



**ENEA**

AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,  
L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

Ricerca  
e innovazione  
per un futuro  
low-carbon

Le Fonti  
Rinnovabili 2010



## Scheda tecnologica:

### **BIOCARBURANTI**

#### **Descrizione e stato dell'arte**

Con biocarburante si intende un carburante liquido o gassoso utilizzato nei trasporti, ottenuto generalmente da biomasse; peraltro, esistono anche altri carburanti, diversi dai biocarburanti, originati da fonti energetiche rinnovabili differenti dalle biomasse.

**I biocarburanti, nell'intero ciclo di vita, ovvero dalla raccolta della materia prima, la biomassa, fino al consumo nei veicoli, consentono di avere una ridotta emissione di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) rispetto ai carburanti di origine fossile; un ulteriore vantaggio dell'uso dei biocarburanti è legato alle loro migliori proprietà ambientali di biodegradabilità e bassa tossicità.** Nella scelta tra tutti i biocarburanti definiti tali a livello europeo, in Italia si propende principalmente, attraverso precise disposizioni normative, ad impiegare il bioetanolo, il biodiesel, il bio-ETBE e il bioidrogeno; questi vengono analizzati specificatamente di seguito.

Il bioetanolo è un alcool (etilico) ottenuto mediante un processo di fermentazione di diversi prodotti agricoli ricchi di carboidrati e zuccheri quali i cereali (mais, sorgo, frumento, orzo), le colture zuccherine (bietola e canna da zucchero), frutta, patata e vinacce o in alternativa ottenuto da biomasse di tipo celluloso, cioè dalla gran parte dei prodotti o sottoprodotti delle coltivazioni (in questo caso viene definito bioetanolo di seconda generazione).

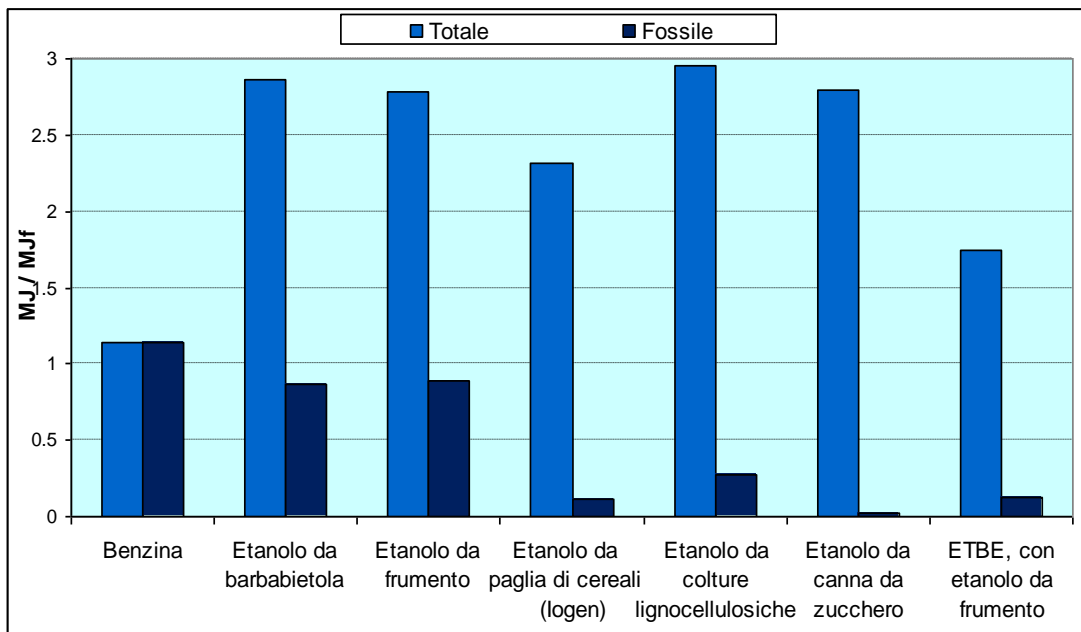
Il processo di produzione del bioetanolo genera, a seconda della materia prima agricola utilizzata, diversi sottoprodotti con valenza economica, destinabili a seconda dei casi **alla mangimistica, alla cogenerazione, o riutilizzati all'interno del processo stesso.** In Italia le colture utilizzabili per la produzione in massa di bio-etanolo sono il mais, la barbabietola da zucchero e il frumento; a tali prodotti corrisponde un numero ampio di catene produttive, che si diversificano nella fase successiva di raffinazione della biomassa sia per l'utilizzo del calore di processo in impianti convenzionali o combinati, sia soprattutto per l'impiego dei sottoprodotti in differenti settori di uso finale. La catena produttiva da canna da zucchero, molto diffusa in Brasile, sarebbe da preferire alle altre, ma non è praticabile alle nostre latitudini.

