

PRODUZIONE DI SNG (SUBSTITUTE NATURAL GAS) DA BIOMASSE



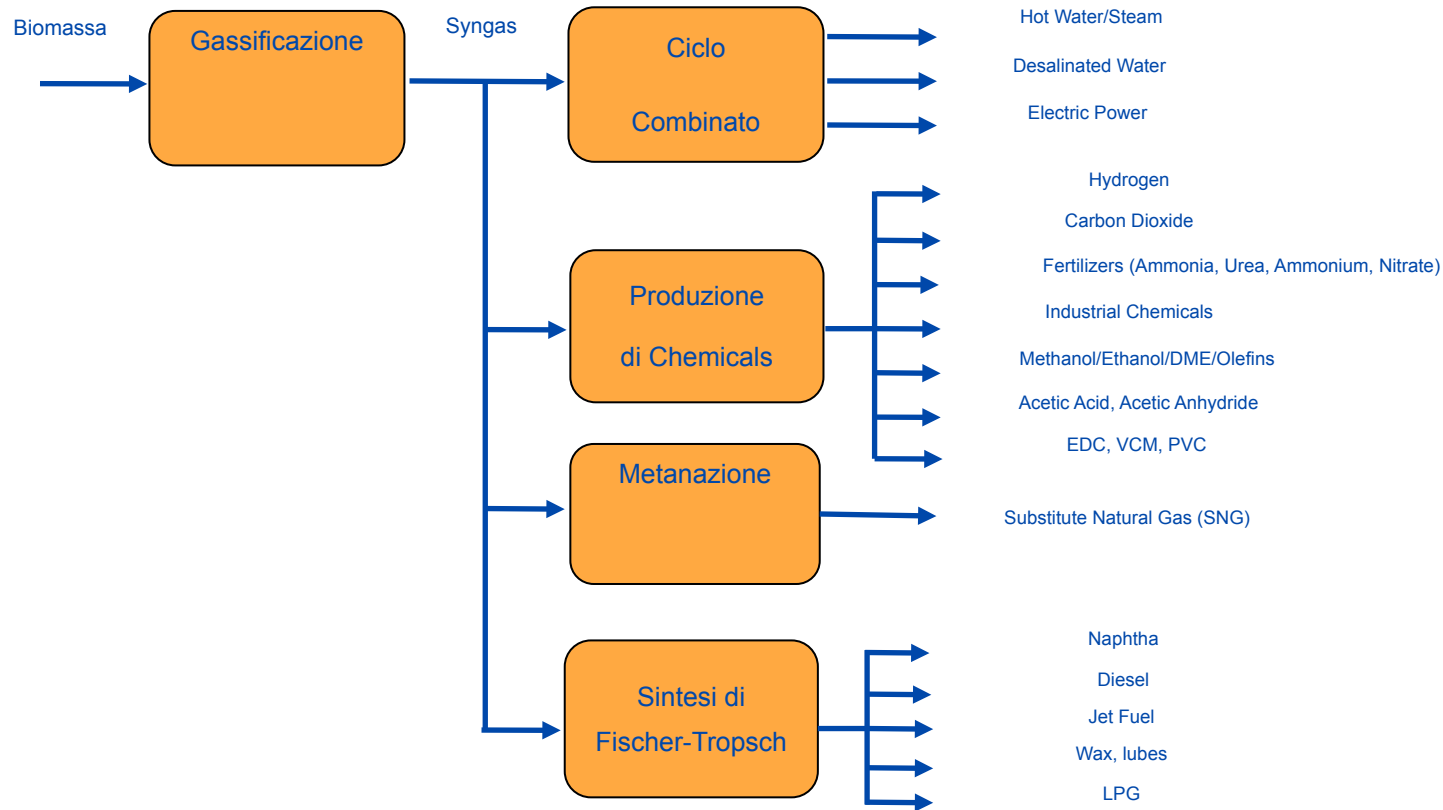
F. Ruggeri, F.Caldirola, I.Papa
Foster Wheeler Italiana
Le Biomasse: una risorsa energetica rinnovabile e programmabile
Milano, 29 maggio 2012

Agenda

- Introduzione: perché biomasse e SNG
- Schema d'impianto
- Tecnologie principali
 - ✓ Gassificazione
 - ✓ Rimozione dei Tar
 - ✓ Purificazione dei gas di sintesi
 - ✓ Metanazione
- “Case study”
- Conclusioni

Perché biomassa e SNG?

