

BABEL

**Raffinazione dei biocombustibili legnosi:
nuovi prodotti per il mercato**

Risultati del progetto BABEL

(**B**ioconbustibili **A**vanzati tramite **B**riquetizzazione/torrefazione per generazione **E**nergia da **L**egno)

*Sintesi interventi dell'evento conclusivo
del 16 Settembre 2014 a Scarperia (FI)*

Palazzo dei Vicari, Via Roma 76



 Consorzio Forestale
FUTA LE-ENER

 Unione di Comuni
valdamoelvaldisieve

 BALLERINI
FEDERICO

 RE-CORD

 CNR-IVALSA
VALSALVATI

Progetto finanziato con fondi della **Misura 124 PSR 2007-2013** della Regione Toscana


Comunità Europea
Fondo Europeo agricolo
per lo sviluppo rurale (FEASR)
L'Europa investe nelle zone rurali

 LEADER



REGIONE
TOSCANA

 Start
Coordinamento ed innovazione del territorio

Coltiviamo il Futuro
PROGRAMMA
DI SVILUPPO RURALE
2007-2013
PSR
2007-2013

SOMMARIO

Progetto grafico e impaginazione
Compagnia delle Foreste S.r.l.
www.compagniadelleforeste.it

Via Pietro Aretino 8, 52100 Arezzo
Tel. 0575.323504 / Fax 0575.370846
Email posta@compagniadelleforeste.it

Stampato da
Industria Grafica Valdarnese S.n.c.
San Giovanni V.no (AR)

Finito di stampare
Settembre 2014

3 Obiettivi e aspetti innovativi del progetto per la produzione di biomassa ai fini energetici
di GIANCARLO RANUZZI - **Consorzio Futa Le-Ener**

6 Potenzialità di mercato per i nuovi combustibili legnosi e possibili azioni promozionali
di CLAUDIO BECAGLI, SILVIA RANFAGNI - **Dipartimento di Scienze per l'Economia e l'Impresa - Università degli Studi di Firenze**
Laboratorio Libra - PIN Scrl Servizi Didattici e Scientifici per l'Università di Firenze

9 La bricchettatrice Comafer: motivazione per investirci, caratteristiche e produttività
di FEDERICO BALLERINI - **Segheria Ballerini**

10 Costo della materia prima e qualità del prodotto finale nobilitato, cantieri a confronto
di FABIO DE FRANCESCO, RAFFELE SPINELLI - **CNR - IVALSA**
(Gruppo di meccanizzazione e raccolta della biomassa)

13 Trattamenti termici delle biomasse.
Prodotti di alto valore aggiunto
di DAVID CHIARAMONTI, RENATO NISTRI, MARCO PETTORALI - **RE-CORD** -
Consorzio per la ricerca e la dimostrazione sulle energie rinnovabili

Obiettivi e aspetti innovativi del progetto per la produzione di biomassa ai fini energetici

di GIANCARLO RANUZZI - [Consorzio Futa Le-Ener](#)

Il fine del progetto è stato quello di studiare filiere e tecnologie per aumentare il valore aggiunto della produzione primaria di biomassa ottenibile sul territorio del GAL Start Mugello, con particolare riferimento al cippato di bosco, agli scarti delle industrie di lavorazione del legno e, in taluni casi, ai residui agricoli.

Il progetto ha esplorato tre importanti tecnologie di pretrattamento della biomassa destinate ad aumentare la densità energetica e il valore aggiunto:

- la compattazione in *briquette*;
- la torrefazione;
- la pirolisi.

È da sottolineare come si siano implementate tecnologie di piccola scala andando così a promuovere l'utilizzo sostenibile e locale di biocombustibili solidi nonché rinnovabili per la generazione di calore ed elettricità.

OBIETTIVO STRATEGICO

Il progetto ha puntato a portare maggior valore aggiunto alle comunità locali e alle aziende agricole, tramite lo sviluppo di una nuova filiera per la produzione di biocombustibili solidi di qualità superiore, migliorando la gestione delle risorse e riducendo le emissioni di gas serra (in caso di filiera corta).

Lo scopo è stato quello di creare, a partire dalla biomassa standard, dei prodotti intermedi ad alto valore aggiunto, dando così all'agricoltore la possibilità di diventare il primo convertitore di un prodotto di qualità superiore.

Esistono già tecnologie utilizzabili per aumentare la produzione primaria di biomassa a scopi energetici

quali il *briquetting* (o bricchettatura) che, attraverso la densificazione della biomassa, crea un prodotto a più alto valore aggiunto, con una commercializzazione efficace delle biomasse di scarto.

Altre tecnologie utilizzabili sono la torrefazione, attraverso la quale si ottiene un prodotto dalle caratteristiche superiori e standardizzate, e la pirolisi, un processo termo-chimico da cui si ottiene un liquido che può essere utilizzato a scopi energetici.

Attraverso questi processi si potrà quindi creare una nuova filiera direttamente nell'area in cui la biomassa viene generata e dagli stessi operatori che la producono. Con lo sviluppo di questa tipologia di filiera, si potranno avere ripercussioni positive anche sui trasporti, in quanto si può ipotizzare che, in futuro, dall'imposto usciranno prodotti pronti ad essere immessi sul mercato o ad essere utilizzati direttamente a scopi energetici anche tramite la progettazione di impianti di trasformazione termochimica trasportabili, in maniera del tutto analoga a quello che avviene oggi con, ad esempio, le macchine cippatrici.

I processi menzionati offrono dei potenziali vantaggi:

- La densificazione della biomassa in *briquette* è un processo largamente conosciuto e utilizzato già in campo agricolo, ma la possibilità di produrre *briquette* con materiale di scarto non utilizzato e cippatino resinoso che funge da collante potrebbe offrire nuove possibilità di sviluppo economico al settore, vista la presenza nella zona del Mugello di segherie che producono polvere di segatura (materiale di scarto) e di forti eccedenze di legno di conifera a causa della bassa qualità del legno.
- La torrefazione è nota nell'industria alimentare per migliorare la conservabilità e il gusto di alcuni cibi e

nel settore delle costruzioni in legno per migliorare la resistenza delle strutture agli agenti atmosferici. In campo energetico può risultare interessante sia per migliorare la successiva raffinazione del prodotto, sia per aumentare la densità energetica e la capacità di stoccaggio, nonché per ottenere un prodotto standardizzato rispetto alle altre tipologie di biomassa utilizzate.