L'etanolo ha un potere calorifico inferiore (PCI) di 27 MJ/kg (valore di riferimento indicato nell'Allegato III "Contenuto energetico dei carburanti per autotrazione" della Direttiva 2009/28/CE) rispetto ai 43 MJ/kg circa della benzina, e una densità di 794 kg/m<sup>3</sup> contro i circa 750 kg/m<sup>3</sup> della benzina. I consumi volumetrici sono più alti in relazione al minor contenuto energetico, anche se tale effetto è parzialmente attenuato da una migliore combustione del carburante biologico, conseguente al suo maggior numero ottanico. Le miscele vengono indicate con una E seguita da un numero che indica la percentuale in volume del biocarburante.

L'ETBE (etil-ter-butil-etero) è ottenuto dalla reazione degli alcoli etilico (etanolo) e isobutilico e viene utilizzato come additivo antidetonante nei motori a benzina; l'isobutano può provenire dai processi di cracking petrolifero o dal gas butano o naturale, di cui l'Italia ha già una certa disponibilità; inoltre gli impianti di produzione e distribuzione dell'ETBE necessitano solamente di lievi modifiche nel convertire quelli già esistenti per l'MTBE, l'analogo prodotto con metanolo di origine fossile, finora maggiormente utilizzato. L'ETBE possiede un elevato numero di ottano, ha un potere calorifico inferiore più alto rispetto all'etanolo, pari a 36 MJ/kg, e una densità di 750 kg/m<sup>3</sup> come la benzina.

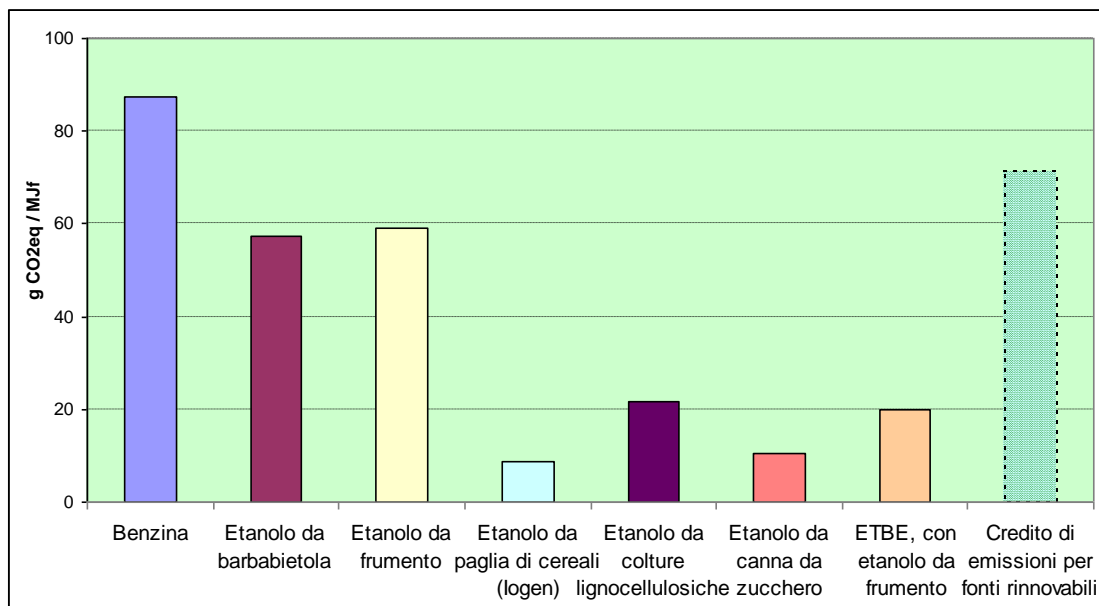
In figura 1 si possono notare quali processi di produzione in un contesto europeo di biocarburanti per i motori a ciclo Otto, valutati dal "campo alla ruota" (*field-to-wheel* o FTW), siano più o meno energivori; il grafico rappresenta l'energia fornita per produrre e utilizzare in automobili l'equivalente di 1 MegaJoule del relativo combustibile (l'energia totale contiene anche quella necessaria per la crescita della relativa coltura).

