



**Pratt & Whitney**  
A United Technologies Company



clean energy ahead  
**TURBODEN**

A PRATT & WHITNEY POWER SYSTEMS COMPANY



Codice doc.: 11-COM.P-4-rev.13

Aggiornamento: 17/05/2012

**Alessandro Guercio**

## **Le biomasse: una risorsa energetica rinnovabile e programmabile**

**Milano, 29 maggio 2012**

# **Applicazione alle biomasse degli ORC (Organic Rankine Cycle) per migliorare l'efficienza energetica**

- La società Turboden
- I Prodotti Turboden
- Nuovi sviluppi e brevetti: la soluzione HRS parzialmente cogenerativa

# Chi siamo



**Turboden è leader europeo nella produzione di turbogeneratori ORC** per la generazione di energia elettrica e calore da fonti rinnovabili e da recupero di calore da processi industriali.

**La società è stata fondata a Milano nel 1980 dall'Ing. Mario Gaia**, ex professore presso il Dipartimento di Energetica del Politecnico di Milano e oggi Amministratore Delegato, che nel corso degli anni ha coinvolto in azienda alcuni dei suoi studenti più brillanti.

Fin dagli anni della sua fondazione, la realizzazione di turbogeneratori basati su una speciale tecnologia detta ORC (da Organic Rankine Cycle) per produrre energia elettrica da fonti rinnovabili e da calore di scarto è stata per Turboden un'autentica vocazione e costituisce l'elemento principale della propria mission.

**Nel 2009 entra a far parte di Pratt & Whitney (UTC Corp.)**, leader mondiale nella progettazione, costruzione e manutenzione di motori per aviazione, sistemi di propulsione spaziale e turbine a gas industriali.

**Oggi Turboden è inserita nella divisione Pratt & Whitney Power Systems (PWPS)**, per sviluppare soluzioni basate su tecnologia ORC per la generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili e da recupero calore in tutto il mondo.



A PRATT & WHITNEY POWER SYSTEMS COMPANY

# United Technologies Corporation

Fortune 50 corporation  
16° più grande produttore USA  
\$54.3B di vendite nel 2010  
Presente in 195 paesi  
210.000 dipendenti



UTC Power



UTC  
Fire & Security



Hamilton  
Sundstrand



Carrier



Research  
Center



Sikorsky



Otis



## Pratt & Whitney Power Systems



EPC  
Service



Large  
Engines



After  
market



Marine



Mobile  
Power



Wind  
Power



ORC  
Technology



A PRATT & WHITNEY POWER SYSTEMS COMPANY



Copyright © - Turboden S.r.l. All rights reserved

# 1980-2011- oltre 30 anni di esperienza



**1984** –  
turbogeneratore  
ORC 40 kWel  
per applicazione  
solare a Perth,  
Australia



**1987** –  
turbogeneratore  
ORC a biomassa  
da 3 kWel,  
Milano



**1988** – impianto  
geotermico ORC  
da 200 kWel in  
Zambia



**2008** –  
turbogeneratore ORC  
per recupero calore  
da 3 MW, Belgio



**2009** – primi 100  
impianti e 100MW  
elettrici installati



**2010** – Primo impianto  
oltreoceano



**2011** – Oltre 200  
impianti ORC nel  
mondo



# I punti di forza di Turboden

## R&D

- Partecipazione a programmi di ricerca nazionali ed europei
- Cooperazione con Università europee e centri di ricerca
- Ottimizzazione cicli termodinamici
- Selezione e controllo fluidi di lavoro
- Progettazione termo-fluido-dinamica;
- Programmazione e controllo del software di supervisione
- Numerosi brevetti

## Marketing/Vendite

- Valutazione della fattibilità tecnico-economica di impianti ORC
- Offerte personalizzate per massimizzare gli obiettivi economici e ambientali
- Sostegno per il raggiungimento di incentivi pubblici per energie rinnovabili

## Design

- Progettazione meccanica componenti totalmente "in house"
- Proprietary design e costruzione propria di turbine ottimizzate ORC
- STRUMENTI
- Programmi termo-fluido-dinamici
- FEA - Finite Element Analysis
- 3D CAD-CAM
- Analisi vibrazionale

## Produzione

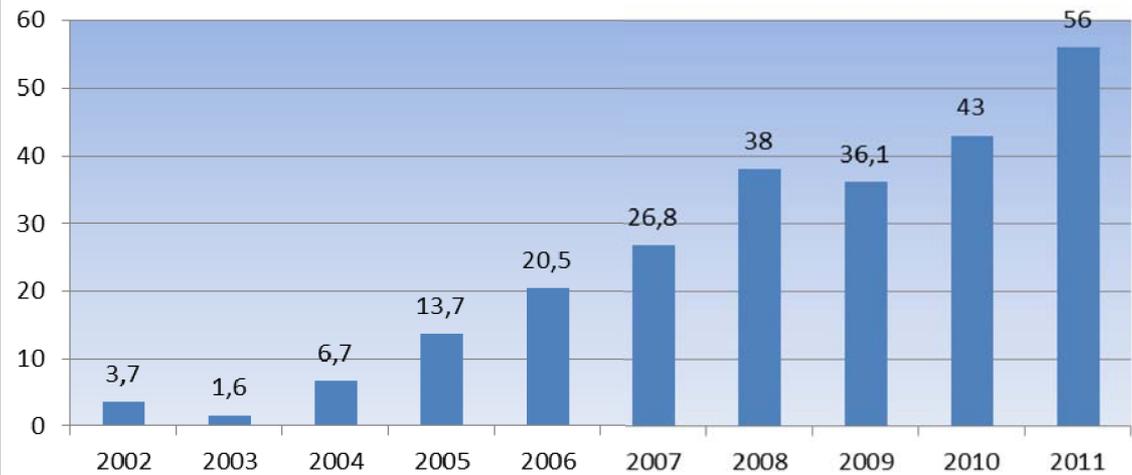
- Fornitori selezionati di materiali e componenti
- Controllo qualità & project management
- Moduli montati in fabbrica per minimizzare tempi di montaggio "in situ"

