

I CARBURANTI ALTERNATIVI PER CONTRASTARE I CAMBIAMENTI CLIMATICI E L'INQUINAMENTO DELLE CITTÀ

Ferruccio Trifirò

In questa nota sono esaminati i carburanti alternativi proposti dalla Comunità Europea e discussi in un convegno di Federchimica svoltosi il 13 ottobre scorso. Lo sviluppo di carburanti alternativi agli attuali combustibili fossili è la strategia per realizzare la decarbonizzazione del trasporto in tutto il mondo. Questa nota è una risposta alle esigenze emerse dalla COP21 di Parigi, relativamente ai settori dei trasporti terrestre, navale ed aereo.

La COP21, tenutasi lo scorso dicembre a Parigi, ha deliberato di contenere l'aumento della temperatura del pianeta nel prossimo futuro sotto i 2 °C rispetto al periodo preindustriale [1]; a questo scopo è necessario realizzare nella seconda metà del secolo la completa decarbonizzazione della produzione di energia in tutto il mondo. In questo articolo ci si limiterà a trattare solo le strategie di decarbonizzazione nella produzione e nell'uso dei carburanti per autotrazione, strategie in parte diverse da quelle dei combustibili per riscaldamento domestico e per la produzione di energia elettrica. In Europa attualmente il 93% dei carburanti proviene dal petrolio, il 4,2% da biomasse, lo 0,8% da gas naturale e il 2% prevede energia elettrica come fonte per l'autotrazione. Già prima della COP21, il 24 gennaio 2013, la Commissione Europea [2], aveva prodotto un documento intitolato «Energia pulita per il trasporto, una strategia europea in materia di combustibili alternativi», dove erano stati identificati i carburanti alternativi per arrivare ad una decarbonizzazione del trasporto. Nel 2014 [3, 4] erano state deliberate le strategie da seguire per sviluppare questi carburanti alternativi che non emettono emissioni inquinanti e riducono quasi a zero le emissioni di CO₂; queste strategie essenzialmente consistono nel realizzare infrastrutture per facilitarne l'uso. Federchimica il 13 ottobre del 2015, a seguito delle direttive europee, ha organizzato un convegno su Chimica e Energia dal titolo "Combustibili alternativi: il motore di un nuovo sviluppo della chimica italiana" [5].

In questa nota vengono esaminati i carburanti alternativi proposti dalla Comunità Europea, utilizzando in gran parte gli interventi presentati al convegno di Federchimica, proposti come risposta alle esigenze preesistenti e successivamente emerse dalla COP21.

La direttiva sui carburanti alternativi ha come impegno primario la diffusione di infrastrutture per facilitare la ricarica di carburanti alternativi, per aumentare il numero di veicoli e di navi che li utilizzano, e spingere l'industria manifatturiera a produrre questi veicoli a prezzi competitivi. I carburanti alternativi per la comunità europea sono: il GPL (gas di petrolio liquefatto), il GNC (gas naturale compresso), il GNL (gas naturale liquefatto), l'idrogeno, ed i biocombustibili (biometano, biometanolo, bioetanolo, bioalcoli superiori, dimetiletere, oli vegetali puri, biodiesel, biocherosene). Si include per estensione l'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili impiegata per i motori elettrici nei trasporti.

Gas naturale e GPL

Il GPL, il GNC e il GNL pur essendo carburanti di origine fossile, sono stati inseriti nella lista dei carburanti alternativi perché, almeno in una prima fase, sostituiranno la benzina ed il diesel nel trasporto automobilistico, marittimo e ferroviario, prima della decarbonizzazione totale del trasporto. Alberto Lunghi [6] dell'Innovhub Stazioni Sperimentali per l'Industria "Area Combustibili" nella sua relazione ha accennato a questi tre carburanti, ma approfondendo solo gli aspetti legati al GNL. Il vantaggio nell'utilizzo di questi tre carburanti è legato alla loro elevata densità energetica ed un più basso impatto ambientale rispetto agli altri carburanti fossili liquidi, presentando una forte riduzione delle emissioni di NO_x e di particolato, assenza di emissioni di SO_x, ed una



**6ª Conferenza Nazionale su
Chimica&Energia**

I combustibili alternativi:
il motore di un nuovo sviluppo della
chimica in Italia



Milano, 13 Ottobre 2015
Auditorium Federchimica
Via Giovanni da Procida, 11

riduzione delle emissioni di CO₂. Questi tre tipi di carburanti sono prodotti attualmente per la quasi totalità da combustibili fossili, in futuro potrebbero essere prodotti in maggiori quantità da biomasse e rifiuti organici per fermentazione anaerobica, in particolare il biometano potrebbe anche essere prodotto per “metanizzazione” di idrogeno [7] (reazione con CO₂), generato dall’energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, di conseguenza potrebbe contribuire alla completa decarbonizzazione del trasporto.

