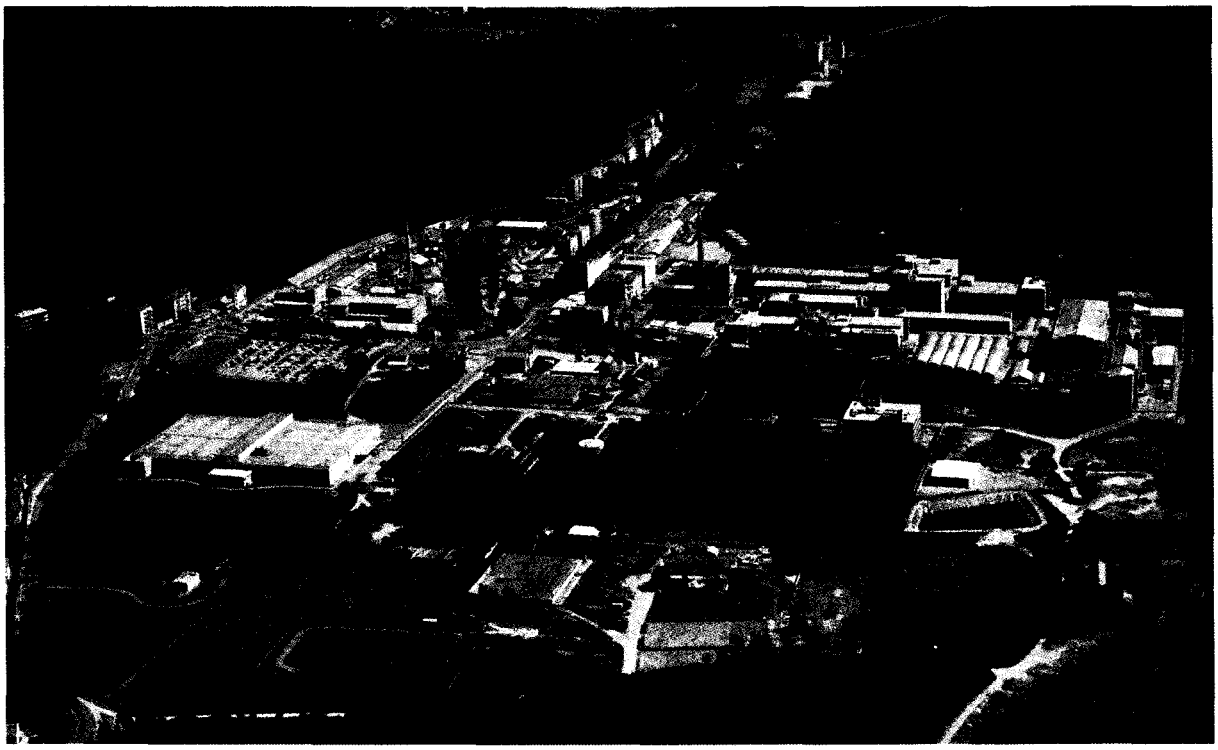
ferrania
Technologies

IMPIANTI E TECNOLOGIE DEL PROGETTO "CENTRALE BIOMASSE" di FERRANIA TECHNOLOGIES S.p.A.



Ferrania 12 Aprile 2010

IMPIANTI E TECNOLOGIE DEL PROGETTO "CENTRALE BIOMASSE" di FERRANIA TECHNOLOGIES S.p.A. (nel prosieguo FERRANIA)

INDICE

*A) **Premessa*** *pagina 3*

*B) **Biomasse solide***
Caratteristiche del combustibile e processo di combustione *pagina 4*

*C) **Principali requisiti del progetto e configurazione impianto*** *pagina 7*
1) Processo di definizione dati caratteristici impianto *pagina 7*
2) Configurazione impianto e generalità progettuali *pagina 8*
3) Criteri di progettazione e modalità di funzionamento *pagina 9*
4) Caratteristiche, prestazioni e bilanci *pagina 10*

*D) **Principali requisiti di impianto e tecnologie adottate - prestazioni e raffronto alle BAT dei più significativi componenti*** *pagina 11*
1) Caldaia a griglia mobile *pagina 11*
2) Linea fumi *pagina 17*
3) Turbogeneratore a vapore *pagina 21*
4) Impianto di condensazione ad acqua e torri di raffreddamento *pagina 24*
5) Sistema condensato e acqua alimento - Degasatore termofisico *pagina 28*
6) Make-up acqua demineralizzata, acqua industriale e dei servizi di Centrale *pagina 30*
7) Sistema elettrico di potenza e Trasformatore elevatore di parallelo RTN *pagina 31*
8) Sistema di automazione, supervisione e controllo *pagina 33*

*E) **Fonti rinnovabili: contributo impianto di Ferrania alla riduzione dei gas serra*** *pagina 34*

*F) **Programma temporale di realizzazione, start-up e Trasferimento carico termico di stabilimento a Centrale Biomasse*** *pagina 35*

*G) **Programma di messa fuori servizio e disabilitazione degli impianti termici della centrale esistente. Procedura di notifica per utilizzo "in soccorso"*** *pagina 36*

TABELLE

Caratteristiche del combustibile	*pagina 6*
Dati Tecnici e Prestazioni Termodinamiche	*pagina 10*
Caratteristiche nominali, prestazioni e le garanzie funzionali della caldaia	*pagina 16*
Garanzia sulle emissioni Nox e CO	*pagina 16*
Valori limite macroinquinanti	*pagina 18*
Media giornaliera emissioni	*pagina 18*
Linea fumi – dati tecnici generali	*pagina 20*
Performance turbogruppo e dati di esercizio	*pagina 22*
Dati di targa turbogruppo	*pagina 24*
Prospetto consumi acqua stabilimento dal 2001 al 2009	*pagina 27*
Caratteristiche termidinamiche degasatore	*pagina 29*
Caratteristiche dimensionali pompe alimento	*pagina 29*
Riepilogo consumi d'acqua	*pagina 30*
Verifiche condotte dalla calcolazione delle correnti di guasto	*pagina 31*
Caratteristiche trasformatori	*pagina 32*
Schema alimentazione Centrale esistente	*pagina 38*
Cronoprogramma	*pagina 39*

ALLEGATI

Allegato F	*Schema unifilare generale*
Allegato D	*Architettura del sistema di automazione DCS*
Allegato B	*Bilancio energetico dell'impianto*

Ferrania Technologies S.p.A. ha:

- sistema di gestione della qualità certificato secondo lo standard UNI EN ISO 9001:2008; registrazione n° 004/6 in scadenza il 09/03/2012;

- sistema di gestione ambientale certificato secondo lo standard UNI EN ISO 14001:2004, registrazione n° 4706/2 in scadenza il 29/04/2012

- sistema di gestione della sicurezza ispirato alle linee guida dello standard BS OHSAS 18001:2007

- sistema di gestione della sicurezza per la prevenzione degli incidenti rilevanti in Area Chimica secondo le linee guida del DM 09 agosto 2000 (come richiesto dal D. Lgs. 334/1999 e s.m.i.)

- **PREMESSA**

Le modalità di sfruttamento delle biomasse a fini energetici sono molteplici e la scelta viene effettuata in base a differenti condizioni progettuali, tra cui la tipologia di materiale a disposizione; in particolare è utile sottolineare come la biomassa vegetale possa essere l'origine di tre differenti tipologie di combustibile:

- Solido
- Gassoso
- Liquido

Con riferimento a tale differenziazione potranno essere utilizzate differenti tipologie impiantistiche selezionate in base a scelte tecnico-progettuali da effettuarsi tenendo in considerazione sia le caratteristiche del combustibile in ingresso , sia delle necessità energetiche a valle dell'impianto. E' infatti basilare sottolineare come non vi sia una tecnologia sostanzialmente preferibile , ma che ogni singola tecnica di produzione energetica debba essere validata all'interno delle condizioni al contorno e sia associata alle opportune tecnologie di mitigazione dell'impatto sull'ambiente circostante .
Questo tipo di approccio ha permesso nel progetto di Ferrania, da un lato di ottimizzare la scelta tecnologica , dall'altro di fornire garanzie non solo a livello ambientale , ma anche di sostenibilità economica all'impianto stesso.
Quindi la scelta impiantistica relativa alla trasformazione delle biomasse in energia elettrica e termica è strettamente dipendente dalla tipologia della biomassa in ingresso al sistema produttivo. La biomassa vergine , per poter essere utilizzata in un qualsiasi impianto energetico , deve subire un trattamento di sminuzzamento meccanico , trasformandola da uno stato solido (notevoli dimensioni) difficilmente utilizzabile ad uno stato ancor solido ma di piccole dimensioni o ad altri stadi come liquido o gassoso. Tali processi di conversione dipendono essenzialmente dalla tipologia di biomassa disponibile e dalle sue caratteristiche peculiari quali umidità e rapporto carbonio/ azoto.
I materiali di origine ligno-cellulosica, caratterizzati da una relativa bassa umidità e da un rapporto C/N superiore a 30, sono indicati per l'utilizzo in impianti a combustione diretta o per la produzione , attraverso processi termochimici , di gas di sintesi. I materiali derivati da colture dedicate, quali piante oleaginose (es. mais) o zuccherine (es. sorgo) caratterizzati da elevata umidità e da un rapporto C/N inferiore a 30, sono invece indicati per la produzione di combustibili liquidi o per la produzione (attraverso processi biochimici) di biogas.
Con riferimento alle linee guida sopra riportate e nel contesto specifico della opportunità che il territorio locale e limitrofo di Ferrania (Alta e bassa Valbormida in primis) presenta nei termini di disponibilità e producibilità sostenibile di biomassa legnosa vergine, la scelta progettuale che ne è scaturita per la definizione delle macchine / impianto costituente la Centrale di produzione energetica è stata per la tipologia Turbina vapore in ciclo Rankine.

A) BIOMASSE SOLIDE, CARATTERISICHE del COMBUSTIBILE e PROCESSO di COMBUSTIONE

Lo sfruttamento energetico delle biomasse legnose prevede che, prima dell'avviamento alla fase produttiva, siano sottoposte ad un trattamento meccanico di triturazione e / o cippatura allo scopo di uniformarne la pezzatura (chips di dimensione 50-100 mm e spessore 10 mm) e renderla idonea e ottimale per, alimentare con un caricamento automatico, un processo di combustione in una caldaia (a griglia, cono rotante , letto fluido) .

Lo stato dell'arte , infatti, prevede che la biomassa sia utilizzata all'interno di opportuni impianti termici che utilizzano lo scambio di calore per trasferire energia ad un fluido termovettore , a sua volta evolvente in un ciclo termodinamico diretto (Rankine o altro), in cui la conversione del calore in energia elettrica (e termica negli impianti cogenerativi) avviene con un motore primo che per la maggior parte della casistica e' una turbina a vapore, sul cui albero è calettato il generatore elettrico .

L'impianto di Ferrania sarà alimentato da biomassa "Verde" (tipologia e relative condizioni di utilizzo secondo DGR n° 183/2008) , principalmente da cippato di legno vergine esboscato dalle foreste del territorio limitrofo e comunque all'interno del raggio di definizione della filiera "corta" (70 Km a centro ubicazione impianto) .

Il cippato di legno utilizzato come combustibile (fonte primaria) per la trasformazione in energia termica ed elettrica della Centrale, è rappresentato convenzionalmente con la formula C6 H10 O5 (carboidrato) e sono pratimente assenti elementi di cloro, zolfo, metalli pesanti o altri elementi nocivi.

La combustione stechiometrica necessita aria comburente dosata con l'equivalenza di 6 molecole di ossigeno O2 e produce 6 molecole di anidride carbonica CO2, 5 molecole di acqua H2O e Calore.

In realtà la combustione reale in caldaia deve avvenire in eccesso di aria per assicurare una combustione completa (assenza o limitate ppm di monossido di carbonio CO nello scarico al camino dei fumi) e questo purtroppo riflette due effetti negativi ; uno è di tipo energetico , perchè maggior quantità di aria significa aumento delle perdite per calore sensibile nei fumi e quindi penalizzazione del rendimento di combustione ; l'altro è di impatto ambientale , perchè l'azoto presente nel comburente (76% in massa) in presenza di ossigeno e alle alte temperature di combustione (850-1000) °C forma indesiderati e dannosi ossidi di azoto (in genere letti come NOx), scaricati con i fumi nell'ambiente.

Entrando nello specifico si può dire che la combustione teorica di 1 kg di biomassa (ipotizzata anidra) abbisogna di 5,152 Kg di aria (secca) e produce 1,63 Kg di CO2, 0,555 Kg di H2O e 3,9674 kg di N2 e 17,6 MJ (4.203 kcal) di energia termica (Potere colorifico inferiore di legno anidro di latifoglie , nel caso di conifere tale valore sarebbe di 18,1 MJ) .

Riferiti in volumi normali (0°C – 1,013 bar) per la combustione teorica di 1 kg di biomassa occorrono 3,984 Nmc aria e si producono 0,8232 Nmc di CO2 e 3,1487 Nmc di azoto N2.

Gli standards fissano a 5 Nmc l'aria di combustione teorica per Kg di legno.

Nella combustione reale di cippato di legna, l'eccesso di aria

$$e = Vae / Vat$$

(rapporto tra aria comburente effettiva e quella teorica) si può, con buona approssimazione, verificare da un'analisi di contenuto di ossigeno libero nei fumi in presenza nulla (o in traccie) di incombusti CO; infatti l'eccesso di aria è relazionabile all'ossigeno nei fumi con la e = 1/ (1- 0,048 02% + 0,014 CO%).
La regola dell'arte della tecnologia e degli standard costruttivi adottati per la tipologia di caldaie a griglia mobile come in progetto e per le consolidate tecniche, sistemi di automazione e strumentazioni in uso per il controllo della combustione, assicurano un eccesso di ossigeno nei fumi tra il (6-8) con incombusti CO praticamente nulli, riflettono eccessi di aria standard nel range (40-60)% e l'ottimizzazione la vorrebbe tra i (40-45) %.
La caratterizzazione della biomassa legnosa è sostanzialmente definita dal valore del Potere Calorifero Inferiore (PCI) t.q. al momento di utilizzo nel combustore della caldaia; ma se per il legno anidro, come visto sopra, il PCI varia leggermente a seconda dell'essenza (le conifere hanno rispetto alle latifoglie un contenuto energetico minimamente più elevato), nel caso di legno tal quale il contenuto energetico è altamente influenzata dal suo stato di umidità (contenuto di acqua) e in minor misura dal valore di ceneri residue. L'umidità del legno (contenuto % in acqua, e se riferito al peso anidro si parla di umidità al secco, mentre se è riferito al peso t.q. si parla di umidità all'umido) appena tagliato dipende fortemente dal tipo di essenza (il pioppo che è catalogata tra le essenze " teneri " può trovarsi con una umidità iniziale al taglio anche del 180% r.s., mentre un'essenza "dura" come la roverella o il castagno ceduo tale valore si aggira intorno al 75-80%) quindi si comprende come sia importante il contenuto di umidità della biomassa sul reale valore energetico al momento del suo utilizzo come combustibile.
Per la correlazione tra umidità del legno Um (su t.q.) e Potere calorico PCI, si può fare riferimento alla relazione Hartman/Giordano (riferito ad umido tal quale) come di seguito:

$$PCI\ (Um) = [17{,}6^{(b)}\ (\ 100 - {}^{(a)}Um\%) - 2{,}44^{(c)}\ Um\%]/100 \times 0{,}278 \times 860 \quad [Kcal/Kg]$$

(a) Um= (P-Po)/ P x 100 P peso del legno campione t.q. ; Po peso del legno campione anidro .

