



PIROGASSIFICAZIONE DI BIOMASSE PER PRODURRE ENERGIA

In questa nota sono riportate informazioni sui diversi impianti esistenti in Italia di pirogassificazione, ossia di trattamento a temperatura fra 800-1200 °C prima in assenza di ossigeno (pirolisi) e successivamente in difetto di ossigeno (gassificazione) di biomasse essiccate e macinate, per ottenere un gas che poi è inviato ad un motore endotermico che produce energia elettrica e calore.

La tecnologia della pirogassificazione, chiamata anche semplicemente gassificazione, è, a tutt'oggi, uno dei processi più puliti ed ambientalmente sostenibili presenti sul mercato.

Consiste in un processo chimico endotermico grazie a cui combustibili solidi ricchi di carbonio vengono convertiti in un gas di sintesi composto da una miscela i cui componenti principali sono monossido di carbonio (CO), biossido di carbonio (CO₂), idrogeno (H₂), tracce di metano (CH₄) e altri prodotti, a seconda della tecnologia utilizzata e della materia prima impiegata (tipologia, dimensioni, contenuto idrico, ecc.). Tra i coprodotti si possono ottenere ammoniaca, acido solforico e acido cloridrico, oltre a una parte non gassificabile composta da ceneri e polveri.

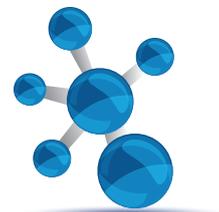
La produzione del gas (syngas) non diffonde alcuna emissione in atmosfera né reflui pericolosi [1].

La pirogassificazione può essere suddivisa in 4 fasi: essiccamento, pirolisi, ossidazione (o gassificazione) e, infine, in alcuni casi, anche riduzione. Il processo di pirolisi può essere, inoltre, di "pirolisi ultra veloce" (*flash pyrolysis*), seguito dal processo di gassificazione ed, eventualmente, anche da altri trattamenti chimici, per produrre il syngas da utilizzare in motori endotermici per produrre energia e calore [2-4].

La pirolisi ultraveloce, che è il secondo stadio, consiste nella trasformazione di biomasse fra 650-750

°C con tempi di contatto inferiori a un secondo in assenza di ossigeno per produrre un gas all'85% (CO, H₂ e CO₂), un liquido al 5% e un solido (bio-char) al 10%. La gassificazione è il trattamento dei prodotti di pirolisi (anche ultraveloce) a temperatura fra 1.000-1.300 °C in difetto di ossigeno per trasformare bio-olio e bio-char, ottenuto nella pirolisi, in CO₂ e H₂O, i quali, immediatamente dopo, a seconda del tipo di reattore in uso, subiscono un processo di riduzione sul carbone o bio-char nel quale la CO₂ si trasforma in CO e l'H₂O in CO e H₂. Il CO prodotto successivamente reagisce con l'acqua (reazione "water-gas shift") per produrre a sua volta CO₂ e H₂ (aumentando il potere calorifico del gas). Ci sono anche altre reazioni secondarie, quali reazione di Boudouard (C + CO₂ → 2CO), il reforming del biossido di carbonio su catene organiche per produrre CO ecc.

Il gas così ottenuto è quindi una miscela di altre sostanze, che devono essere rimosse prima che il gas venga inviato ad un motore endotermico o, più raramente, ad una turbina, per produrre energia elettrica e calore. Il calore prodotto viene utilizzato sia per essiccare la biomassa, sia per eventuale teleriscaldamento. La produzione di energia termica avviene in tre stadi: dal raffreddamento del gas prodotto nel reattore; dal raffreddamento dell'acqua del radiatore; dal raffreddamento dei fumi. La



pirogassificazione ha anche il vantaggio di permettere di costruire impianti di piccole dimensioni, compatibili con la rete distributiva elettrica e con le materie prime che provengono da vicino.

Impianto di pirogassificazione a Villanova Mondovì (CN)