Il GPL, ottenuto essenzialmente dalla raffinazione del petrolio (dalla testa della prima colonna di distillazione ed in minor misura dal gas naturale e dal gas emesso dai pozzi di petrolio), è costituito essenzialmente da propano e butano con tracce di pentano. Viene immagazzinato e trasportato liquido ad una pressione fra 2 e 20 bar [8]. Il GPL è adatto all’impiego su autovetture e su mezzi commerciali leggeri. È molto diffuso in Europa: rappresenta, infatti, il 3% dei carburanti, alimenta 9 milioni di vetture ed è distribuito quasi 28.000 punti di approvvigionamento, tuttavia non ancora diffusi in maniera omogenea. In Italia sono oltre 2 milioni le vetture a GPL circolanti e circa 3.700 le stazioni di rifornimento. Si può quindi dire che il GPL in Europa è un carburante alternativo già maturo.

Il GNC è essenzialmente metano compresso a 200-248 bar ed è utilizzato principalmente per le autovetture (autobus urbani, vetture utilitarie e taxi) [9]. In Europa sono presenti un milione di veicoli, ci sono circa 3.000 stazioni di rifornimento e c’è l’interesse a decuplicarle entro il 2020; in Italia ce ne sono circa 1.000. La Commissione Europea ha richiesto che entro il 2020, siano disponibili in tutta Europa punti di rifornimento di GNC accessibili al pubblico ad una distanza massima di 150 km.

Il GNL è costituito essenzialmente da metano (>90%) con impurezze di paraffine leggere (etano, propano). Si trova in fase liquida a temperatura di -162 °C e 2 bar. Rita Caroselli, direttore di Assogasliquidi, ha tenuto una relazione dal titolo “Gas Liquefatti, un’alternativa per l’energia del Paese” [10].

Il GNL è utilizzabile in futuro come carburante a basso impatto ambientale per la navigazione marina ed il trasporto su strada pesante a lunga distanza (>1.000 km), l’elevata densità energetica lo rende particolarmente adatto alle lunghe percorrenze rispetto a GNC e GPL [11, 12, 13]. Inoltre il vantaggio del GNL rispetto al GPL e al GNC è quello di essere disponibile laddove non ci sono gasdotti, come nelle isole, in località montane ed in campagna. Può provenire da Paesi che non sono collegati a noi con gasdotti e quindi è possibile acquistarlo a un



prezzo più basso e con maggiore sicurezza di rifornimento. Il problema è avere porti di attracco del GNL e stazioni di rifornimento sul territorio. In Italia ci sono tre porti di attracco (Adria (RO), Panigaglia (SP), Livorno) per navi speciali per il trasporto di GNL, che coincidono con impianti di rigassificazione; altri rigassificatori sono in progetto di realizzazione a Gioia Tauro, Brindisi e Porto Empedocle. Il GNL, una volta giunto nei porti dove sono presenti i rigassificatori, viene scaricato e riscaldato, riportandolo allo stato gassoso, dopo aver raggiunto un adeguato livello di pressione, può essere immesso nella rete dei metanodotti. La Commissione Europea ha proposto che entro il 2020 vengano installate stazioni di rifornimento ogni 400 km lungo le strade della rete centrale transeuropea e che

vengano installate stazioni di rifornimento fisse o mobili di GNL in tutti i 139 porti marittimi e interni della rete centrale transeuropea, rispettivamente entro il 2020 e il 2025 [10-13]. In Italia sarà aperta una stazione di distribuzione di GNL a Piacenza in grado di rifornire 56 camion ed altre dovranno essere aperte nel prossimo futuro. In Spagna ci sono 20 stazioni già aperte, 10 in Inghilterra. Il Giappone è la nazione con più rigassificatori e con più terminali di rifornimento per le autovetture. Il GNL potrà essere anche utilizzato per il trasporto via acqua, sia marittimo che per vie navigabili interne, ma le infrastrutture per il rifornimento di GNL per le navi sono in fase di attuazione solo in Svezia, dove sono già presenti infrastrutture per navi marittime. Il numero di navi a GNL nel mondo è ancora molto limitato, sembra che per adesso ce ne siano solo 47, ma altre 48 dovrebbero entrare in servizio per il 2018. In Italia dovranno essere aperte stazioni di rifornimento per GNL per 3 navi da crociera che faranno base nel nostro Paese. È anche stato annunciato l’acquisto di 2 traghetti a biocarburante a base di GNL.

