



Biomasse : prospettive di uso energetico in Emilia-Romagna e sistemi di calcolo e monitoraggio su GIS - Bologna, 25 Novembre 2010

LE ATTIVITA' DI RICERCA DEL LEAP NEL SETTORE DELLE BIOMASSE

Alberto Sogni

LEAP: Laboratorio Energia e Ambiente Piacenza

Il Consorzio L.E.A.P.

Il LEAP (Laboratorio Energia e Ambiente Piacenza) è un consorzio nato nel 2005 su iniziativa della sede piacentina del Politecnico di Milano.

Attualmente riunisce:

- La sede di Piacenza del Politecnico
- 5 Dipartimenti del Politecnico
- Comune di Piacenza
- Provincia di Piacenza
- Fondazione di Piacenza e Vigevano
- a2a
- Iren S.p.A. (ex Enìa)
- Groppalli S.r.l.
- Unical AG S.p.A.

1. Dip. di Energia
2. Dip. di Elettronica e Informazione
3. Dip. di Elettrotecnica
4. Dip. di Chimica, Materiali e Ing. Chimica
5. Dip. di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture Viarie e del Rilevamento



Comune di Piacenza



Provincia di Piacenza



FONDAZIONE
DI PIACENZA E VIGEVANO



a2a
energie in comune



Sede e gruppo di lavoro del LEAP

Il LEAP ha sede a Piacenza nel complesso della Centrale Emilia presso l'ex officina trasformatori.

Il gruppo di lavoro è costituito da 18 ricercatori, di cui 9 a tempo pieno, guidati da Presidente, Direttore e dai Professori del Politecnico che hanno la responsabilità scientifica delle varie attività svolte.



LEAP fa parte di:

AASTER

RETE ALTA TECNOLOGIA
EMILIA-ROMAGNA
HIGH TECHNOLOGY NETWORK

LEAP è certificato
**UNI EN ISO
9001:2008**



Le attività del LEAP

Ricerca in cinque settori:

1. generazione di energia termica ad alta efficienza;
2. produzione di energia o combustibili da biomasse, rifiuti e residui;
3. termoidraulica degli impianti nucleari;
4. tecnologie per lo sfruttamento dei combustibili fossili e cattura della CO₂;
5. energie rinnovabili o assimilate.

Consulenza e servizi:

1. analisi e simulazioni di impianti a fonti rinnovabili;
2. prove su impianti: misure di temperatura in camere combustione, misurazione di particolato fine e nano particelle in atmosfera e in flussi convogliati, misurazione di concentrazioni di inquinanti in flussi gassosi.

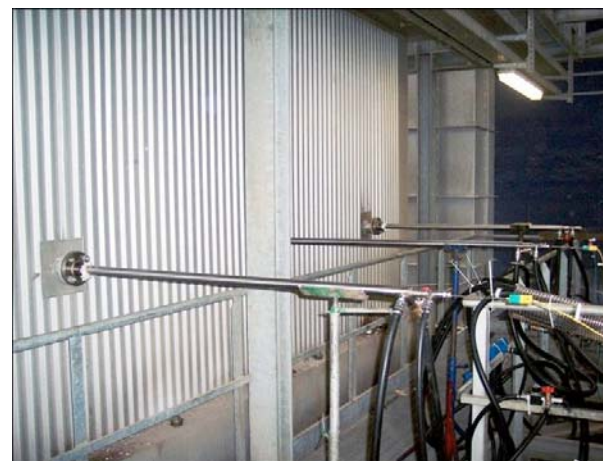
Laboratori sperimentali:

1. Heat_Box: valutazione delle prestazioni di caldaie fino a 100 kW di potenza e per la taratura di contatori di energia termica di piccola taglia;
2. Wind_Box: prove termofluidodinamiche su condotti da fumo per generatori di calore di piccola e media taglia;
3. CO₂_Box, un laboratorio per la determinazione delle proprietà termodinamiche di miscele a base di CO₂.



Attività sperimentali del LEAP

Prove su impianti:



Laboratori sperimentali:



Sommario: attività di ricerca LEAP nelle biomasse

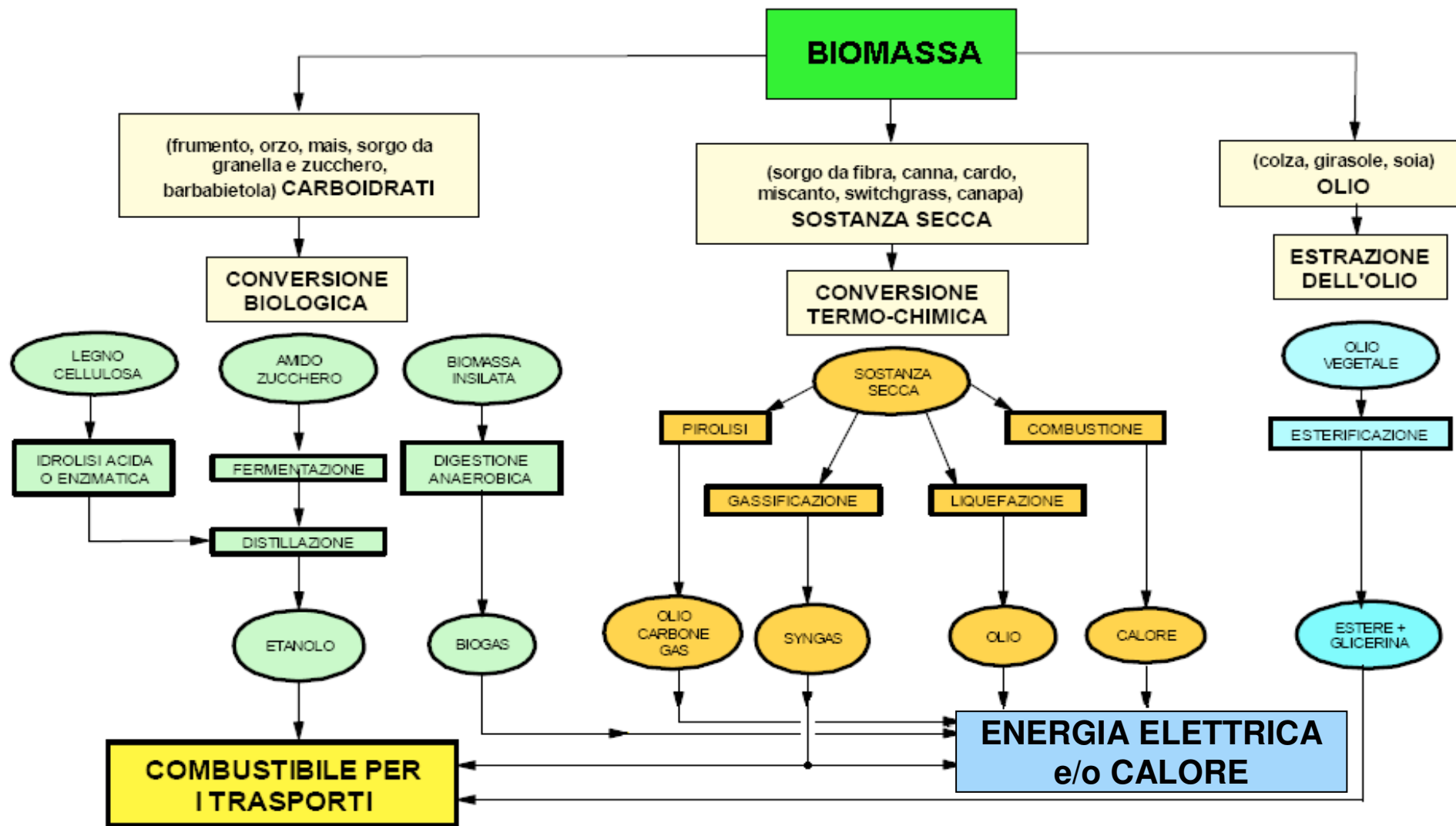
1. Percorsi di conversione energetica
2. Tecnologia della combustione diretta
3. Tecnologia della gassificazione
4. Tecnologia della digestione anaerobica
5. Modellizzazione della cinetica chimica
6. Produzione di biocarburanti ed energia elettrica
7. Valutazione potenzialità produttiva con sistemi GIS
8. Attività collaterali: consulenze, servizi, formazione