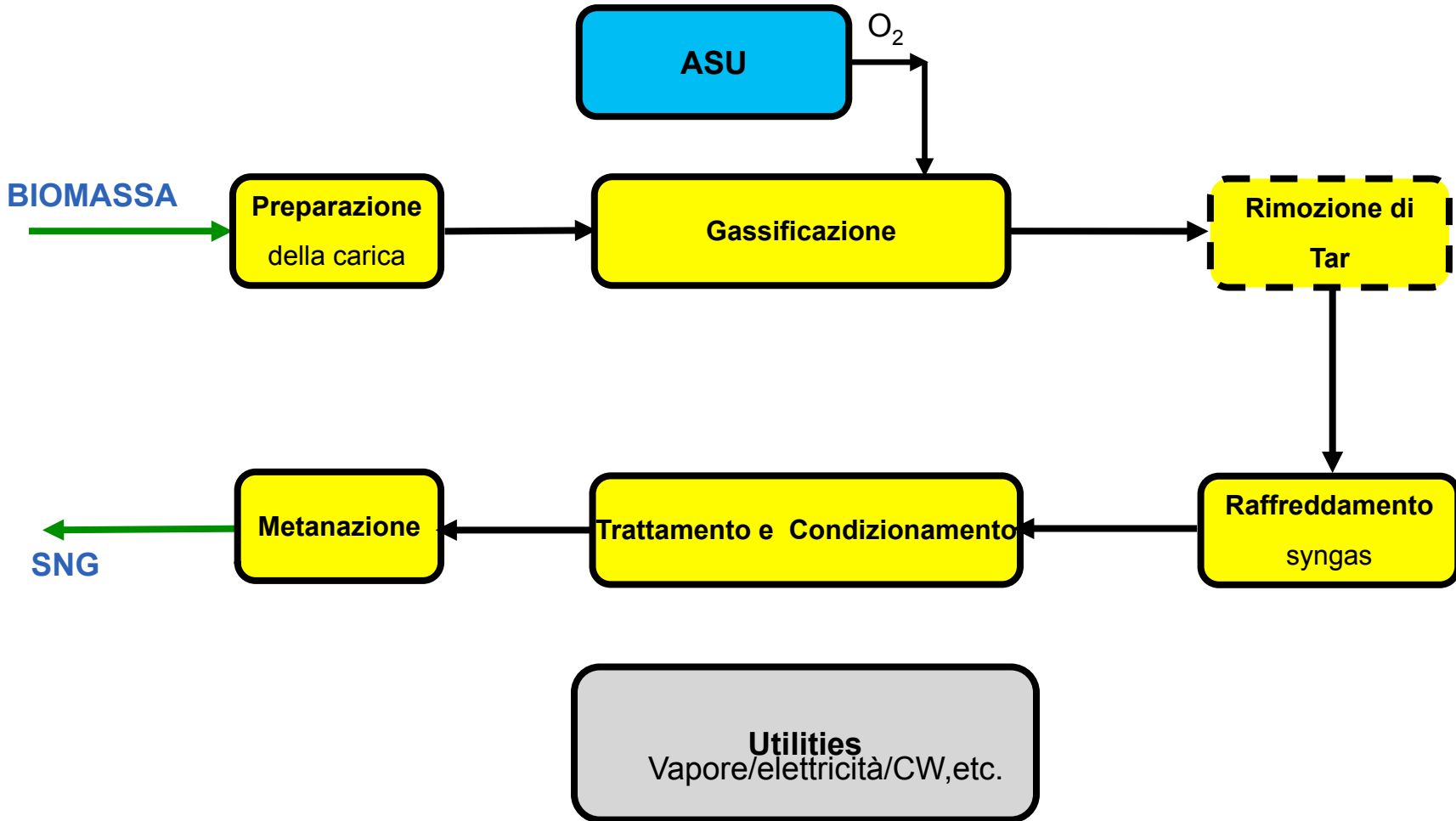
- Gassificazione di biomassa: un'opportunità per un mondo più "green"



- SNG: un sistema adatto a raggiungere gli utilizzatori finali

Facile connessione tra gli impianti di produzione e le reti esistenti di gas naturale