- La pirolisi è un processo conosciuto, ma che necessita di ulteriori studi per una sua applicazione in campo commerciale. Il vantaggio di questo processo consiste nel fatto che si possono ottenere, a partire dalla biomassa vergine, tre tipologie di prodotto (gas, solido e liquido) con rese diverse dipendenti dalle condizioni del processo. La pirolisi, infatti, è un processo di decomposizione termochimica di materiali organici, ottenuto mediante l'applicazione di calore e in completa assenza di un agente ossidante (normalmente ossigeno). In pratica, riscaldando il materiale in presenza di ossigeno avviene una combustione che genera calore e produce composti gassosi ossidati. Effettuando invece lo stesso riscaldamento in condizioni anaerobiche (totale assenza di ossigeno), il materiale subisce la scissione dei legami chimici originari con formazione di molecole più semplici. Il calore fornito nel processo di pirolisi viene quindi utilizzato per scindere i legami chimici.

Per la realizzazione del progetto è stato necessario approfondire i molteplici aspetti mediante la realizzazione di un prototipo di torrefattore.

L'oggetto del progetto, quindi, è stato quello di studiare questi processi, allo scopo di sviluppare prodotti a maggior valore aggiunto nell'area stessa di produzione, ed ottimizzare l'intera filiera, così da combinare in modo ottimale i seguenti fattori: tipo e provenienza del materiale, modalità della prima lavorazione (cippatura), tipo di pretrattamento (bricchettatura, torrefazione o pirolisi). In particolare si sono verificate le rese energetiche ed economiche dei diversi processi, in un contesto unico di filiera corta ed integrata, nonché le caratteristiche di utilizzo dei combustibili solidi sviluppati.

Fasi

Il progetto ha previsto fasi di studio e fasi dimostrative ripartite nelle seguenti azioni:

1. Sottoscrizione accordo di cooperazione: i partner hanno provveduto alla costituzione di un Ats.
2. Fase di campo: si intendono le attività necessarie per predisporre e selezionare le fonti di biomassa più appropriate per le finalità del progetto (selezione di diverse fonti di materia prima, soprattutto lotti boschivi, scarti agricoli per fornire un nuovo

prodotto partendo da biomasse di scarto, nonché industriali (segherie, industrie della lavorazione del legno ecc.).

3. Una particolare attenzione è stata riservata anche alle questioni logistiche: stoccaggio e cippatura della biomassa. La cippatura è stata effettuata con modalità diverse a seconda dei test che venivano effettuati. La bricchettatura, in particolare, con apposito vaglio noleggiato.
4. Progettazione e realizzazione impianto di torrefazione pilota (definizione componenti prototipo), realizzazione ed assemblaggio componenti, collaudi e test.

Sono stati poi effettuati diversi test finalizzati ad ottenere prodotti a più alto valore aggiunto. Diversi tipi di materiale, cippati con diverse modalità, sono stati sottoposti a diverse forme di pretrattamento: bricchettatura, torrefazione, pirolisi. Sono state effettuate prove di densificazione in *briquette* del materiale di scarto delle segherie (polvere di segatura) in unione al cippatino di resinosa, al fine di ottenere un nuovo prodotto da immettere sul mercato. A tale scopo, è stato necessario noleggiare un essiccatore per eseguire le prove, in quanto l'umidità ammessa dalla macchina per fare *briquette* è molto bassa. È stato testato anche il comportamento in briquettaggio/densificazione del materiale torrefatto prodotto.

Infine sono stati verificati i risultati tecnicamente accettabili tra le modalità di cippatura e le forme di pretrattamento più efficienti in termini energetici, e sono stati analizzati i prodotti ottenuti con le diverse tecnologie, scegliendo quelli più favorevoli dal punto di vista finanziario e potenzialmente appetibili dal mercato.

RICADUTE AMBIENTALI

La creazione e lo sviluppo di biocombustibili solidi a più alto valore aggiunto è un incentivo per sviluppare ancora di più la produzione di energia da biomassa. Questa, come tutte le energie rinnovabili, ha come ricaduta ambientale che il bilancio di emissioni di gas serra sia nullo. Attraverso questi processi si può creare una nuova filiera produttiva, in cui la produzione è effettuata direttamente sullo stesso sito in cui la biomassa viene prodotta e dagli stessi operatori che la producono: eliminato il trasporto, di conseguenza si risparmia sulle emissioni.

ASPETTI INNOVATIVI

In questo progetto si è voluto inserire le tecnologie suddette in un nuovo concetto di filiera agro-energetica in cui gli operatori del settore possano trarre un vantaggio, producendo direttamente biocombustibili solidi e, se possibile, liquidi ad alto valore aggiunto,

essendo i primi convertitori di biomassa di scarto e residuale, quale ad esempio *briquette* costituita da materiale di scarto della lavorazione del legno (segatura) e cippatino resinoso (legno di conifera), in eccedenza nella zona a causa della sua bassa qualità, oppure di materiale torrefatto.

Il concetto è quello di creare una rete tra le varie filiere coinvolte nell'utilizzo e nella gestione delle varie tipologie di biomassa che vanno dai residui boschivi, agli scarti di lavorazione dell'industria del legno agli scarti agricoli.

Potenzialità di mercato per i nuovi combustibili legnosi e possibili azioni promozionali

di CLAUDIO BECAGLI, SILVIA RANFAGNI - Dipartimento di Scienze per l'Economia e l'Impresa -
Università degli Studi di Firenze
Laboratorio Libra - PIN Scrl Servizi Didattici e Scientifici per l'Università di Firenze

LE FONTI DI RISCALDAMENTO ALTERNATIVE AGLI IDROCARBURI

Oggi l'acquirente ricerca soluzioni di riscaldamento efficaci e a costi contenuti, laddove la convenienza economica è diventata un fattore chiave a causa del continuo aumento dei prezzi dei combustibili fossili come il petrolio e il metano. In termini di costi, all'ultimo posto della classifica vi sono gli impianti a gas liquido seguiti da quelli a gasolio. Tra i sistemi più cari (a gas liquido) e quello più conveniente (caldaia a legna spezzata) esiste una differenza di costi pari al 63%. Condizioni più economiche sono garantite dal *pellet* e dal *briquette*. La domanda del primo è in forte crescita: l'Italia è il primo importatore di *pellet* a livello europeo. La domanda del secondo rimane invece molto debole: nonostante l'elevato potere calorico del *briquette*, la sua diffusione è molto limitata per diversi motivi, tra cui la bassa adattabilità del prodotto alle nuove tecnologie di riscaldamento, la scarsa automazione e un uso familiare non immediato. Le maggiori potenzialità di mercato per il *briquette* possono essere individuate nelle imprese di servizi che svolgono attività di ristorazione o comunque di trasformazione alimentare (es. forni) che richiedono l'impiego di combustibili naturali (pizze prodotte con i forni a legna).