Taglia di
impianto
medio-piccola

Taglia di
impianto
medio-grande



Percorsi di conversione energetica



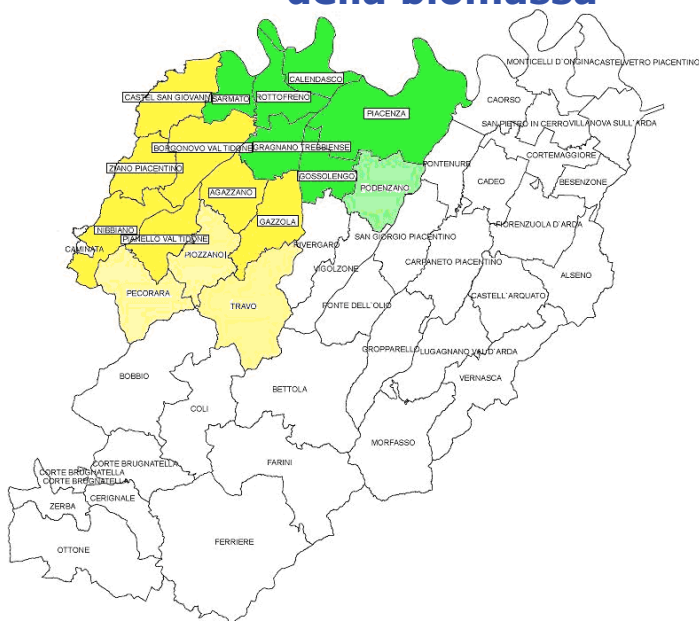
Combustione: analisi completa impianto (caso 1)/1

Studio per la valutazione dell'impatto economico, energetico e ambientale di un impianto cogenerativo nel comune di Borgonovo Val Tidone (PC).

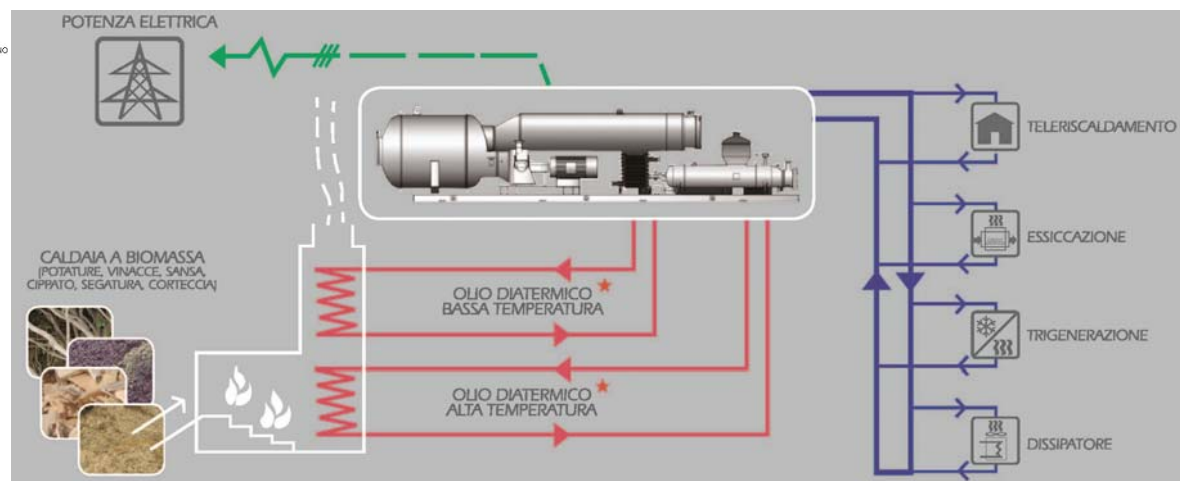
Ipotesi:

1. Biomassa locale, reperita in un raggio massimo di 30 km dall'impianto;
2. Combustione su caldaia a griglia con linea di abbattimento fumi;
3. Conversione energetica mediante ciclo Rankine, con due alternative:
 - Ciclo a fluido organico, potenza di 645 kW_{el} , caldaia ad olio diatermico
 - Ciclo a vapor d'acqua con potenza di 5 MW_{el}

Bacino di approvvigionamento della biomassa

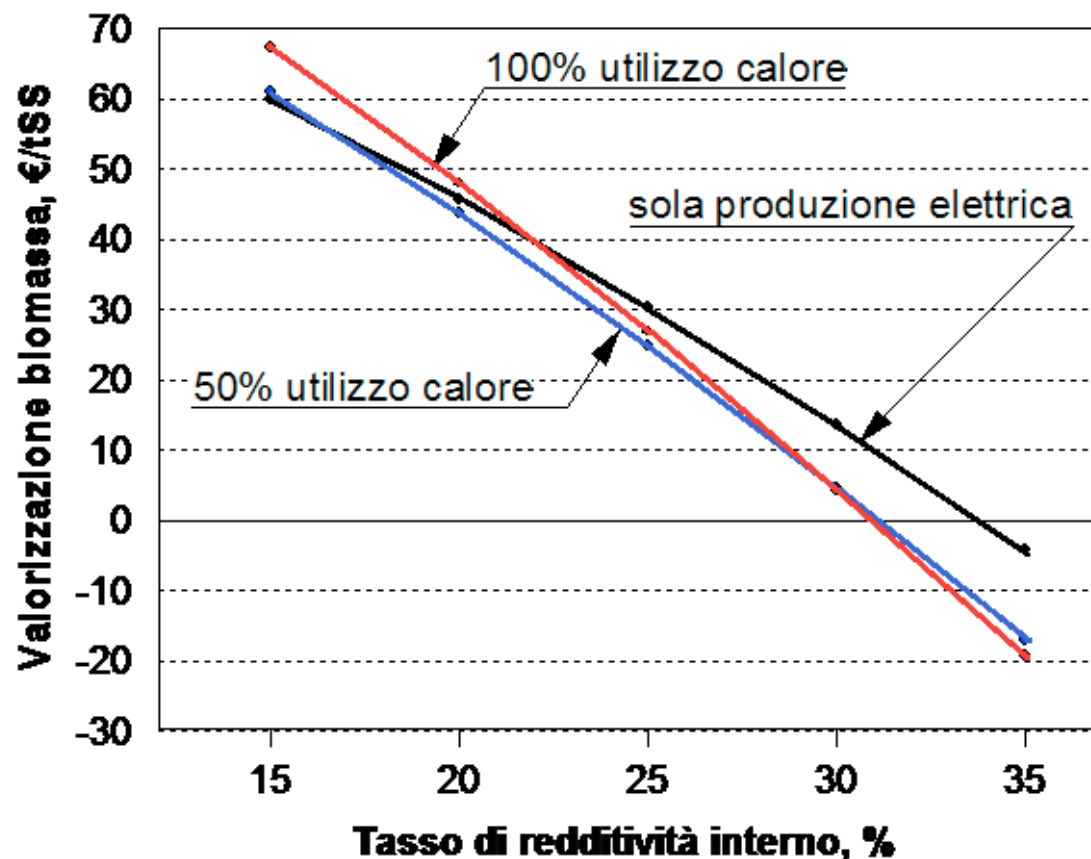


Schema impianto ORC
(Fonte: Turboden S.r.l)



Combustione: analisi completa impianto (caso 1)/2

Analisi economica per stimare la possibile valorizzazione della biomassa cioè il prezzo riconosciuto per il conferimento di biomassa residua o da coltura energetica che garantisca la sostenibilità economica dell'investimento.



