

**ambito amministrativo**

REGIONE BASILICATA  
PROVICNCIA DI POTENZA  
COMUNE DI MELFI

**titolo progettuale**

PROGETTO DI MODIFICA DELLA CENTRALE TERMOELETTRICA  
EX BG I.P. DI MELFI

**fase progettuale:**

progetto di fattibilità tecn./econ.

**ambito progettuale**

verifica di assoggettabilità a V.I.A.

**tipo elaborato:**

relazione tecnica

**oggetto elaborato:**

relazione tecnica d'impianto

**committente**

SNOWSTORM SRL



**progressivo di progetto**

12-2017-14

**denominazione file**

12-2017-14-F-VA-RT- relazione\_tecnica\_impianto

**Scala**

--

**Formato**

A4

**Data**

29/01/2018

**revisione**

00

**verifica**

✓

**visti**

**Note di revisione**

**progettista**

Progettazione Ambientale  
ISO 14001:2015



studio di ingegneria ing. sergio iezzi studio: Via Rigopiano 20/5,  
65124 Pescara (PE) – fax. +39 085-41.70.136 – mob. +39  
346.82.91.332 – e-mail: sergio@iezzi.eu – PEC:  
sergio@pec.iezzi.eu – Albo degli Ingegneri di Pescara n. 1764 –  
P.IVA: 01592970667 – C.F.: ZZISRG74P25G878H –web: iezzi.eu

## Sommarario

1.	Descrizione dell'impianto .....	3
2.	Genset.....	3
2.1.	Motore .....	3
2.2.	Sistema ignizione gas .....	4
2.3.	Sistema di lubrificazione .....	5
2.4.	Impianto di raffreddamento .....	5
2.5.	Aria comburente .....	5
2.6.	Sistema di controllo del motore .....	5
2.7.	Generatore elettrico .....	6
3.	Ausiliari di impianto .....	6
3.1.	Modulo ausiliario motore .....	7
3.2.	Modulo gas combusti.....	8
3.3.	Unità di trattamento del combustibile .....	8
3.4.	Caratteristiche di accettabilità del gas naturale .....	8
3.5.	Rampa gas.....	9
3.6.	Valvole di intercettazione e di sfianto.....	9
3.7.	Impianto olio lubrificante.....	9
3.8.	Impianto aria compressa.....	10
3.9.	Impianto di dissipazione termica .....	10
3.10.	Unità aria comburente .....	11
3.11.	Linea fumi.....	11
3.12.	Sezione abbattimento delle emissioni .....	12
4.	Impianto elettrico .....	14
4.1.	Sistema Corrente Continua .....	15
4.2.	Impianto di terra .....	15
5.	Sistema di controllo e gestione di impianto .....	16
5.1.	Sistema di Controllo di macchina.....	16
5.2.	Sistema di Controllo di impianto.....	17
5.3.	Supervisione da remoto.....	17
5.4.	Funzionamento .....	17
6.	Opere civili e strutturali .....	18
7.	Impianto di ventilazione .....	19
8.	Antincendio.....	20
9.	Acqua .....	20
10.	Impatto ambientale .....	20
10.1.	Emissioni dai gas esausti .....	20
10.2.	Rumore.....	21
10.3.	Consumo di Acqua .....	23
10.4.	Varie .....	23
11.	Sicurezza .....	24
11.1.	Aree Pericolose .....	24

## 1. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

La centrale elettrica progettata è composta da N. 4 motori endotermici di potenza elettrica unitaria pari a 18,4 MW e potenza termica in ingresso di 37 MW.

I principali componenti della centrale sono i seguenti:

- Genset
- Ausiliari di impianto
- Stazione elettrica
- Sistema di controllo

Gli ausiliari di impianto sono composti da:

- Modulo ausiliario motore
- Modulo gas combusti
- Unità di trattamento del combustibile
- Impianto Olio lubrificante
- Impianto aria compressa
- Impianto di dissipazione termica
- Unità aria comburente
- Linea fumi
- Sezione abbattimento delle emissioni

Alcune sezioni di ausiliari sono comuni ai quattro motori, come l'accumulo olio o l'unità di compressione aria; diversamente altre sezioni sono specifiche per ciascuna macchina, in modo che possa essere avviata, arrestata e gestita in modo indipendente dagli altri gruppi presenti nell'impianto.

Il sistema di controllo totalmente elettronico del motore e la disponibilità diversi rapporti di compressione consentono al motore un range di funzionamento molto ampio, che ne permetta l'esercizio con differenti condizioni ambientali e qualità del gas combustibile, oltre che permetterne l'opportuno accoppiamento con sistemi di recupero termico e di trattamento degli inquinanti.

L'elevata flessibilità delle macchine consente inoltre di mantenere valori di efficienza di produzione elettrica superiori al 41% anche a carichi fortemente parzializzati, mentre al 100% si raggiunge quasi il 50%. L'energia termica persa per irraggiamento interno si attese all'1,5% circa.

La massima efficienza di impianto si raggiunge quando le macchine sono poste in assetto cogenerativo, recuperando la totalità dell'energia termica disponibile dal raffreddamento dei motori e dei fumi di scarico, uscenti dai motori a temperature prossime ai 400 °C (100% del carico). Il completo recupero termico consente rendimenti globali superiori all'80%, calcolati come somma delle potenze elettriche e termiche generate dal sistema. Il progetto prevede di predisporre le macchine per un futuro recupero termico, la cui entità dipenderà dal numero e dalla tipologia di utenze collegabili e dal relativo vettore termico richiesto (vapore, acqua calda o surriscaldata ecc.).

## 2. GENSET

La sezione di produzione (Genset) è composta dal motore a combustione interna e dal generatore elettrico: il collegamento tra le parti avviene con giunti flessibili tra il volano del motore e l'albero del generatore.

Il gruppo viene montato su apposite molle che consentono, insieme all'accoppiamento sopra descritto, una sensibile riduzione delle vibrazioni.

### 2.1. MOTORE

Il cuore dell'impianto è rappresentato dai Wärtsilä 18V50SG, motori a 4 tempi ad accensione comandata e alimentati a gas naturale, operanti con una combustione magra. I motori sono turbocompressi e inter refrigerati; l'avvio viene eseguito tramite aria compressa, prodotta nell'apposita sezione.

Si riportano le caratteristiche tecniche del motore

<b>Numero Cilindri</b>	18
<b>Numero valvole per cilindri</b>	2 valvole di ingresso 2 valvole di uscita
<b>Velocità</b>	500 rpm
<b>Efficienza meccanica</b>	90%
<b>Rapporto di compressione</b>	11:1

Il blocco motore è realizzato in ghisa ed incorpora il collettore dell'acqua di raffreddamento delle camicie motore, gli alloggiamenti dei cuscinetti e il sistema di immissione dell'aria comburente.

Nella combustione magra che avviene all'interno di motori a gas, la miscela aria/combustibile nei cilindri contiene più aria di quella necessaria per la combustione. L'ignizione viene avviata tramite candele nelle pre-camere, dove viene impiegata una miscela aria/combustibile più ricca (ovvero con una quantità di combustibile superiore a quella stechiometrica): la fiamma che si propaga dalla pre-camera accende la miscela nel cilindro.

Il gas viene miscelato con aria di combustione solo nei canali di aspirazione nella testa del cilindro, assicurando così che nel condotto dell'aria di aspirazione sia presente solo aria.

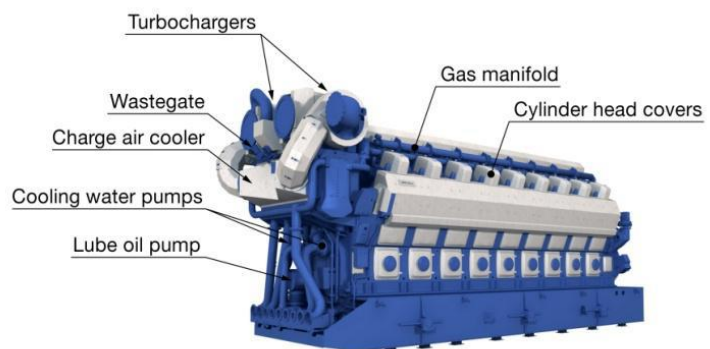


Figura 1: Motore

Il motore è dotato di due turbocompressori, uno per ciascun banco di cilindri: una turbina azionata dai gas di scarico del motore trascina un compressore centrifuga che aumenta la pressione dell'aria comburente, consentendo una maggiore efficienza di combustione. Il compressore condivide il sistema di lubrificazione del motore. Al fine di evitare la formazione di depositi può essere impiegato un sistema di lavaggio.

La gestione del turbocompressore avviene tramite la valvola dei gas combusti: quando aperta, parte dei gas by-passano la turbina, riducendo l'energia asportata dal flusso e di conseguenza riducendo la pressione dell'aria comburente.

## 2.2. SISTEMA IGNIZIONE GAS

Il sistema di ignizione gas è composto da una linea principale che porta il combustibile ai cilindri e da una linea secondaria che serve le pre-camere. Le valvole del condotto principale sono gestite dal sistema di regolazione del motore in funzione di alcuni parametri operativi quali potenza prodotta, velocità di rotazione e rapporto aria/gas, mentre quelle delle pre-camere sono azionate direttamente dall'albero a camme.

Il combustibile è addotto al motore attraverso una rampa gas che presenta uscite sperate per i due condotti sopra indicati. A bordo macchina sono presenti un filtro e, sul condotto principale, una valvola di sfiato, anch'essa controllata dal sistema di regolazione del motore.

### 2.3. SISTEMA DI LUBRIFICAZIONE

Il sistema di lubrificazione ha la doppia funzione di lubrificare le parti mobili di motore e turbocompressori e di raffreddarli. La circolazione dell'olio avviene attraverso una pompa ad ingranaggi, mentre è presente una sezione di filtraggio per rimuovere le impurità dal fluido. La carica e lo smaltimento dell'olio avvengono in apposita sezione comune alle diverse componenti dell'impianto, mentre il raffreddamento è effettuato all'interno del modulo ausiliario.

### 2.4. IMPIANTO DI RAFFREDDAMENTO

La funzione principale dell'impianto di raffreddamento è l'asportazione di calore dal motore, al fine di evitarne il surriscaldamento e, di conseguenza, la rottura. L'impianto è suddiviso concettualmente in una sezione di alta temperatura e in una di bassa: il primo comprende il sistema di raffreddamento del blocco motore e il primo stage di inter refrigerazione; il secondo stage fa parte della sezione di bassa temperatura. L'acqua che scorre nel circuito di refrigerazione, movimentata da pompe centrifughe, viene portata alla sezione ausiliaria nella quale viene raffreddata e ricircolata verso il motore.

