "**Ciclo Combinato**" si definisce l'unione di due cicli tecnologici, uno compiuto da aria e da una miscela di gas siderurgici 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..:

Ciclo gas

Nel primo ciclo l'energia meccanica è ottenuta dalla turbina a gas, grazie all'espansione dei gas caldi provenienti dalla combustione del gas naturale **e dei gas siderurgici**. L'aria comburente immessa nella turbina a gas viene prelevata dall'atmosfera, filtrata dalle impurità, compressa ed inviata al sistema di combustione. L'alternatore trasforma l'energia meccanica in energia elettrica.

Ciclo vapore

Nel secondo ciclo i gas prodotti dalla combustione della turbina a gas vengono convogliati, attraverso un condotto, al generatore di vapore a recupero (GVR). In questo ciclo l'energia meccanica è ottenuta da una turbina alimentata dal vapore prodotto dal GVR. Il vapore scaricato dalla turbina a vapore è condensato mediante un condensatore raffreddato ad **acqua di mare** aerea diretta. La condensa così ottenuta, unitamente all'opportuna integrazione di acqua demineralizzata, forma la portata dell'acqua di alimento per il generatore di vapore a recupero, chiudendo così il circuito.

Con il termine "Cogenerazione" si intende la generazione, in un unico impianto, di forme diverse di energia: elettrica, **meccanica (per il compressore dei gas siderurgici)** e termica. Quest'ultima, ottenuta ad un costo aggiuntivo minimo, viene sfruttata per produrre vapore sfruttando i gas caldi della combustione prima del loro rilascio in atmosfera..

La Centrale Termoelettrica CET 3 a ciclo combinato cogenerativo trasforma quindi l'energia termica dei gas siderurgici e del gas naturale (combustibili in ingresso) in energia elettrica utilizzando due cicli termici a cascata **e in energia meccanica per compressore dei gas siderurgici**..

Ogni unità che compone l'impianto **la centrale** CET 3 è costituita da un sistema di compressione dei gas siderurgici, **tre refrigeranti ad acqua di mare a ciclo chiuso** una torre evaporativa per il raffreddamento del compressore, un turbogas (TG), un alternatore e un trasformatore elevatore (per il TG), un generatore di vapore a recupero, una turbina a vapore (TV), un alternatore e un trasformatore elevatore (per la TV).

I gas siderurgici che pervengono all'impianto CET 3, prima della loro immissione nella camera di combustione del turbogas, passano attraverso un impianto di depurazione in grado di eliminare qualsiasi

contaminante che potrebbe danneggiare le turbine e, al tempo stesso, si riduce l'impatto in atmosfera dovuto alla loro combustione..

In particolare, sulla linea coke è predisposto un sistema di tre filtri decatramatori in parallelo provvisti di un separatore acqua-catrame e sulla linea LDG sono posti due elettrofiltri in parallelo. Successivamente il gas coke e il gas LDG vengono miscelati al gas AFO, e la miscela viene fatta passare attraverso tre elettrofiltri depolveratori ed inviata al sistema di compressione in tre stadi che la porta alla pressione di circa 2,0 MPa prima della miscelazione con il gas naturale. La miscela dei quattro gas viene quindi immessa nella camera di combustione della turbina a gas. I gas di scarico del turbogas confluiscono nel generatore di vapore a recupero che produce vapore a tre livelli di pressione utilizzato per alimentare la turbina a vapore, per abbattere gli NOx nel caso di funzionamento esclusivamente a gas naturale e per lo stabilimento siderurgico.

La potenza elettrica netta complessiva dell'impianto è di circa **5230** Mwe con una contemporanea produzione di vapore di processo per lo stabilimento pari a 140 t/h alla pressione di 20 bar.