Schema d'impianto



Gassificazione di 100% Biomassa

- **A letto Trascinato**

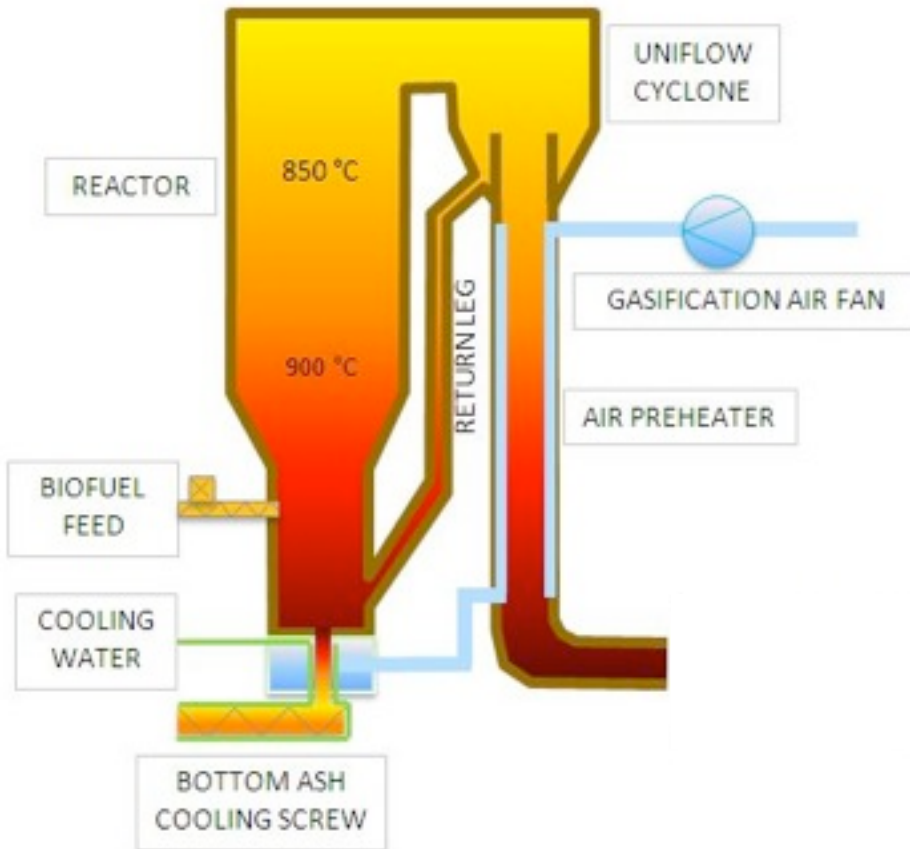
- Una tecnologia ampiamente nota.
- Su larga scala, gassificazione di biomassa limitata all'esperienza di co-gassificazione con altri combustibili fossili.
- Gassificazione di pura biomassa a livello di impianto pilota (demo in fase di sviluppo)
- Per utilizzare il design convenzionale, la biomassa va pre-trattata attraverso:
 - Pirolisi
 - Torrefazione

- **A letto Fluidizzato**

- Biomassa alimentata al gassificatore dopo un pre-trattamento convenzionale di essiccamento
- Ampia esperienza derivante da caldaie alimentate a 100% biomassa
- Alto contenuto di metano nei gas di sintesi
- Necessaria rimozione di tar

Gassificazione FW

CFB GASIFIER



Foster Wheeler è licenziataria di una tecnologia di gassificazione a letto fluidizzato

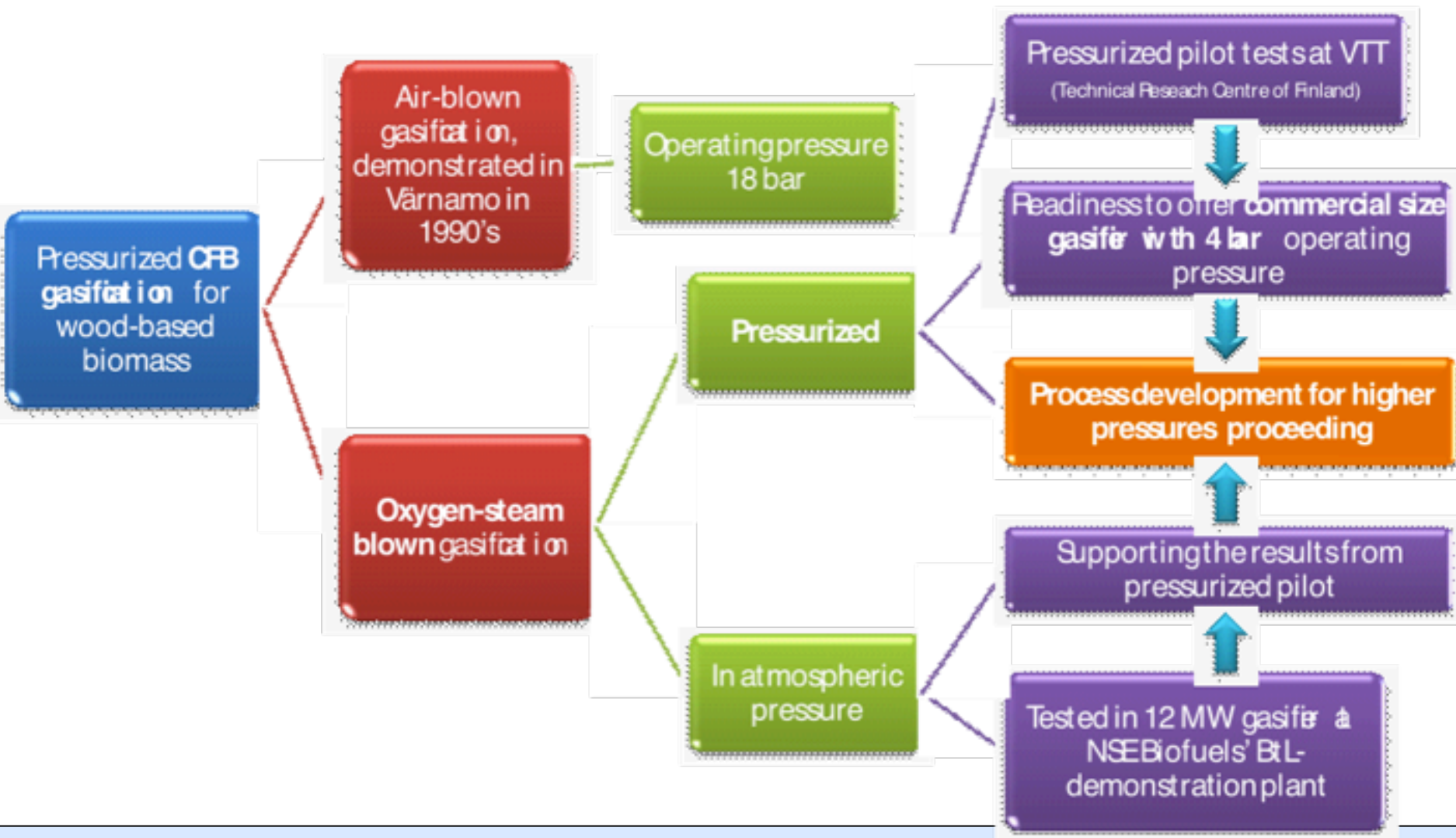
11 gassificatori CFB costruiti a partire dagli anni '80.

