

LA LIQUEFAZIONE IDROTERMALIA PER PRODURRE BIO-OLIO DA RIFIUTI ORGANICI

La “Liquefazione Idrotermale” o *Hydrothermal Liquefaction* (HTL), o “Liquefazione Idrotermica” o “Pirolisi ad umido”, o “Pirolisi Idrotermale”, o “Termoliquefazione”, consiste nel portare una biomassa in presenza di acqua ad una temperatura fra 250-400 °C a una pressione di 200-300 bar per diversi minuti per produrre un bio-olio. Il bio-olio può essere utilizzato come combustibile o trasformato successivamente in biocarburanti e/o in materie prime per la chimica, utilizzando anche diversi impianti che impiegano frazioni di petrolio. La presenza dell'acqua favorisce la formazione di prodotti liquidi, minimizzando la produzione di solidi (bio-char) e gas. Inoltre, il vantaggio di questa tecnologia è che permette di usare rifiuti con elevato contenuto di acqua, come fanghi di depurazione e rifiuti urbani (FORSU), evitando la fase di disidratazione altamente negativa. Gli inconvenienti di questo olio sono che contiene dal 5 al 15% di ossigeno che porta a proprietà corrosive e ad alta viscosità e, per questo, deve essere soggetto a trattamenti successivi. La liquefazione idrotermale (d'ora in poi chiamata come in inglese HTL) ha il vantaggio di trattare delle biomasse con alto contenuto di umidità in un processo in cui l'azione dell'acqua e della pressione consente di degradare la biomassa di partenza per dar luogo a bio-liquidi di interesse energetico [1, 2]. Di seguito verranno proposti alcuni esempi di recenti realizzazioni industriali e di ricerche, in gran parte italiane, nel campo della tecnologia della HTL di specifiche biomasse. In genere con la tecnologia HTL l'80% della biomassa è trasformata in bio-olio e, in minore misura, in gas (CH₄) e in solido (bio-char).

Uno dei primi impianti industriali al mondo di HTL a Carthage (USA)

L'azienda Changing World Technologies (CWT) ha costruito un impianto di liquefazione idrotermale

dal nome “Thermal Conversion Process”, che è stato uno dei primi impianti di HTL di biomasse al mondo, a Carthage (Philadelphia-USA) [3]. L'impianto era nato nel 2001, chiuso nel 2010 e riaperto (fino a tutt'oggi) dal 2012. Era stato progettato per processare 250 tonnellate/giorno di residui di un macello di tacchini (piume, sangue, viscere, ossa). Il processo è diviso in tre stadi: liquefazione idrotermale a 250 °C, raffreddamento e separazione delle frazioni, cracking termico e distillazione della frazione di idrocarburi, ottenendo carburanti con caratteristiche identiche ai derivati del petrolio.

Un impianto pilota di HTL a Gela

Eni Rewind ha realizzato a Gela nel 2018 un impianto pilota di HTL, chiamato “Waste to fuel”, per trasformare la frazione umida dei rifiuti solidi urbani (FORSU) ed i rifiuti dell'industria alimentare in bio-olio. È prevista la realizzazione di un secondo impianto industriale da 160.000 t/a a Marghera [3, 4]. La tecnologia è stata messa punto nel Centro di ricerca Donegani di Novara. L'impianto pilota è in grado di trattare 700 kg di Forsu al giorno utilizzando acqua fra 250-310 °C, con tempi di reazione compresi fra cinque e venti minuti. Nell'impianto possono essere utilizzati anche rifiuti di depurazione, di potature, scarti dell'industria agroalimentare e della grande distribuzione.

Un impianto pilota di HTL in Danimarca

Un impianto pilota di HTL è stato costruito nel 2018 ad Aarhus in Danimarca, nell'ambito del progetto Europeo Horizon 2020, al quale partecipa anche Eni. Questo sembra che sia l'impianto pilota più grande mai costruito [5]. L'impianto opera a 350 °C con pressione di 200 bar e con una capacità di trattare 100 litri/h di liquami contenenti il 16% di biomassa secca. L'impianto pilota ha un sistema di

recupero di calore e un sistema oscillante idraulico per aumentare la turbolenza in un reattore tubolare. Le biomasse utilizzate sono l'erba perenne *Miscanthus*, le microalghe e i fanghi di depurazione.