(b) 17,6 MJ/Kg potere calorifico inferiore legno anidro per latifoglie (4203 kcal/kg). Per le conifere tale valore è 18,1 MJ/kg.

(c) 2,44 MJ/kg H2O è l'energia necessaria per l'evaporazione di 1 kg acqua (582,8 kcal/kg).
Le relazioni tra umidità del legno riferito al secco e quella riferita ad umido sono:

$$Um\ \% = Us\ \% / (1 + Us)$$
$$Us\ \% = Um\% / (1 - Um)$$

Per un valore di umidità Um del 35 % corrisponde un PCI di 2.500 kcal/kg .
Mentre al taglio (supponendo di castagno ceduo) e una umidità su umido, del 45 % il contenuto energetico scenderebbe a 2.050 kcal /kg. (18% in meno).
Il passaggio da uno stato di umidità iniziale al taglio del 45% a quella ipotizzata del 35% avviene per una stagionatura naturale (legno in tronco sommariamente accatastato ed esposto all'aria libera) in un periodo temporale di 6-8 mesi.
Tutto ciò determina per la specificità della biomassa per utilizzo come combustibile, sia un riflesso diretto sul valore economico (prezzo di mercato per contenuto

energetico e non per semplice peso), sia come riflesso tecnico nella termocinetica di combustione e del contenuto energetico primario .
Per comprendere l'importanza di quest'ultimo aspetto possiamo prendere in esame le due tipologie di biomasse con umidità t.q. al 50 e 35% e che debbano alimentare un combustore di potenzialità 40 MWt, ebbene se si dispone di biomassa con umidità al 35%, ne occorrono 13,76 t/h, viceversa se si dispone di biomassa fresca di taglio, al 50% di umidità (supposto di non avere problematiche di controllo combustione) ne occorrerebbero in un'ora ben 18,60 t . (in peso il 35% in più, ma pari contenuto energetico)
Riguardo le ceneri (sostanze inerti per il processo di combustione) anch'esse hanno valenza sul contenuto energetico della biomassa in quanto di fatto non partecipano alla combustione e quindi sottraggono calore al processo .
In termini percentuali l'incidenza sul PCI rispetto al contenuto di umidità, è per le ceneri assai inferiore; infatti cippato di legno da tronco ha un contenuto in ceneri che può variare tra (2-4)% in peso riferito al secco, tale valori aumentano per le ramaglie e corteccie fino ad (8-10)%, **ma in linea generale una biomassa legnosa di origine forestale, può ritenersi con un contenuto medio in ceneri inferiore al 5% in peso.**
Diversamente, una biomassa di origine vegetale ma di scarto di lavorazioni agricole come paglia e pulla di riso, può avere un contenuto di ceneri anche del 15%.
Delle ceneri, nel processo di combustione occorre però porre attenzioni; infatti alle alte temperature, oltre (1100-1200)°C possono subire reazioni ossidanti e dare origine a composti gassosi, (AlO2, ClO, SOx, H2S, etc) che vanno poi separati dai fumi prima dello scarico al camino, in quanto per la maggior parte tossico e/o nocivi.
Inoltre, sempre alle alte temperature, le ceneri possono subire un processo di rammollimento per il quale divengono viscose dando vita a fenomeni di agglomerazione e sinterizzazione con la formazione di slug, sostanze pastose, che a contatto con le parti più fredde della camera di combustione (sopratutto le parti mobili della griglia), tendono a consolidare e causare malfunzionamenti al sistema di carico e quindi riflettere problemi al controllo del processo di combustione.

La biomassa di riferimento, legno vergine cippato, per l'ingegnerizzazione impiantistica e la verifica economica del progetto Ferrania, ha un PCI alla tramoggia di carico di 2.400 kcal/kg a cui corrisponde una umidità su umido t.q. in una forbice (35-40)% e un contenuto di ceneri max del 5%. Il contenuto di zolfo può invece ritenersi inferiore allo 0,01% in peso, quello di cloro a livello di tracce .

Le caratteristiche del combustibile biomassa preso a riferimento per il progetto sono riportate nella tabella di seguito:

Parametro	***Unità di misura***	***Valore***
Tipo di combustibile	--	*Legno vergine*
Forma	--	*Cippato*
Dimensioni nominali	*Mm*	*30x50x100*
Umidità relativa	*% di peso sul t.q.*	*35-38*
Contenuto delle ceneri	*%*	*3-5*
Contenuto di zolfo	*%*	*0,01*
Contenuto di cloro	*%*	*tracce*
Peso specifico apparente	*Kg/m^3*	*300*
Potere calorifico inferiore	*kJ/kg (kcal/kg)*	*10.048 (2.400)*

C) PRINCIPALI REQUISITI del PROGETTO e CONFIGURAZIONE IMPIANTO

1) Processo di definizione dati caratteristici impianto

La Centrale di trasformazione di energia alimentata a biomassa legnosa vergine, prevalentemente di provenienza del territorio della Valbormida, sarà costruita all'interno del sito industriale di Ferrania e i dati progettuali nominali sono stati strettamente definiti per assicurare la fornitura completa ed in ogni istante della energia termica richiesta dai processi produttivi , impianti di condizionamento, riscaldamento e trattamento aria dello unità operative dello Stabilimento riferiti ai consumi del 2005 e in visione previsionale di quelli a regime del Piano Industriale 2008 – 2012 .

Questa, si noti bene, è la sola e unica condizione cui deve soddisfare l'esercizio della nuova Centrale a biomasse per la totale sostituzione della esistente Centrale Termica (Potenzialità termica totale installata 65 MWt) e funzionante a combustibile gas naturale.

Siccome la potenza termica medio massima (periodo invernale) richiesta dalle utenze termiche dello Stabilimento è con buona stima riferibile a 25 MWt e siccome è oltremodo ragionevole fissarne un margine del 10% per sopperire ai carichi di punta, dobbiamo prevedere come primo dato di progetto lo spillamento dalla turbina a vapore di una potenza termica utile max di 27,5 MWt . Ed ancora, alla medesima turbina occorre assicurare in ogni momento dell'esercizio un flussaggio minimo di vapore agli stadi di bassa pressione (portata minima al condensatore) di almeno 7 t/h pari all'incirca a 5 MWt. Ma a tutto ciò, occorre aggiungere lo spillamento di vapore, equivalente all'energia termica richiesta per la rigenerazione al degasatore delle condense in ritorno al ciclo e all'acqua (demineralizzata) di make-up, questo è calcolato in prima approssimazione a 3,5 t/h, corrispondente a circa 2 MWt .

In sintesi, l'impianto per rispondere ai requisiti di cui sopra, deve assicurare in modo costante, un vettore vapore (AP) in ingresso turbina (lato AP) con una potenza termica utile pari a 34,5 MWt.

Siccome per produrre dell'energia termica, con vettore vapore, utilizzando come tecnologia allo stato dell'arte, una caldaia a griglia mobile, in cui il rendimento globale di trasformazione della biomassa in energia termica del fluido vettore (vapore AP surriscaldato), è auspicabile per le BAT corrispondere all'86%, ne consegue la definizione della potenzialità (al focolare) della Caldaia pari almeno a 34,5 MWt /0,86 = 40 MWt.

Questo è stato il percorso tecnico, di calcolo semplice ma rigoroso, che a partire dalle necessità termiche dello stabilimento ha portato alla definizione del dato più significativo delle caratteristiche dimensionali della Centrale: la potenza termica nominale, che al combustore di griglia e in esercizio continuativo, deve sviluppare la Caldaia in progetto, alimentata con combustibile biomassa e in fattispecie di cippato legnoso.

A completamento della capacità termica della Centrale è stato definito il ciclo termodinamico, (ciclo Rankine a vapore surriscaldato e rigenerativo per l'acqua alimento) fissando le caratteristiche del vapore AP in uscita dalla caldaia nei suoi parametri pressione-temperatura rispettivamente a 60 barg e 460°C .

Con questi dati e parametri di esercizio, la Caldaia produce in regime continuativo, al netto da spurghi e prelievi di vapore AP per tenute labirinti turbina ed eiettori del

vuoto per evacuazione incondensabili al condensatore, 43 t/h, con entalpia specifica totale di 792 kcal/kg (3.316 kJ/ kg).
La turbina a vapore del tipo assiale, multi-stadio ad azione, è fornita con doppio spillamento, uno fisso su livello MP del vapore 8 barg, 220 °C asservito alla fornitura dell'energia termica richiesta dall'area Chimica, specificatamente per soddisfare le necessità produttive del Rep. T2 (semilavorati di chimica fine) e del reparto prodotti farmaceutici (principi attivi Steroidei). Da medesimo spillamento sarà derivato il vapore per soddisfare le necessità termiche dell'impianto R18 per la fabbricazione dei film polimerici (progetto Samsung) .
L'altro spillamento sarà del tipo regolato, realizzato su livello BP del vapore a 2-2,5 barg, 170 °C e asservito alle rimanenti utenze dei processi produttivi di FT, per i condizionamenti e riscaldamenti di Uffici, Magazzini ed altre aree di logistica, ivi compresi quello per le produzioni di Fotovoltaico di Ferrania Solis e le utenze termiche dell'area Parco Tecnologico. Sul medesimo spillamento BP viene derivato il vapore di rigenerazione condense e acqua di reintegro ciclo durante il processo di degasazione.

- La potenza nominale di targa della Turbina è definita dal funzionamento a regime " full electric" e il valore è prossimo a 11,5 MWe.

2) Configurazione Impianto e Generalità progettuali

L'impianto essenzialmente è costituito da:

- Caldaia a griglia mobile alimentata a cippato di legna
- Silo di stoccaggio e impianto automatico di carico
- Turbogruppo generatore
- Sistema by-pass turbina
- Condensatore del vapore del tipo ad acqua.
- Sistema di raffreddamento in ciclo chiuso tipo Wet Cooling .
- Degasatore termofisico di rigenerazione condense .
- Sistema di pompe per alimento caldaia
- Linea fumi di trattamento e abbattimento emissioni allo scarico.
- Trasformatore elettrico MT/ AT per interconnessione rete RTN 132 kV.
- Sistema elettrico di distribuzione MT e BT con relativi quadri e Trasf.ri.
- Sistema di automazione,supervisione e controllo .

Oltre ad altri ausiliari e impianti necessari al corretto funzionamento della Centrale e riassumibili in :

- Impianto distribuzione H2O demi.
- Impianti di iniezione additivi chimici e camp.to chimico H2O Caldaia
- Sistema di analisi e monitoraggio fumi.
- Impianto di rilevazione e protezione incendio
- Impianto di produzione e distribuzione aria compressa
- Camino per lo scarico dei fumi di combustione

Mentre le principali interconnessioni con gli impianti dello stabilimento sono:

- Rete di adduzione H2O potabile (servizi e sanitari) ed industriale.
- Rete AP sistema antincendio
- Rete di adduzione H2O demi e condense da Centrale esistente.

- Tubazioni di collegamento vapore MP e BP a Centrale esistente.
- Vasca raccolta acque meteoriche e rete H2O bianche.
- Rete di scarico acque reflue e nere connesso all'esistente WWT .
- Collegamento 3 KV per alim. di emergenza differenziata MT/BT.
- Tubazione gas naturale (avviamento e/o controllo CO) da rete MP.
- Tubazione aria compr.sa 5,5 barg per alim. di emergenza differenziata .
- Tubazioni H2O calda [livelli termici (60- 70) °C] e refrigerata (5-10)°C.

Le caratteristiche dell'impianto in sintesi:

- Combustibile cippato di legno.
- Assetto cogenerativo per la produzione di energia termica ed elettrica.
- Condensazione ad acqua in circuito chiuso su Torri Wet Cooling.
- Abbattimento NOx nei fumi mediante sistema NSCR .[Iniezione soluzione ammoniacale 25% in peso, nella parte superiore camera di combustione a temperature controllate tra (850-950)°C].
- Neutralizzazione dei gas acidi nei fumi tramite iniezione dosata di reagente alcalino Ca(OH)2 (idrossido di calcio).
- Sistema di abbattimento del particolato (ceneri) con ciclone e filtri a manica in tessuto (FF).
- Valori delle emissioni allo scarico dei fumi corrispondenti a quelli europei.

3) Criteri di progettazione e modalità di funzionamento

L'impianto è stato progettato e configurato in chiave di massima efficienza, in grado di soddisfare i più stretti requisiti d'impatto ambientale e garantire un esercizio affidabile, facilmente manutenibile e sicuro per il personale operativo e per l'ambiente circostante.
Tutta la realizzazione sarà conforme alle normative, alle leggi vigenti ed alle indicazioni delle Autorità competenti per il rilascio delle autorizzazioni all'esercizio.
La progettazione dell'impianto ha considerato e si è avvalso delle migliori tecnologie che costituiscono l'attuale stato dell'arte, riferendosi a linee guida e raccomandazioni, predisposte dalla Commissione Europea nelle applicazioni delle BAT consolidate al momento esecutivo del progetto.
L'impianto, in tutte le sue componenti principale e delle attrezzature ausiliarie, è stato concepito e preliminarmente eseguito l'ingegneria di base in accordo ad elevati standard di qualità e sarà progettato con i dettagli esecutivi di costruzione, di test di prova e collaudo, di standard e istruzioni di esercizio e di manutenzione, rispondenti ai medesimi elevati standard di qualità e sicurezza operativa.
L'impianto opera all'interno del diagramma di carico con una disponibilità annua del 90%, per l'intero periodo di vita.

L'esercizio dell'impianto è previsto in modo continuativo, 24 ore giorno per 7 giorni alla settimana, con le sole fermate previste per la manutenzione programmata.
L'impianto può operare continuamente al carico massimo di progetto ed in modo completamente automatico; il sistema di controllo e regolazione acquisisce istante per istante dai trasduttori in campo i parametri del processo, li elabora e li confronta con i parametri di riferimento, da cui scaturiscono i segnali di correzione per i vari regolatori dei sistemi e parti costituenti l'impianto , per l'adeguamento al carico richiesto e secondo le modalità ottimali di funzionamento.

L'impianto sarà realizzato e gestito in modo da garantire la massima disponibilità e sicurezza di esercizio; a tal fine sono stati considerati opportuni margini di dimensionamento, adottate ridondanze e soluzioni tecniche atte ad evitare e prevenire criticità per interventi di blocchi e protezioni.

4) Caratteristiche, prestazioni e bilanci

La Centrale a biomassa, come è riportato al punto 2) della descrizione generale e configurazione di impianto, deve soddisfare alle esigenze termiche dello stabilimento su ipotesi dei consumi a regime del Piano Industriale, valutati in 74 GWht/a, corrispondenti ad una potenza termica utile media di 9,25 MWt correlati ad un esercizio della centrale di 8.000 ore anno. La potenza medio massima di carico termico (periodo invernale) è stimata a 25 MWt, mentre la Potenza max disponibile dall'impianto è di 27,5 MWt. In questo assetto di funzionamento, l'energia elettrica annua prodotta netta è di 58,5 GWh, con una potenza media netta in rete di 7,3 MW. Il consumo atteso dagli ausiliari è di 9,5 GWh/a, pari al 13,8% della energia elettrica prodotta lorda.