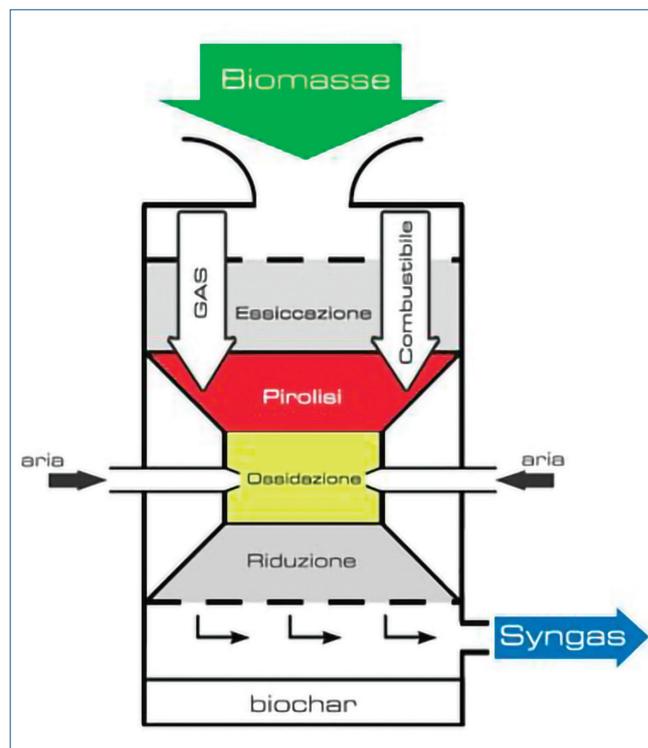
L'impianto di pirogassificazione, chiamato anche gassificatore, realizzato a Villanova Mondovì nel 2010 [5] con la tecnologia Pyrox [6] produce 1.200 kW termici e 995 kW elettrici consumando solo 1,2 t/h di cippato essiccato al 10-15% di H₂O. La biomassa legnosa viene fornita dai boscaioli e dalle segherie del territorio limitrofo, minimizzando l'impatto economico-ambientale legato al trasporto. Il processo si realizza in quattro stadi sullo stesso reattore: essiccamento, pirolisi ultraveloce a 800 °C in assenza di ossigeno, gassificazione in difetto di ossigeno per convertire i residui solidi carboniosi prodotti nello stadio di pirolisi in gas ed un ultimo stadio di riduzione. Il gas così ottenuto ha composizione: CO 21%, H₂ 4%, CH₄ 1,6%, N₂ 40%, CO₂ 12% e ceneri 0,8%.

Pirogassificatore a Borgosesia (VC)

Terni Energia, ha messo in marcia nel 2012 un impianto di pirogassificazione, progettato e fornito da Pyrox Italia, alimentato a biomasse legnosa nel comune di Borgosesia (VC) [7], che potrà trattare 8.000 t/a di legno vergine. Gli scarti del legno verranno trasformati in syngas per l'alimentazione di un motore ad alta efficienza che, collegato a un generatore, produrrà energia elettrica e calore. L'impianto è costituito da quattro fasi: essiccazione del legno, pirolisi, raffreddamento e depurazione del gas e, infine, combustione del syngas in un motore a ciclo combinato che produce 850 kW elettrici e 1.100 kW termici.

Impianto di pirogassificazione a Torre Pellice (TO)

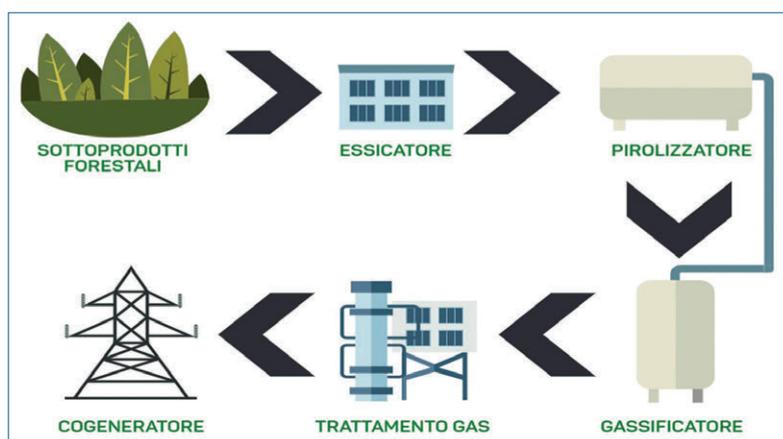
T.E.A. Sistemi Srl ha realizzato nel 2015, a Torre Pellice (TO) [8], un impianto di pirogassificazione di biomasse per produrre 200 kW elettrici. Esso è costituito da quattro stadi in un unico reattore: essiccazione delle biomasse fino allo 0% di umidità, pirolisi ultraveloce, gassificazione in difetto di os-



sigeno e riduzione con un letto di carbone attivo come nell'impianto precedente, e separazione finale di un solido (biochar). Le biomasse provengono da legno di sottobosco, legno di scarto, legno usato, sfalci di potatura del verde pubblico, residui di piante agricole, residui di lavorazioni agricole ed alimentari. Il pirogassificatore potrebbe consumare oltre 12.000 quintali di legno cippato all'anno.

