



STEAM & POWER



LA COGENERAZIONE CON TECNOLOGIA ORC AD ALTA TEMPERATURA

- La tecnologia ORC di Turboden
- STEAM & POWER ORC
 - Prestazioni e Caratteristiche
 - CHP da Gas Naturale
 - CHP da Biomassa
 - CHP da Heat Recovery da turbina a gas
- La cogenerazione ed i processi manifatturieri
- La sinergia con impianti di cogenerazione tradizionali

LA TECNOLOGIA ORC DI TURBODEN

L'esperienza Turboden

Turboden è una società Italiana leader globale nella progettazione, nella costruzione e nei servizi post-vendita di impianti con tecnologia Organic Rankine Cycle (ORC) dal 1980.

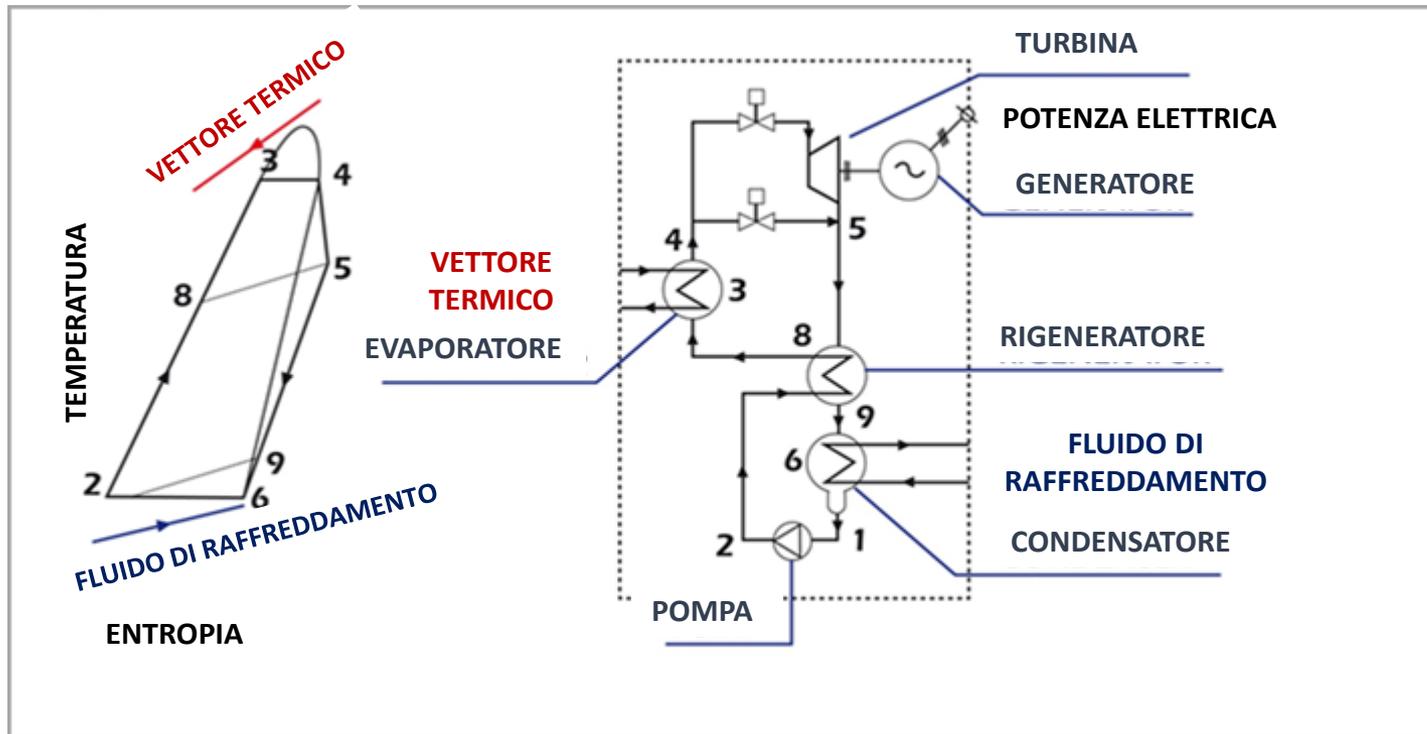
- più di 330 impianti
- in 35 paesi
- più di 375 MW in operation
- circa 230 impianti in assetto cogenerativo (CHP)

Turboden e MHI

Dal 2013 Turboden è parte di **Mitsubishi Heavy Industries**, uno dei maggiori produttori mondiali di macchinari industriali, con un fatturato consolidato di oltre 33.000 M\$ (anno fiscale 2014).



LA TECNOLOGIA ORC DI TURBODEN – Principio termodinamico



Il turbogeneratore utilizza l'olio diatermico ad alta temperatura per preriscaldare e vaporizzare un adatto fluido organico di lavoro nell'evaporatore (8→3→4). Il vapore organico espande nella turbina (4→5), che è direttamente collegata al generatore elettrico attraverso un giunto elastico. Il vapore passa attraverso il rigeneratore (5→9) e in questo modo preriscalda il fluido organico (2→8). Il vapore viene poi condensato nel condensatore (raffreddato dal media refrigerante) (9→6→1). Il liquido organico viene infine pompato (1→2) nel rigeneratore e da qui nell'evaporatore, completando così la sequenza di operazioni nel circuito chiuso.

LA TECNOLOGIA ORC DI TURBODEN - Applicazioni

Le applicazioni



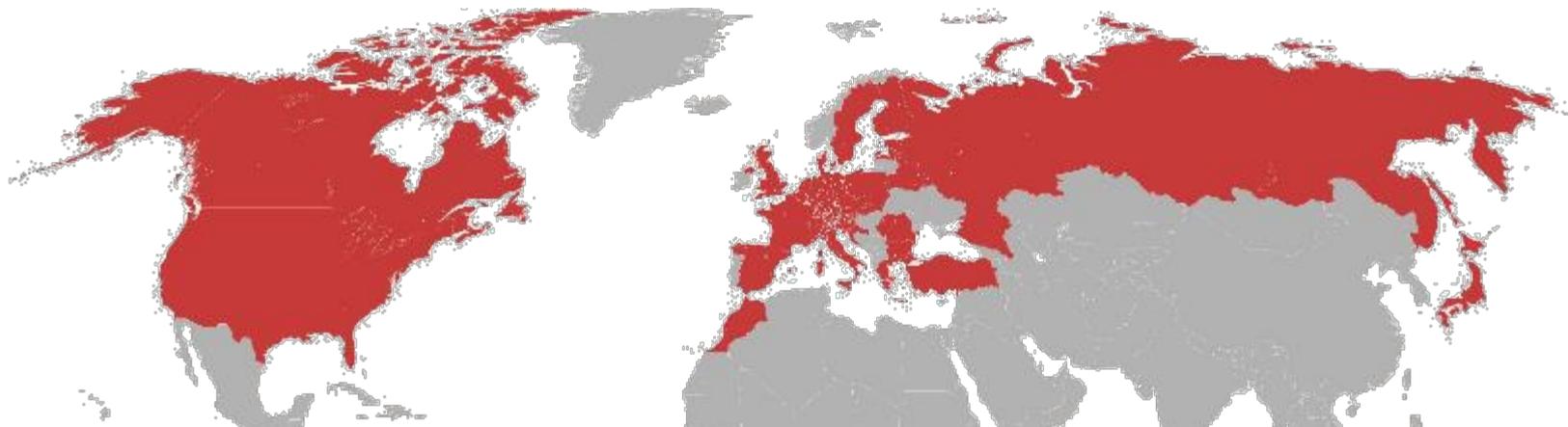
La tecnologia ORC di Turboden permette di generare elettricità e calore da fonti rinnovabili, calore di scarto da processi industriali, motori, turbine a gas e inceneritori di rifiuti. La taglia degli impianti ORC Turboden va da **200 kW** fino a **20 MW** elettrici per singola turbina.