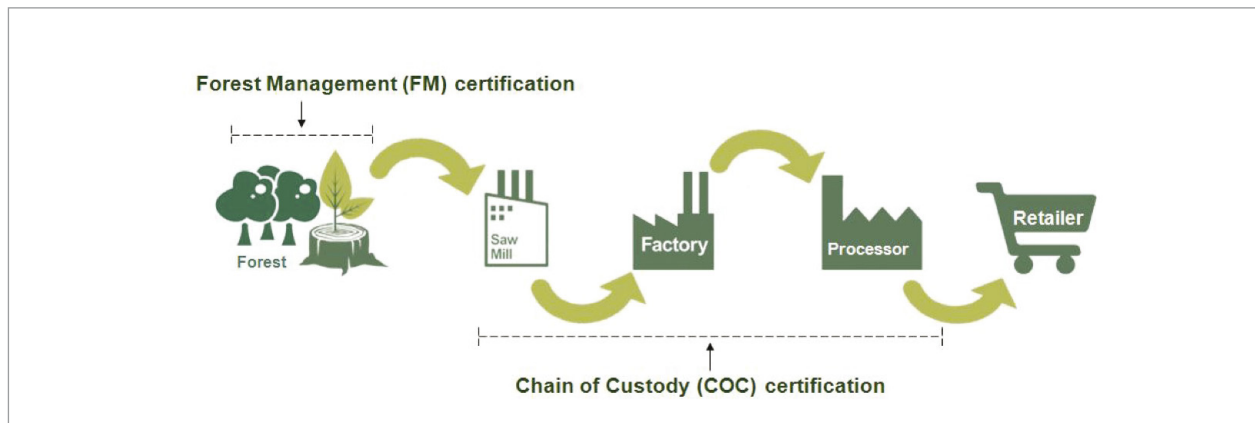
I CANALI DI DISTRIBUZIONE DEI BRIQUETTE

La vendita di *briquette* richiede un canale distributivo adeguato. A tale proposito possiamo distinguere tra canale diretto (dalla produzione alla vendita, e-commerce) ed indiretto (tramite uno o più distributori). Il canale diretto prevede la vendita al cliente finale da parte del produttore anche attraverso un suo punto vendita. Se da un lato esso consente di controllare il mercato, di sviluppare una propria identità di marca e di disporre di margini di vendita più alti, dall'altro

richiede dei forti investimenti a livello commerciale. Il canale *web* rientra tra i canali diretti, ma se usato da solo, non risulta essere efficace: produce un incremento dei costi (logistici) senza generare un aumento di domanda se non accompagnato da prodotti contraddistinti da *brand* di alta notorietà. Il canale diretto è auspicabile in una fase di *start up* del *business* del *briquette* da parte di aziende familiari. La creazione di un'identità di prodotto e lo sviluppo di una forza commerciale è indispensabile per affiancare il canale diretto con quello indiretto. In quest'ultimo caso, il produttore distribuisce il suo prodotto sul mercato finale avvalendosi di intermediari che possono essere rappresentati dalla Grande Distribuzione Organizzata, dai rivenditori specializzati di sistemi di riscaldamento, da rivenditori di legna da ardere e da rivenditori operanti nell'ambito della produzione agricola (Cooperative, Brico, ecc.). Il canale indiretto se da un lato permette di sfruttare la conoscenza di mercato degli intermediari e di accrescere una propria visibilità di marca, dall'altro genera una perdita di controllo sul mercato finale ed una riduzione dei margini di vendita a causa della forza contrattuale dei distributori.

L'IMPORTANZA DELLA CERTIFICAZIONE

La crescente attenzione mostrata nel tempo da parte dei consumatori (e di conseguenza dei distributori) ad aspetti socio-ambientali nonché alla salute connessi all'utilizzo di prodotti da riscaldamento da biomasse, soprattutto se utilizzati per il riscaldamento domestico, ha spinto gli operatori del mercato a definire degli standard comuni al fine di garantirne la provenienza, l'efficienza, l'efficacia, le modalità di trattamento, ecc. A tal fine si è diffusa la certificazione internazionale FSC, indipendente e di parte terza, specifica per il settore forestale e i prodotti - legnosi e non legno-



si - derivati dalle foreste e tesa a garantire da una parte il rispetto di rigorosi standard ambientali sociali ed economici nella gestione delle foreste e, dall'altra, la rintracciabilità dei materiali provenienti da foreste certificate FSC.

Accanto a questa certificazione, che riguarda tutte le gestioni forestali e tutti i prodotti derivanti (dalla carta, ai mobili, fino ai combustibili), se ne sono diffuse altre, più specifiche per quanto riguarda i combustibili derivati da biomasse.

In particolare, sulla scorta della enorme diffusione del *pellet*, in vari paesi europei ed extraeuropei si sono affermati diversi sistemi di certificazione, tesi a garantire il consumatore in termini di dimensioni del prodotto (lunghezza, larghezza, ecc. aspetti rilevanti per il funzionamento delle caldaie), di contenuto di agenti tossici (es. cromo, piombo, arsenico, cadmio, additivi di pressatura, ecc.), di quantità di residuo *post* combustione (residuo ceneri), di contenuto di umidità, nonché di efficienza energetica (potere calorifico).

Nel 2009, sempre e solo con riferimento specifico al *pellet*, gli operatori europei hanno cercato di omogeneizzare i sistemi di certificazione in essere nei vari paesi, dando vita al sistema di certificazione "ENplus", concepito come un sistema comune di certificazione che doveva essere adottato da tutte le associazioni europee per il *pellet*. L'obiettivo era quello di creare una sorta di marchio di qualità per l'intera catena di fornitura del *pellet*. Questo, infatti, può essere venduto con il marchio ENplus quando ogni attore della catena di approvvigionamento (produttore, distributore e dettagliante) è individualmente certificato.

ENplus copre non solo i problemi di qualità, ma anche i criteri per la sicurezza e la sostenibilità dell'offerta - che sono cruciali per lo sviluppo futuro del mercato del *pellet*.

L'aspetto della certificazione è diventato talmente importante e sentito nel mercato che le grandi catene di distribuzione (es. Conad, Coop, Brico, ecc.) limitano l'accesso ai propri scaffali ai soli prodotti certificati.