Conclusioni:

- Elevata incentivazione dell'EE consente questo tipo di investimenti, ma la biomassa deve avere costi limitati.
- Meglio residui delle coltivazioni.
- Considerazioni tecnico-ambientali suggerirebbero l'introduzione di incentivi sul calore.

Valorizzazione della biomassa al variare del TIR e della percentuale di utilizzo del calore (impianto da 645 kW_{el}).

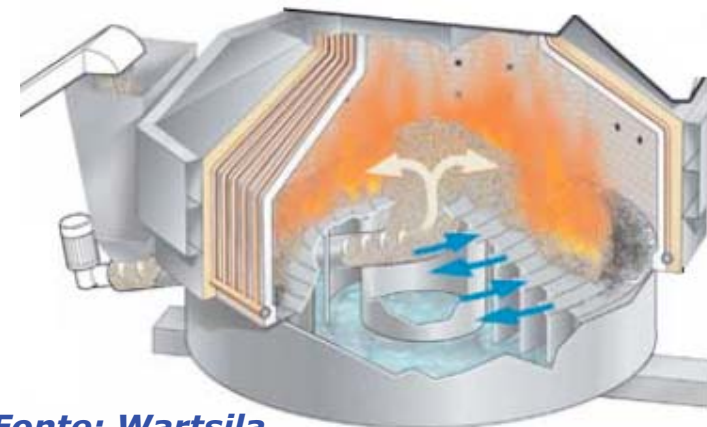
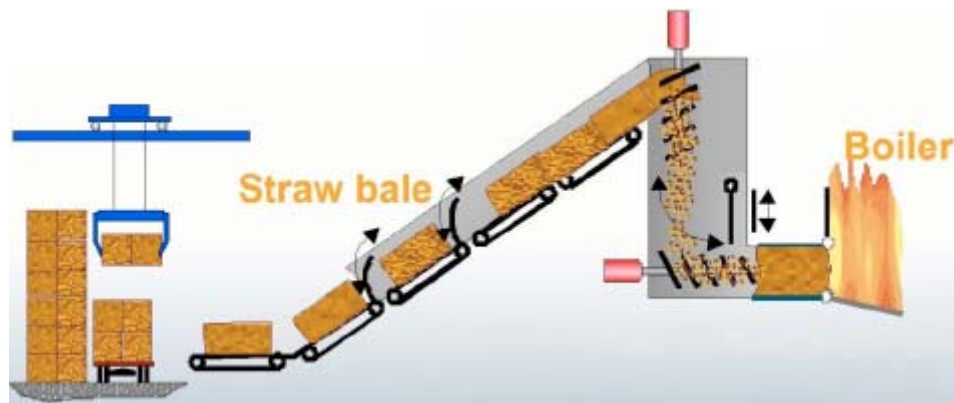


Combustione: analisi completa impianto (caso 2)/1

Studio per la valutazione dell'impatto economico, energetico e ambientale di un impianto cogenerativo. Analisi dell'iter autorizzativo, delle procedure di smaltimento delle ceneri e supporto alle comunicazioni relative al progetto.

Ipotesi:

1. Biomassa locale, raggio massimo di 60-120 km dall'impianto.
2. Biomassa residuale: paglia da cereali, potature di vite e alberi da frutta, olivi.
3. Combustione su caldaia a griglia con linea di abbattimento fumi a secco.
4. Conversione energetica mediante ciclo Rankine a vapor d'acqua con due ipotesi alternative:
 - 4 impianti da 5 MW_{el} ciascuno;
 - 1 impianto da 20 MW_{el}.
5. Valutazione di ipotesi cogenerative e trigenerative.

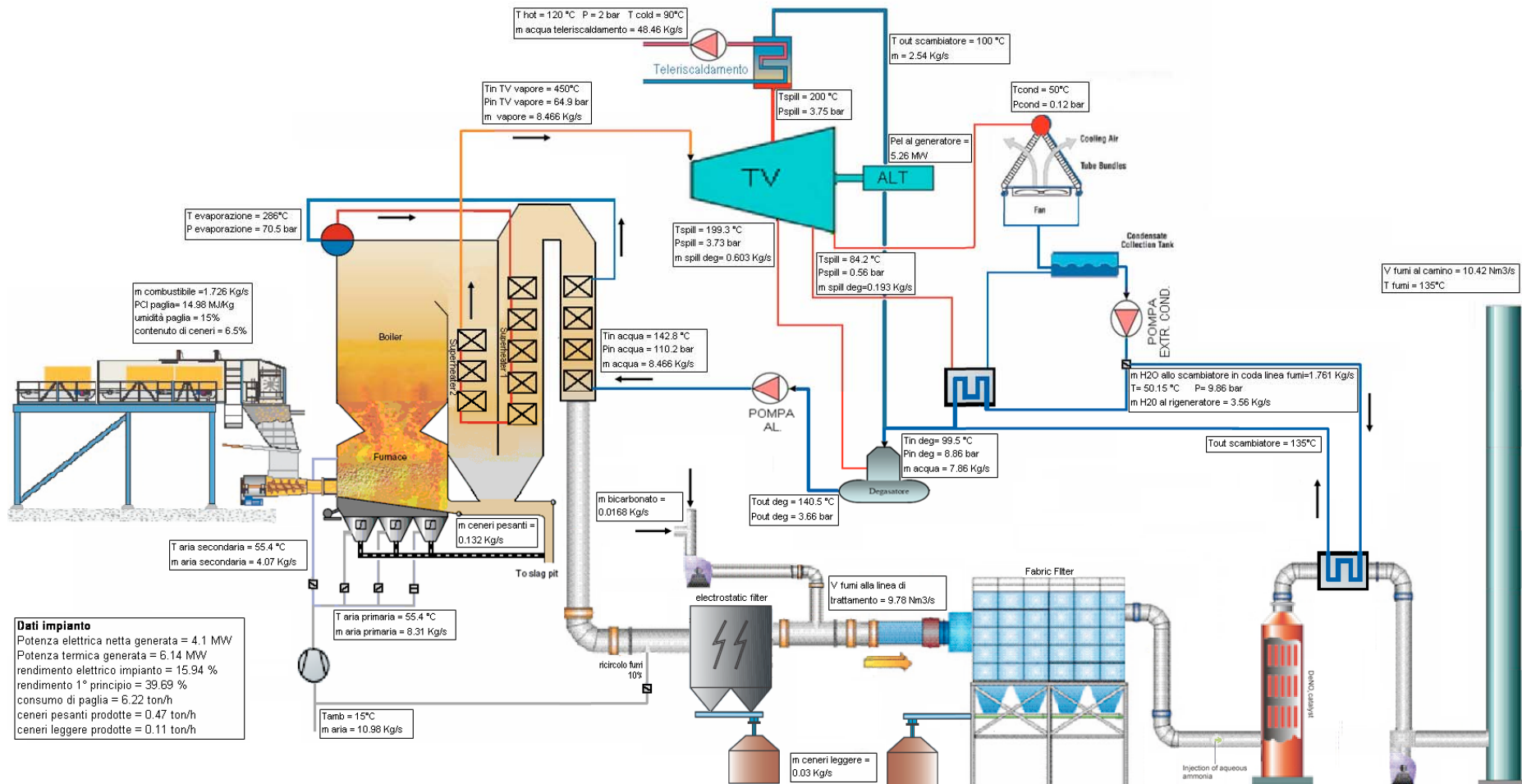


Fonte: Wartsila



Combustione: analisi completa impianto (caso 2)/2

Impianto da 5MW_{el} con assetto cogenerativo: la stima delle prestazioni energetiche degli impianti avviene mediante simulazione con il software GS (Gas Steam) originariamente sviluppato presso il Dipartimento di Energia del Politecnico di Milano ed alla Princeton University ed oggi in ulteriore sviluppo presso il LEAP.