Gassificatori ad aria per combustibili legnosi e combustibili basati su rifiuti commercialmente disponibili fino a taglie di 100 MWth .

Gassificatori ad ossigeno e vapore, per applicazioni di bioraffineria con combustibili a base di legno commerciabili fino ad una scala di 300MWth.

Gassificazione FW (cont'd)

Fasi di Sviluppo della tecnologia di gassificazione FW (CFB) in pressione



Gassificazione FW (cont'd)

Tipiche condizioni operative (Varkaus demo plant):

- ✓ Temperatura di esercizio: 870-940 °C
- ✓ Gas di fluidizzazione: O₂ 40-50 %-m e H₂O
- ✓ Materiale letto: Miscela di calcare e sabbia, 70/30 (50/50)
- ✓ Combustibile: Biomassa legnosa (essicata fino a 15% di acqua residua)

- ✓ Composizione dei gas di sintesi (su base umida):
 - CO 17 %
 - CO₂ 22 %
 - H₂ 21 %
 - C_xH_y * 7 %
 - H₂O 33 %

* Include componenti da metano fino a tar pesanti.

Composizione del gas può variare in qualche misura ed è influenzata dalle condizioni di processo, tipo di combustibile e granulometria, materiale, ecc

Rimozione dei Tar: Definizione e problematiche associate

Qualità del gas di sintesi

	<u>Letto Trascinato</u>	<u>Letto Fluidizzato</u>
Contenuto in metano	< 0.5%	5-7%
Contenuto in tar	~ 0	10⁴ mg/Nm³ max

Tar: “Composti organici con temperatura di ebollizione superiore a quella del benzene (80°C)”

✓ Tar pesanti: condensano a temperature elevate (> 350°C)



Maggiori problemi di sporcamento

✓ Tar Leggeri: Esempi sono fenolo e naftalene.