Nel settore dei trasporti ferroviari, invece, le possibilità di utilizzo risiedono nei Paesi che, a differenza di quelli europei, non hanno una rete ferroviaria capillare elettrificata (es. USA, Cina, Australia e Canada) e in alcune regioni italiane, come la Sardegna, dove il GNL potrà sostituire il diesel come combustibile per le motrici dei treni.

Vetture elettriche

L'energia elettrica è considerata un carburante alternativo perché serve per ricaricare una o più batterie di veicoli equipaggiati da un motore elettrico [14, 15, 16]. Comunque, per essere realmente un carburante alternativo, l'energia elettrica deve essere prodotta da energie rinnovabili come solare, eolico, maree, onde, geotermico ed idroelettrico o da energia nucleare, potrebbe essere prodotta anche da fonti fossili con tecnologie che abbattano in maniera efficiente tutte le emissioni inquinanti e che sequestrano in maniera sicura la CO₂ prodotta. Questi veicoli elettrici, che non emettono sostanze inquinanti e sono silenziosi, risultano particolarmente adatti alle aree urbane; inoltre, la ricarica delle batterie dei veicoli può essere effettuata in orario di scarsa domanda o di grande disponibilità di energia elettrica. Gli Stati membri europei hanno un obiettivo di 8-9 milioni di veicoli elettrici in circolazione entro il 2020. I principali problemi esistenti sono legati ai costi elevati delle vetture, alla scarsa



densità di energia, al peso delle batterie, che limitano notevolmente l'autonomia di questi veicoli, e alla loro ricarica, che richiede di norma diverse ore. Per la diffusione dei veicoli elettrici sul mercato occorre migliorare la tecnologia delle batterie. La mancanza di punti di ricarica costituisce, inoltre, un grave ostacolo alla loro diffusione sul mercato; sarebbe, quindi, necessario prevedere questi punti nelle case, nei luoghi di lavoro e nei locali pubblici.

In Inghilterra stanno sperimentando lungo le autostrade corsie di ricarica senza fili per fare il pieno di elettricità alle vetture elettriche in movimento, una tecnologia che, se funzionerà, potrebbe superare gli attuali limiti di autonomia delle auto a batterie: sotto il manto stradale saranno installate delle piastre che consentiranno di trasferire l'energia ai veicoli in maniera veloce, i veicoli saranno opportunamente adattati per riceverla.

Tra i Paesi europei sensibili all'uso di vetture a trazione elettrica si posiziona al primo posto la Norvegia, seguita da Olanda, Francia, Gran Bretagna, Germania e Spagna. In Italia è in crescita il numero delle vendite di auto elettriche ed esistono 351 punti di ricarica. Entro l'anno in corso avverrà l'installazione delle colonnine di ricarica Enel presso alcuni punti strategici di vendita di carburanti eni: queste colonnine di ricarica rapida saranno in grado di erogare energia a corrente continua e a corrente alternata, rifornendo una vettura in circa 20 o 30 minuti all'80% della carica massima. Utile per la diffusione di questo carburante è stato l'annuncio da parte della Commissione dell'uso di un tipo di connettore standard comune per tutta l'Europa.

Idrogeno

L'idrogeno come carburante è utilizzato sia nelle vetture a combustione interna sia nelle vetture elettriche ibride a celle a combustibile. Andrea Fieschi, direttore dell'Associazione Gas Tecnici di Federchimica, ha presentato un intervento dal titolo "Idrogeno: una spinta per il futuro" [17]. I vantaggi dal punto di vista ambientale dell'uso di idrogeno come carburante, ma solo prodotto in maniera sostenibile, sono l'azzeramento delle emissioni di CO₂, di SO_x e di particolato, mentre le emissioni di NO_x sono ancora presenti nei motori a combustione interna, ma assenti in quelli a cella a combustibile. L'idrogeno può essere prodotto in maniera sostenibile da biomasse lignocellulosiche per gassificazione o per dissociazione elettrolitica dell'acqua, utilizzando energia elettrica da fonti rinnovabili nei momenti di surplus, o per dissociazione ad alta temperatura utilizzando energia nucleare [18, 19]. L'idrogeno può essere prodotto anche da combustibili fossili in impianti centralizzati abbattendo le emissioni inquinanti e sequestrando la CO₂ coprodotta, immagazzinandola in pozzi di petrolio e di gas esausti. BP Amoco e General Electric hanno in programma di realizzare 15 impianti con questa tecnologia.