## Manutenzione

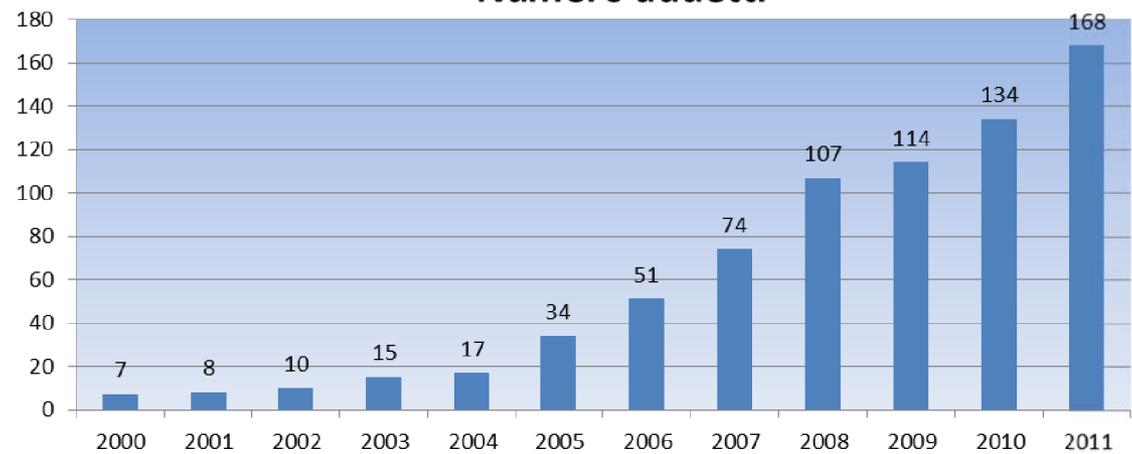
- Avviamento e commissioning
- Manutenzione, assistenza tecnica e gestione parti di ricambio
- Monitoraggio a distanza & ottimizzazione della gestione degli impianti

# Turboden - Fatti & Persone

## Fatturato (M€)



## Numero addetti



A PRATT & WHITNEY POWER SYSTEMS COMPANY

(Aggiornamento: Febbraio 2012)

Copyright © - Turboden S.r.l. All rights reserved

# Cosa facciamo



Biomassa



Geotermia



Solare  
Termodinamico



Recupero  
Calore

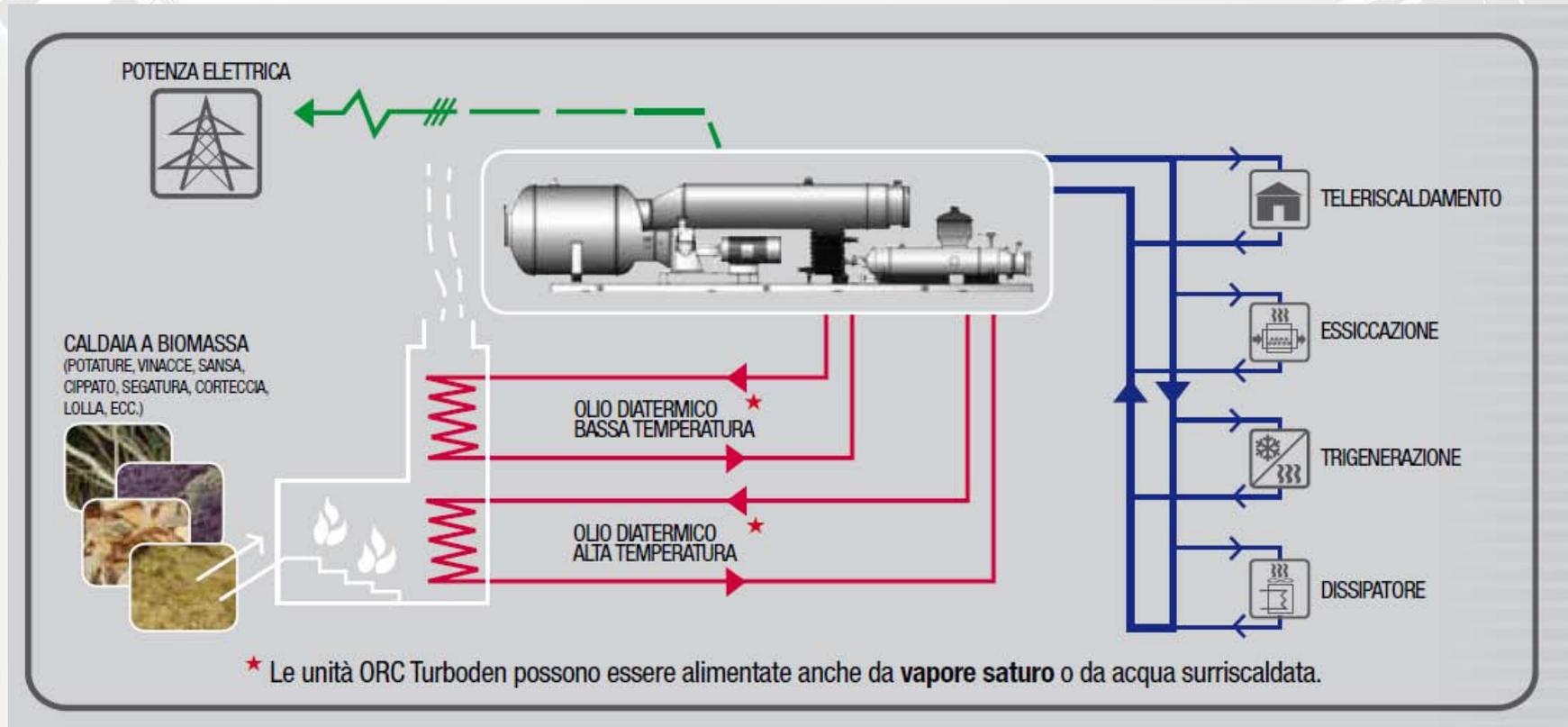


Turboden progetta e sviluppa turbogeneratori basati sulla tecnologia ORC (Organic Rankine Cycle) per la produzione di energia elettrica e termica partendo da varie fonti rinnovabili e dal calore di scarto, particolarmente indicati per la generazione distribuita.