Dati impianto
 Potenza elettrica netta generata = 4.1 MW
 Potenza termica generata = 6.14 MW
 rendimento elettrico impianto = 15.94 %
 rendimento 1° principio = 39.69 %
 consumo di paglia = 6.22 ton/h
 ceneri pesanti prodotte = 0.47 ton/h
 ceneri leggere prodotte = 0.11 ton/h



Combustione: analisi completa impianto (caso 2)/3

Risultati del bilancio delle emissioni di CO₂:

Impianto:	5 MW _E	5 MW _E cogen.	20 MW _E
Paglia, t/a	48.516	48.516	143.216
Raccolta in, km	60	60	120
Trasporti al giorno	7,5	7,5	22,1
CO ₂ trasporti, t/a	145,5	145,5	877,2
E elettrica, GWh _E /a	38,3	31,5	153,0
E termica, TJ _{th} /a	0,0	172,4	0,0
CO ₂ evitata, t/a	20.653	28.185	82.360

Conclusioni:

- **Esistono tecnologie consolidate che garantiscono buone prestazioni, ridotto impatto ambientale, ritorno economico grazie agli incentivi.**
- **La risorsa più promettente risulta essere la paglia dei cereali.**
- **Per utilizzo co-trigenerativo servono grandi utenze in prossimità.**
- **Allo stato normativo attuale, le ceneri sono rifiuti e quindi devono essere adeguatamente smaltite.**
- **Il bilancio della CO₂ evidenzia l'elevata valenza ambientale di tutte le soluzioni considerate, i trasporti incidono in misura marginale.**



Gassificazione: modello software piccoli impianti/1

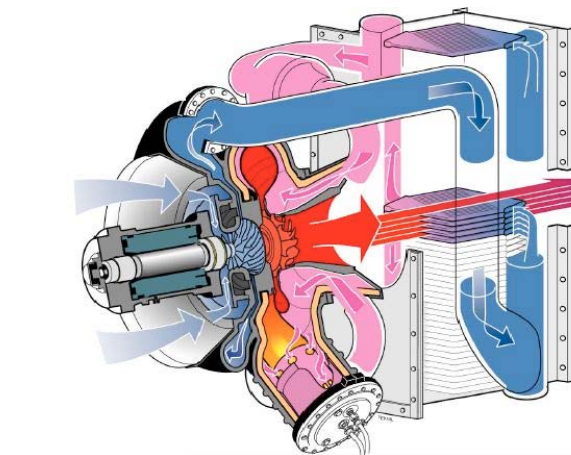
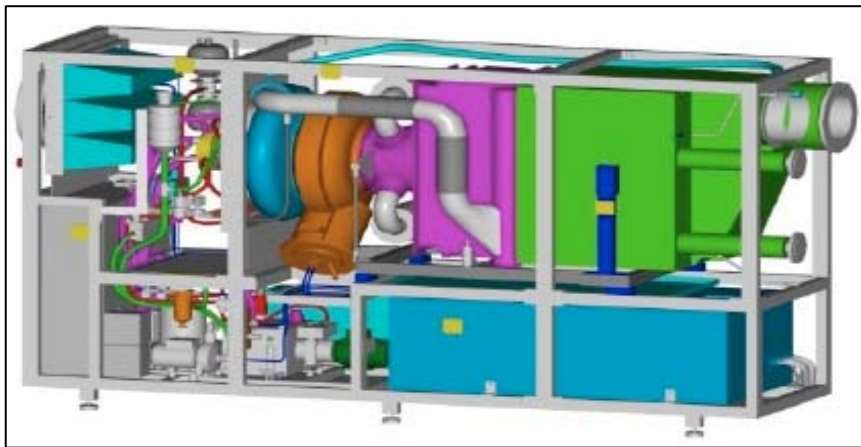
Simulazione energetica mediante codice di calcolo GS di due soluzioni impiantistiche aventi le seguenti caratteristiche:

1. Potenza elettrica pari a 100 kW.
2. Assetto cogenerativo (CHP).

Due soluzioni impiantistiche

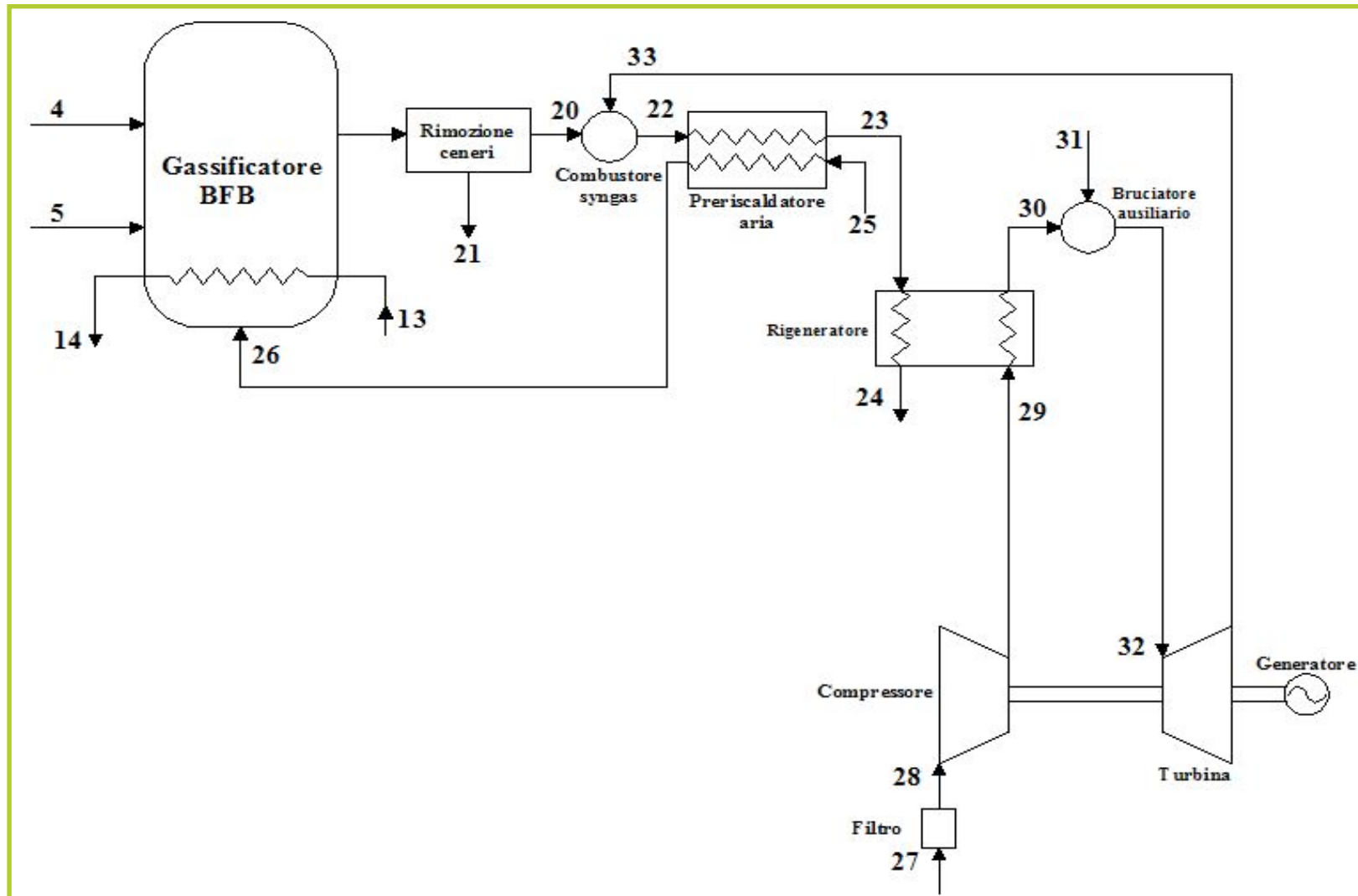
Schema 1: impianto con un gassificatore a letto fluido bollente (BFB) e un ciclo di microturbina a gas a combustione esterna