Con riferimento ai *briquette*, o tronchetti da ardere, attualmente non esiste un sistema di certificazione

equivalente a quello del *pellet* poiché la ridotta dimensione e importanza del mercato di tale prodotto non ne ha ancora fatto emergere la necessità. In un contesto così poco formalizzato per il *briquette*, si possono osservare tentativi talvolta grossolani da parte di alcuni operatori che propongono certificazioni rilasciate da laboratori di analisi poco conosciuti e basate su criteri spesso molto diversi tra loro. Gli operatori più grandi, spesso impegnati anche nella produzione e/o distribuzione di *pellet*, tendono a mettere in evidenza la certificazione ottenuta per il *pellet* lasciando intendere che lo stesso valga per la produzione di *briquette*.

Nonostante l'attuale fase di scarsa chiarezza in merito ai sistemi di certificazione da applicare nel mercato dei tronchetti, la storia dell'evoluzione del *business* del *pellet* rappresenta un caso di studio da prendere in assoluta considerazione. La crescente attenzione che consumatori e distributori hanno dimostrato alle problematiche socio-ambientali e di qualità del prodotto che hanno caratterizzato il *pellet* prima o poi, in caso di sviluppo del mercato, riguarderà anche il tronchetto da ardere.

IL PACKAGING DEI TRONCHETTI IN COMMERCIO IN ITALIA

Le tipologie di *packaging* utilizzate per le confezioni di tronchetti da ardere sono sostanzialmente di due tipi: la scatola di cartone e il cellophane trasparente. La prima adottata principalmente da operatori stranieri (BINDERHOLZ, PFEIFER, THERMOSPAN) e solo raramente da imprese nazionali (Ekla). Il *packaging* in cellophane tende a mettere in evidenza il prodotto ed è quindi indicato principalmente per prodotti "ben rifiniti" ed "esteticamente gradevoli", inoltre si caratterizza per un peso della confezione generalmente inferiore rispetto alle **scatole di cartone** (tipicamente 10kg contro i 12, 14, 18 o addirittura 20kg delle scatole in cartone). La soluzione della scatola di cartone è frequentemente utilizzata, soprattutto per i produttori "domestici".

Oltre che nella composizione del *packaging* si rileva-

no importanti differenze tra le confezioni dei prodotti analizzati nel nostro benchmark. Queste riguardano, in particolare i colori utilizzati, il livello di informazione sul prodotto, le immagini utilizzate, la denominazione (generica o specifica).

CONSIDERAZIONI FINALI

Sulla base della ricerca effettuata, emergono alcuni aspetti fondamentali riguardo alla produzione e distribuzione del tronchetto da ardere che dovranno essere tenuti in adeguata considerazione in vista dell'organizzazione di una filiera locale di prodotto. In particolare si rileva che:

- il *briquette* è al momento un prodotto poco conosciuto non soltanto dai potenziali consumatori, ma anche dagli operatori-intermediari che hanno assunto il ruolo di driver nello sviluppo delle vendite di *pellet*;
 - il *briquette* anche se un prodotto pulito ha difficoltà a superare la concorrenza del *pellet* che garantisce un maggior automatismo di consumo e quindi un minor intervento manuale da parte dei consumatori;
- i bassi margini commerciali prodotti dal *briquette* ne rendono giustificabili la produzione su una scala molto ampia (bassi costi unitari) e o una scala ridotta (sfruttare gli scarti di produzione);
 - la diffusione sul mercato del *briquette* passa attraverso la realizzazione di reti di produttori e di distributori raggruppate in forme organizzative collettive (es. consorzi);
 - la certificazione del *briquette* può costituire un elemento distintivo ricercato dal mercato;
 - il raggiungimento di una scala di produzione (e distribuzione) efficiente in assenza di singoli grandi operatori, richiede un coordinamento sovra-aziendale (es. consorzio tra produttori di scarti, associazioni di categoria, istituzioni pubbliche, ecc.).



La bricchettatrice Comafer: motivazione per investirci, caratteristiche e produttività

di FEDERICO BALLERINI - Segheria Ballerini

La necessità di acquistare una bricchettatrice è sorta perché la Segheria aveva problemi sul recupero degli scarti di lavorazione. Questo ha spinto il proprietario a trovare una soluzione per trasformare il problema in una risorsa. Dapprima si è informato su quali fossero i macchinari presenti sul mercato per la produzione di bricchetti. Dopo di che, in collaborazione con il "Consorzio Futa-le-Ener" che disponeva di grossi quantitativi di cippatino, ha provato a miscelare i due prodotti, scarti di lavorazione e cippatino, facendo delle prove di essiccazione presso l'Azienda Agricola Marchi. Tali prove, però, non hanno dato dei buoni risultati, in quanto l'essiccatoio usato, nato per essiccare il fieno, non andava bene per il cippatino. Per tale motivo è stato acquistato, da un'altra ditta locale, del cippatino essiccato cominciando così a produrre bricchetti e a commercializzarli su scala locale (a km 0). Questa attività ha consentito alla Segheria di diversificare la propria produzione che a causa della crisi era calata.

PERCHÉ PRODURRE BRICCHETTI E NON PELLETTI?

I costi di produzione dei bricchetti sono notevolmente inferiori a quelli del *pellet*. Per la produzione di *pellet* i costi più ingenti sono dovuti principalmente alle seguenti fasi di lavorazione:

- essiccazione;
- raffinazione primaria >> cippare il materiale grossolano;
- raffinazione secondaria >> trasformare il cippato in segatura.

Con la bricchettatrice Comafer, la Segheria Ballerini è riuscita a ridurre in bricchetti scaglie di legno della dimensione massima fino a 1 cm, eliminando, quanto meno, i costi per la raffinazione secondaria. La macchina è in grado di produrre un bricchetto del diametro di 7 cm sottoponendo il materiale, essiccato e vagliato, ad una pressione di 10 t/cm³,

PERCHÉ BRICCHETTARE IL LEGNO?

Il bricchetto è una biomassa dalla grande potenzialità, valida alternativa ai tradizionali combustibili da riscaldamento, perché favorisce il recupero degli scarti di lavorazione. Cippatini, trucioli e segatura, aspirati e convogliati nei sistemi filtranti, vengono stoccati in un mini-silo e qui, senza aggiunta di leganti e additivi chimici, vengono sottoposti a forte pressione.

Vantaggi dei bricchetti

- recuperare e concentrare le riserve energetiche, di materiali legnosi di scarto, che altrimenti andrebbero perse;
- biomassa dal volume contenuto facile da stoccare e trasportare.