La soluzione innovativa – ST&P

Steam & Power rappresenta l'applicazione più innovativa dei sistemi ORC di Turboden per la Cogenerazione ad Alta Temperatura **con produzione di vapore** (ed altri vettori termici).



LA TECNOLOGIA ORC TURBODEN – Nel mondo



Applicazione	Impianti in Esercizio		In costruzione		Totale	
	no.	MW	no.	MW	no.	MW
Biomassa	240	287,7	43**	79.9	283	367.6
Geotermico	8	29.3	2	19.5	10	48.8
Solare Termodinamico	1*	2	4**	5.5	5	7.5
Recupero Termico: Motori Alternativi, Oil&Gas, Cemento e Refrattari, Metallurgia, Vetro	20*	35.3	7	22.2	27	57.5
Inceneritori	9	20.3	0	0	9	20.3
Totale Impianti Turboden	277	374.6	55	127,1	332	501.7

*One of which is an Hybrid Heat Recovery and Solar Thermal Power plant.

** One of which is an Hybrid Biomass and Solar Thermal Power plant.

Update: October 2016



STEAM & POWER



Steam & Power ORC

Il sistema Steam & Power ORC è una soluzione tecnologica innovativa per la cogenerazione (CHP) ad alta temperatura dedicata ai processi manifatturieri.

Cogenerazione ad Alta Temperatura

Steam & Power ORC permette la cogenerazione di energia elettrica e vettori termici ad Alta Temperatura, sfruttando una fonte termica disponibile, con un'efficienza globale molto elevata.

Il principio innovativo

Il principio innovativo di Steam & Power ORC è il livello di temperatura del ciclo ORC, che lavora ad una temperatura massima di circa 400°C, permettendo l'utilizzo della tecnologia ORC in assetto cogenerativo.

STEAM & POWER ORC – Le applicazioni



COMBUSTIONE

- Gas naturale
- Altri combustibili gassosi (biogas, syngas, landfill, APG...)
- Combustibili liquidi (HFO, LFO, Diesel...)
- Biomassa solida
- Pellets
- Waste



STEAM & POWER

RECUPERO TERMICO

- Recupero da Turbina a Gas
- Recupero da processo
- ...

- Vapore
- Acqua Surriscaldata
- Olio diatermico
- Aria Calda
- ...

- Carta & Legno
- Chimico
- Food & Beverage
- Tessile
- Plastica & Gomma
- Oil & Gas
- ...

STEAM & POWER ORC – Prestazioni e Caratteristiche

100% Heat

steam



electricity



losses



THE FEATURES

- > Electrical Power rating from 500 kW_e up to 31 MW_e.
- > CHP steam output pressure range from 6 bar up to 50 bar
- > CHP steam output flow rate range from 4 ton/h up to 30 ton/h

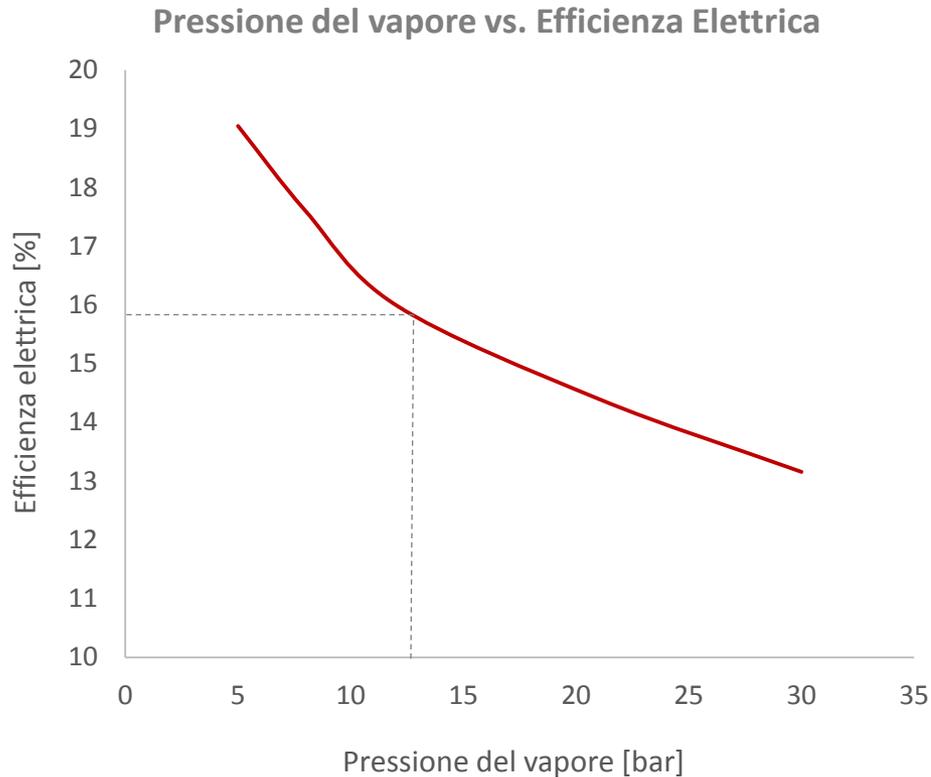
*Expected values for 12 bar (g) steam production

Steam & Power ORC - Vantaggi

- Elevata efficienza globale (99%)
- Output vapore prevalente
- Certezza di rientrare entro i vincoli CAR
- Elevata affidabilità
- Flessibilità ai carichi parziali fino al 20%
- Bassi costi di O&M
- Flessibilità al combustibile
- Modularità
- Installazione all'esterno
- Operazione in isola
- Possibile combinazione con altre tecnologie CHP

99%
efficienza
globale

STEAM & POWER ORC – Prestazioni e Caratteristiche



99%
efficienza
globale

L'efficienza elettrica dipende dalla pressione del vapore richiesto

Le performance elettriche di ST&P variano con la pressione del output vapore. ST&P può generare un output vapore tra 6 bar e 30 bar.