- **unità standard** da 600 kW a 6 MW
- **soluzioni personalizzate** fino a 15 MW



# Impianto ORC in un processo di cogenerazione da biomassa





# Biomassa – Combustibili & Applicazioni

## Combustibili

- Biomassa legnosa: segatura, cippato, corteccia, legno trattato
- Altra biomassa (fanghi biologici, paglia, scarti di potature, bucce di cereali, etc.)
- Rifiuti

## Utenti Termici

- Essiccazione legname in segherie
- Essiccazione segatura per produzione pellet
- Preriscaldamento aria per produzione MDF
- Reti di teleriscaldamento
- Refrigerazione
- Serre

# Impianti ORC Turboden nel mondo

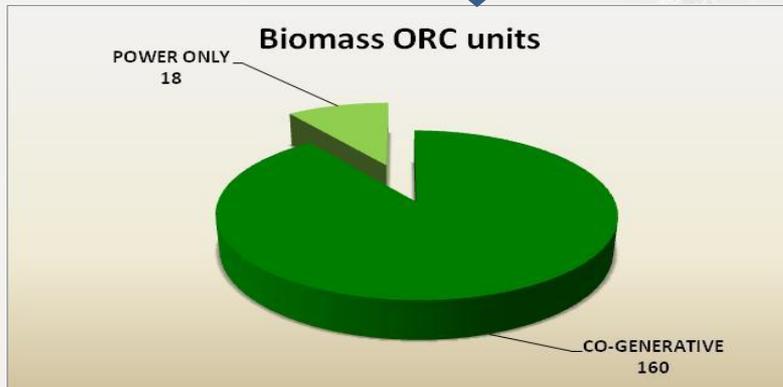
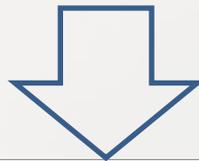
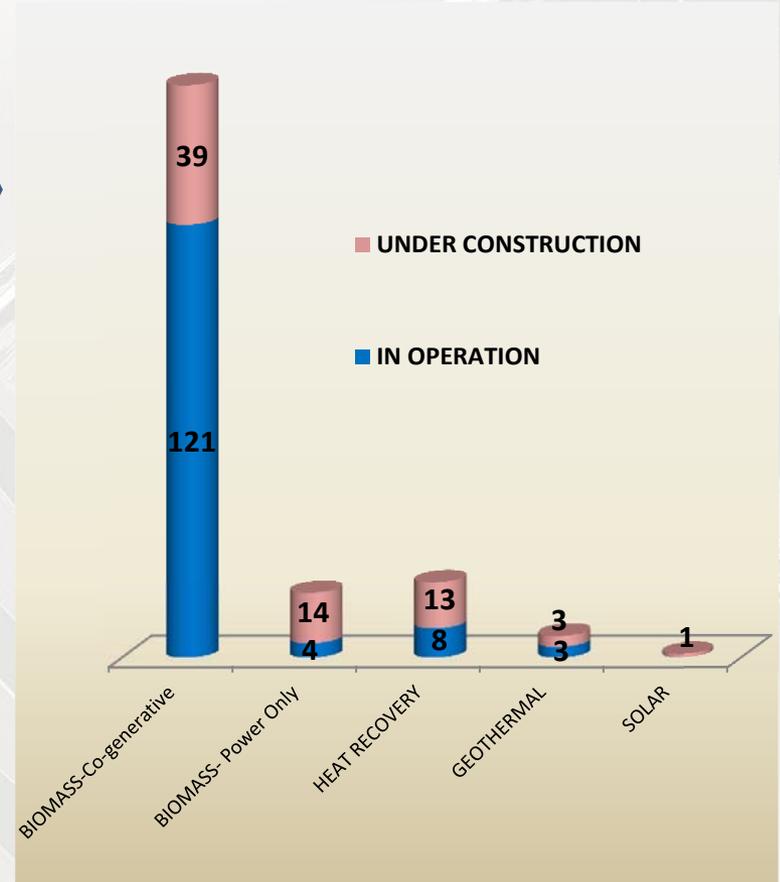
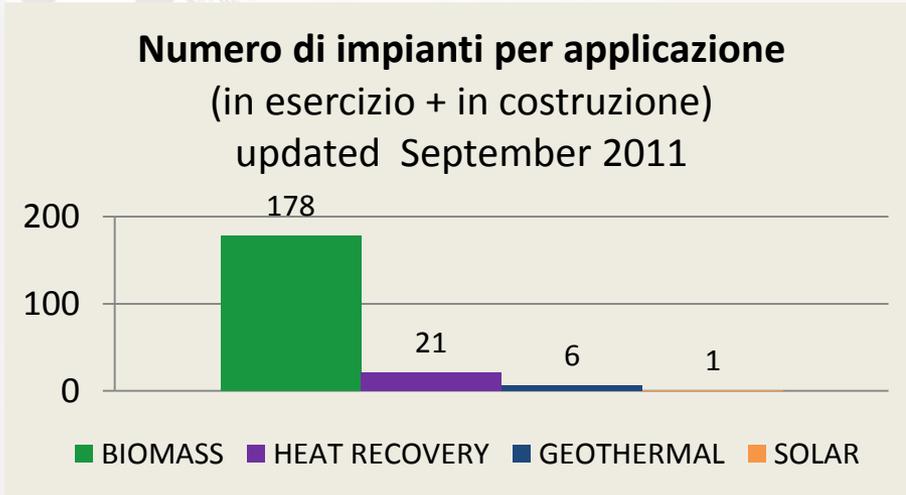


BIOMASSA	RECUPERO CALORE	GEOTERMIA	SOLARE TERMODINAMICO	TOTALE IMPIANTI
in funzione 128	in funzione 8	in funzione 3	in funzione	in funzione 138
in costruzione 73	in costruzione 16	in costruzione 4	in costruzione 1	in costruzione 95
TOTALE 201	TOTALE 24	TOTALE 7	TOTALE 1	TOTALE 233

Turboden e Pratt & Whitney Power Systems ad oggi sono presenti in tutto il mondo con 280 impianti ORC.