### 2.5. ARIA COMBURENTE

Il motore è avviato con aria compressa, direttamente iniettata all'interno dei cilindri tramite apposte valvole controllate pneumaticamente. Dopo la fase di avviamento, l'aria comburente prelevata dall'esterno viene compressa nel turbocompressore, dove si riscalda, e successivamente raffreddata nell'intercooler, al fine di essere immessa nei cilindri alla temperatura ottimale per massimizzare l'efficienza del processo di combustione e ridurre le emissioni di NO<sub>x</sub>.

### 2.6. SISTEMA DI CONTROLLO DEL MOTORE

Il motore viene gestito da un sistema di controllo montato a bordo macchina chiamato UNIC (Unified Controls), le cui principali funzioni sono:

- Gestione dell'avvio e della fermata della macchina
- Controllo della velocità del motore e del carico, compresa protezione per sovra velocità
- Controllo della pressione del gas e del rapporto aria/combustibile
- Controllo dei cilindri
- Sicurezza: arresto macchina, allarmistica, riduzione del carico e spegnimento

Il sistema di controllo è un sistema distribuito e ridondante composto da diversi moduli hardware che comunicano tramite due bus di comunicazione utilizzando il protocollo CAN. I moduli principali sono allocati in un armadio posto a bordo macchina, mentre i moduli di I/O e di controllo dei cilindri sono posti lungo il motore in prossimità del sensore o dell'attuatore che monitorano/controllano.

Il modulo di controllo principale è responsabile di tutte le funzioni di controllo e comunica con il sistema di controllo dell'impianto attraverso la rete dell'impianto.

Il sistema UNIC raccoglie i segnali dai sensori del motore, li elabora e li confronta con parametri di controllo. Tutti i dati raccolti da UNIC possono essere trasferiti al sistema di controllo dell'impianto. Il modulo a bordo macchina è equipaggiato con display grafici, di cui uno interattivo, che permettono il monitoraggio dei parametri.

Il sistema di controllo del motore può operare in modalità "speed control" o "load control". In entrambi i casi un controllore PID gestisce l'iniezione di combustibile in funzione della distanza del parametro di interesse (velocità o carico) con il valore di riferimento. In caso di sovra-velocità, UNIC inizializza una procedura di fermata istantanea.

La pressione del gas è monitorata e gestita al fine di garantire l'adeguata quantità di gas e il corretto rapporto aria/combustibile in funzione del carico del motore e della pressione dell'aria comburente. Nel caso in cui la pressione del gas (misurata a bordo macchina) risulti al di fuori del range di ammissibilità per la condizione di funzionamento, il motore viene spento; se la pressione del gas risulta eccessivamente alta, il sistema di controllo apre le valvole di sfiato che rilasciano in ambiente il combustibile.

Il motore presenta numerosi moduli di controllo dei cilindri, che gestiscono l'iniezione di gas, la sincronizzazione della valvola gas, la pressione all'interno dei cilindri e l'ignizione, oltre a monitorare la temperatura dei gas combusti e dei cuscinetti.

Il sistema UNIC controlla la durata e la tempistica dell'iniezione del gas nella camera di combustione di ciascun cilindro, oltre che comandarne l'accensione.

UNIC gestisce la corretta partenza dei motori, impedendone l'avvio nel caso vi siano dei parametri presentanti valori critici che ne comprometterebbero il buon funzionamento, come ad esempio temperature troppo basse dell'olio o dell'acqua di raffreddamento oppure ventilatore dei fumi non in marcia.

In caso di allarme, il sistema di controllo riporta la segnalazione al gestore di impianto e, nel caso la casistica lo richieda, provvede alle azioni di contenimento che, a seconda della tipologia di problematica, possono comportare la riduzione del carico o l'immediato spegnimento della macchina.

## 2.7. GENERATORE ELETTRICO

Il generatore converte l'energia meccanica sviluppata dal motore in energia elettrica. I motori Wärtsilä sono equipaggiati con generatori sincroni di corrente alternata operanti in media tensione, a poli salienti montati orizzontalmente e dotati di un sistema di eccitazione del tipo "brushless". La velocità di rotazione è 500 rpm (12 poli).

I generatori sono raffreddati ad aria tramite un ventilatore montato sull'albero; un riscaldatore elettrico anti-condensazione impedisce la condensazione dell'acqua quando il generatore si trova in stand-by.

I generatori seguono i criteri di progettazione descritti dalla IEC (International Electrical Commission). La tensione e la potenza reattiva in uscita dal generatore sono regolate dal sistema di eccitazione che consiste in un regolatore automatico di tensione, un eccitatore e un ponte di diodi rotante. La potenza eccitante viene ottenuta dal trasformatore o da avvolgimenti aggiuntivi posti nel generatore. La presenza di un polo a magneti permanenti nell'eccitatore consente di evitare l'impiego di una fonte esterna di potenza per l'eccitazione iniziale allo start-up.

A pieno carico, l'impianto può raggiungere un cos $\phi$  di 0,95.

Il generatore è dotato di TA e TV per la misura delle grandezze elettriche ai fini di controllo del funzionamento e protezione; sugli avvolgimenti statorici sono presenti anche sensori di temperatura per evitare surriscaldamenti.

## 3. AUSILIARI DI IMPIANTO



I sistemi ausiliari forniscono funzioni per la movimentazione e il controllo dei fluidi di processo, facilitandone lo stoccaggio e il trasferimento e garantendone il corretto impiego in funzione degli opportuni parametri.

Ai sistemi ausiliari viene demandato il controllo dei fluidi di processo, gestendone il trasferimento e lo **stoccaggio**.

Si riporta di seguito uno schema degli ausiliari, riferito ad un impianto con singolo motore: si ricorda che alcune sezioni sono comuni a tutto l'impianto, mentre altre sono relative alla singola macchina.

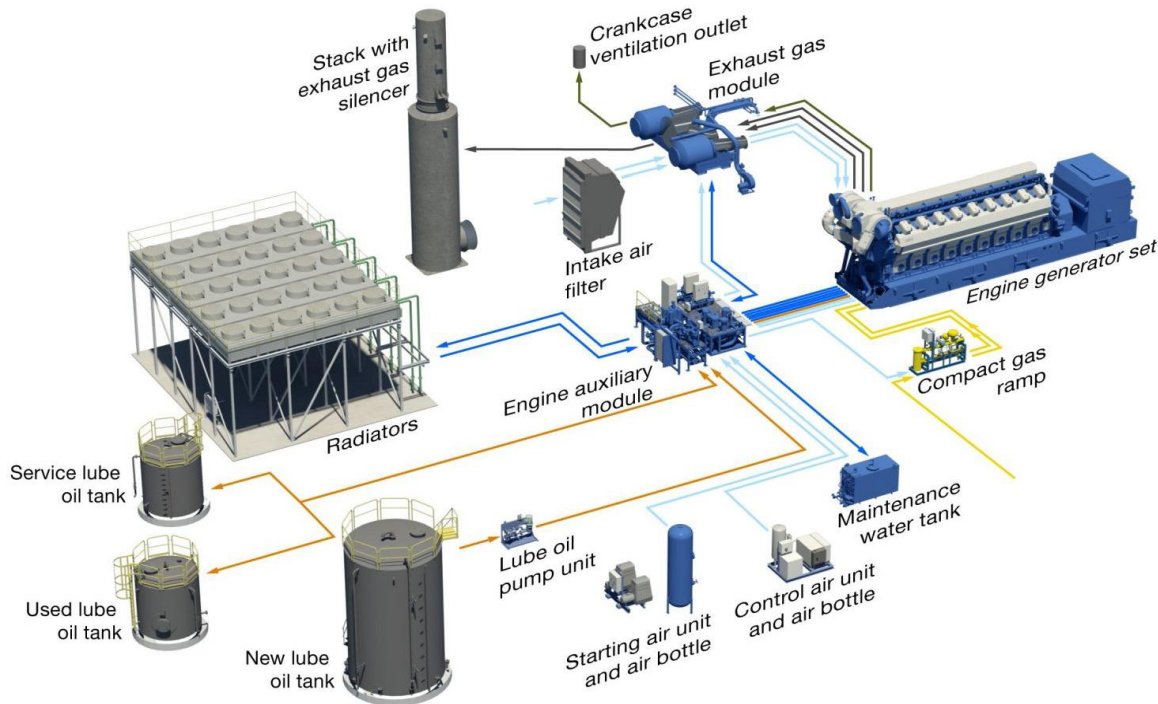


Figura 2: Schema di impianto - Ausiliari

### 3.1. MODULO AUSILIARIO MOTORE

Il modulo ausiliario motore (Engine Auxiliary Module -EAM) gestisce il raffreddamento e la regolazione di temperatura dell'olio lubrificante e dell'acqua di raffreddamento motore. Ogni motore dispone di un modulo EAM dedicato. All'interno del modulo trovano alloggio gli scambiatori, le pompe e la strumentazione di controllo.

Le funzioni del modulo sono le seguenti:

- Ricambio dell'olio (drenaggio dell'olio esausto e riempimento del circuito con carica fresca)
- Back-up di acqua nel circuito di raffreddamento
- Drenaggio di acqua dal circuito verso il serbatoio di stoccaggio ("Maintenance Tank")
- Fornitura dell'aria compressa per lo start-up del motore e per il funzionamento degli organi pneumatici
- Preriscaldamento dell'acqua di raffreddamento a 70 °C (in fase di start-up)
- Pre-lubrificazione del motore (in fase di start-up)

Il modulo EAM contiene un sistema di preriscaldamento dell'acqua di raffreddamento della sezione "ad alta temperatura", composto da una pompa e da un riscaldatore elettrico in grado di portare l'acqua a 70 °C e a mantenerla a tale valore una volta fermato il motore.

Nel cabinet di controllo, posto a bordo del modulo, trovano alloggio i componenti elettrici del sistema (starter, switch, relè, catene logiche ecc.) e un I/O remoto in grado di dialogare con il PLC del

genset, a cui sono collegati tutti i sensori e gli attuatori dell'EAM, del modulo gas combustibili e del filtro dell'aria in ingresso.