Dati Tecnici e Prestazioni Termodinamiche

		Impianto 40MWt [10MWe]
Caratteristiche termodinamiche del vapore	*Pressione [barg]*	*60*
	Temperatura [°C]	*460*
	Portata [t/h]	*43*
Ore di funzionamento anno		*8.000*
Combustibile consumato (rif. PCI 2500 kcal/kg) [t/a]		*110.000*
Energia termica utile prodotta (spillamento TV) [GWht/a]		*74*
Energia Elettrica prodotta lorda [GWh/a]		*68,7*
Consumi ausiliari [GWh/anno]		*9,5*
Energia elettrica netta sbarre 132 KV [GWh/a]		*58,5*
Cons. specifico lordo assetto cogenerativo [Kcal/ KWh]		*1.942*
Rendimento% lordo/netto di 1° principio		*44,6/41,5*
Portata vapore AP ingresso TV [t/h]		*43.0*
Potenza nominale turbogruppo TV/Gen [MW/MVA]		*11.5/ 13.5*
Potenza termica massima disponibile da turbina (alla sezione Centrale) [MWt]		*27,5*
Pot. term.richiesta alla punta invernale da Stab.to [MWt]		*25*

Potenza ai morsetti turbogruppo in regime di "full electric" MW	*10.4*
Energia elettrica lorda "full electric" GWh / anno	*83,2*
Rendimento elettrico lordo %	*26.0*

Nell'allegato B è riportato il bilancio energetico dell'impianto riportato in assetto cogenerativo costante equivalente ad una potenza termica media richiesta dallo stabilimento di 9,25 MWt (74 GWht sulle 8000 ore).

D) PRINCIPALI REQUISITI DI IMPIANTO E TECNOLOGIE ADOTTATE. PRESTAZIONI E RAFFRONTO ALLE BAT DEI PIU' SIGNIFICATIVI COMPONENTI

1) Caldaia a griglia mobile

Le caldaie con forni a griglia sono degli impianti di conversione energetica nei processi di combustione termochimica delle biomasse e rappresentano la tecnologia attualmente più diffusa e consolidata per la produzione di vapore ad alta pressione e temperatura utilizzando come combustibile cippato di legno; questa tecnologia è da considerarsi in tutto per tutto BAT.
La caldaia in progetto è costituita da un combustore a griglia mobile dove avvengono le degradazioni del solido e la combustione della materia volatile e da un generatore di vapore , a recupero di calore dei fumi caldi , posto a valle.
Il combustore a griglia è essenzialmente composto da:

- Sistema di alimentazione mediante dispositivo volumetrico a cassetto azionato idraulicamente.
- Griglia di tipo a gradini con movimento alternato .
- Tramogge di alimentazione combustibile.
- Tramogge di scarico ceneri sotto griglia.

La griglia ha una inclinazione di 20° e ha la superficie di combustione caratterizzata da file di gradini alternativamente fisse e mobili. I materiali dei gradini sono in acciaio legato (Cr).
L'avanzamento del combustibile avverrà grazie al movimento alternativo delle file mobili di ogni settore e sezioni indipendenti costituente la griglia.La movimentazione dei gradini mobili avviene tramite carrello mobile azionato da sistema biella-manovella e cilindri idraulici comandati da centralina oleodinamica dotata di pompe spinta olio , sistema di raffreddamento e serbatoio di raccolta olio.
Ogni sezione della griglia sarà dotata inferiormente ed autonomamente di una tramoggia con le funzioni di:

- fungere da plenum per la distribuzione dell'aria di combustione primaria e anche per il raffreddamento della griglia stessa.
- accogliere il particolato che durante la combustione può cadere nel sotto griglia.

La griglia termina poi in un pozzo scorie , a piena larghezza dimensionale come la stessa, per il contenimento e la raccolta delle ceneri. Le scorie vengono poi evacuate attraverso un sistema dedicato ad umido, il quale assicura la tenuta idraulica della griglia .
La tramoggia di carico del combustibile ha una capacità complessiva di circa 1,5 h di stoccaggio, riferita al carico nominale della caldaia; alla tramoggia è asservito l'alimentatore a cassetto che assicura il dosaggio corretto del combustibile sulla griglia .

Immediatamente a valle del combustore (normalmente posta superiormente) è posta la camera di post-combustione , dove si perfeziona e si completa la combustione dei

composti gassosi e dei residui solidi volatili (flaying ashes). A tal scopo, nella camera di post- combustione si determinano condizioni prestazionali molto elevate:

- Contenuto di ossigeno libero all'ucita del post-combustore $\geq 6\%$.
- Velocità del gas in ingresso ≥ 10 m/s (alta turbolenza)
- Tempo di residenza dei gas ≥ 2 s
- Temperatura dei fumi ≥ 850 °C

Il tempo di permanenza di almeno 2 secondi dei fumi ad una temperatura superiore a 850 °C (evitare combustione incompleta con formazione di CO e altri incombusti nello scarico dei fumi il cui effetto diretto e'una perdita di efficienza) è ottenuta schermando una parte della camera di post-combustione con refrattario (60% Al2O3) opportunamente ancorata alle pareti. Allo stesso modo anche la camera di combustione sarà schermata con tavelle refrattarie del medesimo materiale, al fine di favorire la combustione di miscele di cippato con bassi poteri calorifici.

Il sistema di produzione vapore unisce le superfici di scambio termico posizionate nella zona radiante con le superfici facenti parte della sezione convettiva della caldaia. Il generatore di vapore posto a valle del combustore a griglia è previsto con camera di combustione e post-combustione schermate da tubi lisci uniti tra loro mediante interposta aletta saldata longitudinalmente in modo da ottenere una robusta struttura membranata costituente una camera a tenuta.
L'isolamento refrattario di questa sezione del generatore consente di evitare la combustione incompleta nelle zone fredde che tendono a formarsi nelle zone di maggior scambio termico negli strati limiti di prossimità alle pareti metalliche dei tubi d'acqua.
I fumi in uscita dalla camera di post-combustione ,ad una temperatura compresa tra i (950-1000)°C , attraversano una sezione radiante che ne abbassa la temperatura fino in un intorno di 750 °C per poi entrare nella sezione convettiva ,nella quale scambiano calore dapprima con un fascio evaporatore che funge da schermo ed abbassa ulteriormente la temperatura a ca. 650 °C e quindi entrano nel 1° banco surriscaldatore .

I canali radianti, incluso quello contenente la camera di p.c., sono dimensionati , in termini di superfici e volumi, per garantire la massima affidabilità di funzionamento anche in condizioni di esercizio gravose. Sono completamente costituiti da pareti a tubi d'acqua, appositamente sagomate secondo la conformazione delle camere di combustione e di post combustione, del tratto verticale e di quello a primo tratto orizzontale (fumi a percorso di 90 °, prima della sezione convettiva), e saldate tra loro e al corpo cilindrico.

Il surriscaldatore è diviso in tre stadi con attemperatori intermedi che regolano la temperatura del vapore fino alla temperatura finale richiesta. Al fine di limitare la temperatura del metallo, il surriscaldatore "caldo" è installato in equicorrente rispetto ai fumi mentre i banchi "freddi" sono in controcorrente .
Sono costruiti in acciaio legato Cr/Mo ed ogni banco è costituito da serpentine disposte verticalmente e formate da file di tubi contemporaneamente flussate dal vapore che incrociano i fumi provenienti dal combustore. I collettori, di ingresso e di uscita del vapore, saranno disposti orizzontalmente e saranno collegati ai tubi di

scambio mediante saldatura. Il circuito del surriscaldatore sarà progettato in modo da limitare al minimo le perdite di carico lato vapore e mantenere la massima uniformità di portata all'interno dei singoli tubi; detta uniformità è di fondamentale importanza al fine di evitare derive di accrescimento locale delle temperature di metallo, che potrebbero altrimenti pregiudicarne la resistenza meccanica e al contempo assicurare una temperatura del vapore costante al collettore di presa.
Su medesimo collettore sarà montata in sito , una valvola di sfiato ,allo scopo di mantenere un flusso minimo di vapore surriscaldato , durante l'avviamento.

I banchi evaporatori sono due , per entrambi i tubi sono verticali e fanno capo a collettori orizzontali che sono connessi al circuito acqua-vapore in modo da consentire una buona circolazione naturale .
.La pulizia delle superfici dei tubi , lato fumi , è mantenuta con un sistema meccanico a martelli che agiscono sui banchi surriscaldatori , evaporatori ed economizzatori ; in particolare i collettori inferiori , sia dei banchi surriscaldatori che evaporatori, sono liberi di vibrare affinchè il sistema di pulizia a percussione sia della massima efficacia.
Le ceneri rimosse dai tubi cadono nelle tramogge e sono costantemente evacuate da appositi sistema redler .

L'economizzatore a tubi lisci porta la temperatura dell'acqua alimento prossima alle condizioni di vaporizzazione , prima del suo ingresso nel corpo cilindrico . I passi tra i tubi saranno opportunamente larghi per assicurare una adeguata pulizia delle superfici di scambio. I tubi , in acciaio al carbonio , saranno disposti verticalmente , con il flusso dei fumi di combustione diretto orizzontalmente ed in modo da attraversare il componente in controcorrente rispetto all'acqua circolante nei tubi . Ciò favorisce la separazione delle ceneri che vengono peraltro raccolte dalla tramoggia disposta sul fondo.

L'accessibilità ai vari banchi di scambio termico è di fondamentale importanza nell'esercizio di una caldaia a recupero : le zone principali saranno rese accessibili attraverso portine (400x400 mm) posizionate lungo le pareti esterne del generatore, una su ogni tramoggia ed è previsto il passo d'uomo del tipo ad autoclave su un fondo del corpo cilindrico.

Il corpo cilindrico sarà del tipo elettrosaldato, progettato, costruito e collaudato secondo le norme ISPESL/PED con un tempo di hold-up fra livello normale e bassissimo livello, superiore a 3 minuti.
Il corpo cilindrico sarà dotato di demister con separatori a ciclone ed essiccatori finali , del tipo ad alta efficienza , in acciaio inossidabile per limitare il trascinamento di solidi ed umidità nel vapore. All'interno del corpo saranno montati:

- Tubo distributore acqua alimento
- Tubo di prelievo spurgo in continuo e campionamento dell'acqua di Caldaia.
- Tubo iniezione di chemical per il condizionamento dell'acqua di caldaia.
- Tubo presa vapore

Sul mantello saranno montate le valvole di sicurezza e relativa strumentazione.

Il desurriscaldatore sarà posizionato tra le due sezioni dei surriscaldatori e sarà del tipo ad iniezione di acqua prelevata dal circuito alimento caldaia. É costituito da

ugello polverizzatore con relativo attacco flangiato per l'acqua di attemperamento, camicia interna antishock, terminali di collegamento ingresso ed uscita vapore surriscaldato .

La struttura di supporto della caldaia sarà costituita da apposite travi che ne costituiscono l'appoggio e ne consentono la libera dilatazione. Le dimensioni della struttura saranno definite dal peso e dalle dimensioni del generatore e potrà essere del tipo saldato o imbullonato .

L'isolamento termico sarà assicurato con uno strato di lana minerale, e lo spessore del materiale isolante tiene in conto della temperatura di esercizio per minimizzare le dispersioni di calore e proteggere il personale da eventuali contatti con punti caldi delle strutture; lo standard richiesto per il dimensionamento, fissa in 30 °C, la sovra-temperatura massima che le superfici esterne possono assumere, rispetto alla temperatura ambientale in aria calma.
Il rivestimento esterno, sarà costituito da lamiere supportate da intelaiatura di acciaio, ed al solo scopo di proteggere il materiale isolante. (La tenuta dei fumi è assicurata dai tubi membranati).

Il sistema di alimentazione aria di combustione è costituito essenzialmente da una distribuzione di aria primaria sottogriglia e secondaria sopragriglia.
L'aria primaria necessaria per la combustione , di quantità pari o molto prossima, alla stechiometrica, viene fornita da ventilatore centrifugo e attraverso condotto di distribuzione, regolata con un sistema di serrande motorizzate e immessa, attraverso il sottogriglia, nella camera di combustione.
L'aria primaria fluendo dal basso provvede anche all'importante compito di raffreddamento della griglia e di mantenere le ceneri al di sotto del loro punto di fusione, evitando impuntamenti dei barrotti mobili e/o occlusioni al passaggio dell'aria stessa in camera di combustione.
L'aria secondaria è fornita da proprio ventilatore del tipo centrifugo, come per la primaria, e, attraverso due distributori posti a livelli di quote diversi della camera di (post) combustione, l'aria viene immessa e regolata su ciascun livello nella quantità voluta e controllata.
Il sistema di distribuzione dell'aria primaria e secondaria sarà predisposto per l'allacciamento al condotto di ricircolo fumi caldi (ca. 160 °C), derivati a valle della filtrazione FF e riportati in camera di combustione tramite ventilatore centrifugo. Il sistema dei fumi in ricircolo sarà dimensionato per una portata fino al 25% dei fumi in uscita ECO, e saranno distribuiti generalmente sottogriglia ma in caso di necessità commutati sui collettori di distribuzione secondaria, sulle pareti sopragriglia della camera. Evidentemente il parziale ricircolo dei fumi caldi, permette un ulteriore recupero energetico oltre a ridurre il volume e le quantità massiche delle emissioni al camino.
A completamento dell'impianto di distribuzione dell'aria comburente, saranno predisposti in camera di combustione (post), una ulteriore serie di ugelli (aria terziaria) e posizionati al di sopra di quelli dell'aria secondaria; questo allo scopo di evitare che parti volatili incombuste possano incendiarsi in prossimità della volta del 1° canale radiante creando indesiderati fenomeni di surriscaldamento localizzato sulle superfici dei tubi e delle membrature della caldaia.
I ventilatori del sistema di distribuzione, 2 sull'aria ed 1 sul parziale ricircolo dei fumi di combustione, saranno dimensionati e scelti con un margine minimo del 10% sulla portata e del 15% sulla pressione statica .

In questa configurazione progettuale sarà possibile ottimizzare il processo di combustione e mantenere un profilo di temperatura impostato e controllato alle varie condizioni di carico.

La distribuzione dell'aria con le modalità di cui sopra, trova positiva valenza nel contenere la formazione degli ossidi di azoto NOx durante il processo di combustione. Infatti, per gli impianti termochimici a biomassa con combustore a griglia mobile, la riduzione degli ossidi di azoto (NO e NO2) attraverso l'utilizzo di una combinazione delle misure primarie e/o secondarie (es: SNCR /SCR) è da cosiderarsi come BAT.

Gli ossidi di azoto NOx si formano quando l'azoto nel combustibile e sopratutto nell'aria comburente , si combina con l'ossigeno ad alta temperatura. La conversione dell'azoto e dell'ossigeno contenuto nella biomassa (cippato di legno) in NOx è variabile per ogni tipologia di combustibile e dipende dal tipo di legame molecolare e dell'eccesso d'aria utilizzato.