# Mercato Europeo ORC p>300kW

Le principali applicazioni ORC Turboden in Europa sono in cogenerazione a biomassa





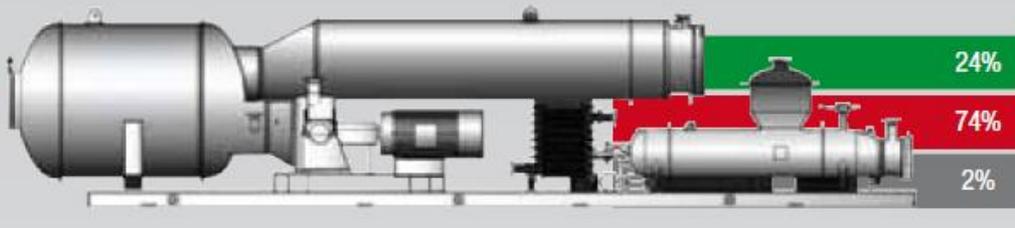
# HRS -unità ad alto rendimento elettrico

## HRS per generazione elettrica e cogenerazione da BIOMASSA



I turbogeneratori Turboden HRS garantiscono un elevato rendimento elettrico totale: il 24% circa dell'energia termica in ingresso all'ORC viene trasformata in energia elettrica.

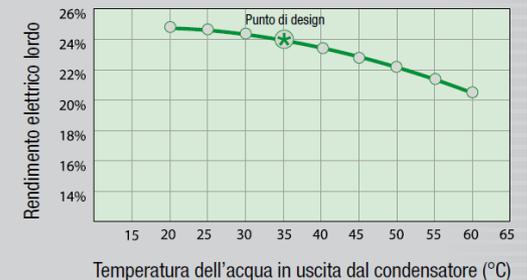
100%  
energia  
termica  
dall'olio  
diatermico



24% Energia elettrica alla rete  
74% Calore per impieghi termici  
2% Perdite termiche

### Prestazioni lorde moduli ORC Turboden HRS a diverse temperature dell'acqua di condensazione

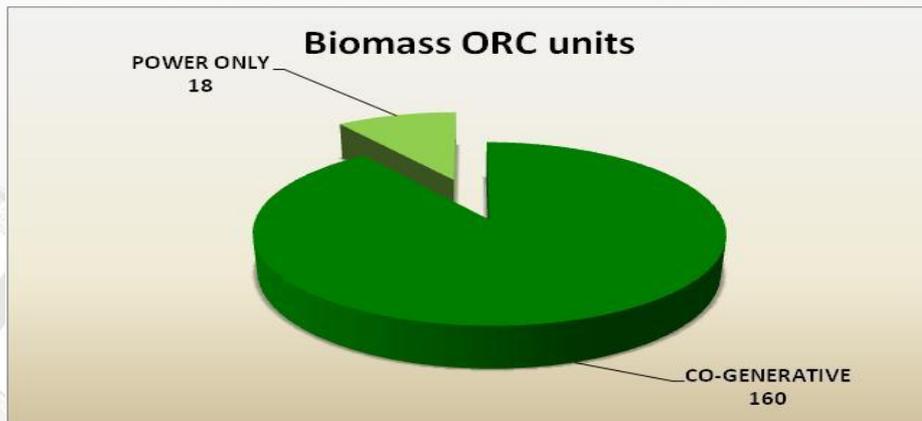
⊗ Valore del rendimento elettrico lordo calcolato come rapporto tra potenza elettrica lorda generata ai morsetti e potenza termica entrante nell'ORC nel punto di design.



A PRATT & WHITNEY POWER SYSTEMS COMPANY

Copyright © - Turboden S.r.l. - All rights reserved

## Impianti cogenerativi e power only



Le applicazioni ORC power only sono in crescita nel mercato biomassa a causa di alcuni fattori:

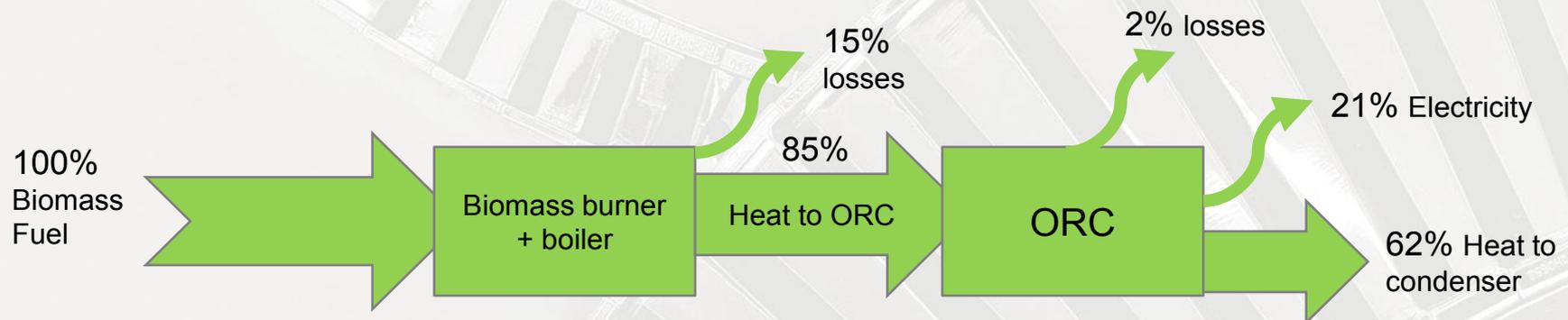
- Scarsa richiesta termica in contesti agricoli
- Disponibilità di biomassa a prezzi competitivi
- Costi specifici elevati per il teleriscaldamento di piccola taglia
- Sostenibilità economica degli investimenti power only

*Note: Turboden figures*

# ORC power only per applicazioni ad alta efficienza elettrica

Sono disponibili sul mercato moduli ORC ad alto rendimento nel range di potenza tra 1 e 3 MW elettrici. Tali moduli raggiungono efficienza elettrica fino al 25%, con una efficienza da biomassa ad elettrico del 21%.