Vantaggi della combustione dei bricchetti

- potere calorifico elevato => 4.000 - 4.500 kcal;
- resa elevata => superiore dell'80% rispetto alla legna da ardere;
- bruciando lentamente trattengono il calore più a lungo e mantengono la temperatura elevata all'interno della camera di combustione della caldaia;
- la loro elevata densità e il basso contenuto di umidità fanno sì che durante la combustione producano poco fumo riducendo notevolmente le emissioni atmosferiche;
- bruciando più lentamente e quasi completamente, ceneri e residui della combustione si riducono notevolmente. Questo permette di avere caldaie e canne fumarie più pulite e quindi intervalli più lunghi tra una manutenzione e l'altra (minori costi di gestione e manutenzione);
- con il bricchetto non si crea condensa all'interno della camera di combustione della caldaia, cosa che invece avviene bruciando la legna da ardere.

Costo della materia prima e qualità del prodotto finale nobilitato, cantieri a confronto

di FABIO DE FRANCESCO, RAFFELE SPINELLI - CNR - IVALSA (Gruppo di meccanizzazione e raccolta della biomassa)

Il ruolo del CNR IVALSA all'interno del progetto BABEL è stato quello di effettuare uno studio sulle produttività dei cantieri per poter determinare il costo della biomassa prodotta in un'ottica di filiera e di valutare le caratteristiche fisiche delle biomasse nobilitate costituite dai *briquette* ottenuti da cippatino e cippatino torrefatto.

CANTIERI DI ESTRAZIONE DELLA BIOMASSA, CIPPATURA E VAGLIATURA IN CAMPO

Le azioni effettuate di concerto con i partner sono state i cantieri svoltisi a Firenzuola nell'estate 2013, con il partner Futa Le-Ener, dove è stato installato un cantiere di cippatura e vagliatura in campo. Nella primavera del 2014 si sono svolti invece i cantieri predisposti nell'area gestita dall'attuale Unione dei Comuni Valdarno e Valdisieve, che consistevano rispettivamente in un diradamento in fustaia giovane di pino nero, nella ceduzione di un castagneto degradato ed infine nella ripulitura di un alveo fluviale (intervento di bonifica). Gli assortimenti di tali interventi, accomunati dall'aver uno scarso valore, una volta raffinati potrebbero trovare uno sbocco sul mercato dei biocombustibili solidi. Infine, presso la Segheria Ballerini, sono stati prodotti i bricchetti con miscele composte dai cippatini prodotti nel progetto e scarti di segheria come truciolo e segatura.

CARATTERIZZAZIONE FISICA DEL MATERIALE

Il cippatino utilizzato per la produzione di *briquette* è stato:

- cippatino tipo I, ottenuto dalle prove condotte nell'estate 2013;

- cippatino tipo II, acquistato presso un impianto di gassificazione del Valdarno e rappresentato dalla frazione scartata dall'impianto stesso.

La valutazione della qualità delle *briquette* è stata effettuata nei laboratori del CNR - IVALSA tramite la determinazione del coefficiente di durabilità⁽¹⁾ (DU %), in base alla normativa UNI EN 15210-2 (la quale comprende anche la determinazione del contenuto idrico dei bricchetti testati secondo il metodo gravimetrico descritto nella norma UNI EN 147741) ed infine la determinazione della densità dei bricchetti ($\text{gr} \cdot \text{cm}^{-3}$).

RISULTATI DELLE ANALISI SULLE BRIQUETTE

I risultati mostrano che le *briquette* ottenute dal cippatino hanno avuto valori di durabilità molto alti (barre rosse del grafico mostrato in Figura 1) in particolare i bricchetti ottenuti dal cippatino di tipo II torrefatto si sfaldavano completamente con la prova di durabilità (DU 100%). Questo comportamento si è verificato principalmente perché la torrefazione è stata troppo spinta, un risultato decisamente migliore è stato ottenuto nella seconda prova di briquetizzazione con il "torrefatto b" (DU% 39 %). I bricchetti prodotti con cippatino di tipo II (non torrefatto) hanno avuto un risultato sensibilmente migliore dei bricchetti ottenuti con cippatino I a causa della corretta essiccazione a cui il cippatino tipo II nell'impianto di gassificazione la quale ha permesso di ottenere un valore di contenuto

(1) Il valore di durabilità del bricchetto indica la percentuale in peso di bricchetto che si è sbriciolato (dimensioni delle particelle inferiore a 2/3 del diametro del bricchetto) a seguito di una somministrazione di urti.

(2) LI YADONG, HENRY LIU. 2000. "High-Pressure Densification of Wood Residues to Form an Upgraded Fuel."

Qualità	Tratt.	45 - 16	"16 - 8	"8 - 3,15	<3,15	Class.	Cont. Idr.
tipo I	Vagliato	0%	0%	70%	30%	P16	18%
tipo II	Vagliato	0%	44%	33%	23%	P45	7%
tipo II	Vagliato e torrefatto	0%	2%	57%	41%	P16	2%

Tabella 1 - Confronto tra le due tipologie di cippato vagliato e vagliato e torrefatto del progetto.

idrico ottimale⁽¹⁾ (Tabella 1). I bricchetti ottenuti con truciolo e segatura in purezza hanno dato dei risultati ottimi, comparabili con i prodotti commercializzati e presenti sul mercato (Commerciale Cadore) (Figura 1). Le *brquette* ottenuti a partire da segatura hanno rilevato un valore di densità superiore ad $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (Tabella 2) che rappresenta il valore più elevato riscontrato in tutti i campioni ottenuti, anche nell'aspetto della durabilità tali bricchetti hanno la *performance* migliore in assoluto.

RISULTATI DEI CANTIERI DI UTILIZZAZIONE BOSCHIVA E CIPPATURA

I risultati delle prove effettuate sui tre cantieri sperimentali sono riportati in Tabella 3.

Nei cantieri di utilizzazione forestale, le produttività di abbattimento, esbosco e cippatura sono risultate compatibili con quanto riportato in bibliografia. In generale, la produttività è stata molto elevata per la cippatura industriale, e medio-bassa per abbattimento ed esbosco, a causa del bassissimo livello di meccanizzazione applicato in queste fasi. La produttività nella formazione ripariale è risultata particolarmente bassa, a causa delle difficoltà di accesso legate alla rete idrografica. In Tabella 4 sono riportati i costi unitari di lavorazione, distinti per fase di lavoro (abbattimento ed esbosco o cippatura) e voce di costo (personale, investimenti e combustibile). La cippatura incide pochissimo sulla formazione del costo totale (Figura 3), anche perché è già ben meccanizzata grazie all'uso di cippatrici industriali. Pertanto, i miglioramenti dovrebbero essere indirizzati in modo prioritario ad abbattimento ed esbosco.