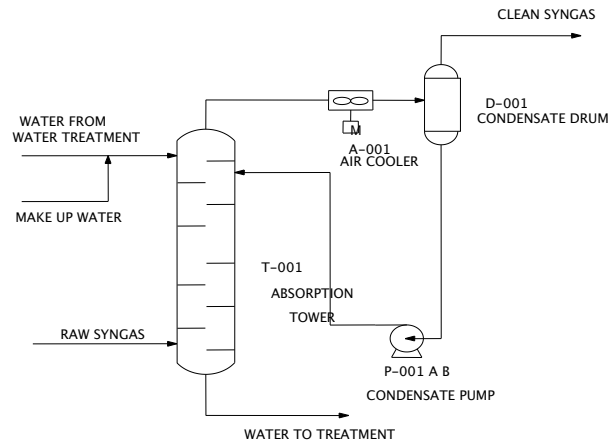


Contaminano le condense acquose

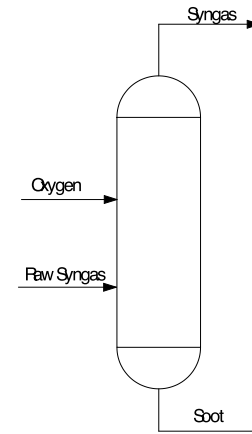


Rimozione dei Tar: possibili processi industriali

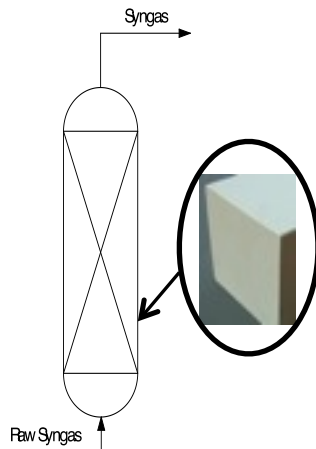
Lavaggio con acqua



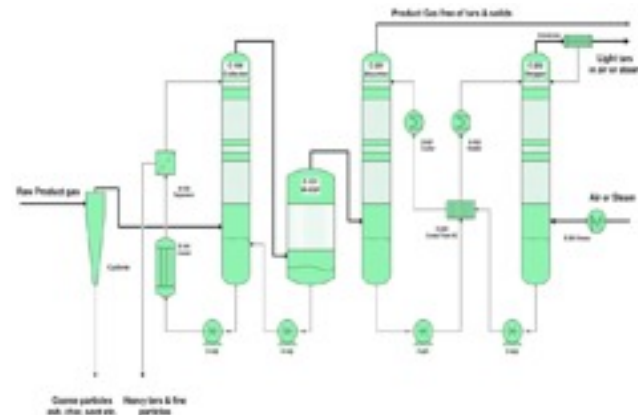
Cracking Termico



Cracking Catalitico



Lavaggio con olio



Source: <http://www.renewableenergy.nl/>

Rimozione dei Tar: possibili processi industriali

Processo	Vantaggi	Svantaggi	Rischi
<u>Lavaggio con acqua</u>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Buona efficienza ▪ Buona operabilità e facilità di gestione dell'unità 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trasferimento dei tar dalla fase gassosa a quella liquida ▪ Costo d'investimento elevato per il sistema trattamento acque 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tar leggeri residui nel <i>syngas</i> purificato
<u>Cracking Termico</u>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rimozione completa dei tar ▪ L'energia chimica dei tar convertiti rimane nel <i>syngas</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formazione di <i>Soot</i> ▪ Elevato Capex ▪ Bassa efficienza termica (parte del <i>syngas</i> consumato per fornire il calore richiesto) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nessuno evidente
<u>Cracking Catalitico</u>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Potenziale rimozione completa ▪ L'energia chimica dei tar convertiti rimane nel <i>syngas</i> ▪ La T del reattore catalitico può essere termicamente integrata con la T in uscita gassificatore 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formazione di <i>Soot</i> ▪ Parte del metano già presente nel <i>syngas</i> viene riformato. ▪ Consumo e costo catalizzatore ▪ Smaltimento catalizzatore (<i>Ni</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formazione di <i>Coke</i> e disattivazione del catalizzatore ▪ Basse referenze
<u>Lavaggio con olio</u>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Affidabilità del sistema ▪ L'energia chimica rimane nel <i>syngas</i> (ricircolo tar) ▪ Alta efficienza 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Installazione <i>Scrubber/Stripper</i> per la rimozione di NH_3, HCl, H_2S solubili in acqua 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Naphtalene nel <i>syngas</i> purificato. Richiesti test di verifica.

- Introduzione: perché biomasse e SNG
- Schema d'impianto
- **Tecnologie principali**
 - ✓ Gassificazione
 - ✓ Rimozione dei Tar
 - ✓ **Purificazione dei gas di sintesi**
 - ✓ **Metanazione**
- “Case study”
- **Conclusioni**

Purificazione del gas di sintesi

I catalizzatori di metanazione richiedono una concentrazione bassissima di zolfo (pochi ppb).

Si richiede quindi la rimozione dei gas acidi (H_2S , COS, CO_2) grazie a sistemi di lavaggio (chimici/fisici) seguiti da reattori di guardia.