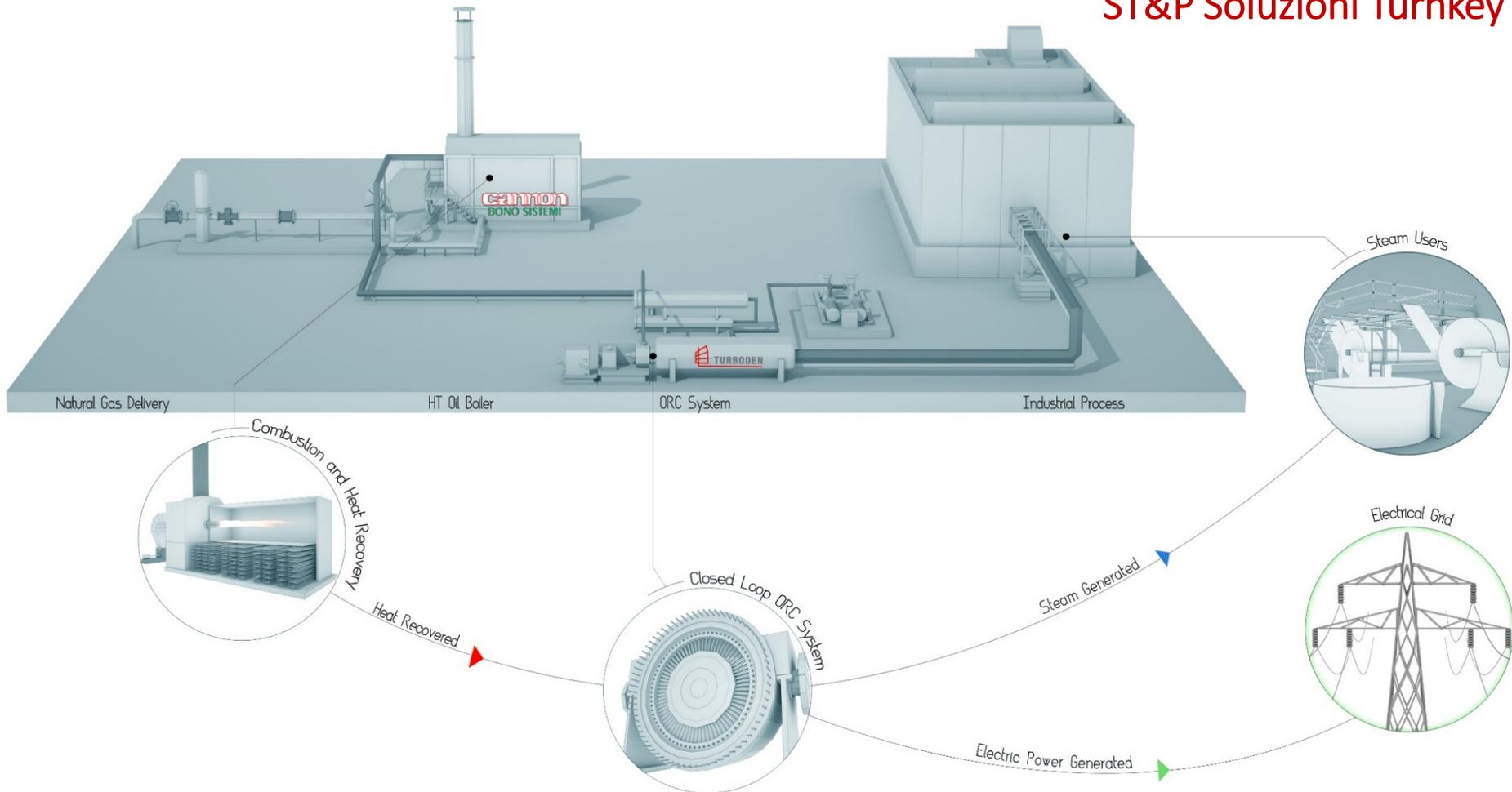
GAS NATURALE

ELETTRICITA'

VAPORE

La tecnologia ST&P ORC può essere utilizzata per la cogenerazione da gas naturale (o da altri combustibili convenzionali liquidi o gassosi), per generare elettricità e vapore direttamente utilizzabile dai processi industriali.

ST&P Soluzioni Turnkey





STEAM & POWER ORC – CHP a Gas Naturale

Un'alternativa cogenerativa ad un boiler vapore tradizionale

Steam & Power ORC può essere impiegato per sostituire in modo sostenibile e cogenerativo un vecchio generatore di vapore o essere inserito in parallelo ad un sistema esistente di generazione vapore.

93%
efficienza
globale sul
combustibile

ST&P taglie*	TD 4 ST&P	TD 6 ST&P	TD 10 ST&P	TD 15 ST&P	TD 25 ST&P
Potenzialità di vapore [ton/h]	4	6	10	15	25
Output elettrico lordo [kW]	550	835	1,410	2,110	3,570
Efficienza elettrica lorda [%] **	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
Consumi ausiliari [%] ***	8	8	8	8	8
Consumi di gas naturale [Sm3/h]	370	555	930	1,390	2,325

* Taglie intermedie disponibili su richiesta. Performance attese con generazione di vapore a 12 bar.

** Rispetto all'input di combustibile.

*** Sull'output elettrico lordo.



STEAM & POWER ORC – CHP a Gas Naturale

Un caso studio – INDUSTRIA CHIMICA

Prodotti chimici per l'industria farmaceutica

ST&P TAGLIA	TD 15
Potenzialità di vapore [ton/h]	15
Output elettrico lordo [kW]	2,1
Efficienza elettrica lorda [%] *	15,5
Consumi ausiliari [%] **	8
CAPEX [€/kWe]***	1,500
Costi di manutenzione [€/kWhe]	0.005

Scenario Italia

Prezzo dell'energia elettrica [€/MWh]	135
PBT [anni]	2
IRR [%]	40%



IPOTESI E NOTE

1. Analisi differenziale della tecnologia CHP rispetto alla generazione di vapore separata da gas naturale e acquisto energia elettrica dalla rete.
2. Efficienza del boiler esistente 90%.
3. Pressione vapore @ 12 bara.
4. Prezzo del gas naturale 30 €/MWh.
5. Ore equivalenti di funzionamento 7,400 h/year.

* Rispetto al combustibile in ingresso.