Un impianto dimostrativo di HTL in Norvegia

Steeper Energy e Silva Green Fuel (JV) stanno realizzando un impianto dimostrativo di HTL (chiamato Hydrofaction) di biomasse che andrà in marcia nell'autunno del 2021 in Norvegia, a Tofte. Si prevede di realizzare nel 2025 un impianto industriale [6], che opererà a circa 450 °C e 350 bar (condizioni più severe degli impianti proposti in Italia) e produrrà 4.000 litri di bio-olio al giorno utilizzando residui di legname. Il bio-olio sarà poi trasformato in biocarburanti.

Un impianto micropilota di HTL a Firenze

Spike Renewable Srl, spin-off dell'Università di Firenze, ha realizzato un impianto micropilota di HTL di biomasse [7] con il processo "HTL RE-CORD" da loro brevettato nel 2015 [8], utilizzando 15 kg/h di una miscela all'85% di acqua e al 15% di biomassa, producendo 0,45 kg/h di bio-olio. L'impianto lavora a 350 °C e 250 bar. La biomassa utilizzata è proveniente 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.

Ricerca sull'utilizzo dei fanghi conciarati per un impianto di HTL

Lo scorso aprile 2021 si è svolto il "10° European Combustion Meeting", in edizione virtuale, durante il quale La Stazione Sperimentale Industria Pelli e l'Università degli Studi di Napoli Federico II hanno presentato un lavoro dal titolo "Outline of a process for the Hydrothermal Liquefaction of a tannery sludge for biofuel production" [9], proponendo un processo per l'utilizzo di fanghi conciarati per realizzare un impianto HTL. In particolare, si tratta di una depolimerizzazione termica della biomassa provocata dalla presenza di H₂O per produrre un bio-olio a temperatura di 200-350 °C e a pressioni di 40-200 bar.

Ricerca sull'utilizzo di fanghi di depurazione di acque reflue per un impianto di HTL

Ricercatori di Ingegneria e di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali dell'Università di Palermo hanno proposto nel 2019 un progetto dal titolo "Liquefazione idrotermica di fanghi di depurazione delle acque reflue in presenza di acido formico come co-solvente" per realizzare uno speciale impianto di HTL [10]. Tale processo utilizza dei fanghi provenienti dalla depurazione delle acque reflue civili a temperature di 250-400 °C e pressioni di 10-30 Mpa in presenza di un co-solvente, l'acido formico. L'acido formico si dissocia in CO₂ ed H₂ che idrogena il bio-olio, che risulta molto ossigenato e vischioso, trasformandolo in biocarburante nello stesso reattore di HTL in presenza di un catalizzatore a base di CoMo/Al₂O₃.

BIBLIOGRAFIA

- [1] D. Castello, T.H. Pedersen, L.A. Rosendahl, *Energies*, 2018, **11**(11), 3165.
- [2] D.C. Elliott, P. Biller *et al.*, *Bioresource Technology*, 2015, **178**(February), 147.
- [3] **Liquefazione idrotermica della biomassa - AgroNotizie - Bioenergie (imaginenetwork.com)**
- [4] F. Trifirò, *La Chimica e l'Industria*, 2021, **5**(2), 12.
- [5] K. Anastasakis, P. Biller *et al.*, *Energies*, 2018, **11**(10), 2695.
- [6] **The Silver in Silva: The Story of Steeper Energy and SGF's \$59M advanced biofuels project in Norway: Biofuels Digest <http://www.spikerenewables.com/wp-content/uploads/2021/03/HTL-plant.pdf>**
- [7] Spike Renewables Srl, HTL/RECORD Patent application n. FI2015A000127, date 29.04.2015, Patent n. 1429628.
- [9] **<https://ssip.it/2021/04/01/liquefazione-idrotermale-fanghi-conciari/>**
- [10] **Liquefazione idrotermica di fanghi di depurazione dalle acque reflue in presenza di acido formico come co-solvente - Università degli Studi di Palermo - Research Portal (unipa.it)**