Schema 2: impianto a co-combustione di biomassa e gas naturale, con ciclo di microturbina a gas a combustione esterna



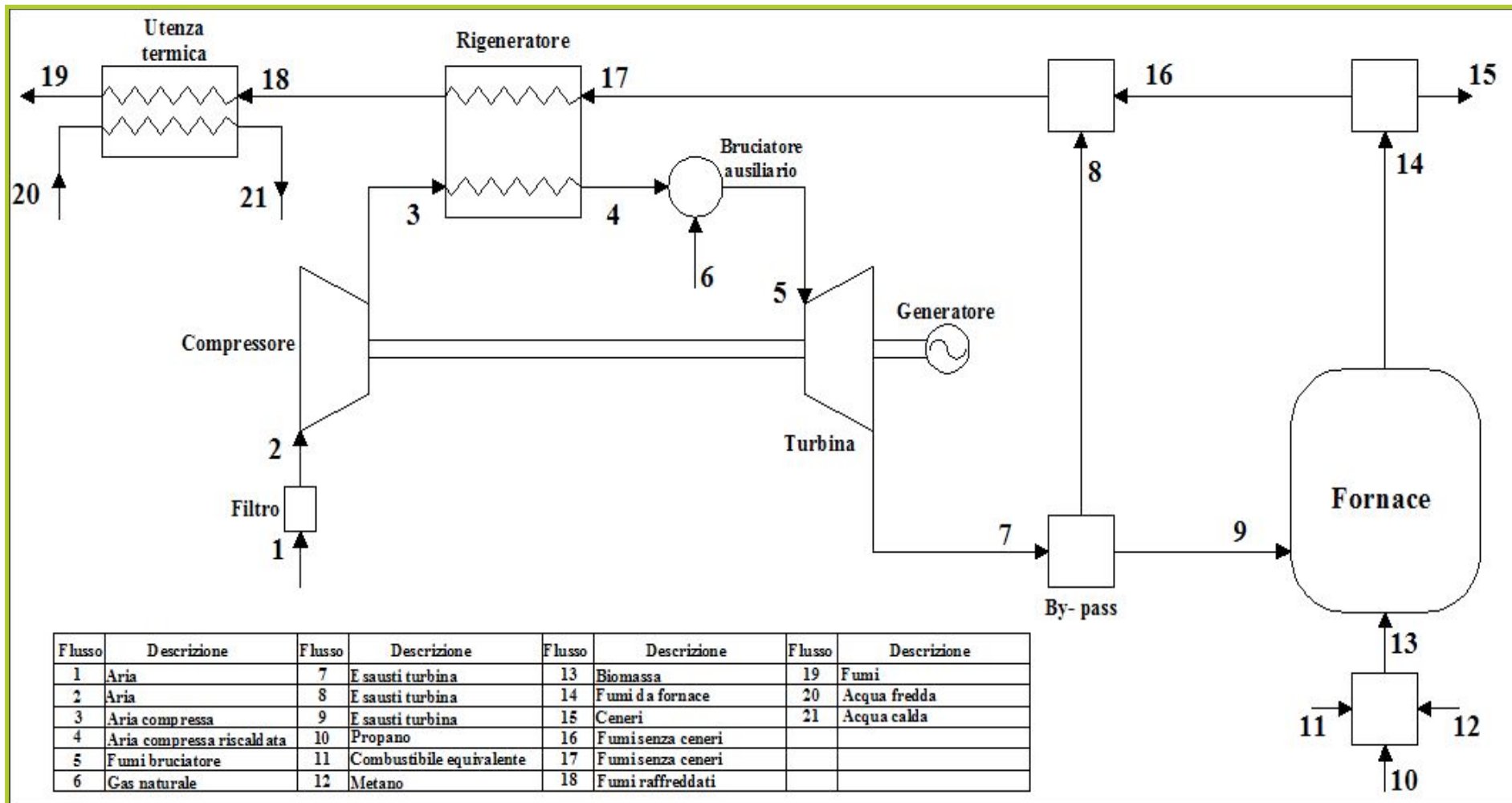
Gassificazione: modello software piccoli impianti/2

Schema di impianto della soluzione con gassificatore BFB raffreddato ad acqua (con produzione di vapore a 6 bar e 160 °C) e microturbina a gas a combustione esterna.



Gassificazione: modello software piccoli impianti/3

Schema di impianto della soluzione con co-combustione di biomassa e gas naturale e microturbina a gas a combustione esterna, recupero termico dei fumi per la produzione di acqua sanitaria.

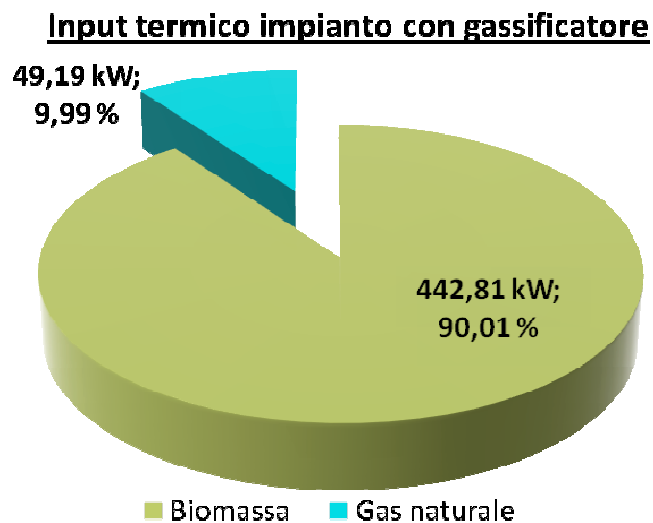


Gassificazione: modello software piccoli impianti/4

Conclusioni della simulazione:

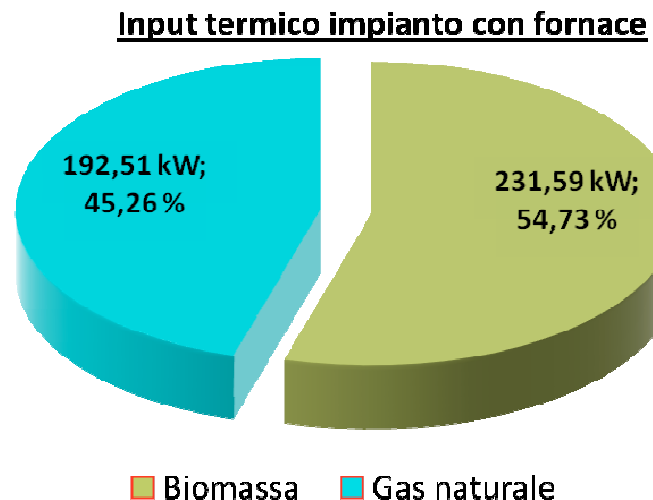
Impianto con gassificatore:

Soluzione più verde: il contributo della biomassa all'energia totale immessa nel sistema è predominante.