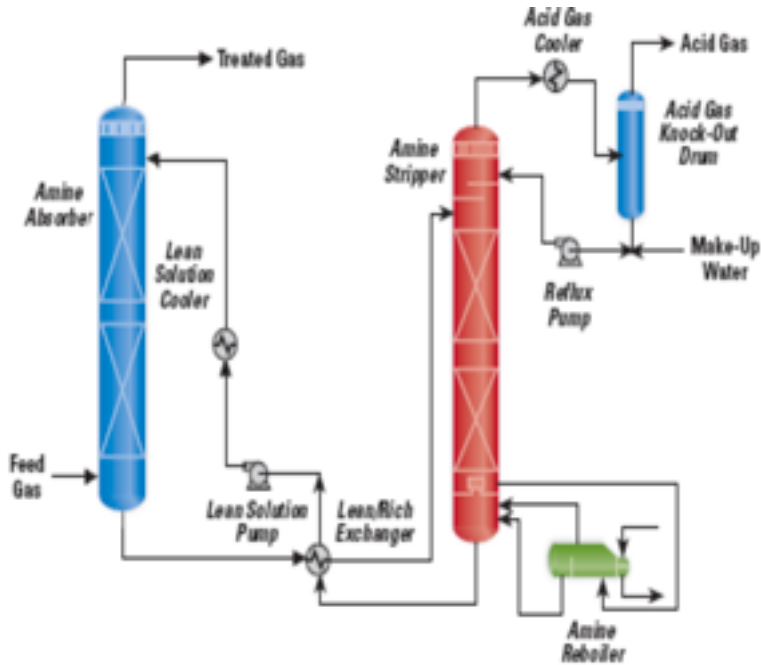
Oltre ai gas acidi si rimuovono anche HCN, NH_3 , BTXN.

Tipici parametri per il design dell'unità di rimozione dei gas acidi:

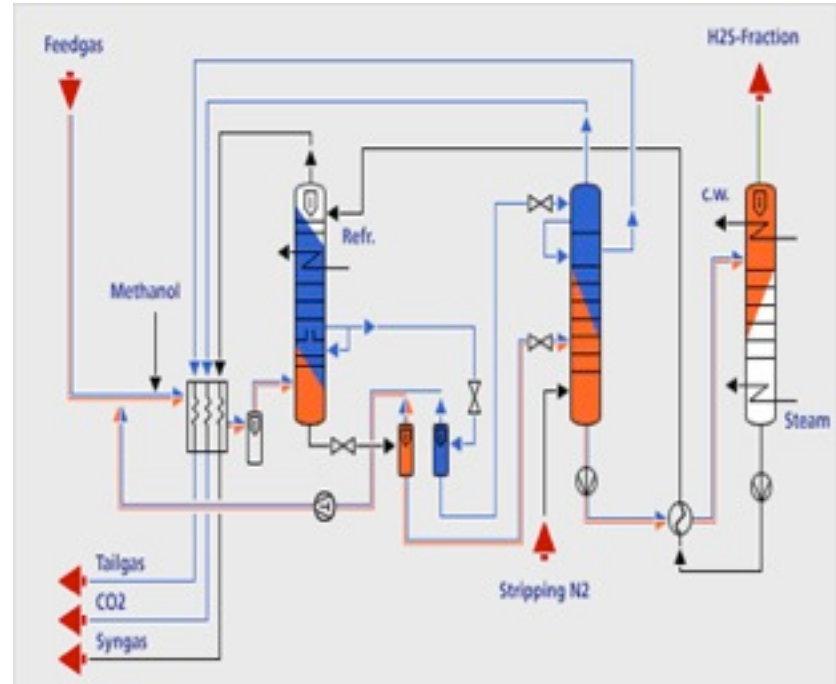
- Zolfo(prima dei reattori di guardia) 1-2 ppmvol max
- B,T,X,N 5 ppmv max.
- H_2 , CO, CH_4 recupero massimizzato

Purificazione del gas di sintesi

Assorbimento chimico



Assorbimento fisico

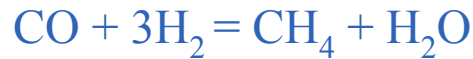


Purificazione del gas di sintesi

Processo	Contenuto di H ₂ S e CO ₂	Vantaggi	Svantaggi
<u>Lavaggio chimico</u>	H ₂ S > 1 ppmv CO ₂ < 50 ppmv	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Buona Selettività ▪ Semplice configurazione impiantistica. Due unità separate possono essere previste per la rimozione di H₂S e CO₂; da investigare se la sezione di rigenerazione del solvente può essere in comune. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No rimozione COS ▪ Possibile foaming causato da benzene, toluene e tars.
<u>Lavaggio fisico</u>	H ₂ S < 0.1 ppmv CO ₂ < 5 ppmv	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alta Selettività ▪ Sezioni di rimozione di H₂S e CO₂ possono essere separate utilizzando una sezione di rigenerazione del solvente in comune. ▪ Basso consumo di vapore richiesto per la rigenerazione del solvente. ▪ Rimozione di COS, benzene, toluene, HCN e NH₃. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maggiore consumo di energia elettrica per la refrigerazione (se necessaria). ▪ Complessa configurazione impiantistica ▪ Sezione di rigenerazione del solvente più complessa e costosa. ▪ Alti costi d'investimento ▪ Possibile co-assorbimento del metano.