Le misure primarie per ridurre le emissioni NOx alla fonte, corrispondono sostanzialmente a delle modifiche attuate e controllate nel processo di combustione e sono ascrivibili a:

- combustione a stadi: due diverse zone di combustione, una in camera "bassa" (dove si riscontrano anche le temperature più alte), in difetto di ossigeno (aria primaria sotto la quantità stechiometrica) per ridurre la formazione di NOx; la seconda, camera "alta " di post-combustione, in eccesso di ossigeno (aria secondaria e/o terziaria) per completare la combustione ; efficienza di abbattimento dal 10 al 70%.
- ricircolazione dei fumi caldi : parte dei fumi sono ricircolati con l'aria primaria riducendo il tenore di ossigeno nel combustore a griglia e di conseguenza la temperatura di fiamma; efficienza di abbattimento dal 20 al 50%.

Oltre alle misure primarie, l'impianto in progetto prevede l'utilizzo di altre misure di contenimento (secondarie) degli NOx, e specificatamente implementando il sistema di riduzione non catalitica SNCR.

L'SNCR è una tecnica che prevede l'immissione di una soluzione acquosa a base ammoniaca (titolo 25% in peso), in una zona della camera di combustione corrispondente ad una "finestra termica" tra 870 e 980 °C, al fine di relizzare la riduzione degli NOx in azoto N2 molecolare e formazione di H20 allo stato di vapore.

Le reazione è del tipo : Ossidi di azoto + Ammoniaca + Ossigeno → N2 + H20 .

I parametri operativi di tale tecnica sono la temperatura (con temperature superiori a 1100 °C, prevale l'ossidazione dell'ammoniaca NH3 ad NOx, mentre a temperature al di sotto degli 800 °C la cinetica è troppo lenta e si verificano perdite di ammoniaca non reagita), il rapporto molare NH3/NOx , la miscelazione dei reagenti e il tempo di residenza.

Costruttivamente l'applicazione della tecnologia SNCR, avviene predisponendo, nella parte superiore del combustore, una serie di lance per l'iniezione del reagente nella camera. Ogni lancia ha un doppio condotto per l'adduzione del reagente e di aria compressa (per l'atomizzazione della soluzione ammoniacale) in modo separato ed indipendente all'ugello di testa, ed è dotata di controllo di portata, pressione, della velocità di uscita e del grado di atomizzazione del reagente;

L'abbattimento di NOx è ottimizzato con un sistema di dosaggio del reagente con controllo e regolazione a loop retroazionato sulla misura proveniente in continuo dall'analizzatore degli ossidi di azoto posto sui fumi di scarico al camino .

L'accensione del combustibile su griglia sarà attuata da 2 Bruciatori del tipo monoblocco, combustibile gas naturale, della potenzialità di 2 MWt /cd, (retraibili manualmente quando non in funzione per non essere esposti alla radiazione della fiamma) e montati sulla parete della camera di combustione opposta al sistema di alimentazione cippato).
I bruciatori ausiliari, oltre all'avviamento della combustione su griglia, sono utilizzati per mantenere la temperatura del processo di combustione al di sopra di valori limiti (~ 950°C, e potrebbe succedere per mix di cippato su griglia a basso PCI, es. umidità superiore al 50%) e assicurare comunque una ottimale combustione ed evitare formazione di incombusti e conseguente aumento di CO nelle emissioni.

Le caratteristiche nominali, prestazioni e le garanzie funzionali della caldaia sono sintetizzabili nella tabella seguente: (Le emissioni gassose NOx e CO sono riferite a fumi anidri, condizioni std di 0°C, pressione atm di 1013 mbar e un tenore di O2=11% e come media giornaliera).

Potenzialità termica nominale	***MWt***	***40***
Portata vapore	*kg/h*	*43.500*
Pressione vapore uscita SH	*barg*	*60*
Temperatura vapore uscita SH	*°C*	*460±5*
Pressione acqua alimento	*barg*	*70*
Campo costanza temperatura vapore	*%*	*80 ÷ 100*
Temperatura acqua di alimento ECO	*°C*	*110*
Temperatura fumi uscita ECO	*°C*	*170±5*
Potenza termica introdotta da combustibile su griglia	*MWt*	*40*
Raffreddamento griglia		*aria*
Accettabilità PCI su griglia (range)	*kcal/kg*	*1800- 3600*
Temperatura adiabatica di combustione	*°C*	*1050*
Consumo combustibile (Rif. PCI 2.400)	*kg/h*	*14.300*
Rendimento riferito a 25°C / 60%UR	*%*	*≥ 86*
Portata / Temperatura aria primaria	*Nmc/h (°C)*	*35.000 (25-100)*
Portata / temperatura aria secondaria	*Nmc/h (°C)*	*25.500 (25)*
Portata / temperatura fumi ricircolo(preso a valle dei filtri FF)	*Nmc/h (°C)*	*12.000 (160)*
Ossigeno residuo nei fumi (umidi)	*O2 %*	*5,8-6,5*
Eccesso di aria (rif.fumi umidi t.q.)	*%*	*40,5*
Aria totale (rif.6% O2 nei fumi umidi)	*Nmc/h*	*60.500*
O2 residuo fumi anidri	*%*	*8,07*
Portata fumi anidri uscita caldaia(con ricirc.)	*Nmc/h*	*72.000*
Portata fumi (umidi) uscita caldaia (con ricircolo)	*Nmc/h*	*90.000*
Portata fumi (umidi) al camino	*Nmc/h*	*78.000*

Garanzia sulle emissioni Nox e CO

Ossidi azoti (espressi come NOx)	*mg/Nmc*	*190(*)*
Monossido di carbonio CO	*mg/Nmc*	*50*

(*) Lo stato dell'arte nella costruzione ,ed esercizio di impianti per la combustione diretta della biomassa legnosa con la tecnica spreader-stoker (cioè la combustione su griglia mobile raffreddata ad aria) , è considerata BAT per ridurre le emissioni di NOx.Il connubio con l'ulteriore applicazione della misura secondaria con SNCR (immissione di soluzione ammoniacale in camera di combustione) migliora ulteriormente la riduzione degli NOx.

Riguardo impianti di potenzialità comprese tra i 50 e 100 MWt , quindi taglie al di sopra della potenzialità del progetto Ferrania, il documento europeo BREF riporta per questa specifica tecnica di combustione , e per nuovi impianti , un range di livelli di emissioni associati alle BAT , compreso tra i 180 e 350 mg/Nmc con riferimento al tenore del 6 % dell'O2 nei fumi anidri e condizioni Std.

Questi valori di NOx , se riferiti all'11 % di O2 definiscono un range di emissioni in accordo alle BAT tra i 100 e 190 mg/Nmc.

Il limite degli ossidi di azoto , come NOx , nelle emissioni gassose nei processi di combustione sono definite per la legge vigente ad un valore max di 200 mg/Nmc come media giorno e riferiti a fumi anidri ed alle condizioni std con tenore di O2 all'11%.

In sostanza , il valore medio max giornaliero di 190 mg/Nmc di rilasci NOx in atmosfera dell'impianto Centrale Biomassa di Ferrania significa che esso sarà progettato, realizzato ed esercito utilizzando le migliori tecnologie dello stato dell'arte e rispondenti alle BAT, le quali non soltanto assicureranno emissioni ,nel caso specifico ossidi di azoto NOx , normalmente al di sotto dei limiti di legge , ma con valori di referenze BAT paragonabili a quelle di impianti più grandi (sopra i 50 MWt) .

2) Linea fumi

La parte d'impianto della Centrale a cui compete l'abbattimento ed il controllo delle emissioni al camino è denominata " Linea fumi".

La tipologia e le tecnologie adottate dal progetto Ferrania per la lina fumi identificano i seguenti componenti:

- Ciclone.
- Reattore con iniezione di $Ca(OH)_2$ per la neutralizzazione dei fumi acidi.
- Filtri a manica
- Ventilatore estrattore (o " di coda")
- Camino.

Gli effluenti gassosi dei fumi in uscita dalla caldaia (dati medi e con "ricircolo") sono:

-	Portata massica	kg/h	109.350
-	Portata volumica	Nmc/h	90.000
-	Temperatura dei gas	°C	145- 160
-	CO_2 in Volume	%	9,7
-	H_2O in Volume	%	19,4
-	N2 in Volume	%	64,5
-	O2 in Volume	%	6,0

Le concentrazioni inquinanti in uscita caldaia (Val.medi rif. 6 % O2 fumi Umidi):

- Ossidi di azoto mg/Nmc 180
- Ossidi di carbonio mg/Nmc 45
- Anidride Solforosa mg/Nmc 150
- HCl mg/Nmc 32
- Polveri mg/Nmc 2.500

I limiti delle emissioni gassose per gli impianti di combustione delle biomasse legnose , potenzialità termica superiore a 20MWt , secondo le leggi e i regolamenti vigenti (DM 5/2/98 e sucessivo D.Lgs 152/2006) e riferiti a fumi anidri, condizioni std e tenore O2 dell'11% in volume:

Valori limite macroinquinanti	***U.M.***	***Media giorno***	***Media 30 min***
Polvere totale	*mg/Nm^3*	*10*	*30*
Sostanze organiche volatili (espresse come COT)	*mg/Nm^3*	*10*	*20*
Ossidi di azoto (espressi come NOx)	*mg/Nm^3*	*200*	*400*
Monossido di carbonio (CO)	*mg/Nm^3*	*100*	*200*
Anidride solforosa	*mg/Nm^3*	-	*200*

Le emissioni di progetto e da garantire nei fumi depurati al camino come media giornaliera, riferiti alle condizioni std e un tenore di O2 dell'11% :

Polvere totale	*mg/Nm^3*	*7*
*Sostanze organiche volatili (espresse come COT *)*	*mg/Nm^3*	*10*
Ossidi di azoto (espressi come NOx)	*mg/Nm^3*	*190*
Monossido di carbonio (CO)	*mg/Nm^3*	*50*
Anidride solforosa	*mg/Nm^3*	*50*
Alogeni	*mg/Nm^3*	*tracce*
Microinquinanti (diossine, furani)	*nanog/Nm^3*	*Assenti*
Microinquinanti (metalli pesanti)	*mg/Nm^3*	*Assenti*

(COT = Carbonio organico totale)*

I gas provenienti dalla caldaia con il carico di inquinanti come riportati sopra, vengono **veicolati in una batteria di cicloni per l'abbattimento grossolano delle polveri** ; il rendimento dei cicloni è fissato a progetto al 65% e non spinto oltre per minimizzare le perdite di carico del circuito areaulico e ridurre nello stesso tempo l'abrasione delle parti meccaniche dovuta alle ceneri presenti nei gas.
Per la neutralizzazione dei composti di zolfo, cloro e fluoro (nel cippato di legno gli alogeni sono presenti normalmente in tracce) è previsto l'utilizzo di un **reattore Venturi con reagente basico** , calce idrata Ca(OH)2; i fumi entrano nel reattore dal basso verso l'alto ed il reagente viene iniettato nel "collo" Venturi. In questa zona, l'azione di sospensione del Venturi aumenta la superficie di contatto tra inquinanti, polveri e reagente.
La neutralizzazione degli inquinanti (acidi) avviene combinando in modo adeguato i parametri dimensionali del reattore e il volume dei fumi:
- proporzione gas – reagente (attraverso dosaggio della calce idrata)

- tempo di contatto
- velocità di passaggio nelle varie sezioni del reattore.

In pratica il reattore si fa terminare in una colonna di reazione a riduzione di velocità (tratto divergente del Venturi), per favorire il veicolamento in sospensione delle particelle di reagente e reagito (tempo di residenza $\geq$ 3,5 s) e in uscita dalla colonna è collegata la camera di "calma" che fisicamente collega il canale della via fumi con il filtro a maniche.

Le reazioni (stechiometriche) dei vari inquinanti acidi e il reagente calce idrata sono:

- $SO2 + 1{,}16\ Ca(OH)2$.....$1{,}87\ CaSO3 + 0{,}29\ H2O$
- $SO3 + 0{,}925 Ca(OH)2$ .....$1{,}7\ CaSO4 + 0{,}225\ H2O$
- $2HCl + 1{,}013 Ca(OH)2$.....$1{,}53\ CaCl2 + 0{,}966\ H2O$

Nella pratica per assicurare il grado di abbattimento degli inquinanti acidi ai valori prefissati, si considera nell'esercizio del reattore un **coefficiente di sicurezza** (eccesso di reagente) variabile tra (1,8-2,2) sullo stechiometrico.
Applicato alle ipotesi del progetto, i **consumi di calce idrata** si posizioneranno verosimilmente tra i 25 ed i 35 kg/h.
In riferimento al valore ipotizzato degli inquinanti in uscita Caldaia e al valore di garanzia richiesto al camino si **devono abbattere con il reattore basico i quantitativi di inquinanti** :

- Sox..... kg/h 9,0
- HCl..... kg/h 2,7

mentre con la batteria di cicloni e il filtro a maniche FF:

- Polveri.....kg/h 224,4 (di cui 146 kg/h captati e scaricati dai due cicloni inerziali).

Il filtro a maniche a tessuto (FF) per la depolverazione dei gas in uscita dagli impianti di combustione a biomassa solida, **vengono considerati come BAT, unitamente ai precipitatori elettrostatici (ESP), rimanendo i filtri a tessuto preferibili in base alla maggior efficienza di abbattimento.**
Il documento BREF sui grandi impianti di combustione riporta per al capitolo 5 "tecniche di combustione per biomassa e torba", una sintesi delle migliori tecnologie disponibili per la depolverazione e dei livelli di emissione ad esse connesse: ad impianti di taglia (50-100) MWt vengono associati a livelli di polveri di 5-20 mg/Nmc, come prestazioni medie giornaliere (riferiti a fumi anidri nelle condizioni std e con un tenore di O2 residuo del 6%), e le tecnologie disponibili per assicurare tali livelli sono riferite agli uni ed agli altri: ESP ed FF; ma con un commento: l'abbattimento di polveri ottenibile con l'uso della tecnologia FF e' considerata vicino al 99,95% o superiore, ed è perciò da considerarsi come la prima scelta BAT per l'applicazione negli impianti di depolverazione di Centrali a Biomasse solide. (L'abbattimento ottenibile con la tecnologia ESP e' considerata vicina al 99,5% o superiore)

L'unità di filtraggio in progetto con una superficie di 2375 m^2, utilizza come manica filtrante il Ryton Rastex con una capacità di trattenimento in peso fino a 550 gr/m^2 di polveri e dotato di tutti gli ausiliari e automatismi per la rigenerazione (tubi soffiatori completi di ugelli di sparo, sistema distribuzione aria compressa, elettrovalvole di comando etc), del sistema di raccolta polveri captate e scarico (durante il ciclo di lavaggio), in apposita tramoggia e da questa tramite coclea di sfioro e rotocella di tenuta, definitivamente evacuate.

Le garanzie prestazionali della " linea fumi "dei valori inquinanti al camino sono nei limiti (medi giornalieri) : (fumi anidri ,condiz. Std e 11 %O2)

- particolato .....≤ 7 mg/Nmc
- HCl .....≤ 5 mg/Nmc
- SOx .....≤ 50 mg/Nmc

L'esaustore di coda è una macchina centrifuga ad alto rendimento ed a semplice aspirazione a cui compete di scaricare i fumi al camino prelevati a valle dei filtri a manica e bilanciare la de- pressione in camera di combustione in accordo ai ventilatori di aria comburente (primaria e secondaria) e di ricircolo dei fumi .
La regolazione di " bilanciamento " caldaia, avviene tramite azionamento a velocità variabile in c.a. (inverter).