La gestione di pompe e riscaldatori interni al modulo avviene in maniera automatica attraverso segnali di ritorno dal motore (marcia/arresto), switch di livello e termostati.

Il modulo ausiliario gestisce anche il circuito di dissipazione del calore del motore, garantendo le corrette condizioni termiche all'acqua di raffreddamento che circola nei diversi comparti del motore e l'invio verso la sezione di dissipazione termica (radiatori) e/o di recupero.

### 3.2. MODULO GAS COMBUSTIBILI

Il modulo gas combustibili comprende, oltre al collettore gas, i silenziatori per l'aria comburente, il vaso di espansione per il circuito di raffreddamento, il ventilatore dei fumi, un separatore di nebbia d'olio ed il sistema di dosaggio dell'urea (per l'SCR).

La presenza del vaso di espansione consente di gestire le pendolazioni di volume dell'acqua (funzione delle variazioni di temperatura), oltre a fornire un continuo spurgo dell'aria eventualmente presente nel circuito e a mantenere un'adeguata prevalenza statica alla sezione di aspirazione delle pompe.

Il vaso ha una capacità di 1.200 l ed è dotato di livellostati di minima, che restituiscono un allarme nel caso il livello dell'acqua scenda al di sotto del valore minimo di sicurezza, e di indicatori di livello locali.



Figura 3: Modulo gas combustibili

Il ventilatore fumi (di tipo radiale) viene utilizzato per espellere dal condotto dei fumi eventuali accumuli di gas incombusti ed è automaticamente messo in moto a valle di ogni spegnimento del motore; un flussostato ne monitora l'effettiva marcia.

### 3.3. UNITÀ DI TRATTAMENTO DEL COMBUSTIBILE

Scopo principale dell'unità di trattamento del combustibile è assicurare al motore una fornitura costante di gas naturale nelle corrette condizioni di pressione, temperatura e "pulizia". Deve inoltre provvedere ad interrompere istantaneamente l'alimentazione del combustibile in caso di allarme e, quando ciò avviene, di provvedere all'evacuazione del gas contenuto nelle tubazioni.

I motori sono alimentati attraverso un sistema di distribuzione che prevede un collettore principale di impianto da cui si diramano gli stacchi per le macchine. Ogni motore è equipaggiato con una rampa gas (CGR – Compact Gas Ramp) che include un sistema di filtraggio, valvole di controllo della pressione, valvole di intercettazione e valvole di sfiato; è inoltre previsto un misuratore di portata dedicato alla singola macchina.

Il collettore principale si estende tra la sezione di generazione e la cabina di consegna gas, ove trovano posto i seguenti componenti:

- Riduttore pressione gas
- Filtro, per ridurre le impurità contenute nel combustibile
- Valvole di sfiato
- Due valvole di intercettazione, una automatica e una manuale

### 3.4. CARATTERISTICHE DI ACCETTABILITÀ DEL GAS NATURALE



Il range di pressione del gas naturale accettabile all'ingresso nel motore è compreso tra i 5 e gli 8 bar, mentre la caduta di pressione nella rampa è di circa 50 kPa: il layout di impianto viene dimensionato al fine di avere una sufficiente pressione sia a valle del gruppo di riduzione principale che nelle diverse diramazioni, onde evitare malfunzionamenti della macchina.

La temperatura minima accettabile per il combustibile è la maggiore tra 5°C e il punto di rugiada di acqua e idrocarburi, aumentato di 15 °C.

I motori sono molto sensibili alla presenza di particelle solide, che devono essere rimosse a monte: la massima dimensione accettabile è pari a 5 µm. Acqua e liquidi di altro genere non sono tollerati in nessuna concentrazione.

### 3.5. RAMPA GAS

I maggiori compiti della rampa gas riguardano la gestione della pressione di alimentazione gas in funzione del carico del motore e l'esecuzione delle prove di tenuta delle valvole di intercettazione.

I componenti principali sono:

- Valvola di regolazione
- Filtro gas
- Valvola di intercettazione automatica, di tipo pneumatico
- Valvola di regolazione gas
- Valvole di sfiato pneumatiche
- Condotto di sfiato
- Junction box per inserimento in area ATEX

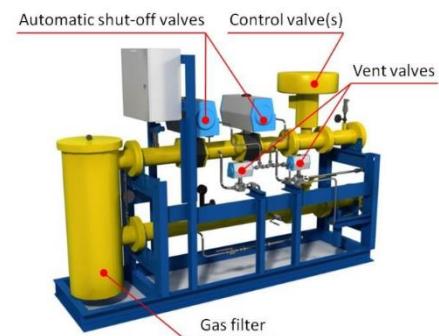


Figura 4: Rampa gas

### 3.6. VALVOLE DI INTERCETTAZIONE E DI SFIATO

All'esterno della struttura che alloggia i motori, sul collettore comune, vengono installate le valvole di intercettazione, una manuale ed una automatica che intervenga in caso di perdita di gas, incendio o esplosione. Tale valvola automatica è del tipo "fail safe"; le performance minime garantite sono le seguenti:

- Apertura: 30 sec.
- Chiusura: <4 sec.

A valle delle valvole di intercettazione è installata una valvola di sfiato che consenta l'evacuazione del gas dalla tubazione in caso di spegnimento di emergenza dell'impianto. Anche tali valvole sono del tipo "fail-safe" e si aprono in caso di mancanza di tensione o di aria compressa.

Per salvaguardarne l'operatività, le valvole di intercettazione e di sfiato devono essere interbloccate e avere un segnale di retroazione sulla posizione.

### 3.7. IMPIANTO OLIO LUBRIFICANTE

I serbatoi di stoccaggio dell'olio motore e le relative pompe di movimentazione compongono l'impianto dell'olio lubrificante, comune a tutte le unità di produzione.

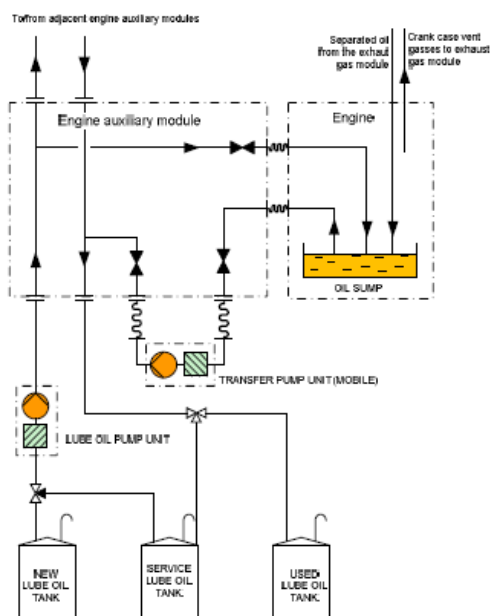


Figura 5: Sistema olio lubrificante

I serbatoi di stoccaggio, in acciaio, sono dimensionati al fine di ridurre la frequenza dei riempimenti e svuotamenti. Il serbatoio della carica fresca ha volume tale da consentire una operatività di 28 giorni, mentre quello dell'olio esausto e quello di servizio (ove viene inviato l'olio prelevato dal sistema che può tuttavia essere riutilizzato) consentono lo svuotamento completo di almeno un motore, più un margine di sicurezza del 15%. Ogni serbatoio è dotato di condotti di drenaggio, sfiato e "troppo pieno" e di un passo d'uomo per l'ispezione interna.

Il movimento dei pistoni e le piccole perdite di pressione attraverso le fasce elastiche possono portare alla formazione di gas nel carter dell'olio: tali gas sono portati al separatore di nebbia d'olio, ove il lubrificante viene rimosso e riportato al carter.

### 3.8. IMPIANTO ARIA COMPRESSA

L'aria compressa viene impiegata per allo start-up della macchina (30 bar) e per il funzionamento degli attuatori pneumatici di motore e rampa gas (7 bar). E' previsto l'utilizzo di serbatoi di accumulo per garantire la disponibilità di aria.

Mentre l'aria per lo start-up è sufficiente che non presenti olio o acqua al suo interno, i requisiti per l'aria strumentale sono più rigidi, che richiedono l'impiego di filtri ed essiccatori:

<b>Massima dimensione del pulviscolo</b>	1 micron
<b>Massima concentrazione di pulviscolo</b>	1 mg/m <sup>3</sup>
<b>Massimo punto di rugiada in pressione</b>	+ 3 °C
<b>Massimo contenuto di olio</b>	1 mg/m <sup>3</sup>

La sezione di produzione dell'aria di avviamento motore viene progettata per gestire due compressori bi-stadio, uno in back-up all'altro, aventi una pressione massima di 40 bar e una portata garantita di 66 Nm<sup>3</sup>/h di aria a 30 bar. A valle dei compressori si trovano i separatori di condensa e di olio.

I compressori dedicati alla produzione di aria per la strumentazione sono del tipo a vite, aventi pressione nominale di funzionamento di 7 bar; prima di entrare nel serbatoio di accumulo, l'aria è trattata al fine di eliminarne le impurità.

### 3.9. IMPIANTO DI DISSIPAZIONE TERMICA

Il calore rimosso dal motore deve essere smaltito da un sistema di raffreddamento esterno: sebbene l'impianto sia predisposto per l'interfaccia con le utenze termiche limitrofe che richiederanno l'allacciamento (ove esso tecnicamente fattibile), è necessario dotare i motori di radiatori al fine di effettuare la necessaria dissipazione termica.

La sezione di dissipazione è comune a tutte le macchine, sebbene ogni motore presenti il proprio circuito indipendente (collettato successivamente su unica tubazione).

L'impianto di dissipazione è suddiviso in una sezione di bassa temperatura, che include gli intercooler e il raffreddatore olio, e una sezione ad alta temperatura, relativa al raffreddamento delle camicie motore: i due circuiti si uniscono all'esterno della macchina ed un unico collettore ne porta l'acqua ai radiatori.

La gestione del circuito di raffreddamento è estremamente importante in quanto ne dipendono direttamente le prestazioni, avendo esso influenza sulla temperatura dell'aria comburente: le varie sezioni sono pertanto dotate di valvole a tre vie e sensori di temperatura che garantiscano performance ottimali in funzione del carico del motore.

Al fine di gestire le pendolazioni del volume dell'acqua sono previsti opportuni vasi di espansione aperti.