## Power Only ORCs 1-3MW



## Nuovi sviluppi e brevetti: Moduli cogenerativi o power only

Nuovi sviluppi:  
Moduli ORC Turboden serie HRS parzialmente cogenerativi.



## Nuovi sviluppi e brevetti: Moduli cogenerativi o power only

Gli impianti a biomassa cogenerativi generano impatti positivi sul territorio maggiori di quelli power only.

Non sempre però si riesce ad incrociare la disponibilità di biomassa con una adeguata utenza termica, che può essere assente o in alcuni casi presente in forma contenuta e discontinua.

Turboden ha sviluppato e brevettato un sistema parzialmente cogenerativo al fine di massimizzare la valorizzazione della biomassa sia in produzione elettrica che termica.

### Idealmente

La soluzione più flessibile si adatterebbe alle variazioni delle condizioni al contorno trasformandosi all'occorrenza e gradualmente da cogenerativa in power only.

Questo permetterebbe di operare da 100% cogenerativo con acqua a 80/100°C e rendimento al 18%, a 100% power only con acqua a 25/30°C e rendimento al 25%.

...e in tutti i casi intermedi

Ma.....

### Ma...

Il rendimento di turbina subirebbe sensibili riduzioni a causa della elevata variazione del coefficiente di espansione.

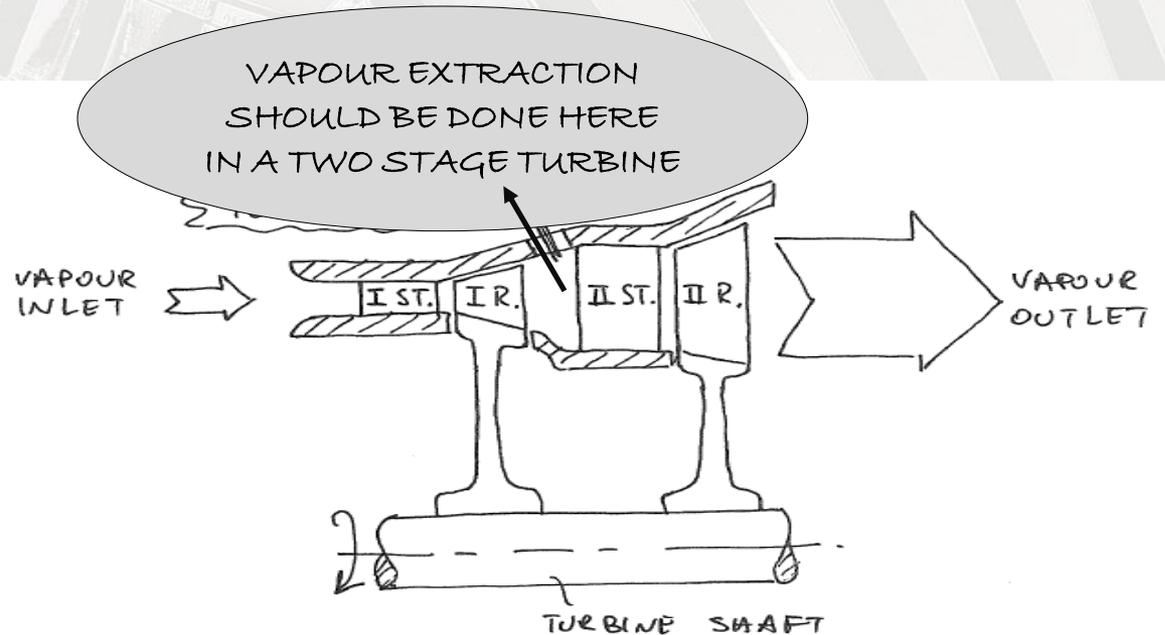
Per esempio, con un tipico fluido siliconico, la pressione al condensatore diminuirebbe di un fattore 6-7 passando da 35 C a 100 C di temperatura di condensazione.

Inoltre, nel caso in cui la richiesta termica sia contenuta, si sacrificerebbe il rendimento elettrico complessivo a vantaggio di una piccola utenza.

## Moduli cogenerativi o power only

La tipica soluzione applicata con le turbine a vapore, con estrazione di una frazione di vapore lungo l'espansione in turbina per produrre calore ad un livello di temperatura superiore a quella del condensatore, non è praticabile negli ORC a bassa pressione per i seguenti motivi:

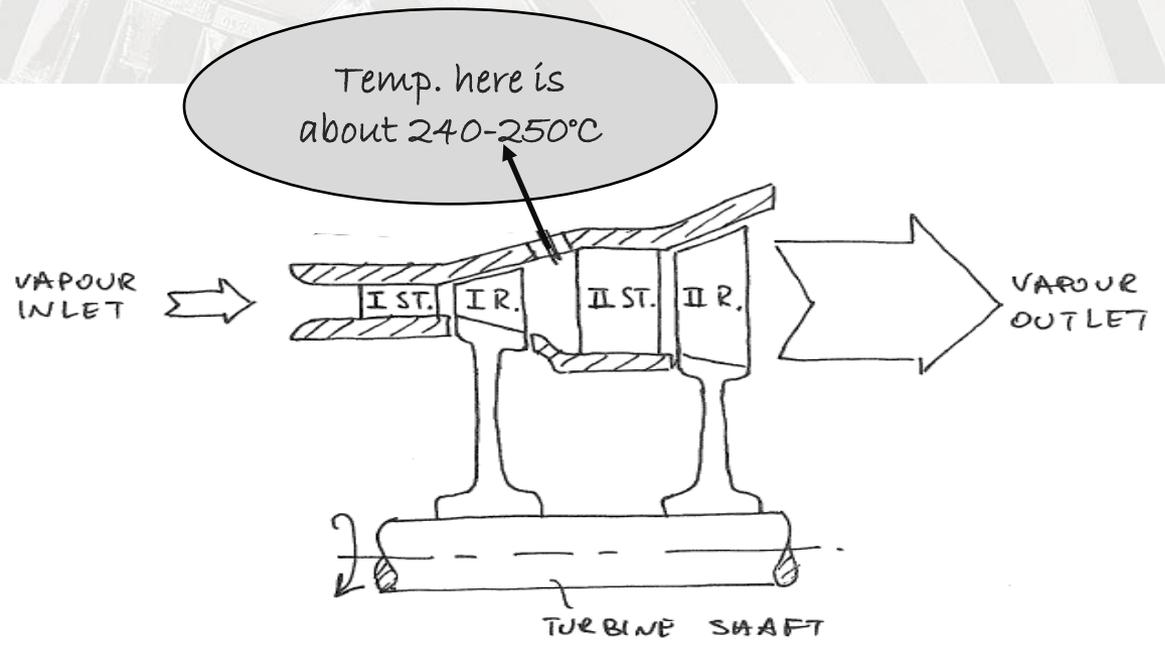
1. La portata volumetrica che passa in turbina è molto elevata. Di conseguenza non c'è abbastanza spazio per realizzare il condotto di estrazione adeguato alla portata da estrarre.



Continue....

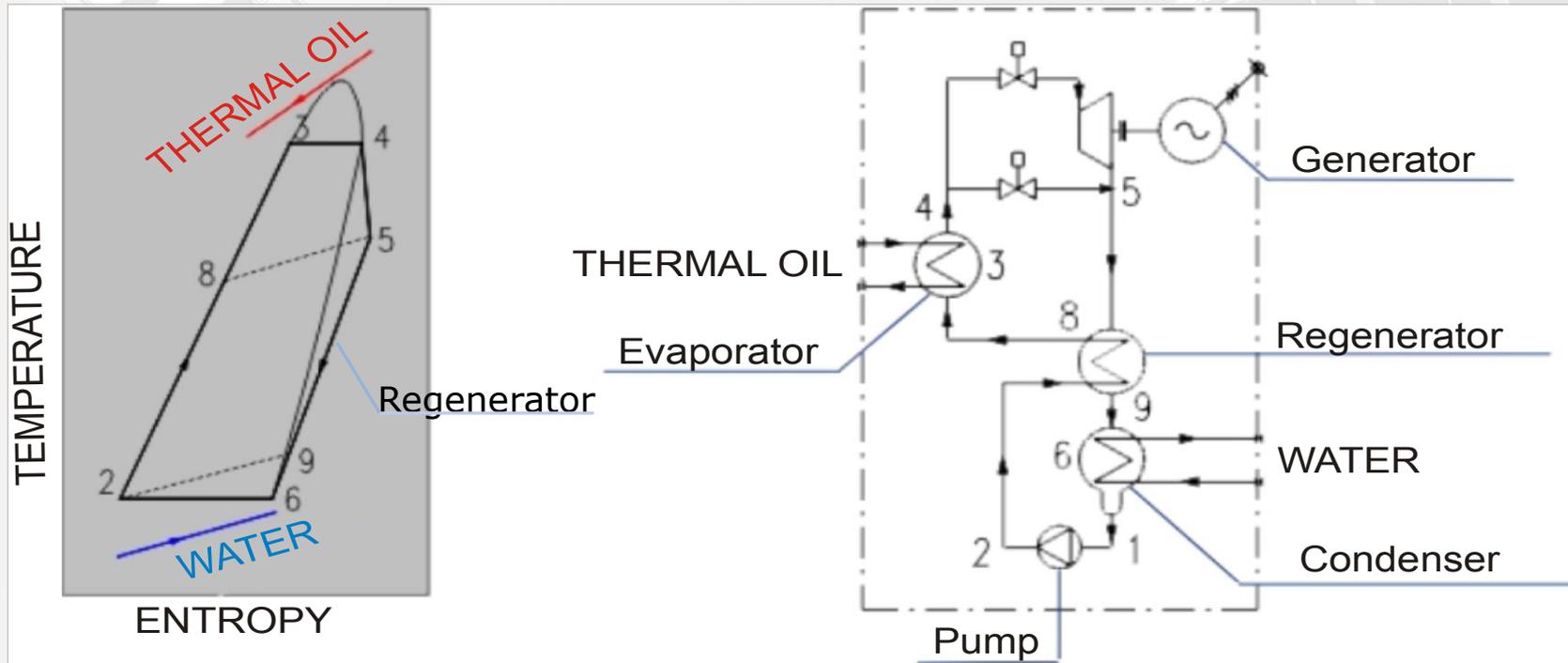
Continue...

2. Tipico degli ORC è un basso delta T durante l'espansione in turbina. Questo comporta che in una applicazione a biomassa il vapore estratto durante l'espansione sarebbe ad elevata temperatura (240-250°C). Usare questo livello di temperatura per produrre acqua a 80-100°C è una perdita termodinamica.