** Sull'output elettrico lordo.

*** Escludendo opere civili e connessione elettrica.

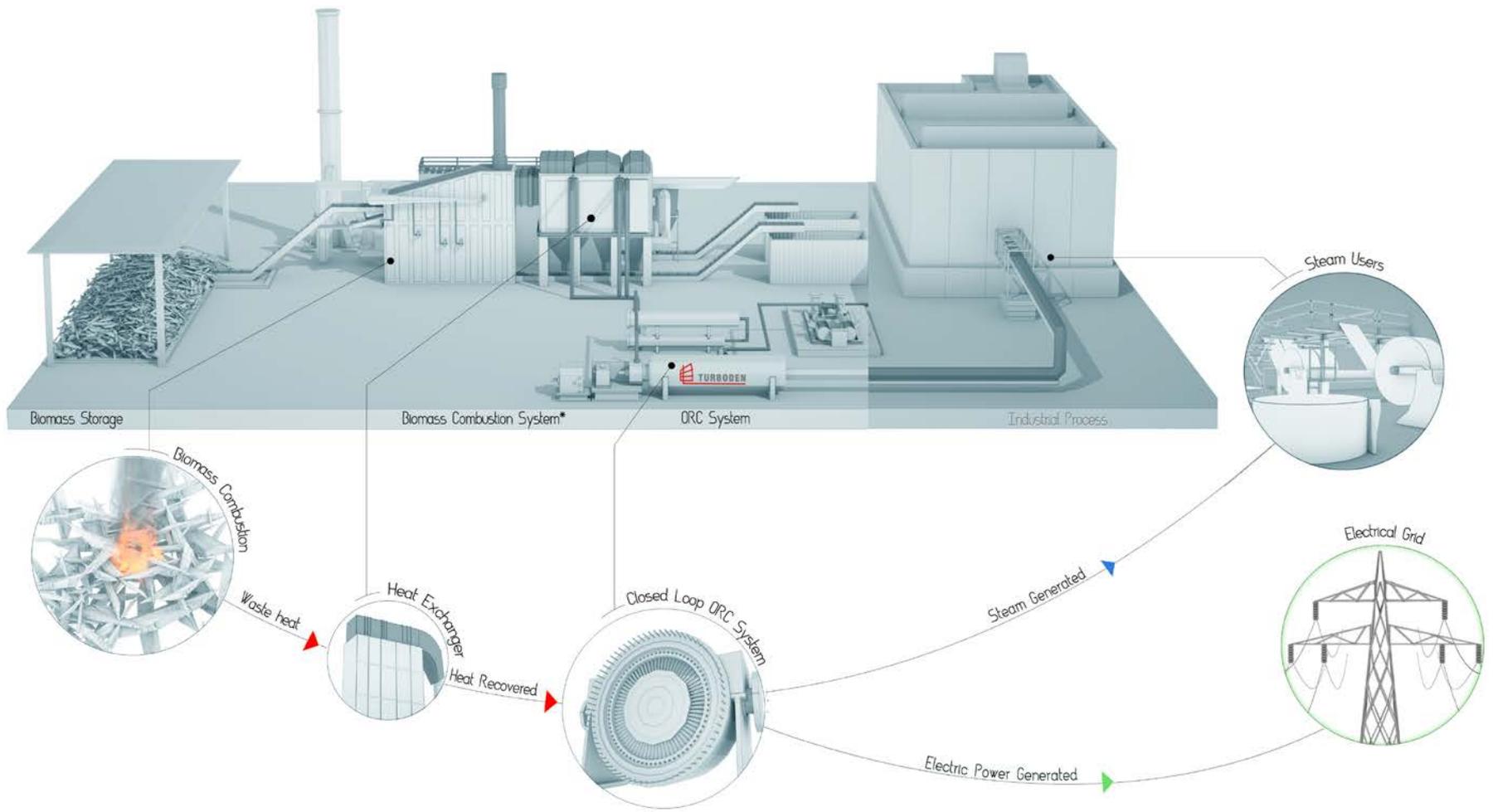
BIOMASSA

ELETTRICITA'

VAPORE

La tecnologia ST&P ORC può essere utilizzata per la cogenerazione da biomassa, per generare elettricità e vapore direttamente utilizzabile dai processi industriali.

Se **by-products** provenienti dal processo industriale (e.g. scarti di produzione industria del pannello, dei cereali, degli oli...) sono disponibili possono essere utilizzati per alimentare il sistema ST&P ORC, dando origine ad in un processo di **Economia Circolare**.





STEAM & POWER ORC – CHP a Biomassa

Un'alternativa verde e cogenerativa ad un boiler vapore tradizionale

Steam & Power ORC può essere impiegato per sostituire in modo sostenibile e cogenerativo un vecchio generatore di vapore (a biomassa o a combustibile convenzionale) o essere inserito in parallelo ad un sistema esistente di generazione vapore.

efficienza
globale sul
combustibile
Oltre 80%

ST&P ORC è una valida soluzione per diventare per diventare Carbon Positive!

ST&P taglie*	TD 4 ST&P	TD 6 ST&P	TD 10 ST&P	TD 15 ST&P	TD 25 ST&P
Potenzialità di vapore [ton/h]	4	6	10	15	25
Output elettrico lordo [kW]	550	835	1,410	2,110	3,570
Efficienza elettrica lorda [%] **	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
Consumi ausiliari [%] ***	15	15	15	15	15
Consumi di biomassa [ton/h] ****	1,6	2,4	4,1	6,1	10,3

* Taglie intermedie disponibili su richiesta. Performance attese con generazione di vapore a 12 bar.

** Rispetto all'input di combustibile.

*** Sull'output elettrico lordo.

**** PCI biomassa 2,56 kWh/kg



STEAM & POWER ORC – CHP a Biomassa

Un caso studio – INDUSTRIA CHIMICA Al servizio di una bioraffineria

ST&P TAGLIA	TD 6
Potenzialità di vapore [ton/h]	6
Output elettrico lordo [kW]	835
Efficienza elettrica lorda [%] *	13,5
Consumi ausiliari [%] **	15
CAPEX [€/kWe]***	4,800
Costi di manutenzione [€/kWhe]	0.01

Scenario Italia

Prezzo dell'energia elettrica [€/MWh]	135
PBT [anni]	3
IRR [%]	35%



IPOTESI E NOTE

1. Analisi differenziale della tecnologia CHP rispetto alla generazione di vapore separata da gas naturale e acquisto energia elettrica dalla rete.
2. Efficienza del boiler esistente 80%.
3. Pressione vapore @ 12 bara.
4. Prezzo della biomassa 45 €/ton.
5. Ore equivalenti di funzionamento 7,400 h/year.
6. Considerando incentivi CAR

* Rispetto al combustibile in ingresso.

** Sull'output elettrico lordo.

*** Escludendo opere civili e connessione elettrica.

RECUPERO TERMICO

ELETTRICITA'

VAPORE

Cicli combinati – Turbina a Gas + ORC ora in assetto CHP

Inserendo un sistema ST&P a valle di una turbina a gas, è possibile incrementare l'efficienza elettrica del sistema cogenerativo mantenendo un output pregiato di vapore.

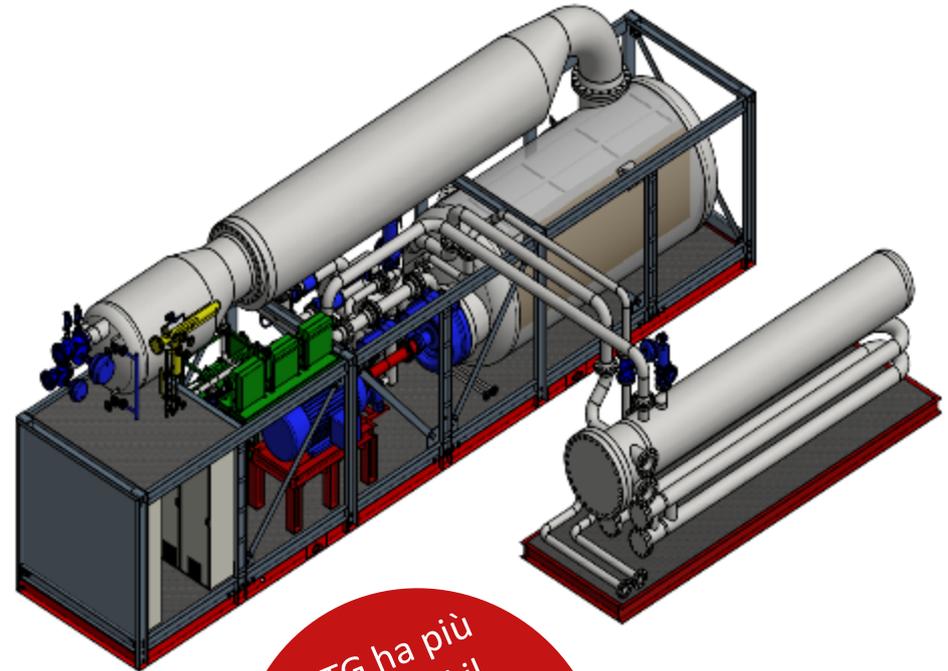
Incrementare l'output elettrico di una turbina a gas CHP

ST&P ORC permette di incrementare l'output elettrico di una GT di un **+15/20%** migliorando la possibilità di rientrare all'interno dei vincoli CAR.