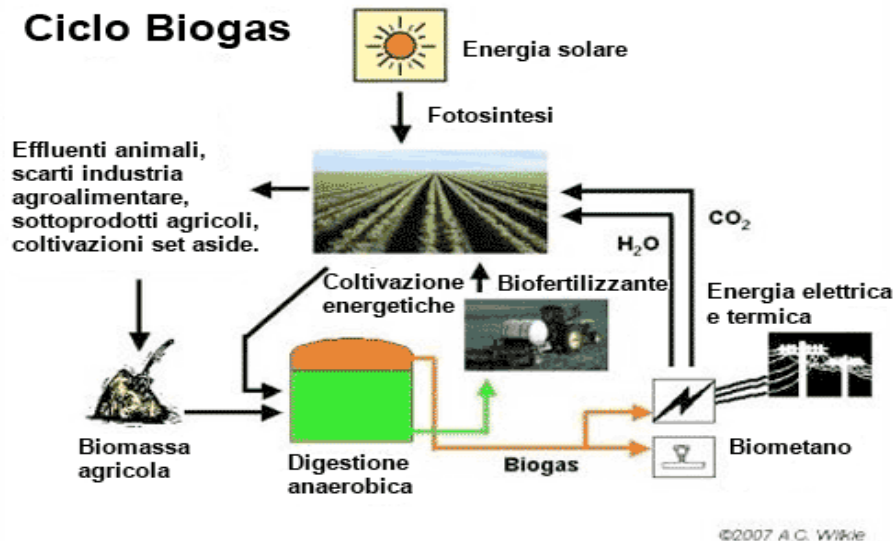
Impianto con co-combustione:

Soluzione più fossile: il contributo della biomassa all'energia totale immessa nel sistema è confrontabile con quello del gas naturale.



Digestione anaerobica: valutazione impianti/1

Valutazione energetica ed economica di impianti di digestione anaerobica di biomasse e reflui zootecnici.



Principali analisi svolte:

- **Analisi del dimensionamento dell'impianto in base alla tipologia di biomassa alimentata e al tipo di processo.**
- **Valutazione della reale producibilità nel tempo tramite l'analisi del processo di conversione energetica.**
- **Analisi dei flussi di cassa generati dall'impianto e delle prospettive di ritorno economico dell'investimento.**

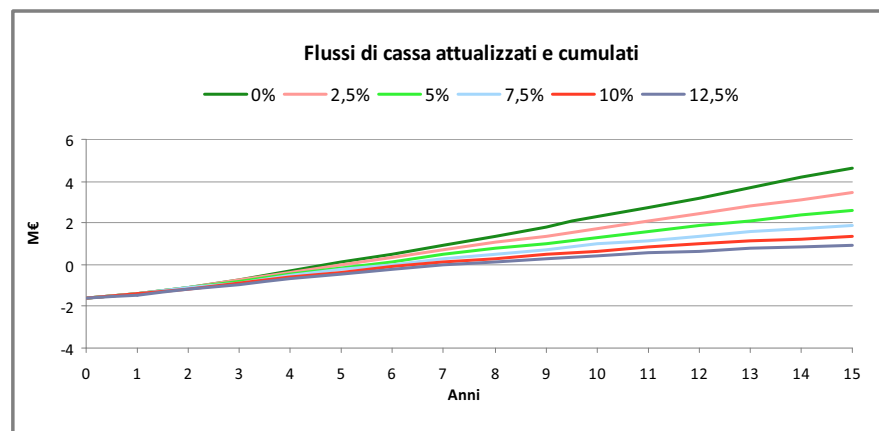
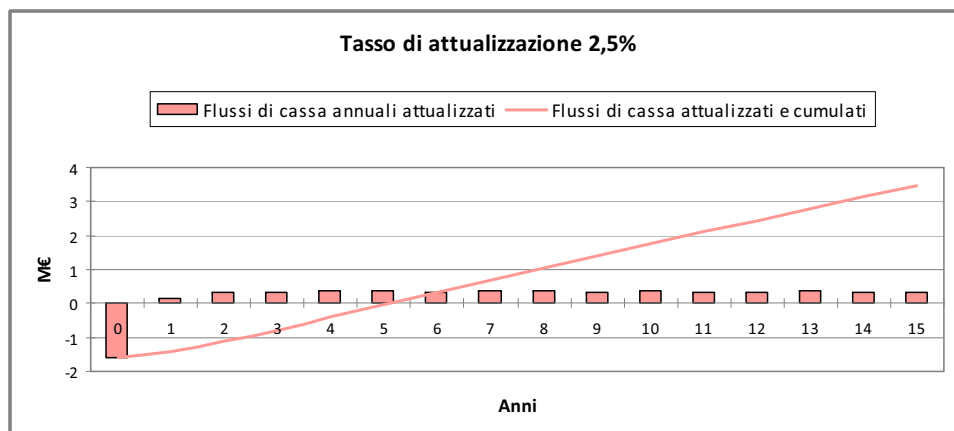


Digestione anaerobica: valutazione impianti/2

Valutazione tecnico-economica di impianti di digestione anaerobica per la produzione combinata di energia elettrica e calore in provincia di Piacenza.

Esempio di uno dei casi analizzati:

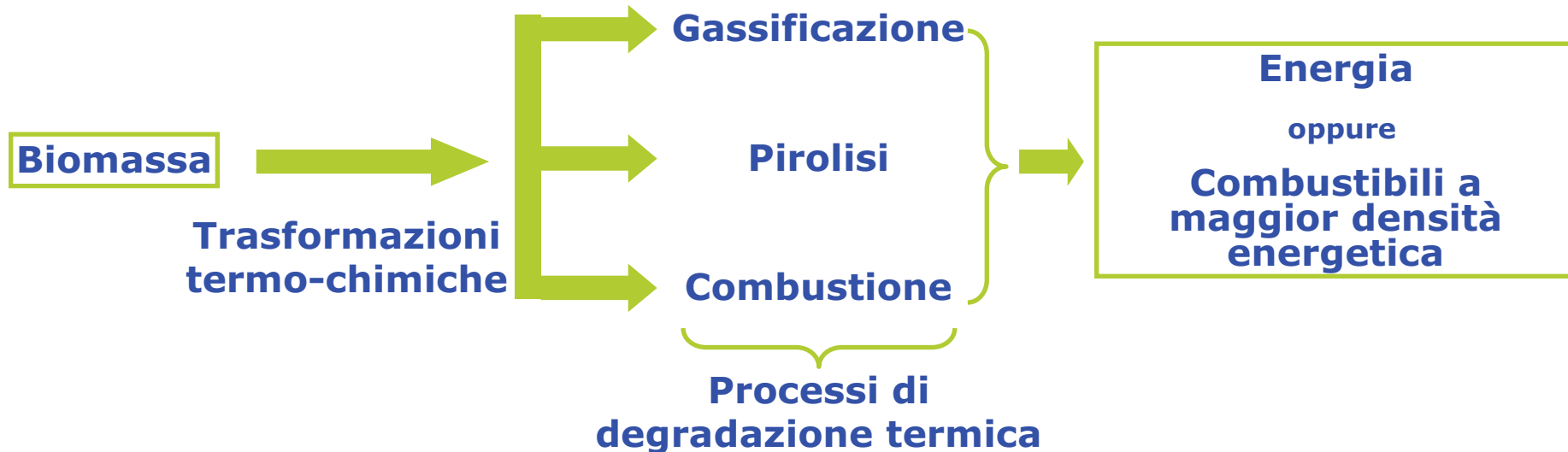
- Taglia impianto: 250 kW_{el} – Motore a ciclo Otto
- Biomasse alimentate: liquami bovini, letame bovino/mais e sorgo trinciati.