Dati tecnici principali :

	Unità di misura	***Carico d'esercizio***	***Design***	***Carico di punta***
Portata nominale	*m^3/sec*	*33.25*	*36,58*	*43,0*
Temperatura	*°C*	*150*	*150*	*150*
Pressione ingresso impianto	*mm H_2O*	*- 80*	*-85*	*-100*
Pressione totale nominale a caldo	*mm H_2O*	*525*	*585*	*600*
Portata + 10%	*m^3/sec*	*36,57*	*40,23*	*47,3*
Pressione totale di progetto + 20%	*mm H_2O*	*630*	*702*	*720*
Potenza assorbita nominale a caldo	*kW*	*213,5*	*252,8*	*305,0*
Potenza assorbita di progetto a caldo	*kW/h*	*281,85*	*333,7*	*402,6*
Potenza installata	*kW*	*450*	*450*	*450*

Il camino esaurisce la "Linea fumi" e ha lo scopo di evacuare gli esausti scaricati dal ventilatore di coda e assicurare adeguata dispersione degli effluenti nell'ambiente circostante.
Dati tecnici:

- Portata nominale 36,58 mc/s
- Portata di progetto 40,23 mc/s
- Portata max 47,3 mc/s
- Temperatura (135-160) °C
- Velocità di risalita min. 15 m/s
- Altezza 30 m

- Base troncoconica (h =2 m) 2400/1800 mm
- Diametro interno 1800 mm

Alla base del camino sarà installato un sistema di analisi in continuo delle emissioni dimensionato per misurare le concentrazioni richieste nei limiti della Normativa. Il sistema sarà completo di sonde di prelievo, trasporto, deumidificazione, filtrazione, strumenti di misura e dispositivi di calibrazione.

I parametri in monitoraggio saranno :

- Portata fumi
- Temperatura
- Contenuto polveri
- TOC
- CO
- SO_2
- Umidità
- Pressione fumi
- NOx
- O_2
- HCl

L'acquisizione e registrazione dei dati misurati sarà svolta da postazione PC.

3) Turbogeneratore a vapore

La scelta tecnologica della turbina a vapore quale motore primo della Centrale per la produzione combinata di energia termica ed elettrica è stata decisamente l'aver consolidato una maturità tale da poter garantire un'alta affidabilità e discreta semplicità di esercizio . Affidabilità che il progetto di Ferrania lo lega ad un esercizio di 8000 ore anno strettamente asservita e al servizio del Sito Industriale cosi' come si evince dai consumi di energia termica ed elettrica previsti a regime dal Piano industriale 2008- 2012. (Vedere **Tabella P : Prestazioni turbogeneratore assetto a regime del piano industriale**)
La scelta progettuale per la tipologia di turbomacchina, a spillamento e condensazione è scaturita dalla imprescindibilità di garanzia per una gestione operativa dell'impianto semplice e sufficientemente flessibile nel soddisfare le necessità termiche delle utenze di stabilimento nella variabilità dei programmi produttivi e stagionali.

Tabella P : Performance turbogruppo e dati di esercizio – 8000 ore/anno

			Potenza termica spillata Valori medi [MWt] [t/h]		Energia termica spillata [MWht]			Potenza elettrica morsetti [MW]	En. elettrica prodotta lorda (EL) [MWh]	Potenza assorbita aux Centrale [kW]	Energia ausiliari (Ea) [MWh]	η_τ %	Energia netta sbarre 132kV (EL – a) η_τ Equivalente a Energia CV
			Stabilim. Liv.MP	Stabilim. Liv.BP	Stabilim. Liv.MP	Stabilim. Liv.BP	Totale MP + BP						
Regime invernale 4200 h	Infrasettimanale 3000	Diurno 2000 h	5,9 [MWt] 8,5 [t/h]	11,8[MWt] 15,8[t/h]	11.800	23.600	35.400	7,3	14.600	1.140	4.788	98,8	28.367
		Nott. 1000 h	5,3 [MWt] 7,6 [t/h]	4,5 [MWt] 6,6[t/h]	5.300	4.500	9.800	8,4	8.400				
	Week end 1200	Diurno 800 h	5[MWt] 7,2 [t/h]	2,65[MWt] 3,9 [t/h]	4.000	2.120	6.120	8,7	6.960				
		Nott. 400 h	5 [MWt] 7 [t/h]	2,15[MWt] 3,2 [t/h]	2.000	860	2.860	8,85	3.540				
Regime estivo 3800 h	Infrasettimanale 2720	Diurno 1810 h	5[MWt] 7 [t/h]	0,5 [MWt] 0,75 [t/h]	9.050	905	9.955	9,2	16.652	1.230	4.674	98,8	30.183
		Nott. 910 h	5[MWt] 7 {t/h]	0,5 [MWt] 0,75 [t/h]	4.550	455	5.005	9,2	8.372				
	Week end 1080	Diurno 720 h	5 [MWt] 7 [t/h]	/	3.600	/	3.600	9,45	6.800				
		Nott. 360 h	3,5[MWt] 5 [t/h]	/	1.260	/	1.260	9,45	3.400				
		Totale			41.560 [MWht]	32.440 [MWht]	74.000		68.724		9.462	98,8	58.550

Ricordiamo che la soluzione cogenerativa con turbina vapore in "contropressione", è caratterizzata da un recupero termico totale e una produzione termica ed elettrica a rapporto costante: necessita in sostanza di fabbisogno energetico " poco variabile ", sopratutto sotto il profilo termico (tipica applicazione nei processi produttivi a " macchina continua " come le cartiere o processi di craking /distillazione delle raffinerie).

Le caratteristiche principali della turbina a vapore sono sintetizzabili:

- macchina veloce, del tipo monocorpo ad azione , multistadio , accoppiamento a generatore sincrono (4 poli) con riduttore ad ingranaggi .
- prelievo allo spillamento "fisso" (non regolato) alla pressione 8 barg , temperatura del vapore (240-260) °C, per alimentare le utenze termiche MP dello stabilimento ; variabilità (7,5-9) barg alle diverse configurazioni di carico termico spillato.
- prelievo allo spillamento "regolato " alla pressione 2,5 barg- 175 °C ,per alimentare le utenze termiche BP dello stabilimento e il processo di rigenerazione delle condense al degasatore.
- scarico al condensatore dimensionato alla portata massima e previsto alle condizioni isotermobariche nel range (0,06 – 0,1)bara e (36,2- 45)°C.
- valvole di ammissione con sistema di regolazione potenza-frequenza e della pressione allo spillamento regolato.
- possibilità di funzionamento in " isola"
- funzionamento in "sliding pressure" (fino ad una pressione minima vapore uscita caldaia di 40 barg).

Essa sarà dotata di tutti gli ausiliari, accessori, strumentazione e dispositivi automatici di regolazione, controllo, monitoraggio e sicurezza per un esercizio sicuro ed affidabile in accordo ai migliori std di impianti similari.

Il generatore elettrico accoppiato alla turbina a vapore, mediante riduttore ad ingranaggi, è del tipo sincrono trifase, 4 poli (1500 g/1') .
Il sistema di eccitazione è di tipo Brushless, il grado di protezione IP 54, isolamento in classe F .
Il sistema di raffreddamento , autoventilato in circuito chiuso, sarà dotato di scambiatore aria/acqua e dimensionato per drenare il calore sviluppato dalle perdite. (rendimento a pieno carico $\geq$ 97%).
Il generatore, installato su fondazione in cemento armato separato dal basamento del gruppo turboriduttore, è dotato di ausiliari (in buona parte comuni a quelli della turbina a vapore), quadri di controllo (protezioni elettriche, misure, eccitazione, sincronizzazzione, etc), quadri di potenza (del montante linea MT e centro stella) e ogni altro dispositivo per permettere il comando locale / remoto di avviamento del turbogruppo (sincronizzazione di rete), di regolazione parametri esercizio (tensione alternatore, fattore di potenza) nelle configurazioni di funzionamento in isola (regolazione di tensione) e in parallelo alla rete RTN.
I segnali e le misure provenienti dal campo saranno convertite e collegate al PLC di controllo e da questi ,duplicati tramite linea seriale, al DCS della "Control Room" della Centrale.

I dati di targa del turbogeneratore sono riassumibili:

Turbina tipo		*Assiale /azione - multistadio*
Velocità (monte e valle riduttore)	*RPM*	*6300 /1500*
Termodinamici(vapore in ingresso)		
Flusso / Pressione/temperatura	*kg/s-barg-°C*	*11,94 - 60 - 460*
Entalpia	*kJ/kg- kcal/kg*	*3.316 - 792*
Potenza nominale	*MW*	*11,5*
Spillamento fisso (press.- temper.)	*barg- °C*	*8 - 240*
Spillamento regolato (press.-temp.)	*barg- °C*	*3,5- 175*
Condiz.allo scarico (full electric)		
Flusso-Pressione – temperatura	*kg/s-bara-°C*	*10,35- 0,06- 36,2*
Entalpia	*kJ/kg-kcal/kg*	*2.327,8 - 556*
fraz. Vapore	*%*	*90*
Alternatore sincrono trifase (4p-50Hz)		
Potenza nominale	*MVA*	*13,5*
Potenza attiva " in full electric "	*MW*	*10,4*
Fattore di potenza	*cosΦ*	*0,85*
Tensione	*kV*	*11*
Fluido raffreddamento	-	*aria*
Tipo di servizio	-	*S1*
Classe di isolamento	-	*F*
Classe di sovratemperatura	-	*B*

Il riduttore ad ingranaggi è del tipo doppia dentatura elicoidale, rapporto di riduzione 4,2 con un rendimento di trasmissione del 99%.
Il livello di rumorosità del turbogruppo è 90 db(A) ± 3 db(A) misurati a 1 m di distanza ed a 1,5 m di altezza dal perimetro del basamento. Tale livello sarà abbattuto al valore di 80 db(A) ± 3 db(A) mediante installazione di idonea cabina fonoassorbente.

4) Impianto di condensazione ad acqua e torri di raffreddamento

Il ciclo termodinamico del sistema Caldaia – Turbina richiede un impianto di condensazione che riporti il vapore allo scarico di turbina (la quota parte che non è stata derivata dagli spillamenti di media e bassa pressione per soddisfare le esigenze termiche dello stabilimento e la rigenerazione delle condense.) allo stato liquido e, dopo il processo di degasazione , riportato in alimento caldaia per inizio ciclo. Al condensatore di scarico turbina fa capo idraulicamente, a mezzo valvole, **anche il sistema di by-pass vapore AP**, (di scarico diretto del vapore AP in uscita Caldaia), per assicurare in condizioni di emergenza (guasti e interventi delle sicurezze di arresto transitorio del funzionamento caldia e/o turbina) di non scaricare in ambiente il vapore in uscita caldaia.
L'impianto di condensazione è essenzialmente costituito da:
- **Condensatore a fascio tubiero** , a due passaggi e a doppia camera , capacità e dimensionamento riferita al "full electric" (vapore allo scarico di 37,2 t/h – carico termico di 22,5 MWt) e una contropressione di funzionamento nominale turbina allo scarico ,di 0,075 bara (39,5 °C). La temperatura ingresso - uscita dell'acqua

refrigerante è fissata rispettivamente a 29 e 36 °C . Con queste caratteristiche il **condensatore soddisfa anche la condizione di "emergenza" per intervento delle valvole di by-pass della turbina** .

- Serbatoio raccolta per gravità del condensato (pozzo caldo)
- Pompe estrazione condensato (ridondanza 100% sulla portata del condensato e di back-up).
- Gruppo eiettori per estrazione degli incondensabili (a due stadi e a doppi elementi) e relativi accessori .
- Gruppo di pompe di circolazione del fluido refrigerante (acqua di torre) dimensionate sul regime del "full electric" e con almeno il 50% di back-up installato.
- **Torri evaporative a ventilazione forzata** (chiusura del circuito dell'acqua di condensazione e trasferimento in ambiente " aria" del carico termico Q2 del ciclo termodinamico.). Caratteristiche e parametri dimensionali delle torri di raffreddamento in progetto sono :

• carico termico totale (max)	23 MWt (regime "full electric")
• temperatura H2O ingresso –uscita	(36 - 29) °C
• portata acqua in raffred.to (max)	2.800 mc/h
• approach- point	5 °C

Alle condizioni ambientali (estive) di progetto :

• temperatura aria al bulbo secco	29°C
• temperatura aria al bulbo umido	24°C
• altitudine	340 m s.l.m.

Riguardo alla scelta progettuale per l'adozione di questa tecnologia per l'impianto di raffreddamento dell'acqua di condensazione , viene riportato di seguito un raffronto con l'alternativa condensazione ad "aria" che per l'applicazione al progetto Ferrania ne definisce la BAT.

Wet Cooling e Dry Cooling a confronto

Il condensatore in un ciclo diretto vapore di un impianto termoelettrico per la produzione di Energia, ha il compito di riportare (a basse pressioni) il fluido motore, dopo laminazione in turbina (conversione energia termica in meccanica), nelle condizioni termodinamiche di inizio ciclo.

La condensazione del vapore richiede un fluido esterno di raffreddamento.

Tradizionalmente, gli impianti di grande potenza, che hanno necessità di scambiare ingenti quantità di calore (Q2 nel ciclo diretto Carnot) sono per lo più ubicati in prossimità di grandi fiumi o di coste marine, appunto per usufruire in ciclo aperto di importanti quantità di H20 di raffreddamento.

La necessità di ridurre l'utilizzo di queste ingenti quantità di acqua, richiede di poter chiudere anche il ciclo del fluido di raffreddamento (rigenerazione termica attraverso torre di ventilazione : Wet Cooling), oppure l'utilizzo diretto di raffreddamento con aria ambiente senza fluido intermedio (Dry Cooling).

La tecnologia di raffreddamento Wet con torri di ventilazione non soddisfa al 100% la necessità di azzerare il consumo di H20, perchè il processo di trasferimento di calore Q2 da acqua ad aria ambiente avviene per **convezione** (funzione delle carattestiche costruttive e funzionali della Torre) e per **evaporazione** (funzione delle condizioni

termodinamiche dell'aria, in particolare dell'entalpia dell'aria satura alla temperatura dell'acqua in raffreddamento) .
Questa quantità di acqua evaporata può causare in certe condizioni di basse temperature e alte umidità relative (tipicamente del periodo invernale) il fenomeno del " **pennacchio** ", spiacevole all'immagine ambientale.
Questo consumo di acqua per evaporazione si può stimare in un 1,4% della portata totale. A ciò va aggiunta un'altra piccola quantità di consumo per perdite da " **trascinamento** ", di valore stimabile in un 0,005 % della portata ed un consumo di " **Blow-down**" per limitare i livelli di salinità e depositi dell'acqua in ricircolo (circa lo 0,18 % della portata).
Globalmente quindi, questi consumi ammontano ad un 1,6% della totale portata di acqua in torre.
Nel caso specifico del progetto, la portata dell'acqua in torre è di circa 2000 mc/h, per cui si possono stimare consumi di (28-33) mc/h.
La tipologia di H2O utilizzata per soddisfare tali consumi sarà quella di Stabilimento denominata "**industriale**" (la meno pregiata nella lista qualitativa delle acque utilizzate), il cui aggravio sugli attuali consumi non sarà totale, in quanto a regime, la fermata dell'attuale Centrale Termoelettrica libererà minori consumi pari ad almeno il 30% dei valori in questione.
Riguardo ai consumi di stabilimento è interessante la lettura della tabella I, in cui sono riportati i consumi a partire dal 2001; il trend in riduzione verso il 2009 è intorno al 60%.