Contrariamente a quanto atteso, il costo del combustibile incide relativamente poco sulla formazione del costo unitario di lavorazione (Figura 4). Il costo del personale è la principale voce di costo, il che è pienamente compatibile con il basso livello di meccanizzazione adottato nei cantieri sperimentali.

Nelle condizioni attuali di lavoro, il costo del cippato è ancora abbastanza elevato, e oscilla tra i 71 e i 221 € per Tss. Il costo minimo è ottenuto nella ceduzione del castagno, che offre cippato a un costo di 71 € per Tss. Allo stato attuale, tale valore consente già il conseguimento della sostenibilità economica dell'intervento e, forse, anche un minimo profitto.

La situazione è meno favorevole nel diradamento, che

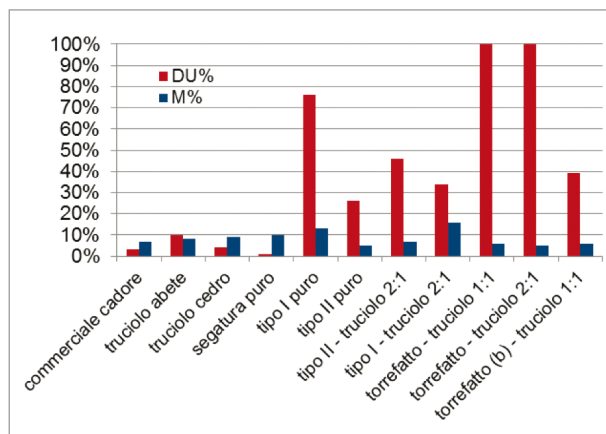


Figura 1 - Contenuto idrico (M%) e durabilità (DU%) dei bricchetti testati.

Media di Bulk ($\text{gr} \cdot \text{cm}^{-3}$)	
Campione	Totale
Tipo II puro	0,86
Tipo II Truciolo 2:1	0,79
Segatura puro	1,02
Torrefatto - Truciolo 1:1	0,75
Torrefatto - Truciolo 2:1	0,71
Torrefatto (b) - Truciolo 1:1	0,85

Tabella 2 - Valori di densità misurati nei bricchetti.

		Pino nero	Castagno	Ripariale
Biomassa	T ss	21.4	50.8	6.1
Risorse impegnate				
Foresta	ore personale	75.0	126.0	51.0
	ore macchine	25.0	42.0	17.0
Piazzale	ore personale	1.7	2.7	0.4
	ore macchine	1.7	2.7	0.4
Produttività lorda				
Foresta	T ss/ora operaio	0.3	0.4	0.1
	T ss/ora squadra	0.9	1.2	0.4
Piazzale	T ss/ora operaio	12.8	18.6	17.2
	T ss/ora squadra	12.8	18.6	17.2

Tabella 3 - Risorse impegnate e produttività.

tuttavia potrebbe almeno chiudere in pareggio se il cippato potesse essere valorizzato adeguatamente. Per contro, la ripulitura della formazione ripariale incorre ancora in costi troppo elevati, che difficilmente

te possono essere coperti dal valore del prodotto ricavato, anche in caso di una buona valorizzazione economica. L'uso dello svolgitore ha dato risultati incoraggianti, soprattutto per quanto riguarda il minore affaticamento degli operatori. Forse ancora più è il fatto che lo svolgitore ha avuto un effetto particolarmente marcato proprio nel caso del lavoro in alveo, ove qualsiasi miglioramento ha un valore strategico fondamentale. Il lavoro avviato con BABEL sarà proseguito su base volontaria da CNR, che nei prossimi mesi organizzerà delle prove mirate destinate in modo specifico a valutare il nuovo attrezzo.

CONCLUSIONI

Le prove di bricchettatura del cippatino hanno dato un prodotto troppo instabile meccanicamente per poter essere commercializzato ed il punto debole del procedimento è rappresentato dalla corretta essiccazione della biomassa la quale deve raggiungere un valore di contenuto idrico compreso tra il 12 % ed il 5%. Il truciolo di segheria invece ha dato dei risultati ottimi sia in termini di coesione, che in termini di contenuto idrico finale del bricchetto. La produzione dei bricchetti torrefatti ha dato risultati molto differenziati in quanto il processo di torrefazione del primo gruppo di campioni essendo stato spinto eccessivamente aveva prodotto un cippato quasi carbonizzato, nel secondo caso invece si è avuta una torrefazione corretta ed il campione ha presentato valori di durabilità decisamente migliori in quanto più della metà in peso del campione restava coesa dopo la somministrazione di urti della macchina per il test dei bricchetti.

I cantieri sperimentali mostrano che la produzione di cippatino a partire dagli interventi selvicolturali condotti in zona ha ancora un costo abbastanza elevato. L'abbattimento e l'esbosco rappresentano le principali voci di costo, mentre la cippatura incide in modo molto minore. Allo stato attuale, la sostenibilità economica può essere raggiunta solo nel caso del taglio di utilizzazione del ceduo degradato e forse anche nel diradamento dei giovani popolamenti di conifere. Per contro, la ripulitura degli alvei fluviali incorre in costi troppo elevati per conseguire la sostenibilità economica. L'impiego del nuovo svolgitore per la fune del verricello sembra avere un discreto potenziale, soprattutto nelle ripuliture degli alvei. Tuttavia, la sua introduzione rappresenta solo un miglioramento incrementale e non consente un aumento della produttività talmente elevato da cambiare la situazione. In queste condizioni, il conseguimento della sostenibilità economica richiede un drastico balzo in avanti, ottenibile solo attraverso una meccanizzazione spinta delle operazioni di abbattimento ed esbosco, come già dimostrato in lavori precedenti, condotti anche in ambiti fluviali.

		Pino nero	Castagno	Ripariale
Costo unitario produzione (€/T ss)				
Foresta	Personale	52.6	37.2	126.2
	Investimenti	29.4	20.8	70.6
	Combustibile	6.4	4.5	15.3
	Totale	88.4	62.5	212.1
Piazzale	Personale	1.2	0.8	0.9
	Investimenti	5.5	3.8	4.1
	Combustibile	5.9	4.1	4.4
	Totale	12.5	8.6	9.4
Totale	Personale	53.8	38.0	127.1
	Investimenti	34.9	24.6	74.7
	Combustibile	12.3	8.6	19.7
	Tutto	100.9	71.1	221.5

Tabella 4 - Costi orari, totali e per unità di prodotto.