Ciascun modulo di produzione è costituito da:

- elettrofiltro finale del gas siderurgico;
- sistema di compressione dei gas siderurgici;
- turbina a gas a basso potere calorifico e annesso generatore;
- caldaia a recupero con postcombustione;
- turbina a vapore, annesso generatore e ciclo termico;
- sistema di automazione.

Sono inoltre presenti i servizi comuni e il sistema filtrazione e miscelazione dei gas siderurgici (parte comune ai tre moduli).

L'acqua demineralizzata di reintegro del generatore di vapore a recupero proviene dalla rete dello stabilimento siderurgico e viene ulteriormente trattata nell'impianto **"prefiltri"** a letti misti, **uno per modulo** collocato nell'area dell'impianto CET 3.

Per la condensazione del vapore e per il raffreddamento degli impianti ausiliari viene utilizzata acqua di mare, fornita dallo stabilimento siderurgico, che proviene dal Mar Piccolo di Taranto.

L'acqua di mare in uscita dai condensatori/scambiatori viene utilizzata dallo stabilimento ILVA per successivi usi di processo.

L'energia elettrica prodotta dall'impianto CET 3 è immessa nella Rete di Trasmissione Nazionale alla tensione di 220 kV. L'impianto **la centrale** CET 3 fornisce vapore allo stabilimento siderurgico a 2,0 MP. La supervisione e la gestione della centrale di Taranto è realizzata in **una** tre salea controllo, due per l'impianto CET 2 ed una per l'impianto CET 3, presidiate **a** con continuità.

Con riferimento alla planimetria generale si osserva quanto segue.

La centrale di cogenerazione CET 3 è disposta all'interno di un settore circolare delimitato ad est, ovest e sud dal pipe-rack dei gas siderurgici; a nord è delimitata dalla strada che la separa da CET 2.

Nella zona in alto a sinistra (lato ovest) si trova l'impianto di trattamento delle acque reflue. Sul lato est si incontra l'edificio ausiliario con pompe antincendio, compressori aria, diesel d'emergenza e la sala controllo. Frontalmente rispetto a CET 2 è disposta la sala macchine turbine a vapore dove, a nord della stessa, si trovano i trasformatori principali e la sottostazione a 220 KV ed infine la sottostazione a 66 KV.

Nella zona centrale dell'area, sempre proseguendo da ovest ad est, sono ubicati i tre Gruppi Turbogas-Caldaia a Recupero TG 1, TG 2 e TG 3 così composti:

- turbogas-alternatore-compressore gas siderurgici;
- sistema di refrigerazione interfase dei gas siderurgici ubicato a fianco del treno di compressione gas siderurgici;
- caldaia a recupero disposta perpendicolarmente al turbogas;
- edificio pompe di alimento alta e bassa pressione caldaia e sistema di controllo turbina a gas;
- soffianti per i gas siderurgici della postcombustione caldaia adiacenti alla caldaia;
- torcia calda, posta a fianco del sistema di refrigerazione interfase.

Nella parte sud dell'area, verso l'altoforno n. 5, è ubicato il sistema di trattamento e filtrazione dei gas siderurgici composto dai tre elettrofiltri finali per la miscela di gas siderurgici, AFO, COKE ed LDG disposti in corrispondenza dei tre sistemi di refrigerazione interfase e, a sud di essi, dai sistemi di filtraggio comuni:

- filtri decatramatori per gas coke;
- soffianti per gas coke;
- elettrofiltri separatori per gas LDG.

Infine, sempre a sud, lato destro (est) si trovano le torri evaporative ad acqua di mare, per il raffreddamento dei refrigeranti interfase **dei compressori centrifughi**, e dell'olio di lubrificazione, ed i relativi gruppi di pompaggio.

Sistema filtrazione e miscelazione gas siderurgici

Il sistema, comune ai tre moduli, è costituito da:

- elettrofiltri depolveratori sulla linea del gas LDG (2 filtri dimensionati ciascuno per il 100% della portata)
- elettrofiltri decatramatori sulla linea del gas COKE (3 filtri dimensionati ciascuno per il 50% della portata); il gas coke viene successivamente elevato in pressione a mezzo soffianti onde consentire la miscelazione con i restanti gas;
- elettrofiltri depolveratori ad umido sulla miscela AFO-COKE-LDG in ingresso al turbogas.