L'idrogeno è impiegato come carburante in motori a combustione interna, ha rese termiche molto basse e, per questo, la soluzione ideale è l'uso di vetture a celle a combustibile, possibilmente nella loro versione ibrida, in quanto il sistema cella a combustibile più motore elettrico presenta un'efficienza praticamente doppia rispetto al motore a combustione interna. Le vetture ibride elettriche sono preferibili alle vetture puramente elettriche perché hanno più bassi tempi di ricarica e possono essere utilizzate a più lunga distanza senza la necessità di eseguire ricariche, raggiungendo i 500 km di autonomia.



L'elettricità nelle vetture a celle a combustibile è prodotta a bordo in tempo reale, attraverso la reazione elettrochimica tra idrogeno compresso e ossigeno atmosferico, l'unica emissione è il vapore acqueo. Le vetture a celle a combustibile hanno anche batterie per recuperare l'elettricità in eccesso, infatti alle basse velocità sfruttano l'energia accumulata nella batteria, ossia quando la vettura rallenta il motore si trasforma in un generatore e ricarica la batteria, recuperando l'energia della frenata. Fuori città, quando l'auto viaggia a velocità

più elevate, il motore elettrico viene alimentato solo dalla cella a idrogeno. La quantità di idrogeno accumulabile dipende dalla pressione nei serbatoi delle vetture ammessa dai diversi governi. In Italia la pressione ammessa è 350 bar, ma occorrerebbe arrivare ai 700 bar come in altri Paesi europei per aumentare la quantità accumulata. Il problema attuale delle vetture ad idrogeno è realizzare diversi luoghi di rifornimento per il settore trasporti. In Italia ci sarebbe la possibilità di creare un sistema di infrastrutture per il rifornimento di idrogeno in virtù della direttiva 2014/94/UE [3], il cui recepimento consentirebbe l'accesso a una serie di fondi a disposizione dei Paesi che vogliono puntare su questa mobilità. Entro un anno, cioè entro novembre 2016, il governo dovrà presentare il proprio piano di sviluppo sull'idrogeno. In Italia è stato creato un nuovo comitato interassociativo "Mobilità H2.It" [20] per tenere alta l'attenzione del governo sull'argomento. Inoltre è stato proposto il progetto In.I.M.I. (Iniziativa Italiana Mobilità Idrogeno) per un piano di sviluppo delle infrastrutture per il rifornimento di idrogeno nei trasporti.

In Germania è stato da poco siglato un accordo per portare le 50 stazioni di servizio attuali ad idrogeno a 1.000 entro il 2030; il Regno Unito prevede dalle 10 stazioni di rifornimento del 2015 di arrivare a 1.100 nel 2030 e nuove infrastrutture stanno per nascere in Francia, Svezia, Danimarca, Norvegia, Svizzera, Austria, Paesi Bassi, Polonia, Finlandia, Lettonia, Belgio e, fuori UE, in Corea del Sud, Stati Uniti, Cina, Tasmania e Giappone. Attualmente il Giappone è il Paese che più crede nell'idrogeno ed ha previsto per il 2025 più di 1.000 stazioni di erogazione e più di un milione di veicoli H₂ in circolazione.

I motori a celle a combustibile a idrogeno potrebbero essere utilizzati anche per la navigazione marina e per i treni. L'idrogeno può alimentare le piccole imbarcazioni, mentre le navi di maggiori dimensioni dovrebbero utilizzare prevalentemente l'energia ausiliaria fornita da pile a combustibile all'idrogeno quando sono ormeggiate. Le celle a combustibile che funzionano a idrogeno potrebbero sostituire anche i motori diesel dei treni.

I principali problemi di queste vetture sono il costo elevato delle celle a combustibile e la mancanza di una rete di punti di rifornimento. In Europa si è deciso di collegare le stazioni di servizio esistenti tra di loro in modo da formare una rete soggetta a norme comuni che garantiscano la mobilità dei veicoli a idrogeno; questo varrà per i 14 Stati membri che dispongono attualmente di una rete per l'idrogeno.