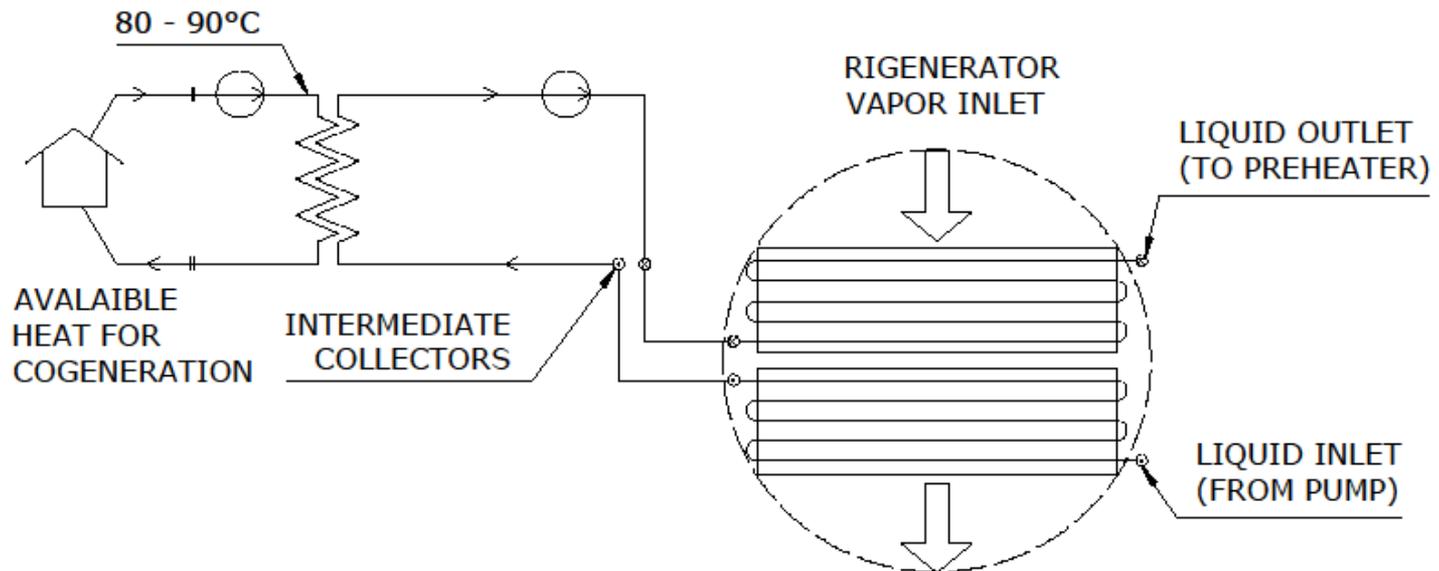
# Una nuova soluzione per ottenere parziale cogenerazione da ORC power only in applicazioni a biomassa

La soluzione parzialmente cogenerativa si ottiene nel rigeneratore dove il vapore è raffreddato per preriscaldare il liquido condensato



# Una nuova soluzione per ottenere parziale cogenerazione da ORC power only in applicazioni a biomassa

Una soluzione recentemente sviluppata e brevettata da Turboden è quella sotto indicata:

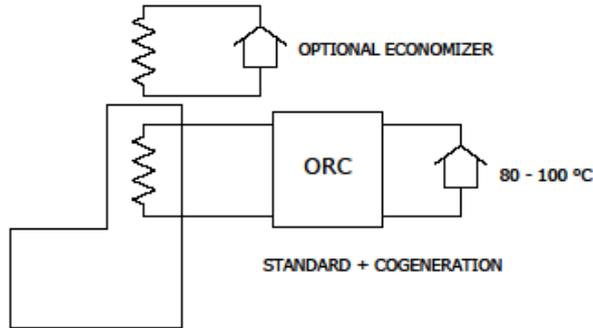


⇒ Il circuito addizionale permette di utilizzare una frazione di calore disponibile nel rigeneratore per riscaldare un flusso di acqua ad una temperatura superiore a quella del condensatore.

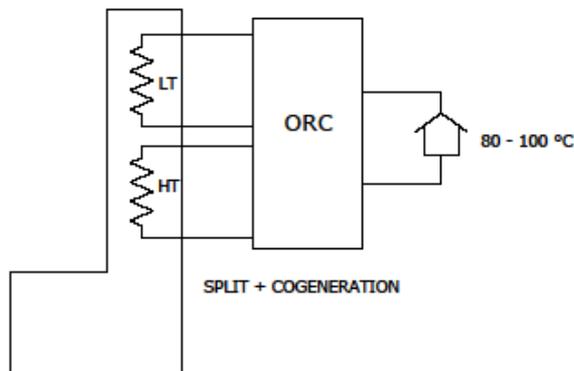
# Differenti schemi per produrre acqua a 80-100 C