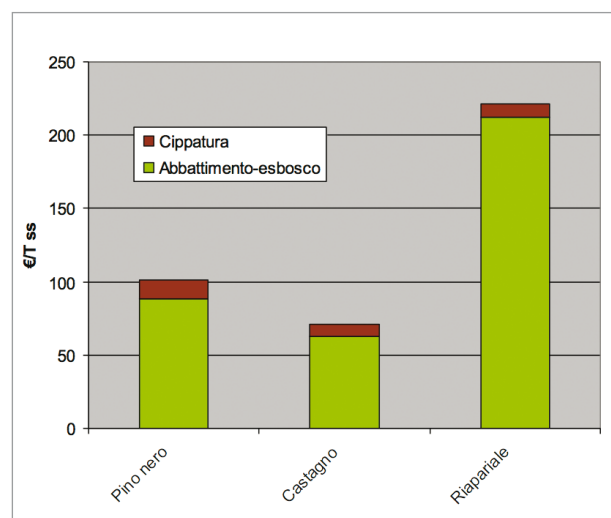


Figura 3 - Costo unitario per tipo di attività.

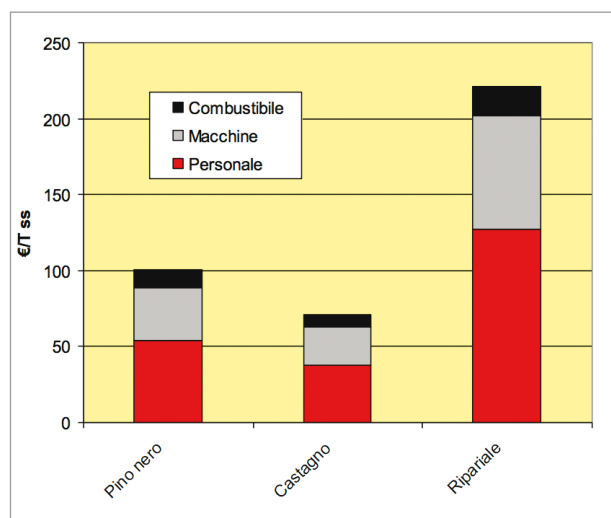


Figura 4 - Costo unitario per voce di spesa.

Trattamenti termici delle biomasse Prodotti di alto valore aggiunto

di DAVID CHIARAMONTI, RENATO NISTRI, MARCO PETTORALI -

RE-CORD - Consorzio per la ricerca e la dimostrazione sulle energie rinnovabili

Le opportunità dello sviluppo del territorio passano attraverso la rivalorizzazione delle biomasse, forestali e agricole. La valorizzazione di queste risorse coinvolge più soggetti, dagli operatori del settore agricolo e forestale, alle piccole e medie imprese locali, alle amministrazioni comunali.

Le tecnologie per la valorizzazione di queste risorse, negli ultimi decenni, si sono concentrate sulla produzione decentralizzata di energia (elettrica e termica). Tuttavia convertire un'azienda agricola in un soggetto produttore di energia non è un problema banale dal momento che deve essere avviata una nuova attività industriale da aziende che normalmente si occupano del cosiddetto settore primario, ovvero la produzione di biomassa. Le piccole aziende agricole, tipiche dei paesi come l'Italia, non sono normalmente strutturate per affrontare problemi come la connessione alla rete, le autorizzazioni, la regolamentazione delle emissioni e, più in generale, la gestione ed il funzionamento dei sistemi di generazione di energia da biomassa.

Inoltre, essendo la loro capacità finanziaria spesso limitata, si possono generare problemi a fronte di richieste di investimenti in impianti di bioenergia e di fornitura delle garanzie finanziarie per l'ottenimento di prestiti bancari, rappresentando così un ostacolo significativo ad una più ampia diffusione di questi sistemi.

Infine, la generazione di bioenergia può essere economicamente sostenibile solo nel caso in cui gli incentivi economici sono messi a disposizione dallo Stato o della Regione: questo di fatto crea incertezza negli investitori e rischi nel finanziamento ed ogni cambiamento nel quadro politico può influenzare direttamente e negativamente sull'investimento.

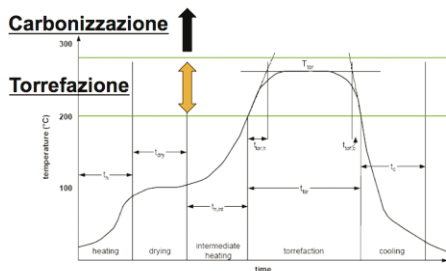
Un'alternativa alla generazione di energia decentra-

lizzata è quella di tornare a investire sulla creazione di prodotti dalla biomassa. Da un punto di vista tecnologico si tratta di passare da impianti di conversione termochimica come i gassificatori, impianti atti a produrre gas dalla biomassa per alimentare motori a combustione interna per la produzione di energia elettrica, a tecnologie più facilmente utilizzabili dagli operatori del settore forestale che migliorino la qualità della biomassa per creare un prodotto intermedio a più alto valore aggiunto.

Un esempio di questo è dato dalla torrefazione, una trasformazione termochimica della biomassa che si esegue in assenza di ossigeno e a temperature comprese tra i 200 ed i 300 °C. La torrefazione, di fatto, standardizza le caratteristiche della biomassa. Inoltre il materiale torrefatto è un materiale con pochissima umidità e le condizioni operative del processo non sono troppo lontane dalle condizioni per eseguire l'essiccaggio della biomassa, problema con cui le aziende agricole si confrontano quotidianamente. Analogamente a quanto detto per la torrefazione, anche il ritorno alla produzione di carbone vegetale, comunemente detto carbonella, può rappresentare un ritorno ad un'attività che, in passato, è stata strettamente legata al nostro territorio. È possibile, dunque, immaginare e proporre schemi tecnologici diversi che si basano sull'integrare i sistemi in modo efficiente, adattando lo schema della bioraffineria alla piccola scala. Un esempio di questi è l'integrazione tra la produzione di *pellet* e la cogenerazione a biomassa, per esempio grazie alla combustione dei gas generati nel processo di torrefazione o di carbonizzazione. In questo schema si realizza un prodotto e la produzione di energia diventa il sottoprodotto del processo (integrazione energetica).

Si crea in questo modo una domanda termica costante nell'anno a bassa temperatura che può essere sfruttata per l'essiccamento della biomassa destinata alla produzione del *pellet*. L'integrazione con il processo di torrefazione consente la produzione del *pellet* torrefatto, quindi di un prodotto con più alto valore aggiunto. La torrefazione, infatti, densifica energeticamente la biomassa, secondo il processo mostrato in Figura 1.