I biocarburanti

I biocarburanti sono il biometano, il bioetanolo, il FAME (biodiesel), l'HVO (biodiesel e biocherosene), il GTL (biodiesel e biocherosene), il DME (sostituto del diesel) il biobutanolo (alternativo alla benzina e al diesel) ed anche il bioidrogeno, già trattato nel paragrafo precedente. I biocarburanti, che rappresentano in Europa il 4,2% del mercato, possono essere miscelati con i combustibili fossili o utilizzati puri con piccole modifiche dei motori e non richiedono, come per tutti gli altri carburanti alternativi, realizzazione di infrastrutture particolari per il loro sviluppo. I biocarburanti da prendere in considerazione per il futuro sono solo quelli ottenuti da biomasse non utilizzate per alimentazione umana ed animale, che non portano alla deforestazione. Queste biomasse possono essere rifiuti organici di attività diverse e/o coltivazioni energetiche ottenute in terreni marginali (non utilizzabili per produzioni alimentari). I biocarburanti portano senz'altro ad una riduzione della produzione di CO₂ e alla riduzione di SO_x e sono rinnovabili, ma non portano alla eliminazione completa del particolato e di NO_x.

Biometano

Il biometano è ottenuto per purificazione del biogas che viene generato per digestione anaerobica di rifiuti organici o da discariche. Vito Pignatelli dell'Enea ha presentato una relazione dal titolo "Le nuove tecnologie disponibili per il biometano". L'intervento si è concentrato principalmente sulle diverse tecnologie per la purificazione del biogas per ottenere biometano [21]. Le biomasse utilizzate sono le seguenti: rifiuti provenienti



da allevamenti zootecnici (liquame e letame), colture dedicate energetiche (ideali le coltivazioni in terreni marginali o collinari), scarti agroalimentari, rifiuti organici urbani, fanghi di depurazione, scarti di lavorazione agricole e scarti di macellazione. La digestione anaerobica è realizzata in appositi digestori in assenza di ossigeno, utilizzando un primo gruppo di batteri per iniziare la degradazione della sostanza organica in composti intermedi, come idrogeno, acido acetico e anidride carbonica, e un secondo gruppo di batteri, formato da microrganismi metanigeni, che trasformano questi intermedi in metano. La biomassa viene demolita in percentuali variabili tra il 40 e il 60% a temperature che vanno

dai 10-25 °C a 55 °C. Il biogas ha un contenuto di metano medio del 63% e di CO₂ del 36% e sono presenti impurezze di NH₃ e di H₂S. Nei digestori vengono introdotti rifiuti liquidi e del solido impalato: per esempio l'impianto di cogenerazione a biogas dell'azienda Bruni (Sutri-Viterbo) è alimentato da liquame bovino (16.200 t/anno), letame bovino (3.600 t/anno) prodotti di coltivazione dedicate, come mais (1.500 t/anno), scarti vegetali e acque di vegetazione (1.000 t/anno), residui agroindustriali (700 t/anno). Come sottoprodotto della digestione anaerobica si ottengono fertilizzanti. Il biogas ottenuto da discariche contiene una percentuale di CH₄ in media del 45%, di CO₂ del 40% e di N₂ del 15%; come impurezze sono presenti H₂S e tracce di sostanze clorurate. La discarica deve avere un fondo ed una copertura impermeabili (in genere polietilene), dei tubi di raccolta del percolato e dei camini per raccogliere le emissioni di biogas. Nelle discariche la prima fase di trasformazione è "aerobica" e successivamente anaerobica; i rifiuti possono produrre biogas per 20-30 anni [22, 23].

Il biogas è utilizzato direttamente per la produzione di energia elettrica mediante combustione in motori di gruppi elettrogeni o cogeneratori o per la combustione diretta in caldaia per riscaldamento. In Italia il biogas è prodotto in 1.264 impianti di digestione anaerobica e in circa 100 discariche. Dal biogas, dopo rimozione della CO₂ e purificazione per eliminare le altre impurezze presenti, si ottiene biometano che può essere immesso nella rete di distribuzione del gas per essere usato come combustibile per usi domestici, per la produzione di elettricità in centrali turbogas o per biocarburanti per autotrazione. Ci sono 402 impianti di biometano al mondo, 151 in Germania ed uno solo in Italia a Malagrotta (Roma). La Svezia è attualmente il Paese in cui per il trasporto si utilizza in prevalenza biometano rispetto al metano da fossili. Il potenziale di produzione di metano in Italia da digestione anaerobica di biomasse di scarto e deiezioni zootecniche potrebbe raggiungere nel 2030 un valore pari a 8 miliardi di Nm³/anno (incluso l'aggiunta di 400.000 ha di colture dedicate) [24]: questa quantità equivale all'attuale produzione nazionale annua di gas naturale o a quella del rigassificatore di Rovigo.