**Figura 1 – Energia spesa totale e fossile (MJ) per unità d'energia del combustibile finale (MJ<sub>f</sub>)**



Fonte: EUCAR, CONCAWE and JRC<sup>119</sup>

**Figura 2 – Emissioni di gas serra per unità di energia del combustibile finale (MJ<sub>f</sub>)**

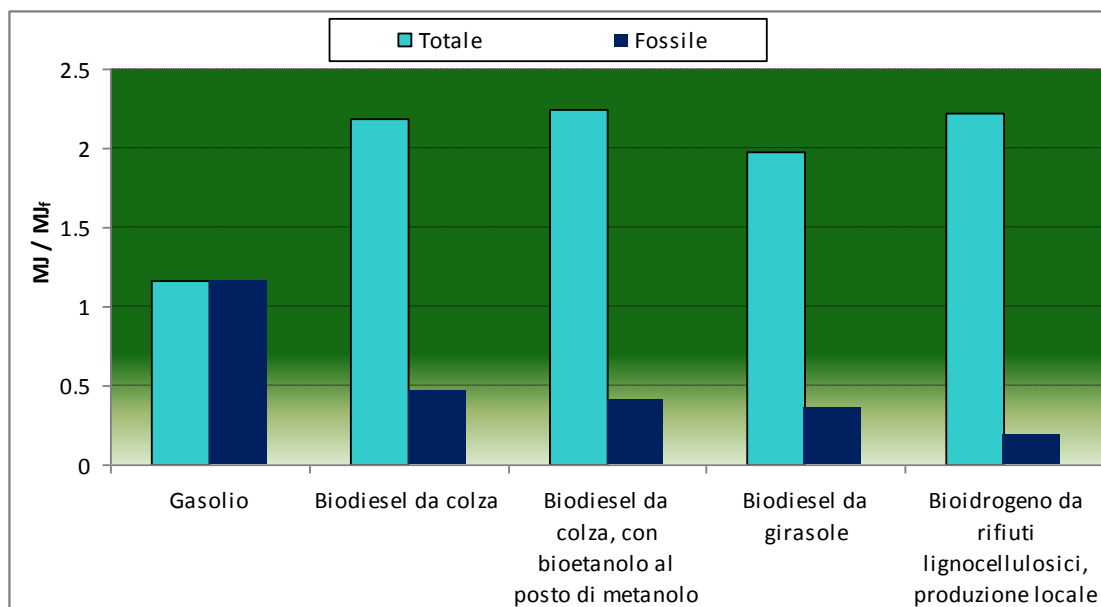


Fonte: EUCAR, CONCAWE and JRC<sup>119</sup>

L'elemento che maggiormente può interessare è la quota parte fossile, la quale è fortemente legata alle emissioni inquinanti rilasciate nell'intero ciclo di vita dei combustibili; le migliori soluzioni si hanno con la produzione da canna da zucchero, l'impiego di biomasse lignocellulosiche o paglia e con la produzione di ETBE. Ciò è anche visibile in [figura 2](#) dove sono riportate le emissioni nette equivalenti di CO<sub>2</sub> in cicli FTW riportate ad un'unità di combustibile utilizzato, pesate secondo i GWP (global warming potential) dell'IPCC (1 per CO<sub>2</sub>, 23 per CH<sub>4</sub>, 296 per N<sub>2</sub>O).