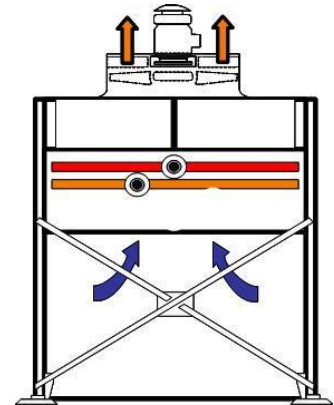


Figura 6: Schematizzazione di un radiatore

La dissipazione termica avviene all'interno dei radiatori: l'aria esterna viene trascinata da un ventilatore attraverso una batteria di scambio composta da tubazioni in rame con alette in alluminio. Il campo di dissipazione viene dimensionato per gestire la totalità della potenza termica asportata dai motori, pari a circa 37.600 kW. Si prevede l'installazione di 16 radiatori, ciascuno delle dimensioni indicative di 10 x 2,5 m.

Il banco di dissipazione verrà installato sulla sommità della costruzione che ospiterà l'impianto.

### 3.10. UNITÀ ARIA COMBURENTE

Scopo principale dell'unità aria comburente è l'adduzione di aria nelle corrette condizioni al motore: passando attraverso filtro e silenziatore, l'aria raggiunge il turbocompressore e da qui viene inviata verso la sezione di inter-refrigerazione e quindi al motore. Filtro, preriscaldatore e silenziatori si trovano all'esterno del motore, mentre gli stadi di intercooler sono allocati nel motore.

La temperatura dell'aria, parametro molto sensibile per il buon funzionamento della macchina, viene controllata gestendo i circuiti di raffreddamento. Un valore troppo elevato comporta il de-rating della macchina, mentre aria molto fredda in aspirazione produce elevate pressioni di accensione. Quest'ultima condizione viene evitata utilizzando un preriscaldatore del circuito di raffreddamento. L'utilizzo di un preriscaldatore consente di evitare la condensazione dell'acqua contenuta nell'aria comburente all'interno degli intercooler (rischio di corrosione).

Il filtraggio consente di eliminare dall'aria le impurità contenute, preservando il turbocompressore ed il motore: i filtri sono scelti al fine di garantire una concentrazione massima di polvere non superiore a 3 mg/m<sup>3</sup> di aria e sono in grado di trattenere il 70 % del particolato con dimensione superiore ai 5 mm. Il filtro viene collocato sulla parete della struttura, al fine di poter aspirare aria dall'esterno: per proteggerlo dagli agenti atmosferici (pioggia e neve soprattutto) e dagli insetti, se ne prevede la copertura e l'incasso in opportuna struttura.

La pressione nominale dell'aria all'ingresso del motore è pari a 2,5 bar: l'intero sistema viene dimensionato e progettato per garantire una caduta di pressione massima di 1 kPa a pieno carico.

### 3.11. LINEA FUMI

La linea fumi è composta dal camino, dal silenziatore, dal ventilatore di espulsione e dalla strumentazione di sicurezza. Ogni macchina è equipaggiata con una propria linea fumi.

Il condotto viene dimensionato per una pressione nominale di almeno 0,1 bar e per poter supportare un picco di pressione massima di 0,5 bar per un secondo.

Il camino è progettato per sopportare una depressione massima di -0,3 bar senza collassare.

In caso di malfunzionamento o di combustione non completa, gli incombusti presenti nei fumi, una volta a contatto con le superfici calde, possono portare a deflagrazioni, con conseguenze negative sull'integrità dell'impianto. Al fine di scongiurare tale eventualità, la linea fumi è dotata di dischi di rottura e di un sistema di ventilazione, composto da ventilatore centrifugo, valvola a farfalla e flussostato. Allo spegnimento del motore, la valvola viene aperta e il ventilatore posto in marcia: il flussostato ne monitora l'operatività ed agisce sulla catena di allarmi in caso di malfunzionamento. Il ventilatore è progettato per garantire un minimo di 3 ricambi completi del volume della linea fumi per ogni sessione di funzionamento.

I dischi di rottura sono gli unici dispositivi di sicurezza da sovrappressione approvati per la linea fumi: la pressione di intervento è settata a 0,5 bar  $\pm$  0,05 bar rispetto alla pressione nominale. Il diametro della sezione di uscita è il medesimo del condotto.

Su ogni condotto, i dischi di rottura verranno installati ad una distanza massima di 10 diametri gli uni dagli altri e il primo disco sarà posizionato entro 10 m dall'uscita del turbocompressore; un disco di rottura verrà posizionato anche all'uscita del silenziatore.

Il condotto di espulsione dei dischi di rottura presenta la medesima dimensione dei dischi ed una lunghezza di circa 6 m. Un'area di 10 x 10 m nella direzione di uscita di tali condotti viene indicata come zona pericolosa e potenzialmente letale.

### 3.12. SEZIONE ABBATTIMENTO DELLE EMISSIONI

La normativa vigente impone severe limitazioni nelle emissioni degli inquinanti in ambiente. Il rispetto di tali regolamentazioni viene assicurato dall'utilizzo combinato di sistemi di abbattimento primari che agiscono direttamente sulla combustione e di sistemi di abbattimento secondari, operanti direttamente sui fumi di scarico.

Le emissioni di monossido di carbonio (CO), formaldeide (CH<sub>2</sub>O) e i composti organici volatili (COV) sono abbattute grazie all'impiego di un catalizzatore ossidante, mentre gli NO<sub>x</sub> (ossidi di azoto) sono trattati all'interno di un impianto SCR (Selective Catalytic Reduction – Riduzione Catalitica Selettiva). Ogni linea fumi (e quindi ogni macchina) dispone del proprio sistema di abbattimento, in quanto è necessario ottimizzarne il funzionamento in accordo con il carico e le condizioni operative del motore. La configurazione di impianto prevede l'integrazione del catalizzatore ossidante all'interno dell'SCR, consentendo un minor ingombro; la sezione di abbattimento viene collocata sul condotto fumi, a valle del modulo gas combusti e a monte del silenziatore.

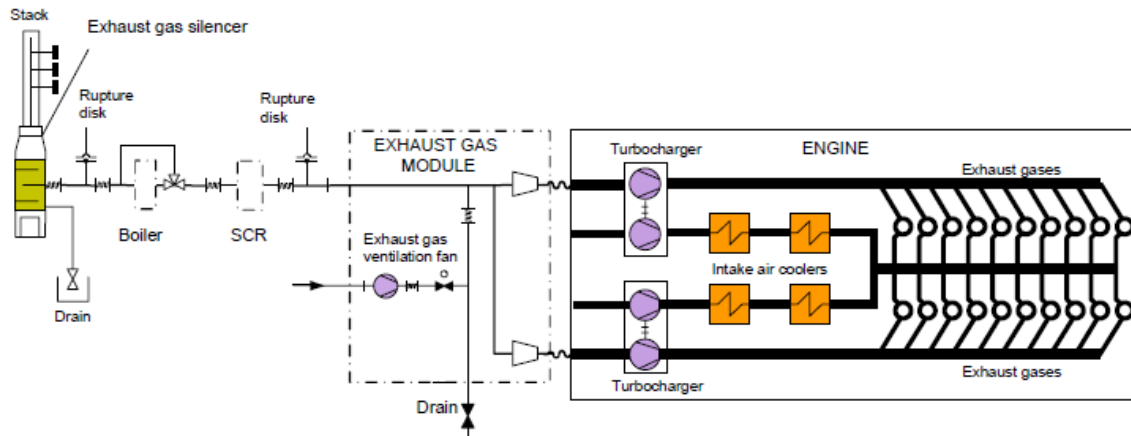
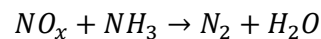


Figura 7: Modulo gas combusti, Linea fumi e Sezione abbattimento delle emissioni

I limiti di emissione di polveri e ossidi di zolfo si considerano automaticamente rispettati, ai sensi del D.Lgs. 152/06, Parte III dell'Allegato I alla parte quinta, comma 1.3 "Impianti nei quali sono utilizzati combustibili gassosi", dove viene specificato che "il valore limite di emissione per le polveri e gli ossidi di zolfo si considera rispettato se viene utilizzato metano o GPL". Pertanto non si prevedono sistemi di controllo e/o abbattimento relativi a tali inquinanti.

All'interno dell'SCR gli ossidi di azoto contenuti nel flusso reagiscono con l'ammoniaca ( $NH_3$ ), formando acqua e azoto molecolare ( $N_2$ ):



La reazione avviene sulla superficie del catalizzatore alla presenza del reagente ammoniacale (urea) che viene iniettato nel flusso di gas combusti.

Il catalizzatore è composto da blocchi a nido d'ape di materiale ceramico disposti in successivi strati. È presente un condotto di miscelazione che assicura la completa vaporizzazione e miscelazione dell'agente riduttore. Il condotto è suddiviso in due sezioni: nella prima l'urea viene vaporizzata e si decompone ad ammoniaca, mentre nel secondo, dei miscelatori statici garantiscono una distribuzione omogenea del composto.

Il consumo di urea è compreso tra i 33 e i 50 kg/h per ciascun motore, a seconda delle condizioni di funzionamento dello stesso: si prevede uno spazio di stoccaggio sicuro per l'urea nella prossimità dei motori, che viene consegnata in barili di acciaio inossidabile. L'utilizzo

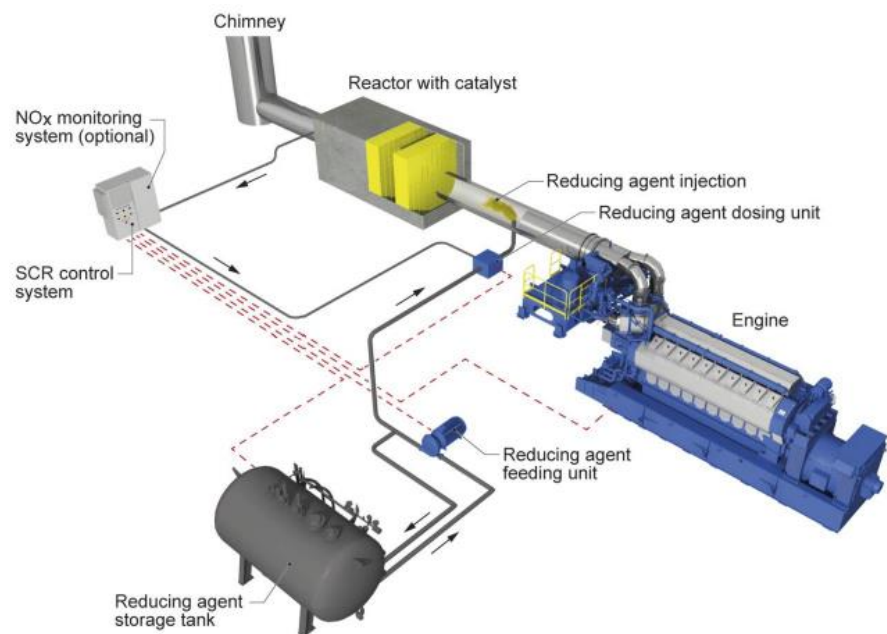


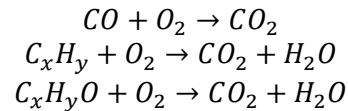
Figura 8: Sezione abbattimento delle emissioni



dell'SCR non comporta la produzione di rifiuti in quanto il reagente è trascinato via dal flusso di gas, all'interno del quale si riduce completamente.