Bioetanolo

Il bioetanolo può essere miscelato alla benzina fino al 10% senza modifica del motore o in maggiore concentrazione, fino al 100%, con piccole modifiche. L'etanolo è anche utilizzato come ETBE, sintetizzato da isobutene ed alcool etilico, additivo antidetonante per la benzina addizionato fino ad una concentrazione del 15%, in alternativa al MTBE, che deve essere eliminato perché tossico per l'ambiente. L'utilizzo di bioetanolo riduce le emissioni di CO₂, SO_x, NO_x e aromatici.

L'attuale produzione mondiale proviene dalla canna da zucchero (Brasile), dal mais (USA) e dalla barbabietola (Europa). Altre possibili materie prime in fase di studio sono coltivazioni energetiche come il miscanthus, il sorgo zuccherino, la cassava ed il panico, ma la scelta ideale per il futuro è quella dell'impiego di rifiuti lignocellulosici con la tecnologia Proesa messa a punto da Beta Renewable società del gruppo Mossi & Ghisolfi. Piero Ottonello direttore tecnico della tecnologia Proesa ha presentato al convegno di Federchimica una relazione [25] dal titolo "La tecnologia Proesa: la bioraffineria di nuova generazione". La tecnologia Proesa è basata sull'utilizzo di materie prime da rifiuti lignocellulosici o coltivazioni energetiche [24]. Il primo impianto, della capacità di 40 ktpa, è stato realizzato nel 2013 a Crescentino (VA), utilizzando come materia prima canne



(Arundo Donax) e paglia di frumento coltivate nella zona. Un secondo impianto è stato realizzato nel 2014 in Brasile utilizzando le bagasse, ossia gli scarti della produzione di zucchero. Beta Renewable è la società che possiede la tecnologia Proesa ed è una joint venture fra Chemtex (società di Mossi & Ghisolfi) e la danese Novozymes. La tecnologia Proesa [26] trasforma sostanze lignocellulosiche in zuccheri C5-C6 ad alta temperatura con vapore per separare la cellulosa e l'emicellulosa dalla lignina; con una reazione di idrolisi degli zuccheri C5-C6 con enzimi e successiva fermentazione in presenza di lieviti si arriva ad etanolo che, infine, viene separato dalla lignina che è utilizzata come combustibile *in situ* [25].

La tecnologia Proesa permette di utilizzare anche altre biomasse non edibili come il miscanthus, lo switch grass (panico) e il sorgo con risparmi di emissione di CO₂ fino all'85%.

Biodiesel e DME

Ci sono quattro tipi di biocarburanti che possono essere utilizzati nei motori diesel sia delle autovetture sia dei treni: il FAME, l'HVO, il GTL ed il DME. Il FAME (Fatty Acid Methyl Ester) è l'estere metilico di oli e grassi naturali e può essere miscelato con il diesel ottenuto da combustibili fossili per il 7% [27]. L'HVO (Hydrogenated Vegetable Oil) è ottenuto per idrogenazione di oli e grassi naturali e può essere miscelato con combustibili fossili fino al 30% [28]. Il GTL (Gas To Liquid) consiste in paraffine C13-C18 ottenute per reazioni di Fischer-Tropsch fra CO e H₂ (gas di sintesi) prodotti per gassificazione di biomasse [29]. Il DME (dimetiletere) è ottenuto da metanolo sintetizzato, come il GTL, a partire dal gas di sintesi ottenuto dalle biomasse [30].

Giuseppe Bellussi (senior vicepresident R&D downstream dell'eni) ha presentato una relazione dal titolo "La gestione strategica di un grande sfida come il biodiesel" [31]. L'eni a Marghera ha realizzato una bioraffineria che può utilizzare oli vegetali e grassi animali, primo caso al mondo di riconversione di una raffineria convenzionale in bioraffineria sfruttando la tecnologia "Ecofining", brevettata e sviluppata da eni insieme all'azienda americana UOP [32, 33]. La bioraffineria è partita con una prima fase di conversione degli impianti esistenti e costruendone,



poi, di nuovi. La produzione di HVO a Marghera, dove il prodotto principale sarà il "diesel verde", coprirà il 50% delle esigenze di biodiesel dell'eni, con una prima produzione di 300 milioni di t/a e poi nel 2017 di 500 milioni di t/a. La materia prima, l'olio di palma, arriverà via nave a Marghera dalla Malesia e dall'Indonesia, mentre in seguito saranno utilizzati anche oli non di tipo alimentare, come oli di scarto da industrie alimentari, oli e grassi animali, oli esausti, olio da coltivazioni energetiche, come Jatropha e alghe. L'impianto è costituito da un reattore di idrodeossigenazione ed un secondo di idroisomerizzazione e/o idrocracking. L'isomerizzazione serve per aumentare le proprietà a freddo del diesel, e produce isoparaffine e benzina come sottoprodotto in quantità fino al 10%; l'idrocracking serve per