Una parte del gas LDG trattato dagli elettrofiltri e del gas AFO prelevato direttamente dal collettore in ingresso in centrale viene inviata alla postcombustione della caldaia a recupero.

Sistema di compressione

Il sistema è costituito da tre stadi di compressione dotati di refrigerazione intermedia che portano la miscela di gas siderurgici sino alla pressione di 20 bar necessaria a consentire l'immissione nella camera di combustione della turbina a gas.

TURBINA A GAS

Il modello MS9001 della turbina a gas è costruito su licenza G.E., modificato a livello di sistema di combustione, onde consentire la marcia con miscela di gas siderurgici **con apporto di metano per il raggiungimento di un sufficiente potere calorifico complessivo e consentire la combustione** di potere calorifico compreso fra 1475 e 2000 Kcal/Nm³.

La potenza meccanica generata dalla turbina è pari a circa 140 MW di cui 27 vengono assorbiti dal treno dei compressori centrifughi

La turbina è accoppiata ad un generatore elettrico a due poli con tensione nominale di 15 KV, potenza nominale 129 MVA.

I gas di scarico della turbina a gas vengono inviati alla caldaia ad una temperatura di circa 540°C. Sulla linea di caldaia è presente il camino di by-pass fumi che consente di operare anche in caso di fuori servizio della caldaia.

CALDAIA A RECUPERO/POSTCOMBUSTIONE

La caldaia è del tipo orizzontale, produce vapore su tre livelli di pressione (94, 24 e 2,6 bar) di cui il terzo livello serve a produrre vapore di degasaggio.

Il sistema di bruciatori di caldaia consente di utilizzare gas AFO, LDG o **una** miscela dei due sino ad una potenzialità di circa 45 MW termici. La stabilità della fiamma è assicurata da bruciatori piloti a gas metano.

TURBINA A VAPORE E CICLO TERMICO

La turbina a vapore è del tipo ad azione, con corpo combinato di AP-MP e corpo di BP con scarico verticale al condensatore del vapore prodotto.

Le caratteristiche nominali del vapore all'ammissione sono:

- pressione 94 bar;
- temperatura 538 °C;
- portata 47,6 kg/s.

La potenza sviluppata in condizioni nominali (con spillamento di 46,5 t/h di vapore) è di circa 70 Mwe; in caso di assenza di produzione di vapore la potenza prodotta arriva a circa 80 Mwe.

Il vapore scaricato dalla turbina viene inviato al condensatore raffreddato ad acqua di mare in ciclo aperto: il condensato, tramite le pompe di estrazione, viene successivamente inviato al corpo cilindrico di bassa pressione.

La turbina a vapore, ruotante a 3000 giri/min, è accoppiata ad un generatore elettrico a due poli con tensione nominale di 15 KV, potenza nominale 106 MVA.

SISTEMA DI AUTOMAZIONE

Ogni modulo è dotato di sistema di automazione e controllo che consente l'esercizio dell'impianto in modo automatico.

Il sistema di controllo è di tipo distribuito a microprocessori (DCS).

SERVIZI COMUNI

I sistemi comuni ai tre moduli sono costituiti essenzialmente da:

- due sottostazioni elettriche di cui una a 220 KV per l'interconnessione con la rete nazionale ed una a 66 KV per la connessione con la rete elettrica di stabilimento;
- sistemi distribuzione acqua mare, acqua industriale, acqua demi ed altri fluidi ausiliari;
- sistema antincendio;
- sistema raffreddamento a ciclo chiuso;

- sistema raffreddamento su torri evaporative ad acqua di mare;
- sistema trattamento acque reflue.