Il sistema controlla il dosaggio del reagente in funzione del carico del motore e del segnale di feedback ricevuto dal misuratore di NO<sub>x</sub> posto all'uscita dell'SCR.

Nel catalizzatore ossidante CO, CH<sub>2</sub>O e composti organici volativi (composti organici a base di carbonio e idrogeno) sono ossidati ad anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) e acqua (H<sub>2</sub>O), secondo le seguenti formule:



Anche in questo caso le reazioni avvengono sulla superficie del catalizzatore, composto da una lega di platino e palladio, la cui funzione è quella di ridurre l'energia richiesta per il processo ossidativo. Con tali sistemi non sono richiesti reagenti o prodotti consumabili e pertanto non vengono generati rifiuti e/o sottoprodotti.

La perdita di carico indotta dalla presenza della sezione di abbattimento oscilla tra i 2 e i 3 kPa.

#### 4. IMPIANTO ELETTRICO

L'impianto elettrico di centrale assicura l'esportazione dell'energia generata dai motori verso la rete nazionale e l'alimentazione degli ausiliari interni. L'impianto presenta tutti e tre i livelli di tensione (Alta, Media e Bassa), ognuno dei quali equipaggiato con la propria strumentazione. Il passaggio tra i diversi livelli di tensione avviene attraverso trasformatori ad olio raffreddati ad aria per convezione naturale.

Ogni sezione è progettata in accordo con le vigenti normative tecniche IEC.

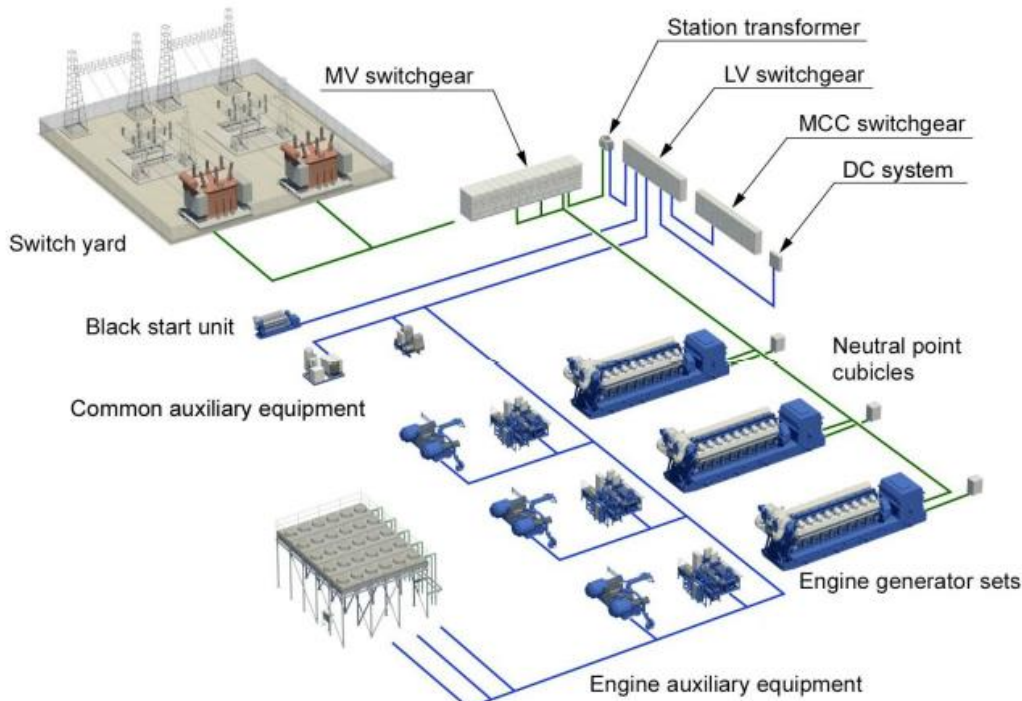


Figura 9: Impianto elettrico di centrale



La generazione elettrica avviene in Media Tensione: gli alternatori dei motori sono collegati, tramite opportuno cablaggio, ai quadri di Media, in cui ogni cella è collegata alla adiacente tramite sbarre. I quadri di Media sono composti da:

- Sezionatori di ingresso (uno per motore)
- Sezionatori di uscita verso le sezioni ad Alta e Bassa Tensione
- Sezione di misura

Ogni cella è dotata di strumentazione ausiliaria alimentata in bassa da trasformatori interni.

La messa a terra del circuito di Media Tensione avviene sfruttando il centro stella dei generatori, che sono collegati ad un unico resistore di terra.

L'interfaccia con la rete nazionale avviene attraverso la sezione di Alta Tensione a 132 kV.

La rete di Bassa Tensione alimenta gli ausiliari dell'impianto, come pompe, ventilatori, compressori ecc.. Il sistema è composto da una cabina principale da cui si diramano i collegamenti verso le varie utenze, ognuna delle quali dotata di proprio quadro a bordo del quale sono alloggiati i sistemi di controllo e monitoraggio. I quadri della cabina principale sono dotati di opportuni sezionatori in ingresso e in uscita e sono tra loro collegati attraverso sbarre.

Alla rete di Bassa è collegato il generatore di emergenza, che consenta, in caso di blackout, di poter alimentare la strumentazione necessaria all'avvio di almeno un motore, ovvero 220 kW, le luci di emergenza e il sistema di ventilazione.

#### 4.1. SISTEMA CORRENTE CONTINUA

La corrente continua viene impiegata per alimentare i sistemi di controllo e automazione, i relè di protezione e la strumentazione a bordo dei quadri elettrici.

Vengono utilizzati due livelli di tensione:

- 24 VDC: impiegata per il sistema di controllo del motore, dell'impianto e per la strumentazione della rampa gas
- 110 VDC: impiegata per le valvole del motore e, nei quadri elettrici, per gli interruttori magnetotermici e per la strumentazione

Il sistema in corrente continua è composto da un pacco batterie con relativo caricatore (rettificatore) e dall'impianto di distribuzione.

Le batterie consentono un'operatività compresa tra le 5 e le 10 ore.

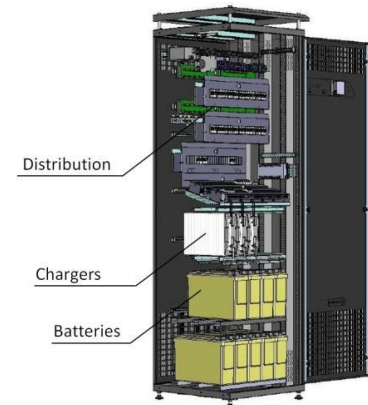


Figura 10: Sistema CC

#### 4.2. IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra serve a proteggere persone e beni in caso si manifestino cortocircuiti o guasti a terra.

L'impianto è composto da tre parti:

- messa a terra di neutro, al fine di creare un "terra" comune all'interno di una griglia interconnessa;
- protezioni di sicurezza per quelle porzioni di impianto generalmente non elettrificate, ma che potrebbero caricarsi in caso di malfunzionamenti;

- connettori di messa a terra che garantiscano un percorso a bassa impedenza per la corrente di terra.

I component principali sono:

- **Griglia di terra:** si tratta di una griglia di rame installata al di sotto delle fondamenta della struttura che ospita i motori
- **Sbarre di messa a terra:** si tratta di barre in rame collegate direttamente alla griglia di terra, alle quali vengono collegati i componenti principali di impianto
- **Dispersori di terra**
- **Parafulmini**

## 5. SISTEMA DI CONTROLLO E GESTIONE DI IMPIANTO

Il sistema di controllo e gestione di impianto si articola su tre livelli: motore, impianto e remoto. Ogni macchina dispone di un armadio di controllo che gestisce la partenza e il carico del motore, voltaggio e potenza reattiva del generatore, allarmi e sicurezze, supervisione e controllo del modulo EAM e degli ausiliari di macchina.

Ogni motore è collegato e gestito dal cabinet di impianto, le cui funzioni sono:

- Sincronizzazione e controllo degli interruttori
- Monitoraggio degli ausiliari di impianto e degli organi di sicurezza comuni (es: valvola di intercettazione del combustibile, impianto rilevamento gas ecc.)
- Gestione della potenza complessiva
- Monitoraggio dei trasformatori
- Controllo dell'unità di emergenza
- Misurazione gas
- Supervisione dei parametri ambientali

Da remoto l'operatore può agire comandando accensione e spegnimento dei motori, variare i set-point e supervisionare l'intero impianto, attraverso l'ausilio di opportune interfacce grafiche.

### 5.1. SISTEMA DI CONTROLLO DI MACCHINA

I cabinet per il controllo delle singole macchine si trova all'interno della control room di stabilimento. Come si può vedere in Figura 11, il pannello frontale dell'armadio contiene i misuratori analogici delle grandezze elettriche, i pulsanti per il controllo manuale, il display dell'unità di monitoraggio e i relè di protezione. All'interno del cabinet sono invece installati il PLC e il regolatore di tensione (AVR – Automatic Voltage Regulator).

Il PLC di macchina è il cuore del sistema di controllo, al quale sono portati tutti i segnali di input e output del motore, oltre che l'interfaccia con il sistema di controllo di impianto.

L'AVR controlla la tensione in uscita dal generatore attraverso il monitoraggio della corrente continua all'interno del rotore dell'eccitatore: il dispositivo determina la variazione di tensione, causata ad esempio dal cambio di carico, e agisce di conseguenza sul sistema di eccitazione al fine di ripristinare il corretto valore di tensione. In questo modo, in condizioni stabili, il sistema di regolazione mantiene una tensione al generatore all'interno di un +/-1 % del valore di set-point.