<sup>119</sup> EUCAR, CONCAWE and JRC; Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context; 03/2007

**Figura 3 – Energia spesa (MJ) per unità d'energia del combustibile finale (MJ)**



Fonte: EUCAR, CONCAWE and JRC<sup>1</sup>

È stato anche evidenziato il dato relativo al cosiddetto credito di emissioni, che rappresenta la quantità di CO<sub>2</sub> assorbita durante la crescita della biomassa di origine e che, essendo un valore da sottrarre nel bilancio complessivo dei gas climalteranti rilasciati all'ambiente, chiarisce ulteriormente la migliore sostenibilità ambientale dei biocarburanti.

Il biodiesel è un biocombustibile prodotto attraverso processi chimici in cui un olio vegetale è fatto reagire in eccesso di alcool metilico o etilico: la reazione è detta esterificazione. Gli oli vegetali sono ottenibili da piante oleaginose di diversa natura e provenienza: per le regioni a clima più temperato che caratterizzano l'Europa e l'Italia, i prodotti agricoli più interessanti sono la colza, il girasole e la soia (proteoleaginosa coltivata per le proteine e, con il residuo, olio per biodiesel).

Nella filiera di produzione si hanno parecchi sottoprodotti derivati, i più importanti costituiti dal residuo della spremitura (detto pannello) e dalla glicerina prodotta durante il processo di esterificazione: il pannello è un alimento ricco di proteine e viene usato come foraggio; la glicerina potrebbe in principio essere bruciata per fornire energia al processo, ma viene impiegata come prodotto chimico per il maggior valore. Nel futuro la glicerina potrebbe essere anche usata come un sostituto per l'alcool ed i glicoli nella fabbricazione per esempio di vernici, resine e anticongelanti.

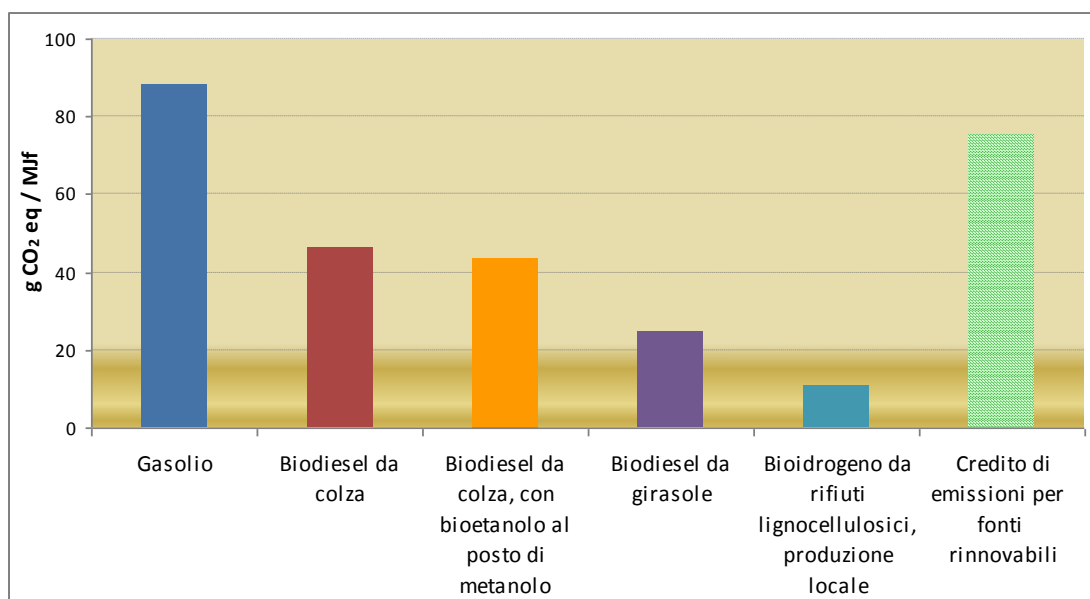
Il biodiesel ha un PCI di 37 MJ/kg, inferiore a quello del gasolio che invece è pari a circa 43,1 MJ/kg; i valori delle densità sono invece leggermente più alti per il biodiesel, 890 kg/m<sup>3</sup>, mentre per il gasolio di origine fossile tali valori sono di 833 kg/m<sup>3</sup>.