Conclusioni:

- Il tempo di ritorno dell'investimento si assesta tra i 4 e i 7 anni
- Senza la presenza di un'incentivazione sul ritiro dell'energia elettrica prodotta (Tariffa Omnicomprensiva) il Margine Operativo diventa negativo.

Cinetica chimica: sviluppo di modelli matematici/1



Scopo della ricerca

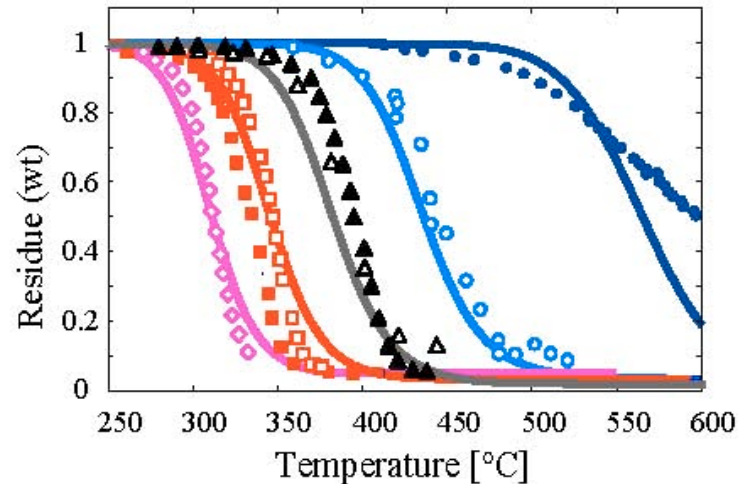
Sviluppo di un modello di simulazione del processo di degrado termico delle biomasse al fine di:

- Prevedere il comportamento dei reattori di trasformazione delle biomasse solide mediante programma di calcolo. Particolarmente reattori a letto fisso (comprendenti anche quelli con griglia mobile).
- Migliorarne l'efficienza.
- Ridurne l'impatto ambientale.

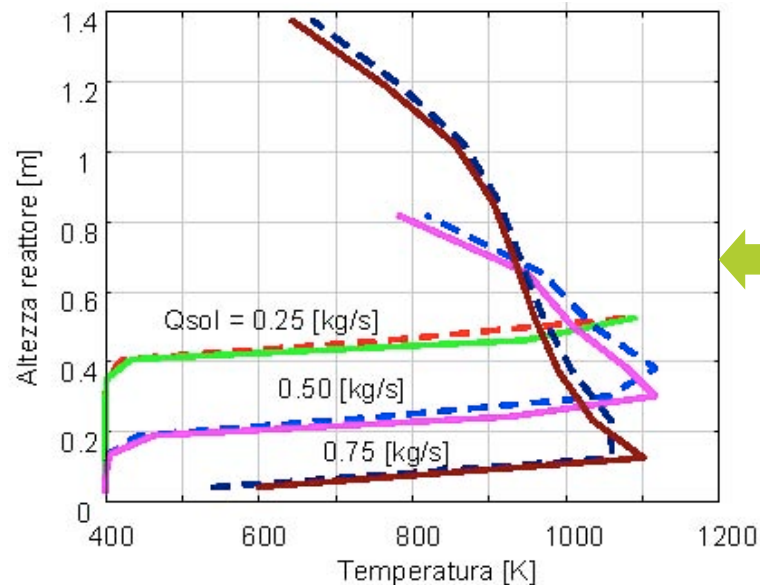
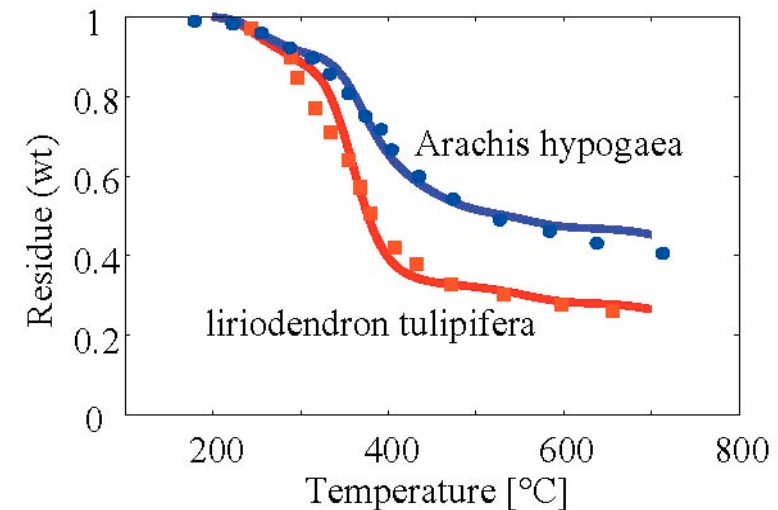


Cinetica chimica: sviluppo di modelli matematici/2

Confronto fra modello cinetico e risultati sperimentali per la decomposizione della cellulosa a diverse velocità di riscaldamento



Confronto fra modello cinetico e risultati sperimentali per la decomposizione di lignine derivate da due essenze differenti