I relè di protezione installati all'interno del quadro di gestione della macchina hanno il compito, al di aprire l'interruttore del motore sito nel quadro elettrico principale.



Figura 11: Armadio di controllo motore

L'intervento dei relè di protezione apre l'interruttore del motore d'ito nel quadro elettrico principale. I relè installati nel cabinet di motore hanno l'obiettivo di proteggere la macchina dal verificarsi delle seguenti condizioni:

- Sovra e sotto tensioni
- Potenza inversa
- Sotto e sopra frequenza
- Sotto eccitazione
- Sovracorrenti
- Tensione residua
- Carico sbilanciato
- Sovraccarico dello statore
- Dispersioni a terra

I relè di protezione del generatore consentono registrazioni temporanee che consentono di indagare una finestra temporale di 8 secondi a monte e 8 secondi a valle dell'intervento di un interruttore.

## 5.2. SISTEMA DI CONTROLLO DI IMPIANTO

Il sistema di controllo di impianto è composto da un PLC per la supervisione e il controllo delle parti comuni di impianto, un sincronizzatore per il parallelo con la rete e il controllo dell'unità di emergenza.

## 5.3. SUPERVISIONE DA REMOTO

La supervisione da remoto si configura in due tipologie di sistemi:

- WOIS - Operator Interface Station: interfaccia grafica per la supervisione e il controllo d'impianto
- WISE - Information System Environment: sistema che gestisce il data storage e la reportistica di impianto

Gli ambienti di gestione remota consentono anche l'esportazione di dati verso sistemi di terze parti, al fine di consentire ulteriori elaborazioni dei dati raccolti; tra questi vi è la possibilità di una gestione preventiva della manutenzione, al fine di intervenire a monte dell'evento di rottura che possa mettere in crisi il funzionamento dell'impianto.

## 5.4. FUNZIONAMENTO

Si riporta di seguito la descrizione delle modalità di funzionamento del sistema di controllo e gestione

### AVVIAMENTO E FERMATA

<i>Avviamento</i>	Al comando di avvio, il PLC di macchina esegue i check preliminari (disponibilità aria compressa, temperatura nel circuito di raffreddamento, pressione olio ecc.), a valle dei quali effettua un test di controllo tenuta delle valvole gas, superato il quale dà il consenso a partire al sistema di controllo motore (UNIC).
<i>Fermata</i>	Alla fermata, il PLC di macchina gestisce lo scarico del motore secondo una specifica rampa di decremento e apre l'interruttore del generatore; quindi interrompe l'alimentazione del gas naturale e invia un comando di spegnimento all'UNIC. Una volta fermato il motore, il PLC aziona il ventilatore dei gas combusti e ne verifica l'operatività: la macchina non può ripartire se non è completato tale ciclo di spurgo.

<u>Sincronizzazione</u>	Il PLC avvia la sincronizzazione automatica del carico, tramite AVR: una volta che l'interruttore del generatore è chiuso, il motore viene regolato in funzione del livello settato da remoto tramite WOIS.
-------------------------	---

### CONTROLLO DEGLI OUTPUT

<u>Velocità del motore e carico</u>	La regolazione della velocità del motore può avvenire secondo due modalità: controllo statico (si mantiene costante lo statismo del motore) e controllo della potenza (viene mantenuto costante l'output del motore).
<u>Output del generatore</u>	Tensione e cosfi del generatore sono controllati dal regolatore di tensione automatico (AVR) a seconda della modalità prescelta: controllo della caduta di tensione e controllo del fattore di potenza. Nel primo caso la relazione tra tensione e carico reattivo segue un andamento lineare e la caduta di tensione viene contenuta al di sotto del 10%. La seconda opzione prevede che l'AVR vari la corrente di eccitazione del generatore al fine di mantenere costante il cosfi. Tale seconda modalità è quella preferenziale.

L'impianto viene inoltre equipaggiato con un sistema di "Power Management" che consente di gestire l'impianto in maniera che eroghi una determinata potenza, equamente suddivisa tra tutti i motori attivi. Tale modalità prevede l'avvio e lo spegnimento automatico dei generatori, in funzione del carico richiesto.

Gli ausiliari sono gestiti e monitorati direttamente dal sistema di controllo dell'EAM, benché il PLC del motore agisca direttamente sull'apertura delle valvole termostatiche nel circuito dell'acqua di raffreddamento e i radiatori.

Gli ausiliari comuni di impianto sono gestiti da pannelli locali.

Tutti gli allarmi vengono riportati al pannello di controllo sito nella control room di impianto. A seconda della tipologia di malfunzionamento, il sistema reagisce in maniere differenti: nel caso in cui si tratti di un problema non critico, che non richiede il fermo della macchina, il PLC comanda un decremento del carico fino al superamento della problematica. In caso invece si verifichi un malfunzionamento che possa compromettere l'operatività della macchina e/o dell'impianto, il PLC provvede all'arresto del motore, all'apertura dell'interruttore del generatore e all'interruzione dell'alimentazione della rampa gas. Tale procedura può essere azionata anche da uno stop di emergenza comandato dall'operatore.

## 6. OPERE CIVILI E STRUTTURALI

L'impianto viene progettato secondo i criteri legati alla sismicità della zona.

La struttura che ospita i motori posa su fondazioni superficiali dotate di soletta rinforzata. Le fondazioni dei motori sono realizzate in una colata unica e separati dalla pavimentazione circostante attraverso un giunto elastico; una canalina per la raccolta delle acque oleose corre attorno il perimetro della fondazione. Sotto i motori vengono installate delle molle in acciaio al fine di limitare la trasmissione di vibrazioni alla soletta.

La pavimentazione della centrale viene realizzata in modo che sia in grado di supportare un carico distribuito di 10 kN/m<sup>2</sup> e un carico puntuale di 40 kN/m<sup>2</sup>, in aree definite.

Le fondazioni dei serbatoi sono circolari e riempite con sabbia fine; i serbatoi sono posti all'interno di vasche di contenimento in grado di accogliere il volume del serbatoio, più un margine di sicurezza. Verranno realizzati due differenti sistemi di raccolta delle acque, uno per gli scarichi e le acque oleose e uno per l'acqua piovana.

La struttura del vano motori è realizzata con telai controventati sia in direzione trasversale che longitudinale. Viene inoltre realizzata una fila di colonne al centro del vano che funge da supporto per la linea fumi e il carroponete centrale. I muri esterni sono realizzati con pannelli sandwich isolati, ove la superficie metallica è adesa con opportuna colla alla lana di roccia. La superficie esterna è realizzata con fogli di acciaio zincato con copertura in polivinilcloruro. Tali materiali rendono le mura ignifughe.

Il tetto è composto da lamine d'acciaio isolate termicamente e acusticamente e resistenti all'acqua.

Accanto al vano motori viene realizzata la struttura di supporto per i camini.



Figura 12: Strutture vano motori e camini

## 7. IMPIANTO DI VENTILAZIONE

L'impianto di ventilazione della struttura assolve le seguenti funzioni:

- Rimozione del calore dissipato dai motori in ambiente
- Ricambio d'aria
- Evitare l'ingresso di polvere dall'esterno, attraverso il mantenimento di una debole pressurizzazione del vano motori

Il vano motore dispone di tre unità di ventilazione per ciascun motore, due, posti in corrispondenza del generatore e uno, in corrispondenza della sezione degli ausiliari; le aperture per l'espulsione dell'aria sono posti sul tetto (Figura 13).

Il sistema di rimozione del calore viene dimensionato al fine di garantire un incremento massimo della temperatura all'interno delle zone di occupazione del vano motore rispetto a quella ambiente di 10 °C, il che significa, a causa della stratificazione, un incremento globale della temperatura nell'area motore di circa 14-17 °C.

La cabina elettrica viene dotata di un impianto di condizionamento al fine di mantenere la temperatura al di sotto dei 30 °C; impianti di condizionamento vengono installati anche nella control room per il comfort termoigrometrico del personale.

Oltre al mantenimento della sovrappressione, per evitare l'ingresso di polvere dall'esterno le prese d'aria sono dotate di un sistema di filtraggio, le cui performance sono monitorate grazie a pressostati differenziali. I filtri per l'aria di processo sono classe G4, mentre quelli per l'aria destinata alla climatizzazione hanno classe F5.

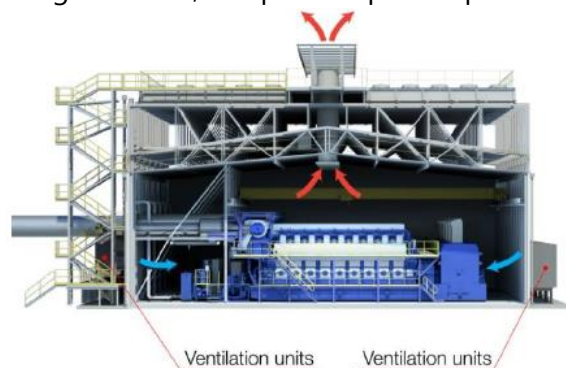


Figura 13: Esempio di ventilazione del vano motore



## 8. ANTINCENDIO

La protezione antincendio è formata da una combinazione di elementi attivi e passivi: tra questi ultimi vi sono, ad esempio, le distanze di sicurezza e le barriere parafuoco; sono componenti attivi invece, i sistemi di allarme e di estinzione.

Le barriere parafuoco vengono impiegate per garantire il mantenimento, in caso di incendio, dell'integrità strutturale e per evitare la diffusione delle fiamme e sono posizionate come divisori tra i diversi locali e per isolare i trasformatori ad olio.

I rilevatori di fumo sono posizionati in tutta la struttura: i segnali di allarme provenienti da essi vengono rimandati ad un sistema centralizzato, la cui alimentazione è garantita, anche in caso di emergenza, da gruppi di continuità.

Al fine di prevenire il possibile insorgere di incendi, all'interno della sala macchine sono dislocati dei rilevatori di gas che permettano una tempestiva individuazione di eventuali perdite di gas: per ogni motore vi sono due rilevatori, uno posto in corrispondenza della rampa gas e uno sul condotto dell'aria in uscita dalla struttura.

Il sistema di rilevamento gas fa capo al sistema di controllo di centrale, il quale attiva un allarme quando i sensori rilevano una concentrazione di gas pari al 10 % del limite di esplosività inferiore (LEL – Lower Explosion Limit). Quando tale percentuale arriva al 20 %, l'alimentazione di gas viene interrotta.