Osservando l'istogramma analogo in figura 3 su cicli FTW per alcune tipologie di processi di produzione del biodiesel, si nota in generale la quantità minore di energia spesa rispetto ai processi convenzionali per la produzione di etanolo, sia totale che fossile, che comporta minori emissioni di gas ad effetto serra, come visibile in figura 4.

I benefici ambientali effettivi derivanti dall'uso dei biocarburanti, in un'analisi del ciclo FTW delle filiere convenzionali oggi più praticabili, sembrano essere quindi maggiori con il biodiesel o ETBE piuttosto che con il bioetanolo. Le quattro figure riportate includono anche i valori per alcune produzioni innovative di bioetanolo e di bioidrogeno.

L'opzione di utilizzare i prodotti provenienti dall'agricoltura per convertirli in bioidrogeno ed utilizzare quindi questo vettore energetico nei veicoli è al momento in una fase ancora di studio, ma potrebbe divenire molto interessante qualora l'idrogeno dovesse diventare uno dei combustibili più utilizzati nei trasporti.

**Figura 4 – Emissioni di gas serra per unità di energia del combustibile finale (MJ)**



Fonte: EUCAR, CONCAWE and JRC<sup>1</sup>

Infatti, alla luce delle conoscenze attuali e del livello di diffusione dell'idrogeno, occorre precisare che le tecnologie ed i processi di conversione non saranno in grado di garantire produzioni di idrogeno tali da assumere quote significative del settore energetico al 2020, per cui l'idrogeno non potrà contribuire al soddisfacimento delle attuali Direttive sui biocarburanti.

La composizione chimico-fisica dei biocarburanti deve soddisfare requisiti rigidamente fissati da normative tecniche europee e nazionali. L'utilizzo dei biocarburanti nel settore dell'autotrazione interessa una vasta gamma di soluzioni praticabili che prevedono la miscelazione con i carburanti fossili, a basse concentrazioni nei motori tradizionali, a medie concentrazioni con lievi modifiche degli stessi, fino ad arrivare all'impiego di biocarburante puro per alcune categorie di veicoli appositamente progettati.

Dal punto di vista della guidabilità e delle prestazioni ottenibili con l'etanolo, queste non differiscono praticamente da quelle della benzina. Per utilizzare etanolo in concentrazione superiore al 5-10% è però necessario adattare i veicoli; in particolare è necessario sostituire alcuni materiali dei componenti del sistema di alimentazione in quanto l'alcool accelera la corrosione di alluminio, ottone, zinco, piombo, gomma. È anche necessario che il software della centralina che pilota il sistema di iniezione venga adattato alle caratteristiche del nuovo carburante.

Inoltre il calore latente di evaporazione, che è più alto di quello della benzina, crea un raffreddamento del motore; ciò potrebbe dare problemi in fase di avviamento a freddo o di non perfetta carburazione ai bassi regimi, soprattutto nei mesi invernali.

Infine, non bisogna dimenticare che la miscela etanolo-benzina può dare luogo a separazione di fasi, nel caso in cui venga a contatto con quantità anche minime di acqua, e tende quindi a separarsi nel sistema di trasporto/distribuzione, qualora quest'ultimo non venga anidrificato in via preventiva e modificato per evitare ingressi successivi di acqua (l'effetto più marcato è la perdita di capacità antidetonante della miscela).

Ciò determina scarsa compatibilità dell'etanolo con l'attuale sistema di distribuzione dei carburanti, nel quale l'acqua è presente in pressoché tutti i punti, ed entra, come elemento del sistema, in alcune fasi del ciclo industriale. Per ridurre gli effetti negativi si potrebbe miscelare l'etanolo nel punto più vicino all'uso finale cosa che genererebbe però, oltre ai costi più elevati, anche problemi di incertezza non trascurabili sul controllo-qualità della benzina venduta.