produrre anche jet fuel. Il "diesel verde" prodotto con il processo "Ecofining" viene ottenuto idrogenando l'olio a paraffine C16-C18 con coproduzione di propano, diversamente dal FAME. A Marghera il reattore di idrogenazione e quello di isomerizzazione saranno ottenuti per leggera modifica di impianti esistenti nella raffineria, in particolare di reattori di idrodesolforazione di frazioni di petrolio, mentre sarà realizzato un impianto a monte di pretrattamento dell'olio per eliminare impurezze contenenti Na, Ca e P. Il propano ottenuto come coprodotto può essere utilizzato per produrre l'idrogeno necessario per reazione di reforming.

I vantaggi di questo processo rispetto alla produzione del biodiesel tradizionale, il FAME, ottenuto per transesterificazione sono molteplici. Innanzitutto è possibile utilizzare oli che contengono acidi grassi ed utilizzare diversi tipi di oli, anche di bassa qualità, ossia a basso prezzo, infatti la qualità del diesel ottenuto non risente della variabilità della tipologia d'olio in carica. Inoltre è possibile inserire la produzione all'interno di una raffineria di petrolio utilizzando le strutture esistenti (serbatoi e movimentazione), quindi non c'è nessun problema di integrazione. Infine con il processo Ecofining si ottiene un diesel con maggiore potere calorifico, ottima stabilità, basso potere solvente e bassa solubilità in acqua, proprietà a freddo modulabili e alto numero di cetano (>80). HVO è una miscela di idrocarburi paraffinici, non contiene zolfo ed aromatici e le proprietà a freddo possono essere ottimizzate giocando sulla severità della idroisomerizzazione. Il diesel HVO ha un numero di cetano del 70-90% contro il 50-65% del FAME e il 50% del diesel da fossili; il suo cloud point è da -5 a -20 °C contro i -5/-15 °C del

FAME e i -5 °C del diesel da fossili. Di conseguenza l'HVO brucia più facilmente di quello ottenuto da petrolio e può essere utilizzato a più bassa temperatura, quindi in località più fredde. L'indice di cetano è simile a quello del diesel ottenuto da processi Fischer-Tropsch via produzione di gas di sintesi da carbone o metano o biomasse. L'utilizzo di HVO porta ad una diminuzione delle emissioni di NO_x e di particolato. È utile ricordare che la finlandese Neste Oil ha già costruito due impianti da 170.000 t/a, il primo nel 2007 a Porvoo in Finlandia [33], uno a Rotterdam da 800.000 t/a ed uno a Singapore da 800.000 t/a con la tecnologia NExBTL, simile a quella messa punto da eni e UOP. Così sono stati costruiti nuovi impianti collocati all'interno di una raffineria, ma con unità separate, per utilizzare i laboratori di controllo e gli impianti di produzione di energia; eni, invece, modificherà una raffineria esistente. La produzione di diesel da biomasse è importante per l'Europa, dove si arriverà nel 2020 a produrne 25 milioni di litri. In Asia e in Sud America si raggiungerà la quota 13 milioni, 5 milioni di litri in Nord America. I biocarburanti saranno un'alternativa sostenibile purché non in competizione con il settore alimentare. Quindi a Marghera occorrerà valutare nuove materie prime alternative all'olio di palma. Sono allo studio gli oli ottenuti dalle alghe e quelli ottenuti da residui lignocellulosici trasformati prima in zuccheri C5-C6 e poi a lipidi in presenza di lieviti, prima di essere inseriti nei reattori della bioraffineria. Una seconda bioraffineria sarà realizzata a Gela.

Il GTL [34] è ottenuto dal gas di sintesi, prodotto dalla gassificazione di biomasse lignocellulosiche per reazione di Fischer-Tropsch. Le paraffine ottenute possono essere isomerizzate e sottoposte a idrocracking per ottenere un carburante diesel.

Il Jet fuel è a base di cherosene, che consiste di paraffine C12-C15. Queste paraffine possono essere ottenute con il processo Ecofining o con il processo GTL realizzando un cracking finale del diesel ottenuto. Il biocherosene è, per ora, l'unico carburante alternativo che può essere impiegato per gli aerei.