L'impianto di estinzione è formato principalmente da sprinkler ad acqua, l'alimentazione dei quali viene effettuata tramite un anello chiuso che corre attorno alla struttura e che è mantenuto sempre pieno ed in pressione.

## 9. ACQUA

I principali utilizzi di acqua riguardano i servizi per il personale, l'antincendio e il make up dell'impianto di raffreddamento: si considera un consumo pari a circa 3 l/MWh<sub>el</sub>.

I reflui prodotti dall'impianto sono di due tipi: le acque di scarico provenienti da bagni, vasche di raccolta delle acque meteoriche e le acque per i lavaggi, sono scaricate nella fognatura comunale, mentre le acque oleose, provenienti dai drenaggi e dalla zona dell'impianto olio lubrificante, vengono raccolte in un apposito serbatoio e smaltite.

## 10. IMPATTO AMBIENTALE

### 10.1. EMISSIONI DAI GAS ESAUSTI

Grazie alla bassa temperatura di picco della combustione nei motori, l'emissione di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) è relativamente bassa, mentre l'alimentazione con gas naturale garantisce emissioni di SO<sub>2</sub> e Polveri assolutamente ridotte.

I motori a gas inoltre producono minori emissioni di CO<sub>2</sub> se paragonate agli impianti alimentati con olio o carbone a fronte di una maggior efficienza. Utilizzando la cogenerazione l'efficienza totale può essere ulteriormente migliorata così come il rapporto *CO<sub>2</sub> emessa / energia prodotta* ulteriormente diminuito.

Il motore può essere configurato ottenere un livello di emissioni di NO<sub>x</sub> ridotto inoltre l'impianto può essere dotato di un sistema secondario di controllo delle emissioni.

La tabella seguente mostra i valori tipici di emissioni in condizioni di carico stabili al 100% relativamente a due possibili configurazioni:



- efficienza ottimizzata;
- emissioni di NO<sub>x</sub> ottimizzate.

		Efficiency optimized		Low NOx optimized	
		ppm vol	mg/Nm <sup>3</sup>	ppm	mg/Nm <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	dry, 15% O <sub>2</sub>	90	184,75	45	92,37
<b>CO</b>	dry, 15% O <sub>2</sub>	171	335,7	249	488,8
<b>CH<sub>2</sub>O</b>	dry, 15% O <sub>2</sub>	25,4	34	34,6	46,31
<b>VOC come CH<sub>4</sub> (1)</b>	dry, 15% O <sub>2</sub>	115	246,3	140	299,9
<b>PM (dry) (2)</b>	15 % O <sub>2</sub> , dry,		<10		<10
<b>Typical O<sub>2</sub> concentration</b>	vol %, dry	11,6		12	

Le emissioni di carbonio organico volatile - VOC - sono determinate da gas non combusto e da componenti generati nel processo di combustione come formaldeide - CH<sub>2</sub>O. L'emissione di VOC dipende significativamente dalla composizione del gas di alimentazione.

Per ridurre ulteriormente le emissioni nel sistema gas esausti è possibile far ricorso ai seguenti sistemi secondari:

- Ossidazione catalitica per la riduzione di CO, CH<sub>2</sub>O e VOC;
- Riduzione catalitica selettiva per la riduzione delle emissioni di NO<sub>x</sub>.

## 10.2. RUMORE

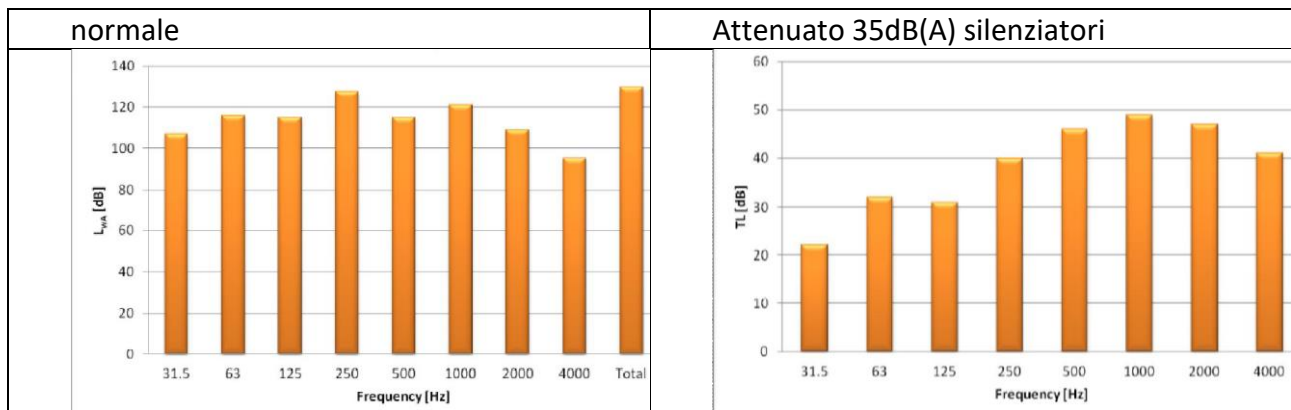
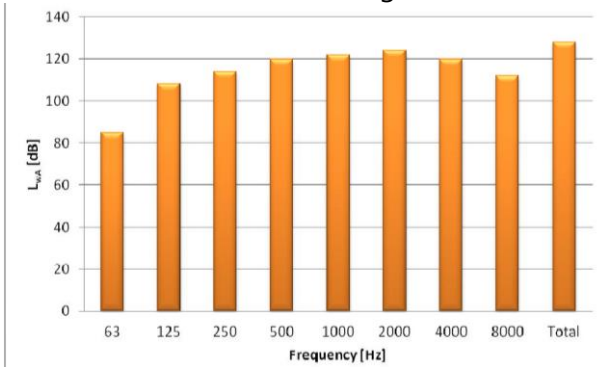
Partendo dalla valutazione del rumore di fondo nell'area circostante è possibile determinare il potenziale disturbo ai ricettori prossimi all'impianto come scuole, abitazioni, etc. attraverso un modello acustico ambientale. Alla luce degli esiti di tale modelli è possibile operare per ridurre l'impatto acustico dell'impianto intervenendo su:

- ottimizzazione del layout, selezione e localizzazione di component critici;
- attenuazione del carico di aria in ingresso ed dei gas esausti in uscita;
- sistema di raffreddamento - tipo e localizzazione dei radiatori o degli relativi equipaggiamenti di raffreddamento;
- sistema di ventilazione: ventilazione dell'aria in ingresso.
- progettazione delle strutture: ottimizzazione delle strutture.

É evidente che le emissioni acustiche sono dovute tanto ai sistemi ausiliari quanto a quelli di generazione.

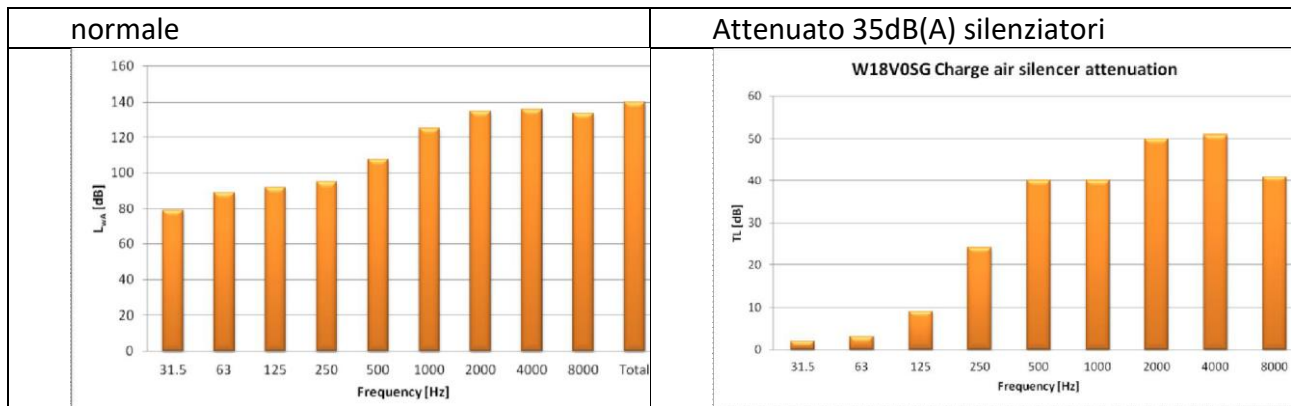
- **Potenza acustica motore**

Potenza Acustica del sistema gas esausti (normali ed attenuati)



Misurazioni svolte in accordo con la norma ISO9614-2 con incertezza di  $\pm 2$ dB.

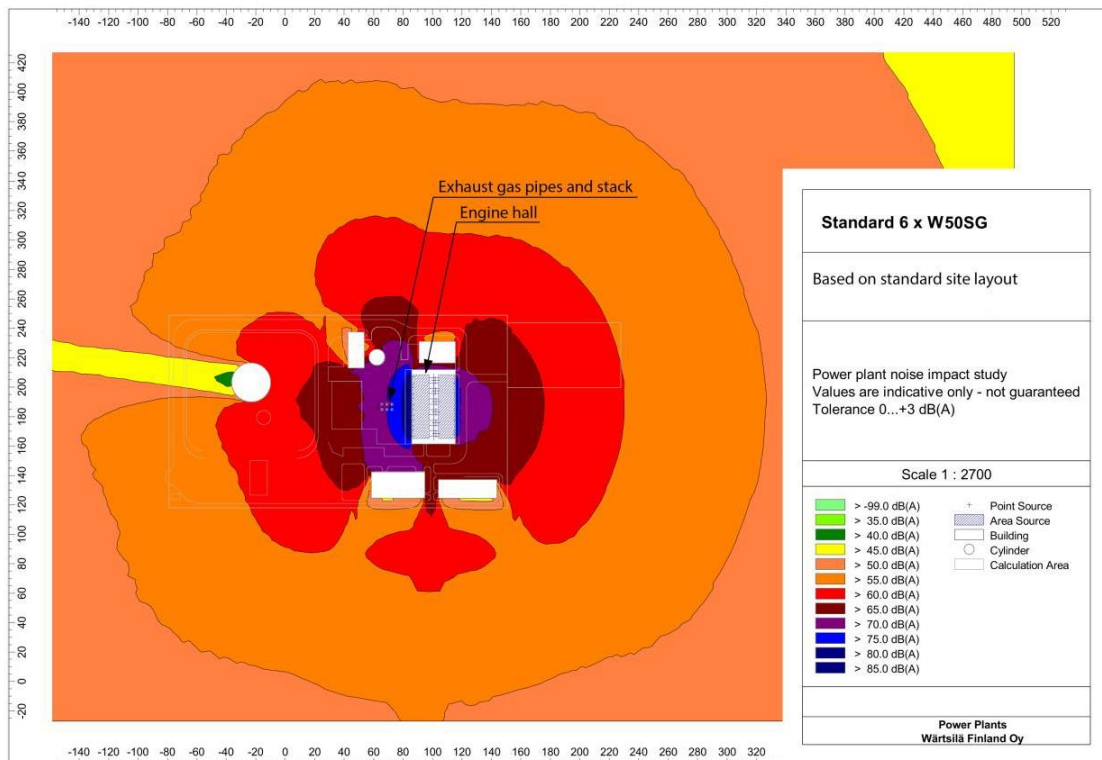
**Potenza Acustica del sistema di carico aria**



Misurazioni svolte in accordo con la norma ISO9614-2 con incertezza di  $\pm 3$ dB.