Un limite tecnologico complesso e di difficile soluzione resta quello dell'alta volatilità, che provoca un aumento della tensione di vapore nel serbatoio col conseguente aumento delle perdite in atmosfera di composti organici volatili, problema eliminato per la benzina in raffineria togliendo le frazioni più leggere, ma che si ripresenta nei veicoli quando si miscelano i **due combustibili**. **L'aumento della tensione di vapore della miscelazione benzina-etanolo raggiunge il suo massimo con un'aggiunta di etanolo del 5% in volume e decresce poi per le miscele a concentrazioni superiori: al fine di limitare le emissioni inquinanti è bene quindi utilizzare benzine a debole tensione di vapore.**

**L'utilizzo dell'ETBE rappresenta l'alternativa più valida a quello dell'etanolo non avendo problemi di volatilità o di miscibilità con la benzina, ed è adottata largamente dai produttori europei di carburanti. Inoltre, così come l'etanolo, la presenza dell'ossigeno nella molecola permette di ridurre notevolmente a livello locale tutti quegli inquinanti che si formano a seguito di una combustione incompleta, come il monossido di carbonio o i particolati fini dei motori a benzina. Considerato che l'ETBE contiene (e ne costituisce la componente rinnovabile) etanolo per il 47% in volume o per il 49,76% in peso e che ad oggi la normativa ne consente una miscelazione del 15% in volume nelle benzine, risulta che attraverso l'ETBE la componente rinnovabile massima di sostituzione raggiunge circa il 7% in volume, maggiore della massima consentita (5%) per il bioetanolo.**

Negli ultimi anni sono stati definiti i requisiti che debbono essere soddisfatti dal biodiesel per consentirne l'uso in miscelazione con il corrispondente carburante fossile, in percentuali che possono anche raggiungere la sostituzione completa. Utilizzando biodiesel miscelato con gasolio fino al 20÷30% in volume, non si hanno problemi particolari di compatibilità con i materiali mentre percentuali più alte possono arrecare problemi, specialmente nei riguardi delle membrane che garantiscono la tenuta degli organi del motore. Un altro problema che si riscontra con miscele superiori al 30% sono **le incrostazioni gommose nel circuito di lubrificazione, dovute all'effetto diluente del metilestere che trafila dal cilindro, passa le fasce elastiche e diluisce l'olio motore.** Questo polimerizza in quanto ne è aumentato il numero di iodio; per questo si tende ad inserire generalmente un 5% di metilesteri di oli palmitici a basso numero di iodio. Le incrostazioni carboniose che si formano negli iniettori e in prossimità delle valvole e delle fasce elastiche sono invece paragonabili a quelle dovute all'impiego del gasolio. Il biodiesel ha la caratteristica di perdere fluidità a temperature più alte rispetto all'omologo fossile; anche in questo caso l'utilizzo di miscele risolve parzialmente il problema nei climi freddi. Dalla sua il biocarburante ha un maggior numero di cetano e **maggiori capacità lubrificanti. Per queste ragioni l'utilizzo del biodiesel in miscele ad alta percentuale o al 100% impone la sostituzione delle guarnizioni o dei tubi d'adduzione del combustibile con materiali compatibili.**

Per le motivazioni sopra riportate sono stati imposti dalla normativa limiti sulla quota percentuale massima di miscelazione con i carburanti fossili, in modo che possano essere impiegati senza problemi nelle motorizzazioni tradizionali. In particolare:

- le miscele gasolio-biodiesel, che rispettano le caratteristiche del combustibile "diesel" previste dalla norma CEN prEN 590 del settembre 2008, devono avere un contenuto in biodiesel inferiore o uguale al 7% (Legge 23 luglio 2009, n. 99). Le miscele con contenuto superiore al 7% possono essere avviate al consumo solo presso **utenti extra rete, e impiegate esclusivamente in veicoli omologati per l'utilizzo di tali miscele;**
- miscele benzina-biocarburante sono consentite con il 5% in volume per l'etanolo e **15% per l'ETBE.**

La produzione del bioetanolo in Italia è stata nel 2005 di circa 1.610.000 ettanidri (Assodistil), cioè **ettolitri di etanolo anidro, pari a circa 128.000 tonnellate, ma l'utilizzo interno come biocarburante è stato di soli 99.600 ettanidri (7.500 t) sotto forma di ETBE.** Nel 2006 si sono prodotti 1.800.000 ettanidri di bioetanolo e nel 2007 1.175.000, tuttavia la quota utilizzata in Italia è risultata pressoché nulla e la produzione nazionale è stata interamente esportata. Nel 2008 la produzione di bioetanolo è stata di circa 1.290.000 ettanidri (102.000 tonnellate) e quella di ETBE di circa 2.910.000 ettanidri (230.000 tonnellate) (Assocostieri, 2009).