TABELLA I - Prospetto consumi acqua stabilimento dal 2001 al 2009 (mc/anno)

		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Acqua potabile (acquistata)		96.527	105.498	102.710	67.883	84.792	72.190	67.255	60.966	59.239
Acqua di processo (acquistata)		655.590	598.235	607.740	468.488	316.550	228.727	163.280	111.711	45.575
Acqua industriale (prelievo diga)		558.518	693.239	542.430	667.200	759.490	632.669	786.630	700.970	548.170
Acqua industriale (prelievo pozzi)		98.013	121.750	122.335	0	253	0	0	0	0
Totale approvvigionamento (consumo acqueo)		**1.408.648**	**1..518.722**	**1.375.215**	**1.203.571**	**1.203.571**	**933.586**	**1.017.165**	**873.647**	**652.984**
Totale approvvigionamento (consumo medio orario)		**168**	**181**	**164**	**143**	**138**	**111**	**121**	**104**	**77**
Acqua di recupero (vasca circolare)		668.735	690.830	624.730	524.310	544.180	361.410	374.150	101.940	134.830
Acqua di ricircolo (impianto biologico)		331.200	331.200	316.800	268.800	268.800	223.200	187.500	175.000	167.500
Totale utilizzi		**999.935**	**1.021.830**	**941.530**	**793.110**	**812.980**	**584.610**	**561.650**	**276.940**	**302.330**
Totale utilizzato dal proc. produttivo		**2.408.583**	**2.540.552**	**2.316.745**	**1.996.681**	**1.974.065**	**1.518.196**	**1.578.815**	**1.150.587**	**955.314**

Questi eccellenti risultati sono conseguenza sia del costante miglioramento dei processi produttivi , che da una efficacie razionalizzazione ed utilizzo degli impianti di recupero e di ricircolo .
L'alternativa progettuale del sistema Dry Cooling è stata considerata , ma ancorchè non esistano stringenti motivazioni di non disponibilità dei quantitativi di H20 necessari al make-up del circuito di Torre , tale scelta deve considerare significative negatività progettuali e svantaggi di esercizio elencabili in:

- Minor efficienza globale di ciclo di almeno 1,5 punti %. Per il progetto di Ferrania avrebbe un significato di un maggior consumo di biomassa legnosa stimabile in 6450 t/anno.
- Lay-out di installazione con superficie almeno tripla.
- Peggioramento della rumorosità per la movimentazione forzata dell'aria attraverso le alettature scambianti delle batterie.
- Minor capacità di condensazione alle alte temperature (bulbo secco) ambientali del periodo estivo e conseguenti penalizzazioni delle performances e di output del turbogruppo.
- Minor adattabilità alle variazioni di esercizio cogenerativo (per variazioni significative di portate vapore allo spillamento regolato di turbina e relative variazioni di carico termico al condensatore).
- Maggiori costi di investimento.

Per contro le Torri evaporative, oltre al problema di poter disporre dell'acqua di consumo del circuito di reintegro (per altro di non significative entità e pienamente verificato per Ferrania) in certe condizioni ambientali (tipicamente alle basse temperature del periodo invernale) si manifestano pennacchi (succede quando parte dell'acqua evaporata in torre ricondensa a contatto con l'aria circostante e l'umidità relativa raggiunge Il valore di saturazione), che nel caso di grandi impianti di generazione (alcune centinaia di MWe) posti in **vicinanza di importanti Aeroporti o reti Autostradali** potrebbero creare problemi alla normale viabilità.
Per l'entità poco significativa della potenza di impianto e del suo sito di ubicazione nell'area industriale dello stabilimento, l'impianto di Ferrania non evidenzia certamente queste potenziali criticità.

5) Sistema condensato e acqua alimento - Degasatore termofisico

La funzione del sistema acqua alimento è quella di recuperare il condensato, reintegrarne le perdite con **acqua (make-up) demineralizzata**, preriscaldarlo (opportunità di recupero di calore dai fumi caldi di scarico dalla caldaia prima di immissione al camino), inviarlo al **rigeneratore e degasarlo** per essere alle condizioni di inizio ciclo pronto ad essere inviato in caldaia **tramite le pompe alimento** .
Impiantisticamente le condense di ritorno dagli scambi termici alle utenze di processo e dei riscaldamenti di stabilimento, e dal condensatore di turbina, sono raccolte in un serbatoio " recupero condense" e tramite pompe di rilancio (due , ciascuna dimensionata al 100 % della portata ed una di back –up all'altra) inviato al **degasatore per il processo di de-areazione e rigenerazione**.
I degasatori termici sfruttano la diminuzione di solubilità dei gas all'aumentare della temperatura per eliminarli dall'acqua ad evitare così corrosioni al generatore (nei tubi,

lato acqua) e alle reti del vapore e delle condense. I gas disciolti nell'acqua in trattamento sono essenzialmente ossigeno e anidride carbonica.
Il degasatore è costituito essenzialmente da :

- Torretta di degasaggio ad asse verticale (acqua in alimento dall'alto, vapore in controflusso dal basso) corone multiple e sezione di passaggio variabile con la portata di acqua, in grado di assicurare una polverizzazione sempre ottimale.Un sistema di piatti di frazionamento, opportunamento forati garantiscono una distribuzione omogenea dell'acqua e un percorso obbligato al vapore . **I gas disciolti nell'acqua , a contatto con il flusso ascendente del vapore subiscono una separazione e vengono espulsi all'esterno. L'azione di degasaggio così fatta, determina un contenuto di O2 residuo massimo di 5 ppb.**

La torretta si completa con un condensatore delle fumane a miscela (per ottenere la massima condensazione del vapore e separarlo dai gas in uscita);
valvole di sfiato e rompivuoto.

- Serbatoio di stoccaggio e raccolta dell'acqua degasata completo di attacchi e tubazioni per le aspirazioni delle pompe acqua alimento.
- Sistema di regolazione del vapore (pressione e temperatura di esercizio del degasatore).

Le caratteristiche termodinamiche e di esercizio del degasatore in sintesi:

	Unità di misura	***Valore***
Tipo	***Termofisico***	
Portata condensato	*t/h*	*50*
Pressione di esercizio	*bar(a)*	*1,5*
Temperatura di esercizio	*°C*	*111*
Pressione di progetto	*Barg*	*4*
Temperatura di progetto	*°C*	*200*
Volume serbatoio	*m^3*	*10*

Dal serbatoio del degasatore è derivata la presa in aspirazione delle **due pompe di alimento** dimensionate al 100% della portata nominale della caldaia.
Le pompe sono azionate da motori elettrici e dotate di valvole di intecettazione, filtro su aspirazione, valvole di intercettazione (aspirazione e mandata), strumentazione ed accessori, struttura di supporto e circuito di sfioro alla portata minima (ricircolo al degasatore).

Caratteristiche dimensionali e di esercizio delle pompe alimento

Tipo	***Unità di misura***	***Pompe alimento***
Numero	*2*	*Ciascuna al 100% della portata*
Centrifugo multistadio	*/*	*/*
Portata nominale	*t/h*	*50*
Prevalenza nominale	*Barg*	*75*
Efficienza		*≥ 0,8*
Portata di esercizio	*t/h*	*43,6*
Pressione di esercizio	*Barg*	*70*
NPSH	*M*	*4*
Potenza nominale motore	*kW*	*160*

6) Make-up acqua demineralizzata, acqua industriale e dei servizi di Centrale

La Centrale abbisogna per il suo ordinario funzionamento un certo quantitativo di acqua che è di tipologia specifica e differenziata per processo di utilizzo.
Essenzialmente l'impianto deve disporre di tre tipologie di acqua :

• **demineralizzata** per compensare le perdite del ciclo termico per il reintegro degli spurghi di caldaia, del vapore degli eiettori del vuoto del condensatore (solo parzialmente recuperato nelle condense) e delle tenute a labirinto della turbina, delle prese campioni e drenaggi vari (specialmente sulla rete condense) per necessità sporadiche. **Il consumo di Make-up è previsto nel range 1-1,3 mc/h**, valore sicuramente di benchmark per impianti che distribuiscono (energia termica) vapore a processi produttivi di stabilimento.
L'acqua demineralizzata, conducibilità $\leq$ 1 µS/cm, continuerà ad essere prodotta dall'impianto della Centrale esistente; utilizza la tecnologia classica e consolidata delle resine a scambio ionico (trattamento con letto anionico + cationico + letto misto finale), è fornito di impianti per integrazione di additivanti chimici (**amminici come prodotti filmanti** per la protezione delle tubazioni della rete condense, **riducenti come la carboidrazina** per la neutralizzazione dell'ossigeno residuo disciolto nell'acqua, **alcalinizzanti come il fosfato tribasico** per neutralizzare sali di durezza residua e assicurare un valore di pH nel range 9,0-9,3) e di tutta la strumentazione di controllo e monitoraggio necessari al corretto e sicuro funzionamento del sistema.
L'acqua primaria che entra nel processo di demineralizzazione è fornita da acquedotto SAP ed ha la caratteristica di acqua sorgiva non trattata con prodotti potabilizzanti (cloro o derivati) .
La capacità dell'impianto di produzione di H2O demi è di 30 mc/h e la capacità del letto misto finale che tratta anche le condense della rete stabilimento, di 50 mc/h.

• **industriale** per il make-up del circuito delle torri di raffreddamento e servizi vari di utilizzo prevalentemente discontinuo come lavaggi tubazioni durante interventi manutentivi, rigenerazione in automatico degli stessi filtri montati sul collettore principale di adduzione dell'acqua, etc .
L'alimentazione di acqua industriale viene assicurata da **emungimento fiume Bormida** dalla esistente diga (autorizzazione fino 0,70 moduli) e **dai circuiti di recupero interni** degli impianti dei processi di raffredamento. **Il consumo previsto di acqua industriale si pone nel range di 28-30 mc/h.**

• **potabile** per usi sanitari e quindi di consumo prevalentemente civile**: è stimato intorno al metro cubo orario.**

Riepilogo Consumi Acqua

Blowdown Caldaia e circ.ti vapore/cond.se.(Demi)	mc/h	1,2
Make-up Torri (evap.e e blowdown) (Ind.le)	mc/h	29
Altri usi industriali (Industriale)	mc/h	4,5
Usi sanitari (Potabile)	mc/h	1
Totale	mc/h	35 ,7

7) Sistema elettrico di potenza e Trasformatore elevatore di parallelo RTN

Il sistema elettrico della Centrale cogenerativa alimentata a biomasse legnose é totalmente integrato all'esistente di stabilimento ed è fondamentalmente composto da 3 sezioni: **(Vedi Allegato F: Schema unifilare generale.)**

- Sistema MT del montante di macchina 11 kV e rete 3 kV di Stabilimento.
- Connessione tramite trasformatore elevatore a RTN 132 kV.
- Sistema di distribuzione BT 400 V dei servizi ausiliari .

Il calcolo e il dimensionamento delle apparecchiature elettriche principali dei circuiti di potenza (manovra e protezioni) è basato e riferito ai parametri di rete al nodo 132 kV e ai dati caratteristici di macchine come di seguito:

- corrente di guasto franco trifase al nodo 132 kV .....13,54 kA
- Potenza di c.c..Sk al nodo 132 kV .....3096 MVA
- reattanza subtransitoria diretta x"d del generatore 20%
- reattanza sincrona diretta xd 150%
- sono trascurati i contributi al guasto dei motori asincroni di Stab.to

Con queste ipotesi , le verifiche condotte dalla calcolazione delle correnti di guasto hanno definito :

Punto di guasto	*Corrente I''k di C.C. simmetrica sub transitorio kA*	*Valore di cresta della corrente asimmetrica nel sub-transitorio kA*
Sbarre M.T. generatore 13.5 MVA	*11,96*	*32,10*
Sbarre M.T. trasformatore elevatore 14 MVA	*12,70*	*33,02*
Sbarre A.T. trasformatore elevatore 14 MVA	*13,73*	*36,89*

Il montante del generatore (sincrono trifase, tipo brushless) è sul livello 11 kV ed è collegato al "feeder primario MT ", da proprio interruttore di macchina (che svolge anche la funzione di 1° interruttore di parallelo).
Dal feeder primario sono derivati (tramite interruttori) i cavi che alimentano rispettivamente il trafo elevatore 11/132 kV di interconnessione al nodo entra/esce di due linee della rete RTN (di proprietà Terna), e il trafo dei servizi ausiliari della Centrale .
Il trasformatore degli ausiliari alimenta, tramite quadro Power Center, 400 V, una sezione di feeder secondari, i quali distribuiscono alle utenze di modo "normale" (Servizi generali e quadri MCC di Caldaia), ed una sezione ridondante su due livelli (il 1° di commutazione automatica da alimentazione BT della Cab. ex IFA dello stabilimento e il 2° da commutazione automatica su alimentazione da Diesel elettrogeno) per distribuire alle utenze " Ininterrompibili e di emergenza" (pompe alimento, ventilatore raffreddamento griglia, luci di emergenza, sistemi convertitori c.a./c.c , UPS, e il power center degli ausiliari del turbogruppo).
Infine un feeder ridondante (su un livello) a commutazione manuale alimenta il power center dei servizi " esterni " e generali, inclusi gli ausiliari della linea " legno" (sistema di alimentazione cippato alla tramoggia della griglia di Caldaia.)

Il **trasformatore elevatore MT/AT** e quello degli **ausiliari MT/BT** hanno caratteristiche e dati di targa come riportato nella **Tabella T .**

Il trasformatore elevatore sul lato AT, collega, tramite proprio interruttore, il montante di macchina del generatore di Centrale, alla sbarra 132 kV della Stazione Primaria di alimentazione dello Stabilimento ed immediatamente a valle del nodo in entra - esce delle linee 816 e 814 Terna.

Tra il nodo RTN e l'interconnessione del montante di Centrale sarà installato l'interruttore disgiuntore di interconnessione /separazione della rete esterna alla rete interna RIU del sito industriale; tale interruttore oltre a svolgere una funzione di scelta (di protezione vs la RIU nel caso di guasti intervenuti sulle linee RTN) per esercizio in "isola" , diventa interruttore di parallelo (il 2°) appunto al momento di rientro da funzionamento in "isola".

In sintesi, lo schema elettrico che configura la Centrale a Biomassa come impianto di produzione di Energia termica ed elettrica asservito al Sito Industriale, unitamente alla scelta adottata per le apparecchiature di potenza, della componentistica ausiliaria, della tipologia del sistema delle protezioni elettriche e selettività all'intervento, evidenzia un lay-out impiantistico sui diversi livelli di tensione AT-MT-BT, disegnato e dimensionato in ogni elemento non solo per ottenere la massima affidabilità e continuità di esercizio per le attività produttive all'interno della RIU del Sito Industriale, ma anche ad assicurare l'operabilità dei servizi essenziali durante le situazioni di emergenza che dovessero accadere.

Il design adottato configura uno Standard progettuale di assieme (Centrale integrata nel Processo produttivo del Sito Industriale di Ferrania) e di stato dell'arte nelle scelte impiantistiche , su livelli di eccellenza e certamente in linea alle BAT.

TABELLA T – Caratteristiche Trasformatori .