Metanazione

Nel processo di metanazione, gli ossidi di carbonio, principalmente il CO, e l'idrogeno sono convertiti in metano secondo la reazione di equilibrio



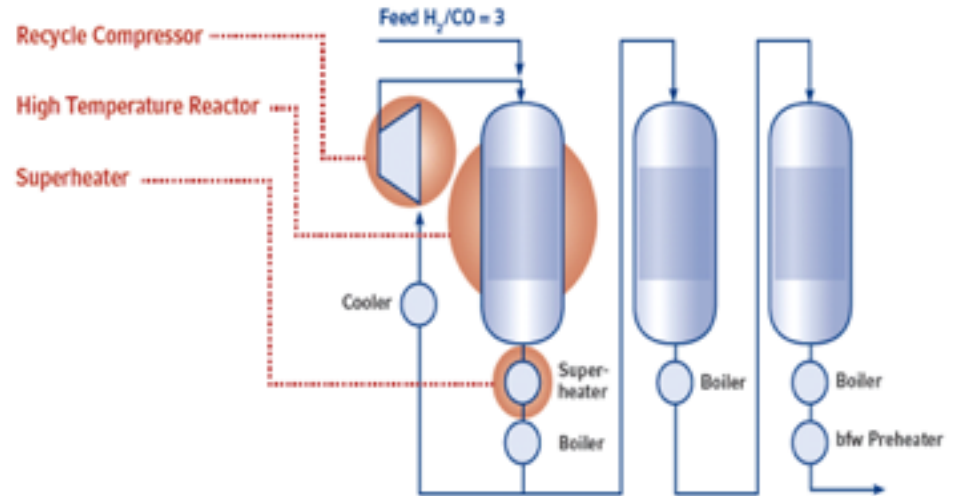
La reazione, fortemente esotermica, avviene in più reattori catalitici adiabatici a letto fisso in serie (3 o 4) con raffreddamento intermedio.

Al momento sono presenti diverse tecnologie di metanazione che si dividono principalmente in due famiglie:

- Tecnologie tradizionali (Haldor Topsøe, Davy PT, Lurgi)
- Tecnologia VESTA (Foster Wheeler / Clariant)