**La capacità di produzione in Italia di etanolo anidro, utilizzabile per l'incorporazione diretta nella benzina o per la trasformazione in ETBE, risultava comunque superiore e nel 2008 ammontava a circa 3.400.000 di hl/anno, suddivisi fra le Società Alcoplus (800.000), Silcompa (600.000) e IMA (2.000.000), unica azienda italiana, su un totale di 17 nella UE, ammessa finora a partecipare alle gare comunitarie per l'aggiudicazione di alcool di origine vinicola per la carburazione.**

La produzione di biodiesel nel 2005 è stata di 396.000 tonnellate, di cui solo 188.000 destinate al mercato interno; le produzioni nel 2006 e nel 2007 sono state rispettivamente di 447.000 e 363.000 tonnellate, nel 2008 di 595.000 tonnellate; per quanto riguarda la capacità produttiva annua nel 2005 era di 827.000 tonnellate, nel 2006 857 kt, nel 2007 1.366 kt, nel 2008 1.566 kt e nel 2009 1.910 kt (EBB European Biodiesel Board).

Gli impianti in generale sono ad oggi principalmente di grandi dimensioni, con elevate produzioni annue di biocarburanti.

### **Prospettive tecnologiche**

La realizzazione di colture per la produzione di biocarburanti presenta alcune questioni fondamentali da valutare:

- **l'efficienza energetica di produzione in quanto le risorse energetiche necessarie per la coltivazione, produzione e trasformazione delle biomasse incidono negativamente sul rapporto tra l'energia immagazzinata sotto forma di biocarburante e quella di origine fossile utilizzata per la sua produzione;**
- la sottrazione di terreno alle colture per uso alimentare, con conseguente riduzione di produzione di beni di prima necessità e aumento del loro costo;
- il bisogno per alcune colture di elevate quantità di acqua per la loro crescita, un elemento critico alla luce degli scenari futuri di disponibilità delle risorse idriche.

Ne risulta che le coltivazioni agroenergetiche devono essere valutate in modo diverso secondo il contesto e le modalità con le quali vengono realizzate e non possiedono quindi vantaggi o svantaggi assoluti.

La ricerca scientifica si sta muovendo per dare risposta alle problematiche sopradette: per quanto riguarda le colture oleaginose, se si escludono la disponibilità dei nuovi **girasoli dal contenuto "alto oleico", più adatti per una destinazione industriale, non ci** sono state sostanziali novità nella parte agricola della filiera. Unico elemento di rilievo è la sperimentazione e introduzione di nuove colture quali, ad esempio, la ***Brassica carinata***. Molte altre colture, sia da olio che da legno o per bioetanolo, sono oggetto di attività di ricerca e di prove ma praticamente nessuna di esse è entrata ancora in produzione, pur se le prove agronomiche hanno dato esiti soddisfacenti.

**L'ENEA prospetta<sup>120</sup>** un sistema integrato capace sia di ridurre i costi di produzione dei biocarburanti, sia di diminuire la quantità di acqua e fertilizzanti da usarsi per la coltura, sia infine di non incidere sulle risorse alimentari a disposizione dei consumatori. Infatti le nuove varietà di piante da utilizzare per i biocarburanti possono crescere in condizioni di arido-coltura e presentano tuttavia una soddisfacente resa di produzione in olio e biomassa. Questo potrà essere realizzato attraverso:

- coltivazione di piante a semina autunnale, capaci di svilupparsi anche in condizioni di scarso apporto idrico, limitato alle piogge invernali;
- uso di terreni normalmente non adatti per la produzione di specie alimentari (zone premontane, zone marginali);
- valorizzazione completa dei **co-prodotti, per aumentare l'efficienza energetica a parità di acqua, diserbanti, concimi e forza lavoro;**
- **rotazione con particolari leguminose, anch'esse adatte a vivere in condizioni di arido-coltura, per evitare l'impoverimento di sostanze organiche nel terreno a causa dell'uso esteso della monocoltura dei cereali, limitando così l'uso di fertilizzanti azotati, che costituiscono una percentuale assai rilevante degli input energetici in agricoltura.**

<sup>120</sup> ENEA - Dip. BAS: *Tecnologie e sistemi per la competitività delle agroenergie*; presentato a Bioenergy World Europe, 7-10 febbraio 2008.