La Potenza Acustica è una misura dell'energia emessa dal fonte di rumore. La pressione Acustica percepita dipende dall'intensità del suono, dalla distanza dalla fonte e dalle condizioni ambientali.

La figura che segue indica i livelli di rumore a differenti distanze dall'impianto in condizioni standard di attenuazione.



### 10.3. CONSUMO DI ACQUA

L'acqua di processo viene consumata dai seguenti processi:

- formare acqua nel sistema di raffreddamento primario;
- sistema di recupero del calore (se compreso).

Inoltre è necessaria l'acqua per il sistema antincendio, il lavaggio e per l'acqua sanitaria in servizi igienici e sale per il personale. In un impianto a gas con raffreddamento del radiatore, il consumatore di acqua più grande è il sistema sanitario.

Con il ricorso a raffreddamento con radiatori l'acqua è ricircolata in un circuito chiuso, pertanto non ci sono acque reflue di processo.

Eventuale acqua contaminata, frutto di processi di manutenzione come l'acqua usata per lavaggi degli equipaggiamenti è raccolta in serbatoi e gestita come rifiuto.

In un impianto senza recupero di calore, il sistema di approvvigionamento idrico dovrebbe essere dimensionato per un consumo di 3 litri / MWhe.

La capacità di trattamento dell'acqua consigliata per il recupero del calore è minima del 10% della produzione di vapore quando si ha una completa resa di condensa (qualità dell'acqua di alimentazione della caldaia).

Se si utilizza il trattamento dell'acqua, il consumo medio di acqua grezzo sarà maggiore a causa dell'acqua rifiutata dal processo di trattamento. In genere, l'acqua pura dovrebbe essere disponibile 1,7 volte il consumo di acqua pura come media.

### 10.4. VARIE

- A bassa temperatura i gas esausti, principalmente durante l'avvio, possono formare fumo visibile.
- La nebbia d'olio che viene emessa con la ventilazione del carter è ridotta con un separatore di nebbie d'olio ed è trascurabile.
- L'intelaiatura flessibile del motore posta lungo le lastre del pavimento con materiale elastico smorzano le vibrazioni dei motori in modo che praticamente nessuna vibrazione viene trasmessa all'ambiente.
- Il processo di generazione di energia produce quantità trascurabili di rifiuti solidi.

## 11. SICUREZZA

I rischi di sicurezza di una centrale sono determinati da:

- macchine pesanti con parti rotanti,
- temperature e pressioni elevate,
- alte tensioni elettriche,
- miscele di gas combustibile potenzialmente esplosive.

Può accadere un'esplosione di gas in caso di sorgente di accensione (scintilla o superficie calda) in uno spazio con una miscela di gas-aria di un rapporto di ignizione.

In una centrale elettrica, le situazioni di pericolo più gravi sono causate una perdita di gas dalla sala motori o da perdite di gas non bruciati rilasciati dal sistema di gas di scarico.

Nella centrale elettrica saranno adottate tutte le misure di sicurezza ragionevoli, ad esempio:

- L'impianto sarà dotato di sistemi di rilevazione e di allarme di gas.
- Il sistema di gas di scarico sarà progettato in modo da evitare tasche di gas e ventilato dopo ogni arresto del motore. Devono essere installati dischi di rottura per ridurre al minimo la formazione di pressione in caso di deflagrazione.
- Durante l'avviamento del motore, saranno eseguiti diversi controlli e misure di sicurezza automatiche. L'alimentazione di gas viene mantenuta spenta durante i primi giri del motore per eliminare qualsiasi gas nei cilindri del motore e nei tubi del gas di scarico.
- Il tempo di esercizio in condizioni di scarico, dove l'efficienza della combustione è bassa, è limitata.
- In una situazione di emergenza, l'approvvigionamento del gas è spento e la combustione viene disattivata immediatamente.
- Non è consigliabile rimanere nella sala macchine o in un locale di caldaia a gas di scarico o nella stanza del silenziatore durante l'avvio del motore e il funzionamento senza carico.
- Tutto il personale con accesso all'impianto dovrebbe essere dotato di formazione sulla sicurezza.

### 11.1. AREE PERICOLOSE

Una zona pericolosa è una zona in cui l'atmosfera contiene o può contenere un materiale combustibile, come il gas combustibile, in concentrazione sufficiente a formare una miscela esplosiva o infiammabile.

Nelle aree pericolose, è importante evitare tutte le fonti di accensione potenziali, comprese le apparecchiature elettriche e meccaniche che potrebbero formare scintille e superfici calde. La

raccomandazione primaria è quella di non installare o utilizzare apparecchiature in queste aree. Quando ciò non è possibile, devono essere utilizzate attrezzature certificate.

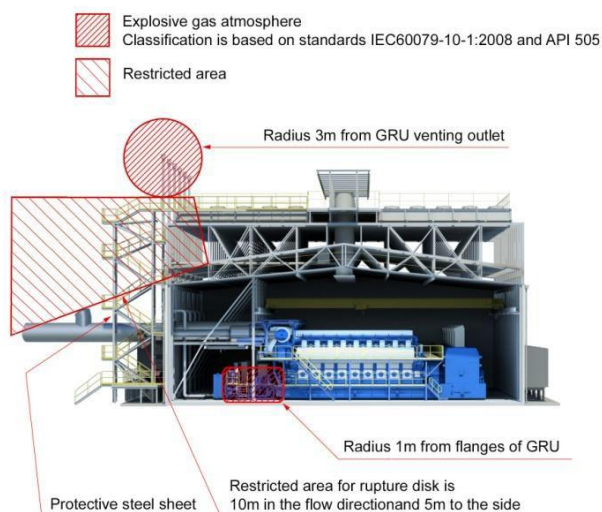
Le zone pericolose sono classificate per determinare il livello di sicurezza richiesto per le apparecchiature elettriche e meccaniche installate o utilizzate nelle aree. La classificazione e i metodi di protezione richiesti o raccomandati si basano su norme e direttive.

**La classificazione di aree pericolose si basa sulla probabilità di presenza di una miscela di gas combustibile. La tabella elenca i principi per la definizione di aree pericolose secondo le norme europee e americane, rispettivamente IEC 60079 e NFPA 70 (NEC).**

"Classe I" nelle denominazioni NEC si riferisce a gas (classe II è polvere e classe III fibre).

**Possono formarsi miscele di gas infiammabili quando il gas combustibile viene liberato dal sistema del gas combustibile nell'aria circostante. Le zone pericolose sono pertanto classificate in caso di rilascio di gas, che avviene da punti indicati come fonti di rilascio o da possibili fonti di rilascio.**

IEC 60079	NEC 505	NEC 500	Explanation
Zone 0	Class I, zone 0	Class I, division 1	Una miscela infiammabile è presente continuamente
Zone 1	Class I, zone 1		Una miscela infiammabile è presente in modo intermittente
Zone 2	Class I, zone 2	Class I, division 2	Una miscela infiammabile non è normalmente presente, ma può essere presente in condizioni anomale e poi solo per un breve periodo di tempo



La Figura 1 mostra un tipico esempio della classificazione di zona pericolosa di una sala motori con motori a gas bruciati. Le aree pericolose indicate sono sfere attorno ai punti di rilascio potenziali.

Il motore stesso non è considerato una fonte di rilascio, a condizione che la ventilazione nella sala motori sia adeguata.

Tutti i giunti a flangia, le valvole, ecc. nel sistema di gas combustibile esterno sono considerate potenziali fonti di rilascio mentre il tubo saldato non lo è.

In generale, in una centrale elettrica, le sole unità all'interno della sala motori contenenti possibili fonti di rilascio sono le rampe compatte di gas (CGRs).

Uno spazio limitato a forma di sfera con un raggio di 1 m (3,3 piedi) centrato sulle possibili fonti di rilascio in ogni CGR è considerato un'area pericolosa zona 2. All'esterno della sala motori, gli spazi attorno ai bocchettoni di sfiato del gas sono zone pericolose.

In un impianto a gas il cortile non è un'area pericolosa ma potrebbe essere necessario classificarlo tale durante i lavori di manutenzione e riparazione.

Nelle aree pericolose, è obbligatorio utilizzare solo dispositivi adeguati e certificati. I requisiti sono definiti dalle proprietà del gas. Il carburante gassoso normale, gas naturale, è classificato come gruppo IIA (IEC 60079 / NEC 505) o gruppo D (NEC 500) Gas infiammabile.

La temperatura di auto-accensione per il gas naturale è spesso considerata come quella per il componente di base, metano, che è di 537 ° C (999 ° F). L'attuale temperatura di auto-accensione per i molti gas naturali è più elevata a causa di componenti inerti.

Ci sono diverse tecniche di protezione dalle esplosioni per apparecchiature elettriche. Salvo che le regole locali impongano requisiti più rigidi, Wäertsilä segue gli standard IEC o NFPA. La Tabella 31 mostra alcuni metodi tipici di protezione per le apparecchiature installate o utilizzate in zone pericolose in una centrale a gas.

Device	Typical protection method	
Instruments and control devices	Ex i	Intrinsic safety
Electrical motors	Ex d	Flameproof
Electrical heaters	Ex d	Flameproof
Junction boxes	Ex d Ex e	Flameproof and increased safety