		Trasformatore elevatore	*Trasformatore ausiliario*
Descrizione	*Unità*	*Valore*	*Valore*
Potenza nominale	*MVA*	*14*	*1,6*
Tipo di Servizio	/	*Continuo*	*Continuo*
Tensione nominale primaria/secondaria (50 Hz)	*kV*	*11*	*11*
Tensione secondaria a vuoto	*kV*	*132*	*0,4*
Regolazione tensione (a vuoto) (lato AT / primaria)	*%*	*± 2x2,5*	*±2x2,5*
Tensione di c.c. Vcc	*%*	*8*	*6*
Collegamento primario/secondario	/	*Triangolo/Stella*	*Triangolo/Stella*
Gruppo vettoriale	/	*dYN11*	*DYn11*
Isolamento /Classe di isolamento	/	*Olio minerale/ A*	*Olio minerale/ A*
Raffreddamento	/	*ONAN*	*ONAN*
Temperatura ambiente	*°C*	*40*	*40*
Norme di riferimento	/	*CEI/IEC*	*CEI/IEC*
Installazione	/	*Esterno*	*Esterno (in cabina)*

8) Sistema di automazione, supervisione e controllo.

La filosofia adottata per la configurazione e l'ingegnerizzazione del sistema di regolazione, controllo e supervisione della Centrale e le sue interconnessioni fisiche e funzionali con gli impianti utility dello stabilimento, è stata improntata fondamentalmente per **assicurare una alta affidabilità, sicurezza di funzionamento e flessibilità di esercizio (del cogeneratore) alle varie necessità termiche dei processi produttivi.**
L'architettura che ne è scaturita per soddisfare al meglio questi obiettivi e in linea alle BAT, configura un Sistema di Controllo Distribuito (DCS).

Il sistema DCS gestirà i sistemi di:

- Caldaia (incluso l'impianto di alimentazione e carico cippato della tramoggia di griglia)
- Turbina a vapore (con interfaccia al proprio sistema di controllo)
- Impianto di "ciclo a bassa entalpia" (condensatore – degasatore /rigenerazione e pompe alimento)
- Circuito di raffreddamento condensatore in ciclo chiuso Wet Cooling.
- Quadri elettrici di BT e MT.
- Stazione primaria 132 kV
- Sistema di monitoraggio emissioni .
- Sistema ausiliari (PLC dei vari impianti degli ausiliari ,come produzione aria compressa, sistema antincendio, etc, sono interfacciati con DCS per il controllo centralizzato.)

Le principali funzioni svolte dal DCS sono :

- Acquisizione dati e visualizzazione variabili di processo – impianto.
- Registrazione ed archiviazione variabili processo- impianto.
- Coordinamento aree di impianto e controlli sequenziali.
- Gestione allarmi e registrazione cronologica degli eventi .
- Regolazioni (settaggi variabili di processo e soglie di parametri in logica di controllo) e protezioni di impianto .

I vari componenti principali di impianto (sistemi "package" come Caldaia, linea fumi, turbogeneratore, sistema di alimentazione cippato, etc) sono già in proprio dotati di sistema di automazione e controllo (PLC o equivalenti) con dedicata interfaccia operatore in funzionamento "locale"; ognuna di queste aree funzionali di impianto ha dedicata una **stazione di controllo di processo** per l'interfacciamento del sistema con il "campo" e per l'elaborazione degli algoritmi di controllo e supervisione, ed è costituita da una serie di cabinet dove alloggiano alimentatori, protezioni, schede elettroniche e morsettiere. Le varie stazioni sono interconnesse tramite il DCS Loop e riportano alle **stazioni operatore ubicate nella Control Room** (basate su PC , video a colori, stampante etc) dalle quali sarà possibile a mezzo di sinottici a video, controllare e supervisionare l'impianto, ovvero monitorare le variabili di processo, eventuali attivazione di allarmi, comandare dispositivi On/Off di componenti di impianto, impostare set-point delle regolazioni dei processi.
L'architettura complessiva I&C sarà tale per cui, una comunque possibile causa di guasto interna al DCS, non determinerà il blocco dell'intero impianto. (Fatto salvo la salvaguardia di garanzia per un **funzionamento sempre sicuro**).

In Control Room sarà realizzata una **stazione di ingegneria EWS** per la configurazione del DCS.
Tipicamente ogni **stazione di controllo processo è costituita da**:

- Coppia di CPU in configurazione ridondante (hot stand-by)
- Moduli per diagnostica di sistema
- Moduli di interfaccia con data highway di sistema
- Moduli per analog input/output 4-20 mA
- Moduli per analog input da termoelemeti (pt100, termocoppie etc)
- Moduli per digital input
- Moduli per uscite digitali a relè
- Moduli per interfaccia seriali
- Alimentatori ridondanti 24/48 Vcc
- Moduli ridondanti di alimentazione di sistema.

Una rete ridondante di comunicazione di sistema ad alta velocità (data highway basata su protocollo TCP/IP o equivalente) interconnetterà i vari elementi sopra descritti e componenti il sistema DCS.
In allegato D è riportata l'architettura del sistema di automazione DCS.

E) FONTI RINNOVABILI: CONTRIBUTO IMPIANTO DI FERRANIA ALLA RIDUZIONE DEI GAS SERRA

Allorchè i processi di combustione delle biomasse vegetali boschive hanno contributo neutro all'incremento del tasso di CO2 in atmosfera, la produzione di energia termica ed elettrica utilizzando il cippato di legno come combustibile equivale un risparmio di energia primaria fossile e conseguentemente un miglioramento ambientale in termini di rilascio evitato di gas serra.
La calcolazione della quantità della CO2 evitata fa riferimento ad una emissione specifica di CO2 del parco di produzione termoelettrico nazionale pari a **700 g per kWh di energia netta in rete** , mentre per la produzione di energia termica si fa riferimento all'utilizzo del combustibile **gas naturale con un PCI pari a 8400 kcal a Stdmc e un rendimento di caldaia pari a 0,9**.
Mentre si stima pari a 320.000 Stdmc/a il consumo di gas naturale per avviamenti e controllo CO della caldaia a biomasse.
Con queste ipotesi si ottengono:

- CO_2 evitata per energia elettrica prodotta netta .....40.950 t/a
- CO_2 evitata per energia termica prodotta utile .....16.389 t/a
- CO_2 rilasciata per avviamenti e controllo CO ..... (626) t/a

Totale CO_2 evitata netta 56.713 t/a

L'energia primaria fossile risparmiata sarebbe pari a 17.041 tep/anno.

F) PROGRAMMA TEMPORALE DI REALIZZAZIONE, START UP E TRASFERIMENTO CARICO TERMICO DI STABILIMENTO A CENTRALE BIOMASSE

Il tempo necessario alla realizzazione e alla messa in esercizio a regime dell'impianto a partire dalle autorizzazioni a costruire, è stimato in 30 mesi e configurabile nelle diverse fasi come da crono-programma di Gantt **di tabella S** .
Il crono-programma delle attività è suddiviso in 5 fasi e configura le modalita' di trasferimento e funzionamento nella transizione tra lo stato attuale con la Centrale esistente (alimentata con gas naturale) e la configurazione di progetto con la nuova Centrale a biomasse.

Fase 1
- Centrale a biomasse in costruzione.
- Centrale esistente in esercizio .

Durata: 23 mesi.

Fase 2
- Centrale a biomasse con prove a "freddo " ed a "caldo".
- Centrale esistente in esercizio.

Durata: 3 mesi.

Fase 3
- Centrale a biomasse inzia l'esercizio provvisorio nella configurazione con spillamento di vapore "non regolato" di media pressione (8 barg), per alimentare le utenze termiche di stabilimento a livello di temperatura "alto" (processi di area chimica e R18 di produzione film polimerico).
- La Centrale esistente funziona in asservimento al resto del carico termico di stabilimento con una riduzione del consumo di gas (mediato sull'anno), di circa 580 Stdmc/h.

Durata: 1 mese.

Fase 4
- Esercizio della nuova Centrale con spillamento di vapore sulla media pressione e test sugli impianti di distribuzione di vapore a bassa pressione (2,5 barg) e di acqua calda per tutte le rimanenti utenze termiche di stabilimento.
- La Centrale esistente modula in compendio all'esercizio della nuova Centrale a biomasse ed in riduzione di carico fino al completo spegnimento.

Durata: 2 mesi.

Fase 5
- Centrale a biomasse in configurazione di pieno assetto cogenerativo e funzionamento a regime per inizio esercizio "commerciale".
- Centrale esistente ferma ed utilizzabile in riserva "fredda" per soccorso e back-up .

La configurazione di esercizio definitivo prevede il funzionamento della nuova Centrale a biomasse per un tempo medio anno di 7.800 - 8.000 ore (tempi di

funzionamento target per questa tipologia di impianti), mentre la Centrale esistente in "riserva fredda", consentirà la copertura completa dell'attività produttiva (8200-8400 ore/anno) a fronte dei programmi di manutenzione ordinaria e straordinaria richiesti dagli standards (BAT) di funzionamento della Nuova Centrale.

G) PROGRAMMA DI MESSA FUORI SERVIZIO E DISABILITAZIONE DEGLI IMPIANTI TERMICI DELLA CENTRALE ESISTENTE. PROCEDURA DI NOTIFICA PER UTILIZZO "IN SOCCORSO"

Lo stabilimento di Ferrania è fornito di una Centrale che attraverso la fornitura dal mercato delle fonti primarie gas naturale, acqua ed energia elettrica (in AT), produce, trasforma, e distribuisce le energie essenziali al processo produttivo: vapore, energia elettrica, energia frigorigena, aria compressa. In Centrale sono installati 3 generatori di vapore alimentati a gas naturale aventi le seguenti caratteristiche:

- Caldaia n °1 : Generatore Breda a tubi d'acqua, potenzialità 20MWt (25 t/h) .
-
- Caldaia n° 2 : Generatore Sices a tubi d'acqua, potenzialità 37 MWt (45t/h).
-
- Caldaia n° 3 : Generatore Mingazzini a tubo di fumo, potenzialità 8MWt (10 t/h), installato nel Settembre 2009 in sostituzione di un generatore Breda 37MWt (45 t/h) che è stato smantellato.

La potenzialità termica totale della Centrale è di 65 MWt.

Il vapore utilizzato nello stabilimento sia per il processo produttivo che per il riscaldamento , è prodotto allo stato attuale , da uno solo dei generatori di cui sopra; la caldaia n° 1 nel periodo invernale e la caldaia n° 3 nel periodo estivo; la caldaia n° 2 è in back-up rispetto alle altre due.
Tutti i tre generatori sono idraulicamente collegati in parallelo ai collettori di distribuzione del vapore, che per le necessità dei livelli termici delle varie utenze dello stabilimento, sono due; un collettore a media pressione, caratteristiche del vapore 8 barg- 220 °C, un collettore di bassa pressione 2,5 barg -170 °C .
L'energia termica del vettore H2O calda è prodotta da uno scambiatore di calore della potenzialità di 6.000.000 kcal/h (6,97 MWt), (primario vapore BP) e distribuita alle utenze (principalmente per la rete riscaldamenti uffici e impianti di air conditioning) sul livello termico 70°C.

I fumi di combustione dei tre generatori sono convogliati in un unico punto di emissione all'atmosfera tramite un camino alto 70 m ; il suo **codice identificativo è riportato nel documento autorizzativo A.I.A. come condotto di scarico E1. (documento A.I.A., autorizzazione integrata ambientale, n°1555 /2008 della provincia di SV).**

La Centrale a biomassa sostitutiva di quella esistente fornirà nel normale esercizio , la totalità dell'energia termica (sotto forma di vapore ed acqua calda) necessaria all'esercizio produttivo dello stabilimento .

L'interconnessione "termica" tra le due Centrali sarà realizzata con il collegamento separato dei due spillamenti, a media e bassa pressione, del turbogruppo vapore della Centrale a biomasse, rispettivamente al collettore 8 barg e 2,5 barg della Centrale esistente.

Al momento dell'entrata in esercizio a regime della Centrale a biomasse , e ,secondo il crono-programma riportato in Tabella S, a termine della Fase 3 e 4, saranno **intercettate e sigillate le valvole di radice delle alimentazioni del gas ai generatori della Centrale esistente , al fine di mantenere la stessa funzionale ma non operativa.**

Sequenza operativa della procedura di notifica per l'utilizzo della Centrale esistente (enti competenti :Regione,ARPAL,Provincia e Comune . Nota Regione Liguria del 15/05/07 Prot. n 65869/665)

In caso di interruzione di servizio (sia programmato o a seguito guasto) della Centrale a biomassa, al fine di assicurare la continuità della produzione e le condizioni di sicurezza degli impianti, si procederà alla riattivazione della Centrale esistente secondo la seguente procedura di notifica:

1. In caso di **fermata programmata per interventi di manutenzione** il Responsabile di Centrale comunicherà via e-mail e fax agli Enti interessati (Provincia, Comune, Arpal) il programma di riavvio della Centrale esistente e la relativa durata dell'intervento. Al momento dell'intervento, si procederà alla rottura dei sigilli delle valvole manuali di alimentazione del gas e si attiverà la sequenza di riavvio dei generatori di vapore.

   Al termine dell'intervento di manutenzione , il Responsabile di Centrale procederà al riavviamento della Centrale a biomassa e raggiunto il funzionamento a regime provvederà alla chiusura delle valvole di alimentazione del gas della Centrale esistente e ne darà comunicazione agli Enti di cui sopra richiedendo contemporaneamente il ripristino dei sigilli delle valvole. Sarà facoltà dell'Ente competente stabilire il modo di procedere alla risigillatura delle valvole stesse.

2. In caso di **fuori servizio non preventivabile (guasto od altro)** della Centrale a biomassa , il Responsabile di Centrale comunicherà immediatamente via e-mail e fax agli Enti interessati (Provincia, Comune, Arpal) la sopravvenuta necessità di riavvio della Centrale esistente e si procederà alla rottura dei sigilli delle valvole di alimento e verrà attivata la sequenza di riavvio dei generatori di vapore.

   Al termine dell'intervento, il Responsabile di Centrale procederà al riavviamento della Centrale a biomasse ed a funzionamento di regime raggiunto si provvederà all'arresto della Centrale esistente con le modalità descritte al punto 1.

Gli interventi operativi descritti in procedura, saranno riportati su apposito Registro con pagine numerate progressivamente e vidimato dalla Provincia.

Lo schema 1 rappresenta in modo semplificato il sistema di alimentazione gas naturale dei generatori di vapore della Sezione termica della Centrale esistente.