Pirogassificatore a bi-stadio a Bolzano

Nel 2019 FONEnergy ha realizzato in provincia di Bolzano [9] un impianto di pirogassificazione bi-stadio che produce 200 kW elettrici e 300 kW di energia termica. È costituito da uno stadio di pirolisi senza ossigeno che opera a 700-730 °C e da uno stadio successivo di gassificazione a 1.100 °C in difetto di ossigeno per trasformare i prodotti solidi ottenuti dalla pirolisi in gas che poi viene utilizzato per produrre energia. I due stadi sono realizzati sullo stesso reattore. Le biomasse impiegate sono i sottoprodotti derivati dalla lavorazione dei prodotti forestali e dai residui della manutenzione del verde pubblico e privato. Le biomasse usate nell'impianto sono 225 kg/h che vengono deumidificate al 20% di H₂O.



Impianto di pirogassificazione a Correggio (RE)

L'impianto di gassificazione realizzato a Correggio dalla GMP Bioenergy di Arezzo (del gruppo societario Graziella Green Power SpA) è un impianto modulare con 7 gassificatori downdraft a letto fisso che lavorano in parallelo e che alimentano 7 gruppi cogenerativi da 130 kWe ciascuno con un consumo di circa 0,9 kg/kWe prodotto. L'impianto di Correggio è stato avviato a luglio 2020 ma è arrivato a regime, causa Covid, nella primavera del 2021. La modularità permette di avere sempre un'elevata produzione anche nel momento in cui alcune linee di produzione si trovano in manutenzione.

La biomassa, prima di entrare nel gassificatore, subisce un processo di vagliatura ed essiccazione, fondamentali per rendere il prodotto omogeneo ed adatto al processo di gassificazione, il quale necessita di un'elevata costanza per ciò che riguarda la pezzatura e l'umidità.

La biomassa, in questo caso, viene immessa dall'alto nel reattore e incontra le 4 fasi del processo: essiccamento, pirolisi, ossidazione e riduzione. Nel gassificatore è presente una "gola" a forma di V all'interno della quale viene inviata aria, che potrebbe anche essere arricchita con ossigeno, al cui interno avviene la vera gassificazione.

Il syngas, insieme alla parte polverulenta, esce dal basso del reattore e viene quindi filtrato, ad alta temperatura, per separare il syngas dalla parte solida (biochar), poi il flusso viene raffreddato, per condensare i TAR e, infine, viene ulteriormente pulito prima di essere inviato ad un motore a combustione interna. Il gas ottenuto ha composizione: CO

18-24%, H₂ 4-10%, CH₄ 2-4%, N₂ 50%, CO₂ 8-10%, ossigeno + argon 1-2%. Le percentuali possono variare in base alla tipologia di legna, pezzatura ed umidità di ingresso nel gassificatore.

I cogeneratori a combustione interna, per la produzione di energia elettrica e calore, sono dei motori a gas aspirati a ciclo Otto, che si sono rivelati essere affidabili e di semplice manutenzione. Tutto il calore da essi generato viene recuperato per essiccare la biomassa necessaria alla produzione elettrica; mentre quella

essiccata in eccesso viene venduta come cippato di qualità. Il cippato essiccato in eccesso diventa un vettore energetico utilizzabile su altri siti (serre, industrie, residenziale).

Il biochar può sia essere venduto come ammendante agricolo, visto che le modifiche del 2015 del Decreto Legislativo 29 aprile 2010, n. 75 ne permettono l'uso in agricoltura, sia come carbonella vegetale ad uso combustibile, nel qual caso deve essere compresso in cialde per renderlo commercializzabile.

BIBLIOGRAFIA

- [1] <https://it.wikipedia.org/wiki/Gassificazione>; <https://it.wikipedia.org/wiki/Pirolisi>
- [2] M. Livi, *La Chimica e l'Industria*, 2014, **96**(2), 20.
- [3] M. Livi, I. Magrini, *La Chimica e l'Industria*, 2016, **98**(2), 46.
- [4] F. Basile, F. Trifirò, Biomass Gasification for Second-Generation Fuel Production, in *Renewable Resource and Renewable Energy. A Global Challenge*, P. Fornasiero, M. Graziani (Eds.), 2nd Ed., CRC Press, 2012, pp. 213-240.
- [5] <https://centralecogenerazione.com/>
- [6] <http://www.btboresette.com/ternienergia-punta-sul-pirogassificatore-di-borgosesia/>
- [7] https://www.enea.it/it/seguici/events/biomasse_2-3lug12/BiomassePiemonte
- [8] <https://www.teasistemisrl.it/impianti-ecologici/cogenerazione-syngas>
- [9] <https://fonenergy.it/impianto-pirogassificazione>