## FULL COGENERATIVE SOLUTIONS

1 - STANDARD ORC

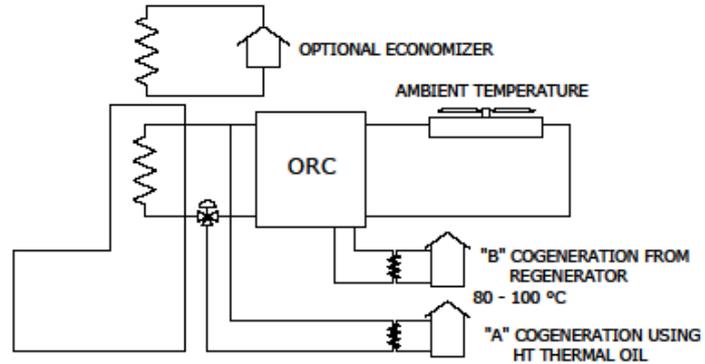


2 - SPLIT ORC

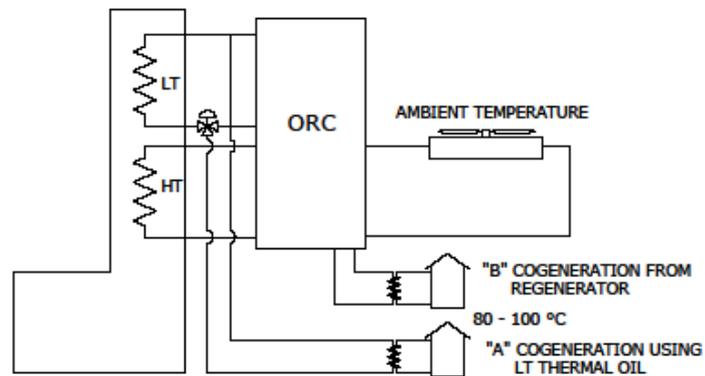


## POWER ONLY ORC + PARTIAL COGENERATION

3 - STANDARD ORC

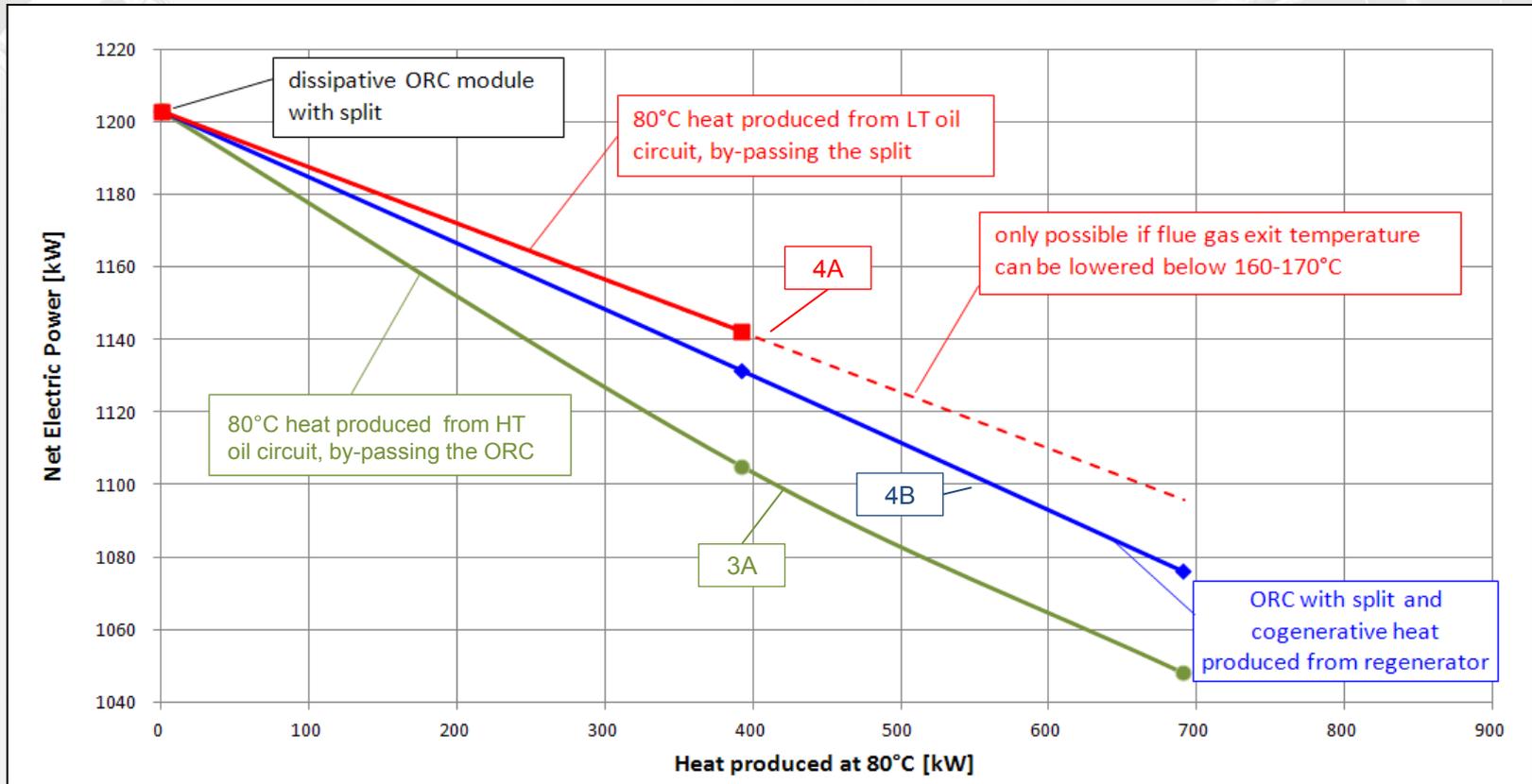


4 - SPLIT ORC



# Differenti schemi per produrre acqua a 80-100 C

Confronto tra soluzioni a parità di consumo di biomassa



Copyright © - Turboden S.r.l. All rights reserved

## Differenti schemi per produrre acqua a 80-100 C: Conclusioni

1. Sono disponibili commercialmente e già presenti nel mercato europeo moduli ORC power only nel range 1-3 MW electric power.
2. E' possibile ottenere una efficienza elettrica di ORC del 25%, con una efficienza da biomassa ad elettrico del 21%
3. Turboden ha sviluppato una soluzione power only parzialmente cogenerativa. I vantaggi sono sensibili se confrontati con una soluzione in cui si ricava il calore direttamente dal circuito olio alta temperatura.
4. In ogni caso, la soluzione proposta, si può definire, anche se parzialmente, cogenerativa.

Alessandro Guercio

[alessandro.guercio@turboden.it](mailto:alessandro.guercio@turboden.it)

[www.turboden.it](http://www.turboden.it)



A PRATT & WHITNEY POWER SYSTEMS COMPANY



Turboden s.r.l.  
Via Cernaia, 10 - 25124 Brescia, Italia  
tel +390303552001 - fax +390303552011  
[info@turboden.it](mailto:info@turboden.it) [www.turboden.it](http://www.turboden.it)

C.F./P.I. IT02582620981  
capitale sociale €1.800.000 i.v.  
R.I.: C.C.I.A.A. di Brescia 02582620981  
REA 461817