L'integrazione con il processo di carbonizzazione consente, in maniera analoga, lo sfruttamento energetico dei gas prodotti dal processo e la vendita separata di



due prodotti, il carbone vegetale ed il *pellet* di biomassa vergine.

La carbonizzazione è un processo simile alla torrefazione, fatto in condizioni strettamente anaerobiche ed a temperature maggiori, nell'ordine dei 450-600°C (comunemente conosciuto come processo di pirolisi lenta). Si ha, dunque, una maggior volatilità del materiale con conseguente maggior rilascio di prodotti gassosi che presentano un contenuto energetico maggiore.

I prodotti che potrebbero essere realizzati seguendo questo concetto potrebbero essere:

- *pellet*: un prodotto a maggior densità energetica rispetto alla biomassa vergine, stoccabile e adatto all'utilizzo in impianti di combustione domestica e industriale;
- torrefatto: prodotto ulteriormente densificato energeticamente, idrofobico e facilmente frantumabile. Potenzialità di un nuovo mercato grazie alle norme tecniche ISO-CEN in definizione;
- carbone di legna: elevato costo del prodotto, larga diffusione, elevata importazione dall'estero.

A supporto di queste considerazioni, analizzando il mercato italiano del *pellet* e della carbonella si evidenziano le opportunità legate alla produzione di questi prodotti.

Analizzando il mercato, come mostrato nelle Figure 2 e 3, il *pellet* rappresenta un prodotto dall'alto potenziale economico e con un elevato mercato. In Italia, in particolare, si consumano (dati 2013) circa 2.000.000

t/anno di *pellet* a fronte di una produzione interna di 500.000 t/anno. Questo fa dell'Italia il primo paese europeo per l'importazione del *pellet*. Inoltre, come è evidente dai dati, siamo l'unico paese al mondo a consumare quattro volte quanto produciamo. Le stime legate alla domanda di *pellet* per uso domestico nel prossimo futuro confermano un *trend* costantemente crescente fino al 2020.

I dati relativi alla produzione annuale di carbonella mostrano come la produzione europea sia praticamente nulla mentre i dati relativi al consumo lordo italiano evidenziano un consumo annuale lordo di 64.000 t, una produzione interna di 5.000 t, un'esportazione pari a 1.000 t ed un'importazione pari a 60.000 t. In quest'ottica è stata portata avanti, da parte di RE-CORD, la progettazione di un impianto innovativo

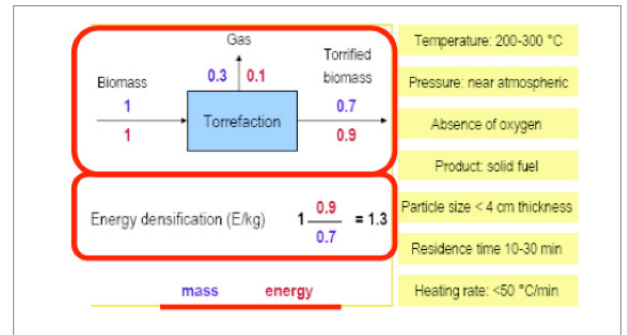


Figura 1 - Densificazione della biomassa tramite torrefazione.

Country source	2011 (t)	2015 (t)	2020 (t)
Austria (ProPellets Austria)	710 000	1 490 000	3 500 000
Belgium (Ekman)	100 000	150 000	200 000
Denmark (Ekman)	700 000	1 000 000	1 250 000
France (ProPellets France)	560 000	1 400 000	2 500 000
Finland (PEA)	70 000	150 000	450 000
Germany (DEPV)	1 400 000	1 900 000	3 500 000
Ireland (Ireac)	40 000	60 000	70 000
Italy (AIEI)	1 900 000	3 100 000	4 250 000
Spain (Avebiom)	150 000	450 000	1 150 000
Sweden (Pir)	1 000 000	1 200 000	1 400 000
Switzerland (ProPellets CH)	160 000	250 000	400 000
UK (UKPC)	50 000	500 000	1 250 000
Other countries (Ekman)	1 100 000	1 600 000	2 200 000
	7 990 000	13 370 000	22 370 000

Figura 2 - La domanda di pellet per uso domestico in Europa nel prossimo futuro.

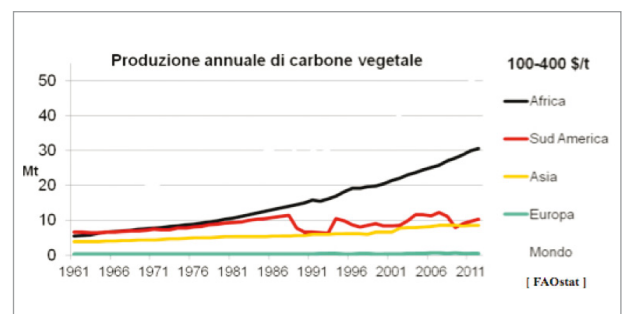


Figura 3 - Produzione annuale di carbone vegetale.

per la produzione di materiale torrefatto. Le caratteristiche dell'impianto sono quelle di utilizzare una tecnologia più pulita rispetto ai vecchi processi, di essere un impianto ossidativo, ossia di realizzare una parziale combustione della biomassa e dei vapori formati dalla degradazione del materiale lignocellulosico per fornire energia al processo, e di garantire un processo continuo, secondo lo schema mostrato in Figura 4.

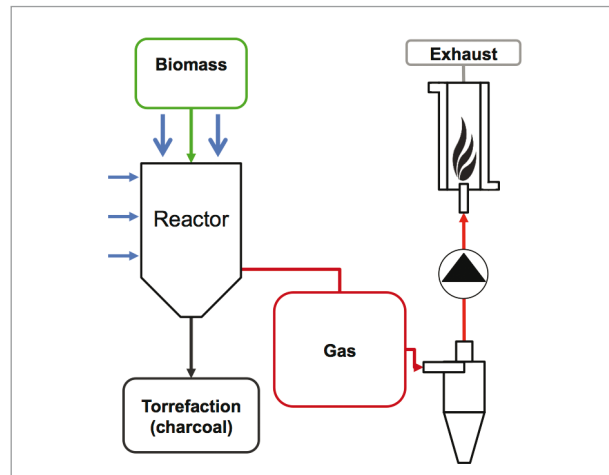


Figura 4 - Schema di funzionamento dell'impianto RE-CORD.