La produzione di vapore per contro è ridotta solo di un 10/15%.

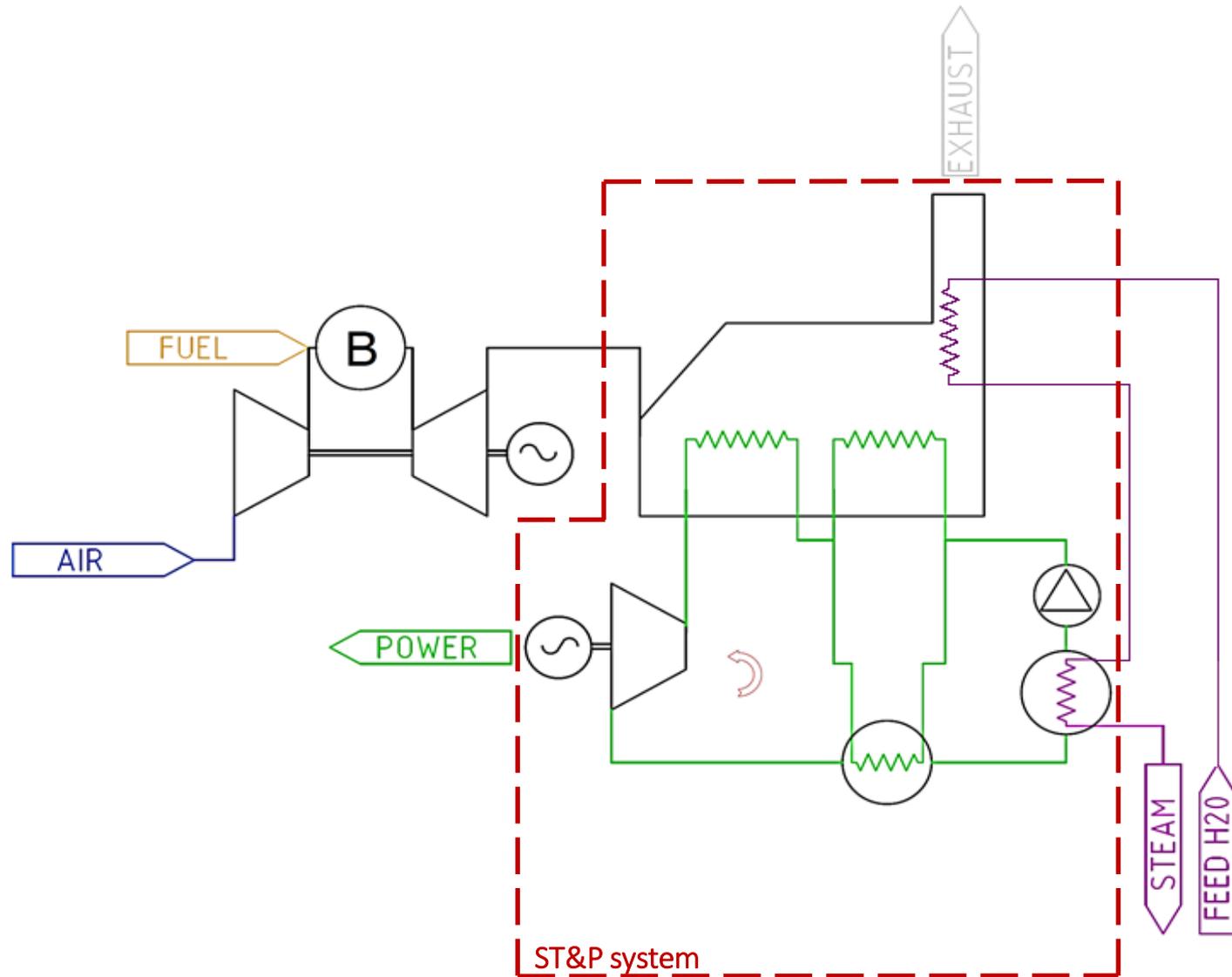
Scambio diretto

Il fluido di lavoro di ST&P ORC può essere evaporato direttamente nello scambiatore a recupero fumi.



Se TG ha più di 12 anni il rifacimento da diritto ad accesso a C.B. CAR

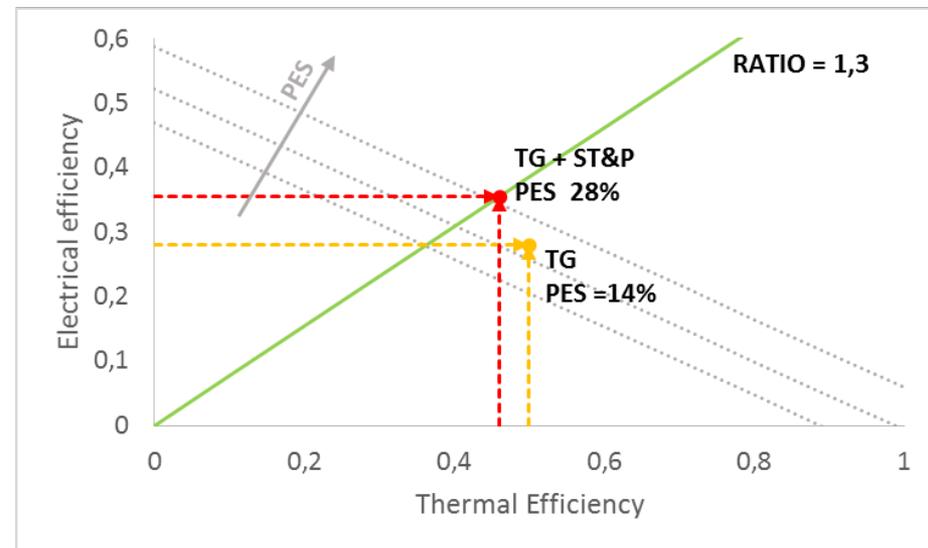
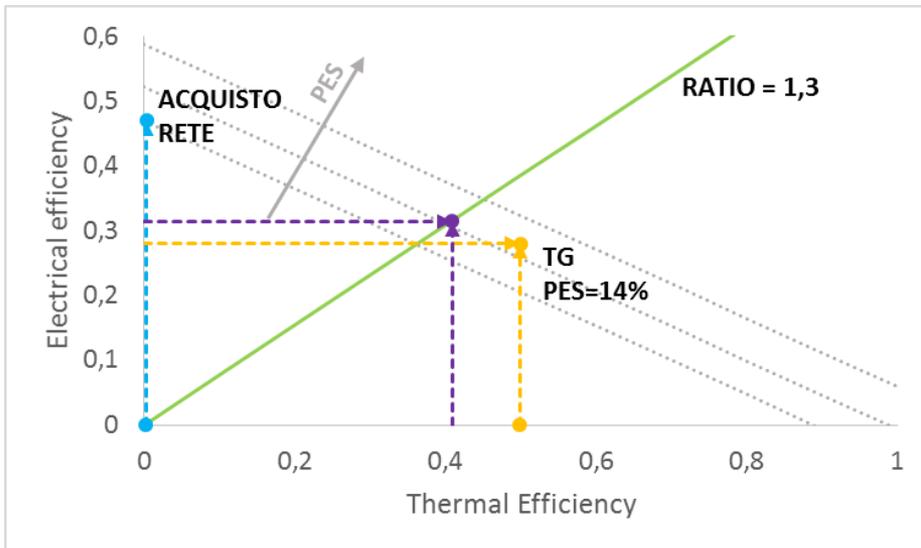
STEAM & POWER – CHP da Heat Recovery da Turbina a Gas