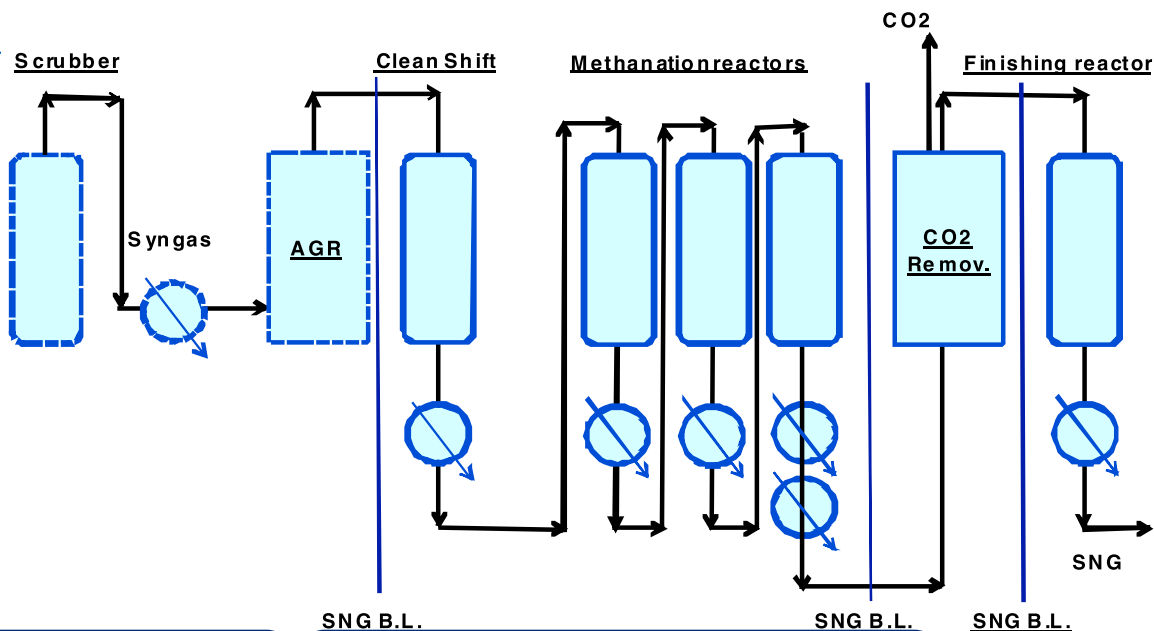
Metanazione

Tecnologie tradizionali



Metanazione

Tecnologia VESTA



Gassificazione	Purificazione	Processo SNG/ Rimozione CO ₂
<p>Tutte le tecnologie sono compatibili con il processo Alta efficienza</p>	<p>Rimozione H₂S Rimozione carbonili Purificazione fine Rapporto H₂/CO non è modificato</p>	<p>Non ci sono limitazioni del rapporto H₂/CO Limitata la formazione di coke Limitato il rischio di metal dusting Reattori in acciaio di bassa lega Non presente il compressore di riciclo Rimozione finale CO₂ (alta qualità)</p>

“Case Study”

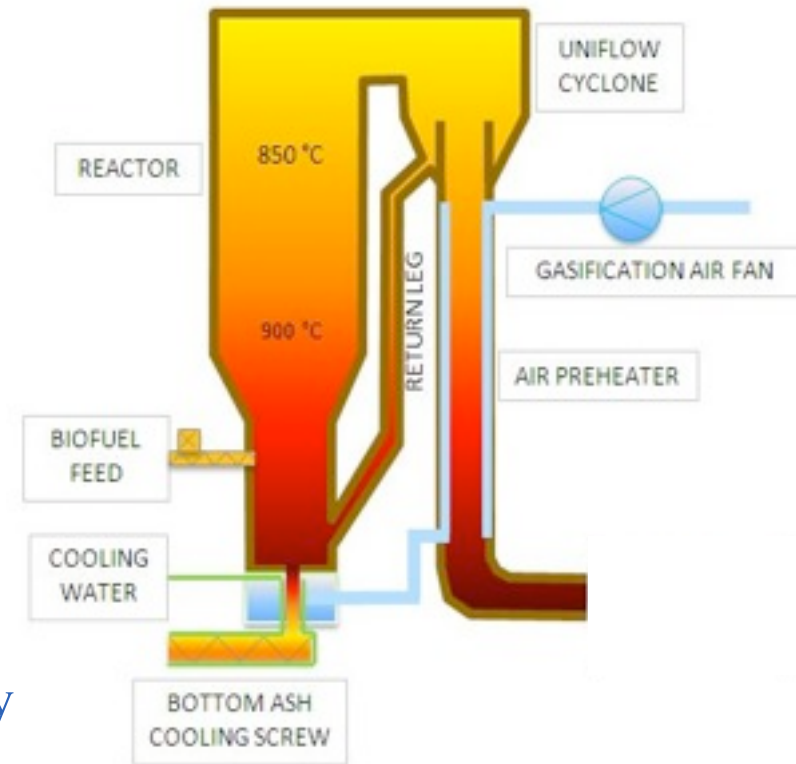
Impianto sviluppato per la produzione di SNG da biomassa

DATI DI INGRESSO

- Alimentazione: Legno
- Potere termico in uscita (SNG): 200 MWth (or 21,000 Nm³/h)

CONFIGURAZIONE DI IMPIANTO

- Gassificatore FW-CFB, pressurizzato e con insuflaggio di ossigeno
- Rimozione TAR con Reforming Catalitico
- Rimozione H₂S con lavaggio fisico
- Metanazione tramite VESTA SNG Technology (FW-Clariant)
- Rimozione CO₂ con lavaggio chimico



“Case Study”

ITEM	VALUE	UNIT
Tipo di alimentazione	Legname	
Portata di alimentazione	130	t/h AR
Potere termico in ingresso	300-310	MWth
Portata di SNG prodotto	~ 21,000	Nm3/h
Potere termico in uscita	200-210	MWth
Efficienza da biomassa a SNG (Basata su Potere termico considerando anche la biomassa per la produzione di	66-69	%

Conclusioni

- ✓ La produzione di SNG a partire dalla gassificazione della biomassa è tecnicamente fattibile. Le principali tecnologie sono disponibili e sufficientemente mature per un'applicazione commerciale.
- ✓ Recenti studi eseguiti da FW mostrano come impianti Biomassa-SNG possano essere economicamente sostenibili anche in presenza di un regime incentivante non particolarmente incisivo.
- ✓ Foster Wheeler è fortemente impegnata in questo settore essendo leader nella gassificazione della biomassa grazie al suo CFB e al tempo stesso proprietaria con Clariant di un processo innovativo (VESTA) per la produzione di SNG.



Grazie per l'attenzione



www.fwc.com
www.fosterwheeler.it

Fabio_ruggeri@fwceu.com
Inida_papa@fwceu.com
Francesca_caldirola@fwceu.com



Le Biomasse: una risorsa energetica rinnovabile e programmabile ©