Il DME (dimetiletere) [35] è ottenuto dal gas di sintesi prodotto da biomasse attraverso la sintesi di metanolo e sua dimerizzazione, può essere un sostituto del diesel ed è già utilizzato in Cina e Giappone.

BIBLIOGRAFIA

- ¹<http://newsroom.unfccc.int/unfccc-newsroom/finale-cop21/>
- ²http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-40_it.htm
- ³<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32014L0094>
- ⁴http://ec.europa.eu/transport/themes/urban/cpt/index_en.htm
- ⁵http://www.federchimica.it/interventiconvegno_1015_6conferenzachimica-energia
- ⁶http://www.federchimica.it/docs/default-source/eventi_1015_6conferenzanazionalechimica-energia/11-lunghi---innovhub-ssi.pdf?sfvrsn=2
- ⁷<http://www.qualenergia.it/articoli/20130627-metano-da-elettricit%C3%A0-rinnovabile-germania-inaugurato-l-impianto-pi%C3%B9-grande>
- ⁸<http://www.gpl.it/>
- ⁹http://www.bosch-mobility-solutions.it/it/it/technik_3/component_7/PT_PC_CNG_Gasoline-Injection_PT_PC_Compressed-Natural-Gas_1601.html?compId=974
- ¹⁰http://www.federchimica.it/docs/default-source/eventi_1015_6conferenzanazionalechimica-energia/4-caroselli---assogasliquidi.pdf?sfvrsn=2
- ¹¹<http://auto.howstuffworks.com/fuel-efficiency/alternative-fuels/lpg1.htm>
- ¹²<http://www.ngvitaly.com/category/senza-categoria/>
- ¹³http://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/gas/documento_di_consulazione_per_una_strategia_nazionale_sul_GNL.pdf
- ¹⁴<https://ec.europa.eu/jrc/en/news/report-published-electric-vehicle-commercialisation>
- ¹⁵<http://www.greenstyle.it/storie/auto-elettriche>
- ¹⁶<http://www.autoelettrica.it/>
- ¹⁷http://www.federchimica.it/docs/default-source/eventi_1015_6conferenzanazionalechimica-energia/8-fieschi---assogastecnici.pdf?sfvrsn=2
- ¹⁸http://old.enea.it/produzione_scientifica/pdf_op_svil_sost/Op23.pdf
- ¹⁹http://apps1.eere.energy.gov/news/news_detail.cfm/news_id=10149
- ²⁰<http://www.h2it.org/it/2015/italiano-iniziativa-italiana-mobilita-a-idrogeno>
- ²¹http://www.federchimica.it/docs/default-source/eventi_1015_6conferenzanazionalechimica-energia/7-pignatelli---enea.pdf?sfvrsn=2
- ²²http://www.nextville.it/Biogas/559/Da_quali_biomasse
- ²³<http://www.envitec-biogas.it/>

- ²⁴http://www.bts-biogas.com/uploads/media/Il_biometano_fatto_bene.pdf
- ²⁵http://www.federchimica.it/docs/default-source/eventi_1015_6conferenzanazionalechimica-energia/5-ottonello---beta-renewables.pdf?sfvrsn=2
- ²⁶<http://www.biochemtex.com/images/presskit/10/Brochure%20Proesa%20ITA.pdf>
- ²⁷R. Rozzi, F. Trifirò, *Chimica e Industria*, 2007, **89**(7), 162.
- ²⁸http://www.eni.com/it_IT/innovazione-tecnologia/piattaforme-tecnologiche/biofuel-biomasse/biofuel-biomasse.html
- ²⁹<http://www.shell.com/energy-and-innovation/natural-gas/gas-to-liquids.html>
- ³⁰F. Basile, S. Albertazzi *et al.*, *Biomass & Bioenergy*, 2011, **35**(suppl. 1), S116.
- ³¹http://www.federchimica.it/docs/default-source/eventi_1015_6conferenzanazionalechimica-energia/6-bellussi---eni.pdf?sfvrsn=2
- ³²C Perego, M. Ricci, *Catal. Sci. Technol.*, 2012, **2**, 1776.
- ³³F. Trifirò, *Chimica e Industria*, 2012, **94**(9), 86.
- ³⁴J.Q. Bond, A.A. Upadhye, *Energy Environ. Sci.*, 2014, **7**, 1500.
- ³⁵S. Albertazzi, F. Basile, F. Trifirò, *Chimica e Industria*, 2006, **88**(2), 64.