STEAM & POWER – CHP da Heat Recovery da Turbina a Gas

GT + HRSG	
Efficienza elettrica	30 %
Efficienza di generazione di vapore	52 %

GT + ST&P	
Output elettrico	+15/20%
Output vapore	-10/15%
Efficienza elettrica	35,5 %
Efficienza di generazione di vapore	46 %



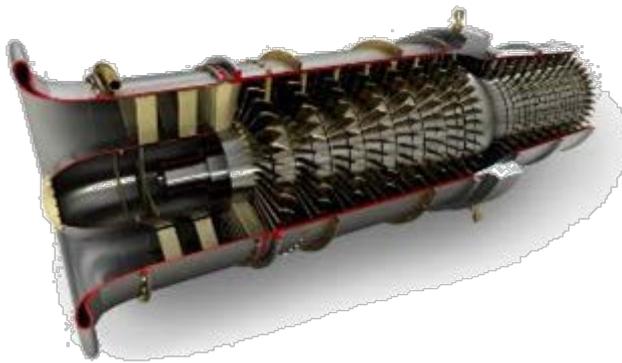
STEAM & POWER – CHP da Heat Recovery da Turbina a Gas

Un caso studio – REVAMPING di una turbina a gas esistente

TOPPING - GAS TURBINE	
Output elettrico lordo [kW]	5,100
Efficienza elettrica lorda [%]	30.2
Portata gas combustibili [kg/s]	19.5
Temperatura di gas combustibili [°C]	545

ST&P TAGLIA	TD 8
Potenzialità di vapore [ton/h]	8 from ORC + 3.1 from HR
Output elettrico lordo [kW]	900
Efficienza elettrica lorda [%] *	16%
Consumi ausiliari [%] **	3%
CAPEX [€/kWe]***	2,100
Costo di manutenzione [€/kWe]	0.007

Scenario Italia	
Prezzo elettricità [€/MWh]	140
PBT [anni]	3
IRR [%]	35%



IPOTESI E NOTE

1. Analisi differenziale della tecnologia CHP rispetto alla generazione di vapore separata e acquisto energia elettrica dalla rete.
 2. Revamping di una turbina a gas esistente
 3. Efficienza del boiler esistente 90%.
 4. Pressione vapore @ 12 bara.
 5. Prezzo del gas naturale 30 €/MWh.
 6. Ore equivalenti di funzionamento 7,400 h/year.
- * Rispetto all'input termico all'ORC.
 ** Sull'output elettrico lordo.
 *** Escludendo opere civili e connessione elettrica.

LA COGENERAZIONE E I PROCESSI MANUFATTURIERI

Al servizio dei processi

Steam & Power ORC è stato concepito per soddisfare la richiesta energetica di molti processi manifatturieri che richiedono energia elettrica e importanti quantitativi di vapore a media pressione.

(o vettori termici ad alta temperatura come olio diatermico e acqua pressurizzata)



food & beverage



textile



chemical & pharmaceutical



paper & wood industry



plastic & rubber



oil & gas

Più energia e meno perdite

I sistemi CHP efficienti soddisfano direttamente la richiesta termica dei processi industriali. ST&P lo fa producendo energia termica in forma di vapore e minimizzando le perdite.

Solo Steam & Power

ST&P ORC produce **solo energia elettrica e vapore** senza acqua calda da dover impiegare.

LA COGENERAZIONE E I PROCESSI MANUFATTURIERI

I processi manifatturieri sono in generale identificati da un rapporto caratteristico tra richiesta termica ed elettrica (**RATIO**).

La maggior parte dei **processi chimici** sono caratterizzati da un **RATIO MEDIO / ALTO**.