Schema alimentazione gas
Centrale esistente

Schema 1

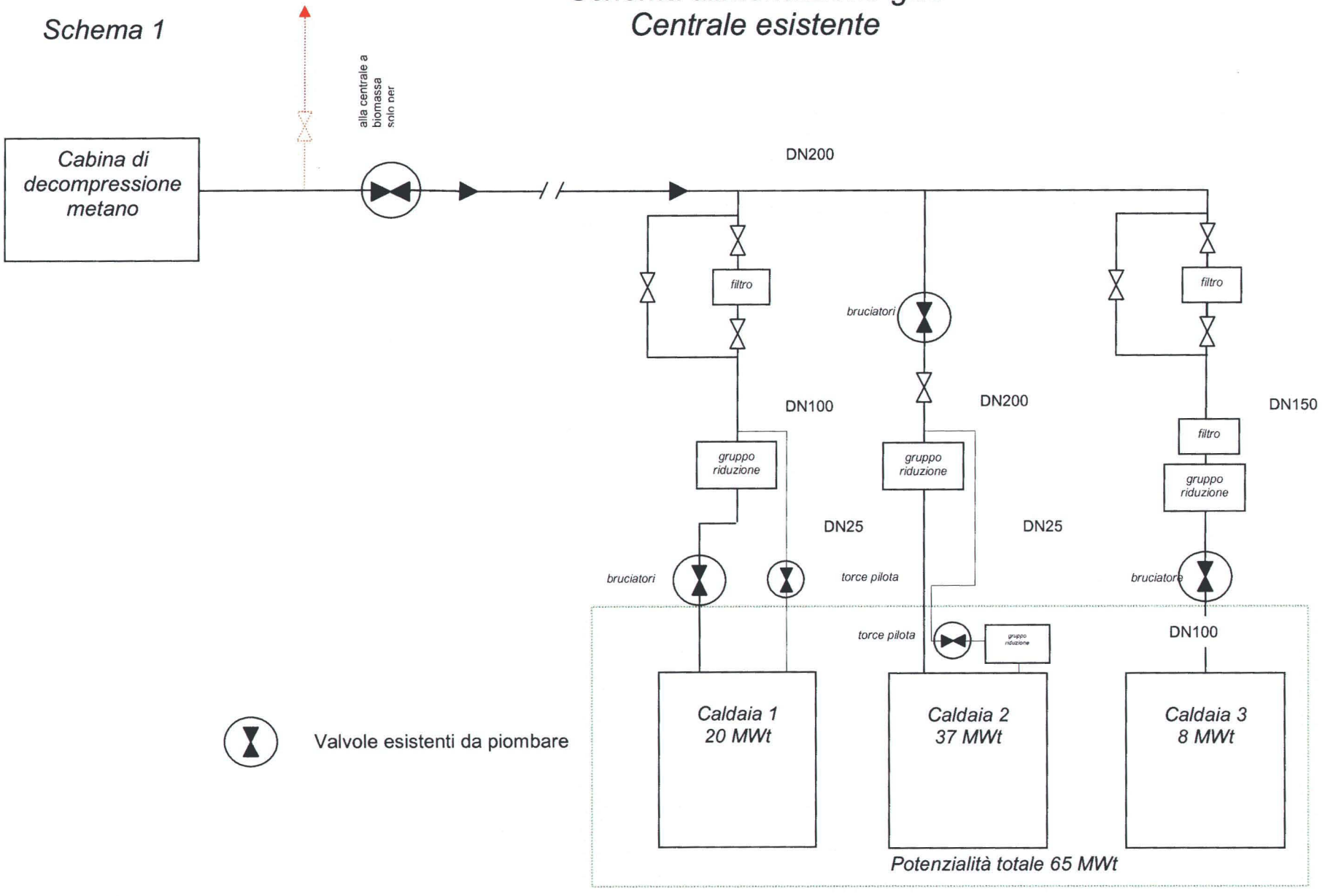


Tabella S

Autorizzazione a costruire **START**	Mesi 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23							
Fase 1																														
Centrale a biomasse: ingegneria, costruzione e montaggi Centrale esistente: in funzione																														
Fase 2																								24	25	26				
Centrale a biomasse: prove a freddo ed a caldo Centrale esistente: in funzione																														
Fase 3																											27			
Centrale a biomasse: in esercizio, spillamento vapore M.P. Centrale esistente: riduzione consumo gas naturale (580Sm^3/h)																														
Fase 4																												28	29	
Centrale a biomasse: test su distribuzione vapore B.P. e H_2O calda Centrale esistente: riduzione consumo gas naturale fino a spegnimento																														
Fase 5																														30
Centrale a biomasse: configurazione finale Centrale esistente: ferma ed utilizzabile per soccorso e back-up																														

nota: 0.92 = rendimento riduttore x rendimento generatore

*Q2 22.5 MWt in regime "full electric"

$$Pm=\frac{(43x(792-688)+36x(688-673)+24.7x(673-556))x1000x0.92}{860}=8.6\ \text{MWe circa}$$

VAP. PRINCIPALE 43.3 t/h 460 °C 792 kcal/kg

60barg 3'315 kJ/kg

(circa 320 GWht/a)
8'000 h/a

40MWt
rendimento >= 0.86

AL COND. VAP. TENUTE MANICOTTI ⓖ

108 Kg/h 180 kg/h EIETTORI DEL VUOTO ⓕ

6.3 t/h 2.5 barg ~ 4.25MWt
173 °C 673 kcal/kg
Utenze stabilimento B.P.

SFIATO
0.11 Q

5 t/h 173 °C
3.5 bara 2817 H

DEGASATORE
P= cost = 1,5 bara

n° 3 pompe 1.000 mc/h

43 t/h 460 °C

24.7 t/h 41 °C
0.08 bara 556 kcal/kg

CONDENSATORE AD ACQUA

1800 mc/h 29 °C

ACQUA DI RAFFREDDAMENTO DA TORRE

PA POMPE DI ALIMENTO

0.3 t/h

39 t/h 46 °C 5 bara

02 fumi umidi 6%
02 fumi anidri 8.07%

31.17 kg/s
(circa 90'000 Nmc/h)

FUMI AL CAMINO
27 kg/s
circa 78'000 Nmc/h
145/160 °C

Pm lorda circa 8.5 MW
Ee lorda circa 68 GWh/a
Ee netta circa 59 GWh/a
(alle sbarre AT)

TURBINA A VAPORE

circa 515 kcal/kg (*Q2=14.8 MWt)

1.800mc/h 36°C
(2.700mc/h in regime "full electric")

ACQUA DI RAFFREDDAMENTO A TORRE

Attemperamento (eventuale)
vapore spillato per
carico termico stabilimento

CALDAIA

ϒf =1.215 kg/mc

RICIRCOLO FUMI
4.15 kg/s (circa 12'000 Nmc/h)

14.3 t/h
2.400 kcal/kg

BIOMASSA

43.6 t/h

70 bara

Et utile per stab. ~ 74 GWht/a

5 MWt

7 t/h 240°C

8 barg 688 kcal/kg

ARIA PRIMARIA + SECONDARIA
circa 12.12 + 8.83 kg/s
(circa 35'000 + 25'500 Nmc/h)

$$e=\frac{Vae}{Vat}=\frac{1}{1-0.048\ O2+0.014\ CO}=1,405$$

SPURGO CONTINUO

6.86 Q
40.3 °C 169.8 H

24.7 t/h

make-up 1.3 t/h
15 °C

0.05 Q
98 °C

EIETTORI 0.05 Q ⓕ

POMPE DI ESTRAZIONE

24.7 t/h 41°C
0.08 bara 171.6 H

36.4 °C

circa 80 mc

SERBATOIO RACC. CONDENSE

70 °C

13 t/h 70 °C RITORNO CONDENSA STABILIMENTO

0.03 Q
97 °C

TENUTE MANICOTTI 0.03 Q ⓔ

POMPE RILANCIO CONDENSE

Utenze stabilimento M.P.

Q Kg/s	P bar(a)
°C	kJ/kg H

rendim. lordo 1° principio= (Ee+Et)/Ec =(68.8+74)/320 = 0.446
equivalente al 44.6%

Allegato B

B6	15.03.10	Campi				
Rev.	Data		Scopo	Data		
	Redatto		Autorizzato			

Ferrania Technologies

Titolo: Impianto a biomasse FERRANIA

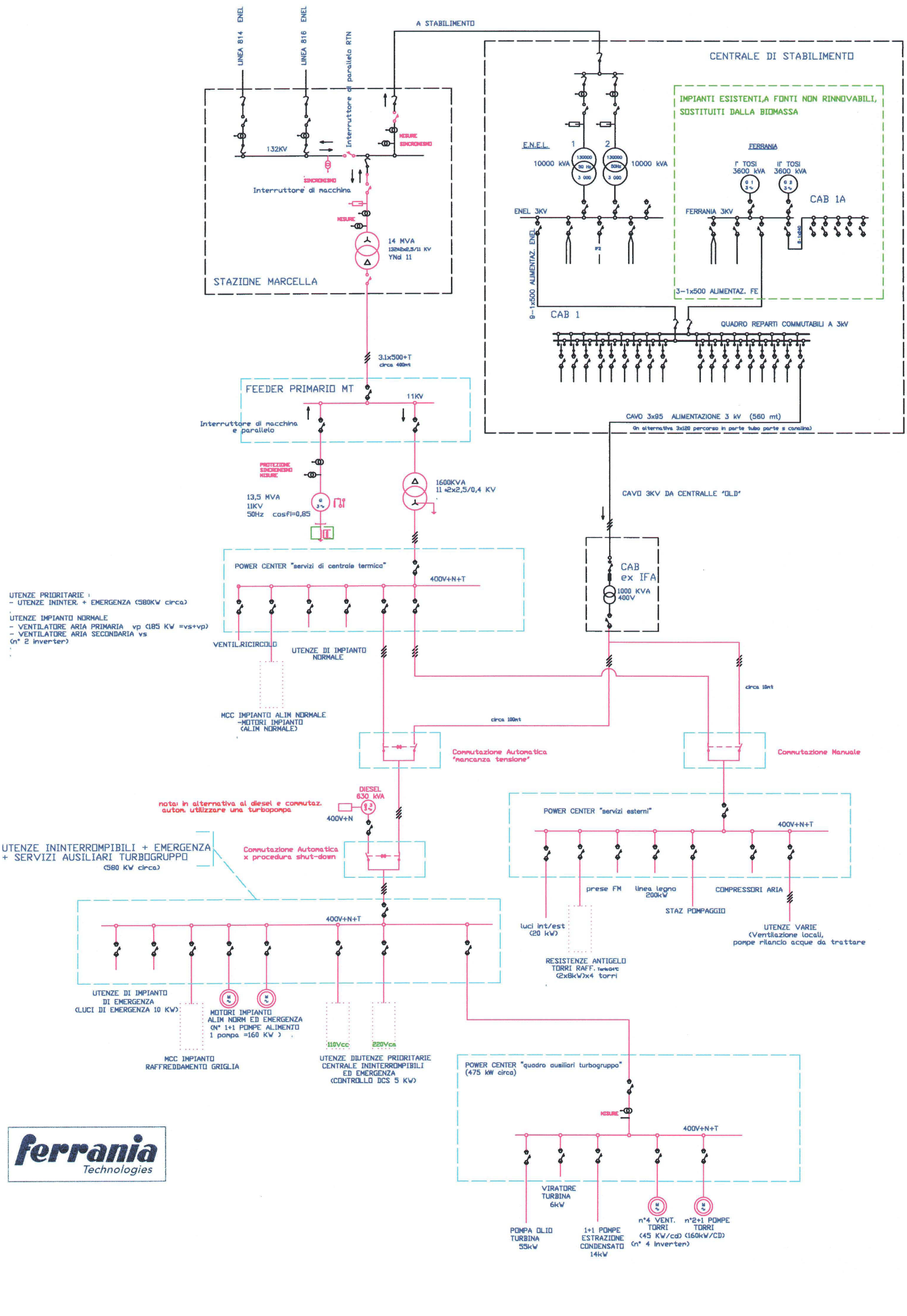
Progetto: FAL.01 | PD | 042 (job | tipol. | num./foglio)

Cliente: FERRANIA TECHNOLOGIES

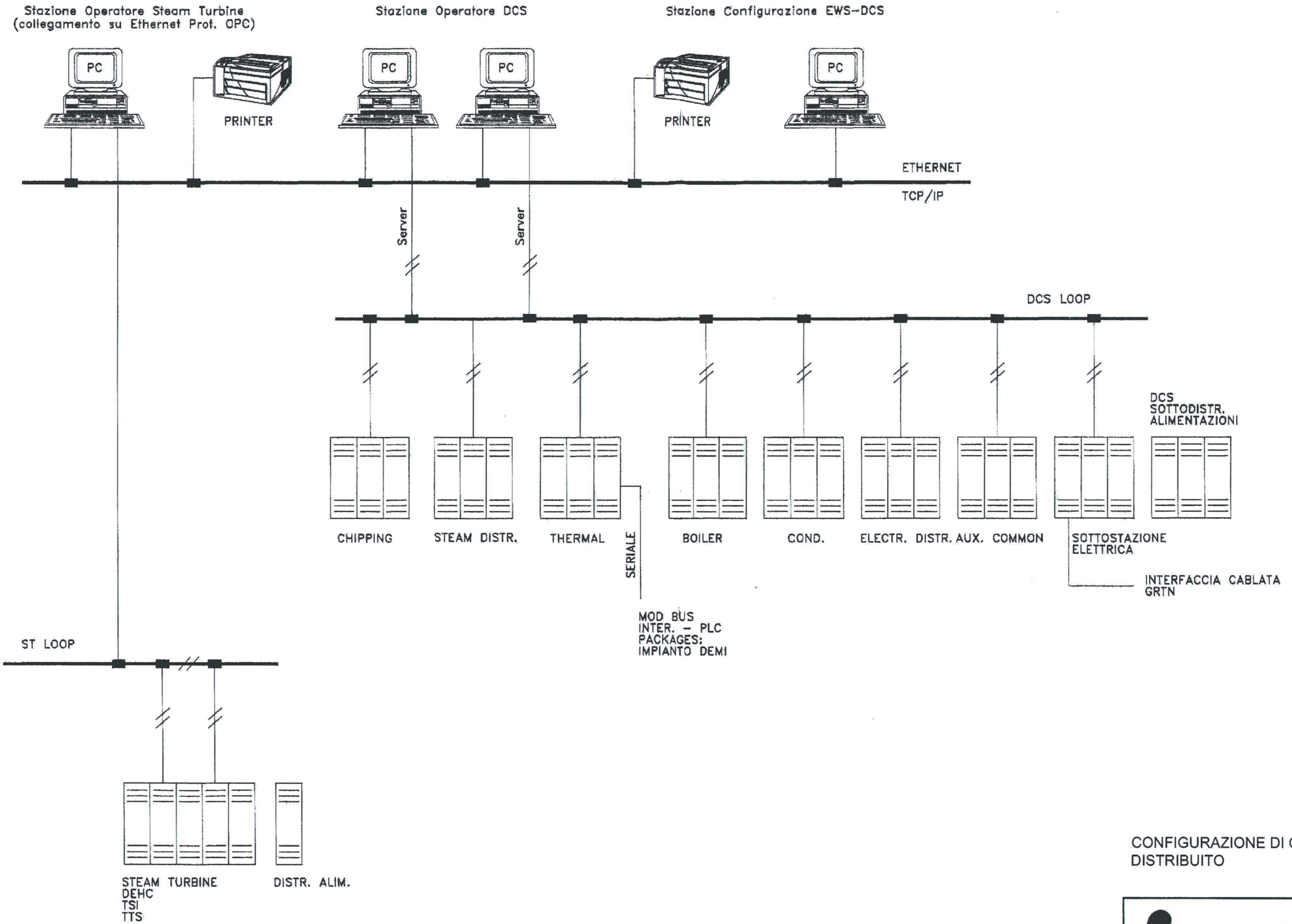
BILANCIO DI MASSA ED ENERGIA-CON SPILLAMENTO

ALLEGATO F.

CENTRALE BIOMASSA E RETE M.T. DI STABILIMENTO : SCHEMA UNIFILARE GENERALE



ferrania Technologies



CONFIGURAZIONE DI CONTOLLO DISTRIBUITO

ferrania Technologies

10999.dwg