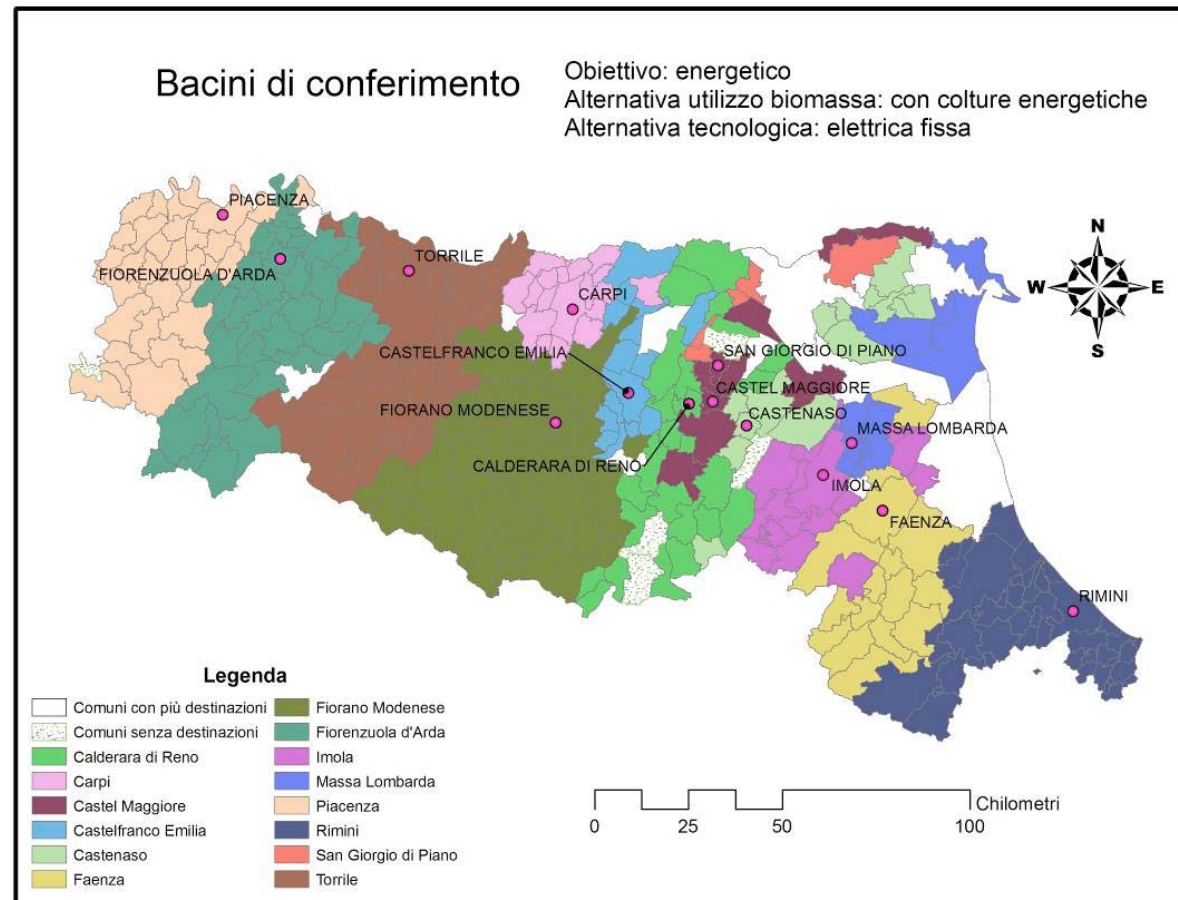


Modelli cinetici inseriti nel modello del reattore. Esempio: gassificazione di particelle di cellulosa (diam. 1 cm) alimentate dall'alto con aria in controcorrente. All'aumentare della portata di solido il gassificatore non riesce a completare la volatilizzazione e quindi alcune particelle di cellulosa escono dal fondo del reattore ad elevata temperatura.

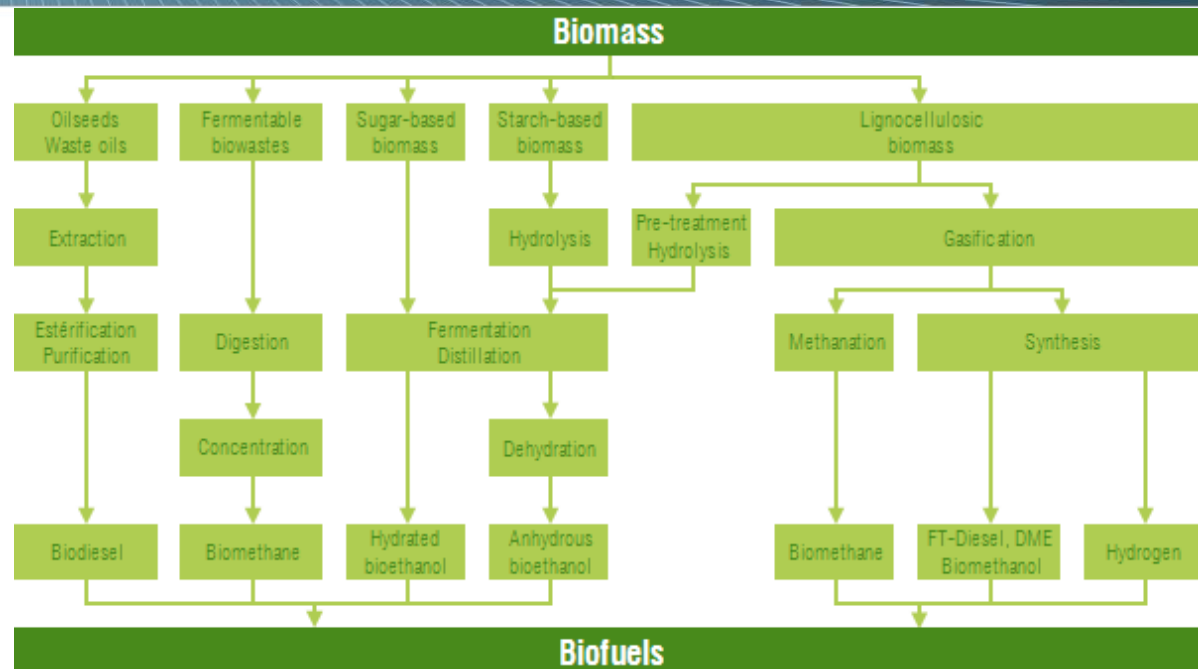


Valutazione potenzialità produttiva con sistemi GIS

Valutazione della potenzialità produttiva di un territorio: costruzione di modelli digitali per ottimizzare lo sfruttamento di biomassa in diversi distretti produttivi dell'Emilia Romagna.



Co-produzione di biocombustibili ed elettricità



Esempio scala industriale: impianto Shell a Freiberg (Germania), primo in Europa:

- **Processo Fischer-Tropsch**
- **18 Mlitri di biodiesel (15.000 auto/anno)**
- **Alimentato con legname forestale e legno di scarto: 65.000 t_{ss}/anno**
- **45 MW termici**
- **Risparmio CO₂: 40.000 t/anno**
- **Personale impiegato: 80**

Fonte: www.choren.com



Consulenza, servizi, formazione



Politecnico di Milano
Associazione Termotecnica Italiana
Sezione Lombardia



Corso di aggiornamento Tecnologie e prospettive della produzione di energia da biomasse

Direzione scientifica: **prof. Stefano Consonni**

Politecnico di Milano, Sede di Piacenza
Via Scalabrini 76, Piacenza
Tel. 0523 356801, 356873
02 23996801, 23996873
www.sede-piacenza.polimi.it



Lunedì 20 Novembre 2006
Biomasse per produzione di energia
Reddittività, finanziamento e assicurabilità'

Martedì 21 Novembre 2006
Processi e Tecnologie
Gli impianti realizzati

Mercoledì 22 Novembre 2006
Rapporto con l'ambiente e il territorio
Approvvigionamento di biomassa

Il Corso è dedicato a tecnici, progettisti, ricercatori, amministratori e imprenditori con interessi nel settore della produzione di energia biomasse, sia vegetali che animali. Obiettivo del Corso è illustrare la varietà delle problematiche della produzione di energia da biomasse, fornendo per ciascuna i fondamentali strumenti di valutazione e la collocazione nel contesto complessivo. Nei tre giorni di lezioni intensive del Corso sarà fornita una aggiornata panoramica sugli aspetti più rilevanti per la valutazione di fattibilità, la realizzazione, la gestione e la stima dei benefici di impianti per la produzione di elettricità e/o calore da biomasse.

Attività collaterali alla ricerca:

- Servizi di consulenza per privati ed aziende
- Supporto decisionale per enti pubblici
- Attività di formazione



Il Corso è organizzato con il contributo di:



LEAP - Laboratorio Energia e Ambiente Piacenza

A. Sogni - Biomasse: uso energetico in E.R. - Bologna, 25.11.2010



GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

Ing. Alberto Sogni – Consorzio LEAP
alberto.sogni@polimi.it

www.leap.polimi.it