Le applicazioni migliori



food & beverage



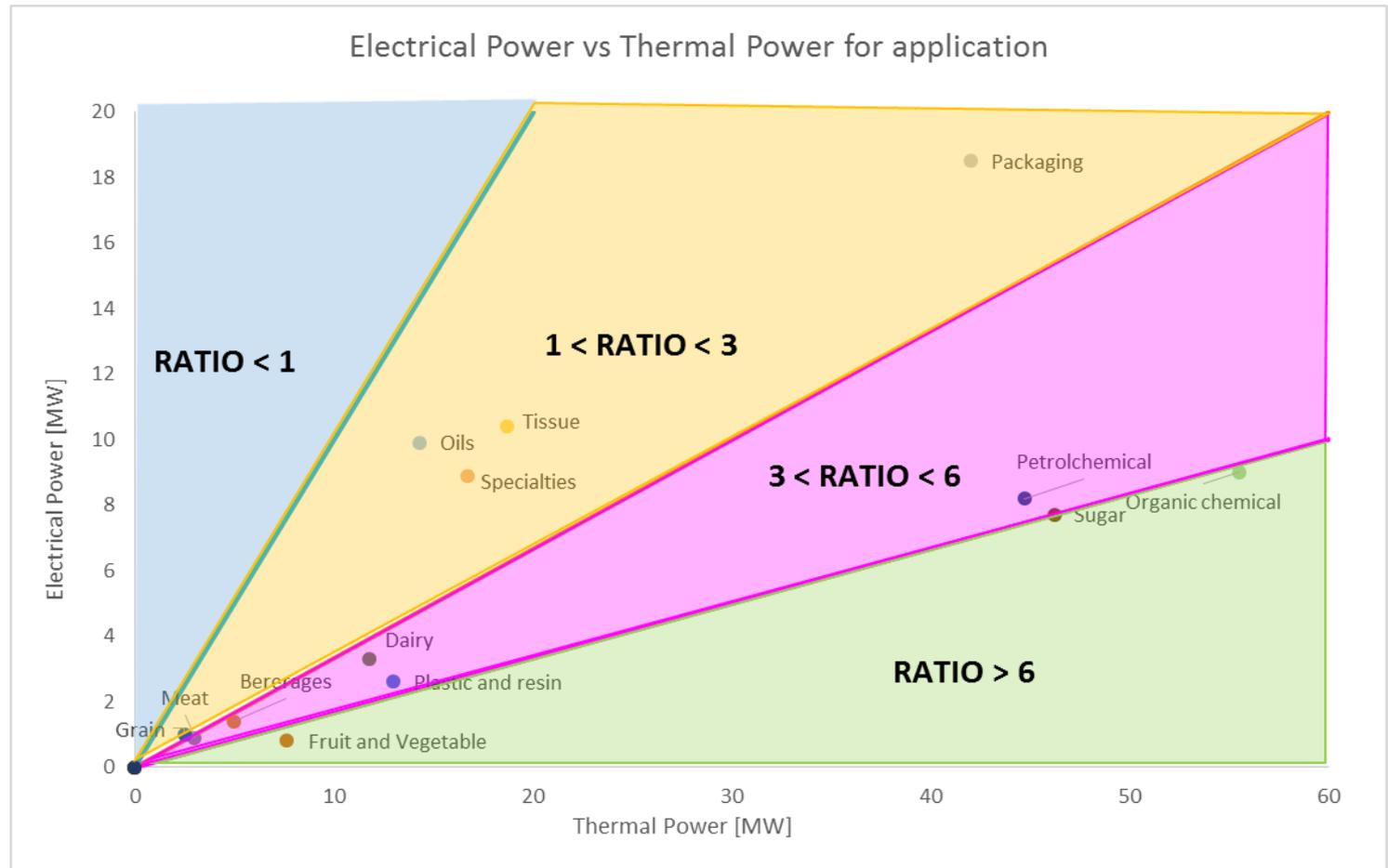
textile



chemical & pharmaceutical

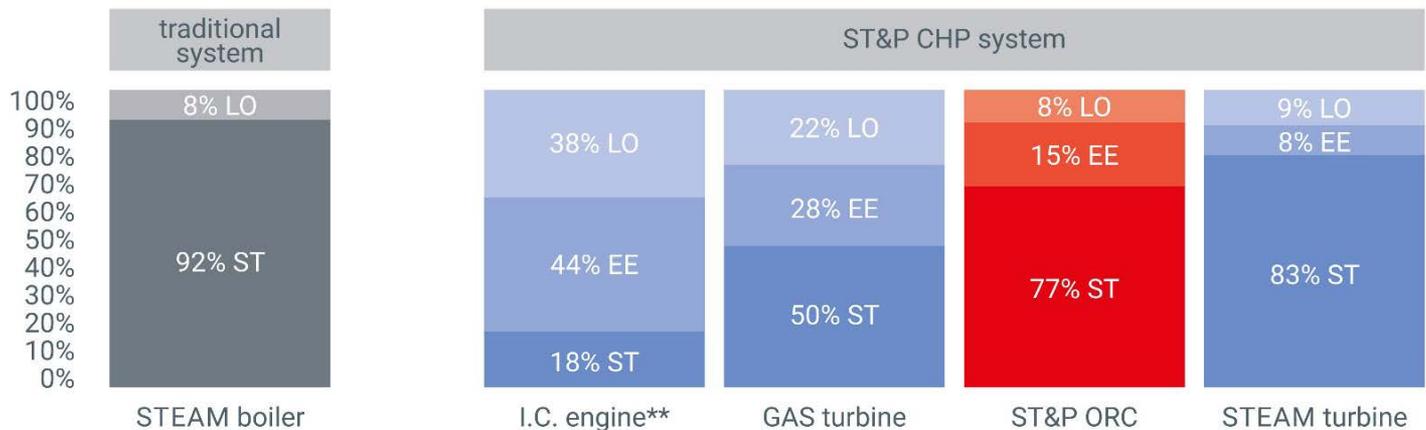


paper & wood industry



LE TECNOLOGIE DI COGENERAZIONE

Key performance parameter



* Turboden elaboration of major OEM datasheets

**Jacket water heat is accounted as losses

Legend: LO = losses EE = electricity ST = steam

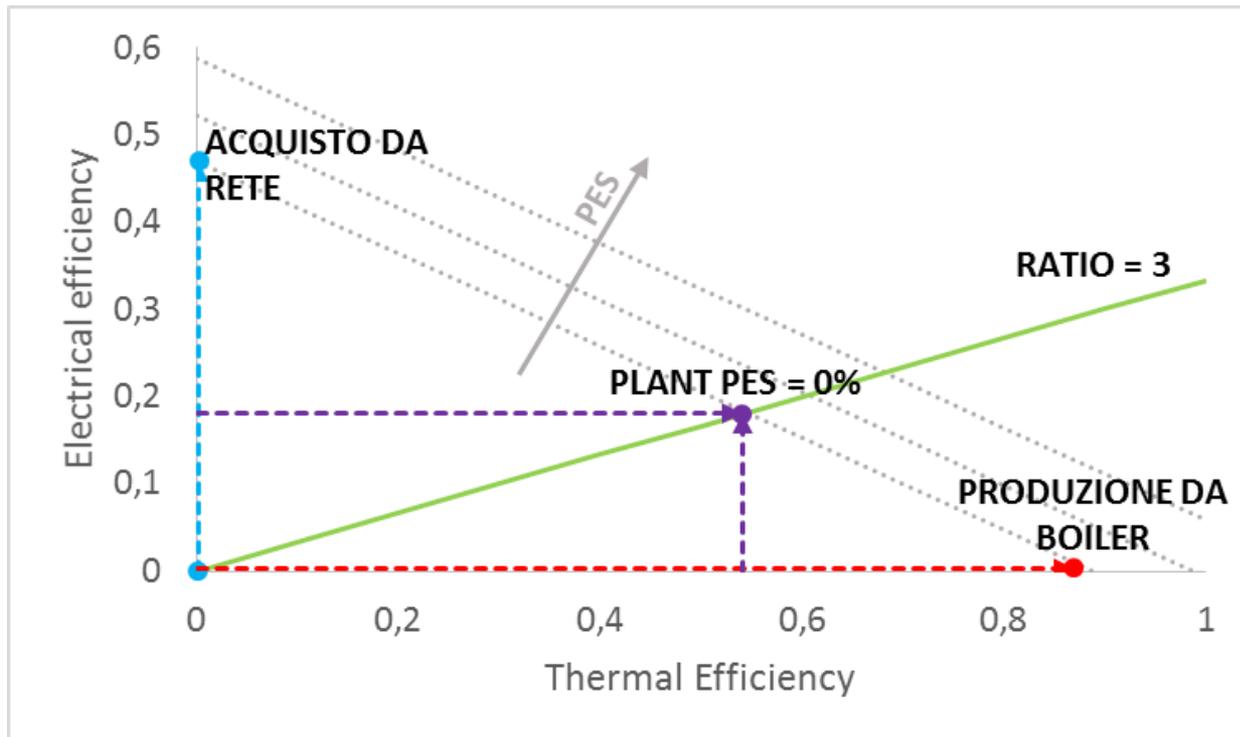
La disponibilità di mercato di alcune tecnologie come le turbine a gas e le turbine a vapore è limitata nel range di potenza compreso tra 500 kWe e 3 MWe.

ST&P offre la maggiore efficienza globale ed un eccellente compromesso nell'output elettrico.

LA SINGERGIA CON I SISTEMI DI COGENERAZIONE TRADIZIONALI

I sistemi Steam & Power possono integrarsi con altri sistemi di cogenerazione garantendo una perfetta ottimizzazione della produzione rispetto alle esigenze di impianto sia in termini energetici che in termini economici.

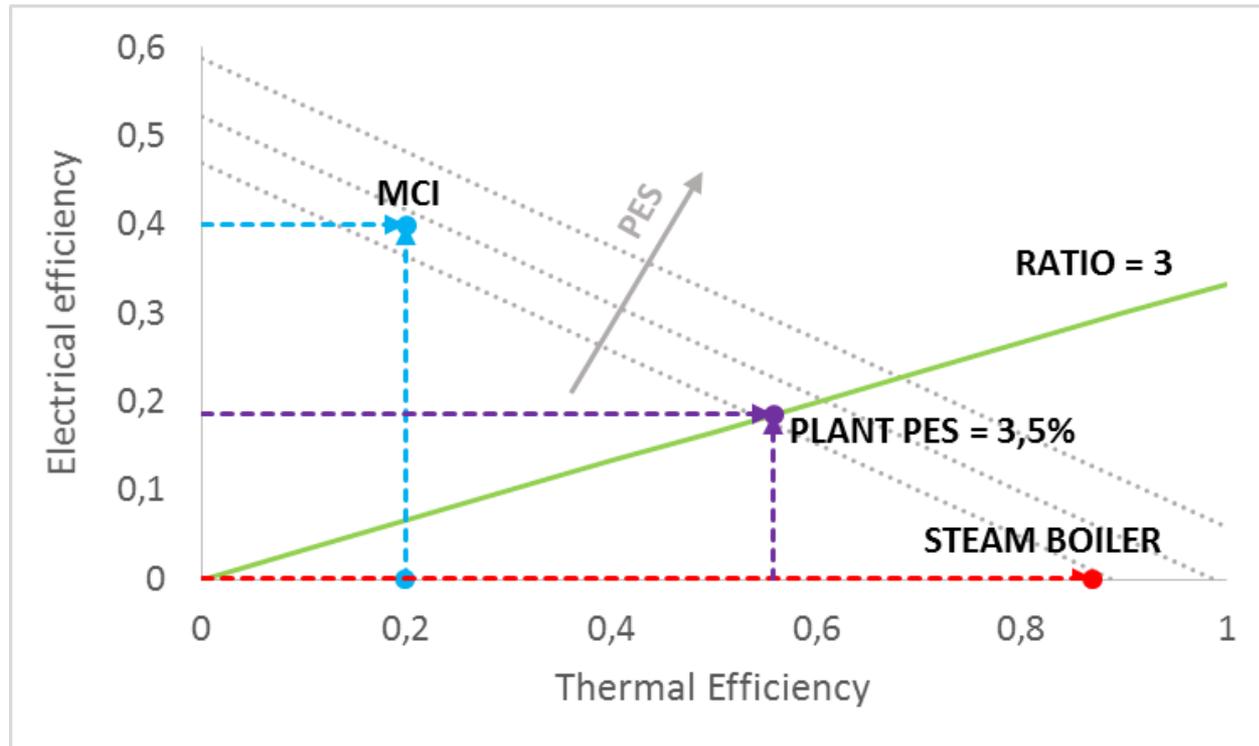
Separate Heat and Power



LA SINGERGIA CON I SISTEMI DI COGENERAZIONE TRADIZIONALI

I sistemi Steam & Power possono integrarsi con altri sistemi di cogenerazione garantendo una perfetta ottimizzazione della produzione rispetto alle esigenze di impianto sia in termini energetici che in termini economici.

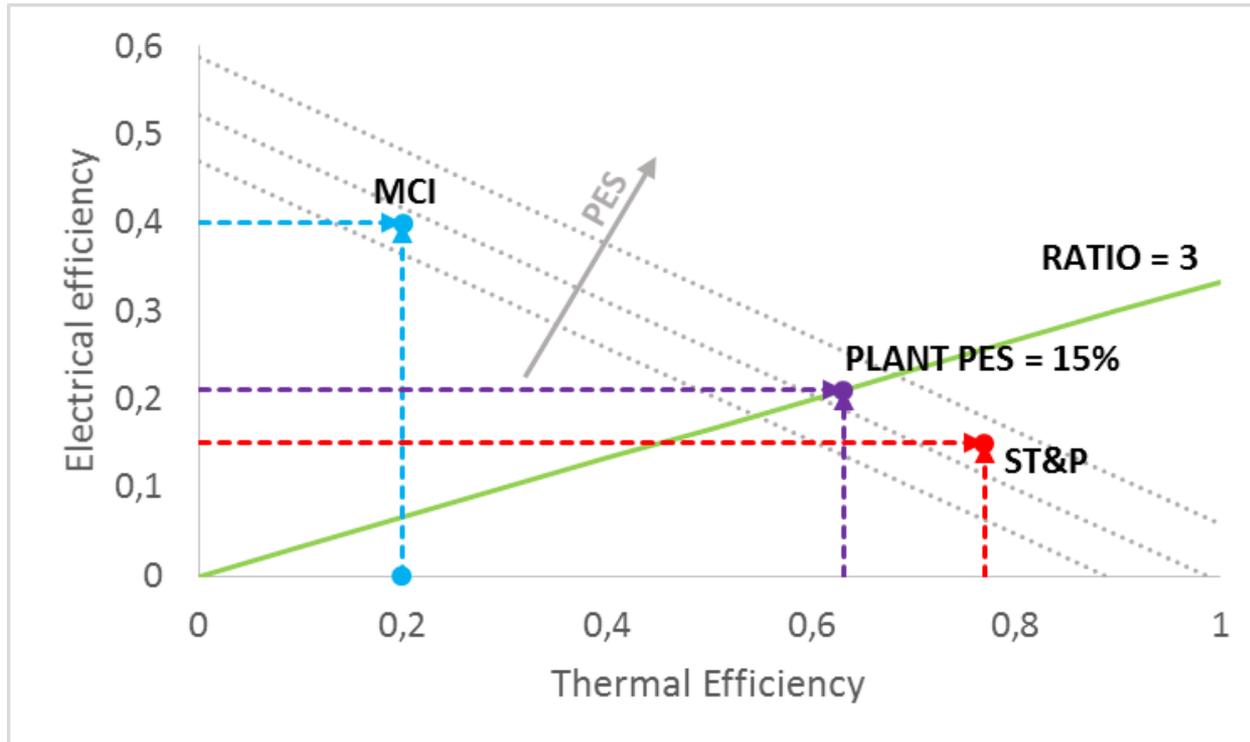
MCI + intergration Steam Boiler



LA SINGERGIA CON I SISTEMI DI COGENERAZIONE TRADIZIONALI

I sistemi Steam & Power possono integrarsi con altri sistemi di cogenerazione garantendo una perfetta ottimizzazione della produzione rispetto alle esigenze di impianto sia in termini energetici che in termini economici.

MCI + Steam & Power





GRAZIE
DELL'
ATTENZIONE!