In particolare le leguminose indicate nell'ultimo punto, oltreché impiegare la biomassa per fini energetici, fornirebbero granella con alto valore proteico che, mescolata con i **panelli residui dell'estrazione dell'olio dalle oleaginose, produrrebbe** una miscela di notevole valore alimentare per uso zootecnico e quindi un aumento delle risorse agricole per uso alimentare.

Un gruppo di ricerca dell'ENEA si occupa di miglioramento genetico al fine di selezionare nuove linee di oleaginose ad uso energetico che, grazie alle loro peculiarità di adattamento ai climi aridi, potrebbero trovare un idoneo areale di produzione nel sud e nel centro del nostro Paese, così come nel bacino del Mediterraneo.

Lo scopo è ottenere specie oleaginose da affiancare al girasole ed alla colza, di fatto le uniche colture coltivabili oggi su ampie superfici in Italia per fini energetici. Le piante oleaginose arido resistenti studiate appartengono a due specie: *Brassica carinata* e *Carthamus tinctorius*.

La *Brassica carinata* è stata presa in considerazione come nuova coltura potenziale da olio negli Stati Uniti, in Canada, in India, in Spagna ed in Italia (Warwick et al, 2006). Da studi preliminari effettuati, la pianta ha mostrato notevole rusticità ed adattamento alle condizioni pedoclimatiche peninsulari. La *Brassica carinata* ha un contenuto di olio che può variare dal 26% al 45%; inoltre è più resistente alle malattie delle specie affini. È in previsione il miglioramento del contenuto in olio e delle proteine nei semi, nonché l'aumento del peso delle paglie e del contenuto in cellulosa, utilizzabili per scopi energetici.

Il *Carthamus tinctorius* è una specie annuale di cardo originaria del Medio Oriente-Africa orientale, a semina autunnale, che presenta spiccata tolleranza alla semi-aridità. **L'olio è contenuto nei semi, di struttura simile a quelli del girasole, ma più piccoli, con contenuto in olio variabile, nel seme intero, dal 38% al 48% e con un contenuto proteico del 20%.** Il passo futuro nella ricerca sarà di valutarle per la completa assenza di spine, in modo da agevolare il lavoro di incrocio, selezione e coltivazione, e successivamente per il contenuto in olio.

Le leguminose in fase di studio sono: favino, lupino bianco dolce, lupino azzurro dolce, pisello proteaginoso, cicerchia, lenticchia, cece, veccia comune ecc. Nuove linee sono in fase di moltiplicazione e valutazione per la registrazione varietale (Bozzini e Chiaretti, 2008).

Ad oggi, il sistema agricolo italiano non riesce a sostenere a livello globale la concorrenza nella generazione di materie prime agricole su larga scala per rifornire una produzione industriale di biocarburanti. Quindi per il bioetanolo ci si sta spingendo verso **l'utilizzo di biomasse lignocellulosiche di più basso costo e di maggiore disponibilità** sul territorio rispetto alle granelle di cereali (a marzo 2009 il gruppo Mossi & Ghisolfi ha annunciato che nel corso del 2010 verrà costruito in Italia il primo impianto di produzione europeo); per il biodiesel si va verso la messa a punto di impianti di piccola taglia capaci di alimentarsi con l'olio prodotto dalle oleaginose coltivate in aree in prossimità degli impianti.

I materiali ligno-cellulosici sono costituiti principalmente da lignina (sostanze fenoliche), cellulosa ed emicellulosa (carboidrati); queste ultime due, contenenti glucosio e altri zuccheri, vengono separate dalla lignina tramite processi industriali (di pretrattamento della biomassa, di idrolisi e di fermentazione) e successivamente trasformate in etanolo attraverso distillazione. **La ricerca scientifica è indirizzata all'individuazione di biomasse con maggior contenuto di cellulosa ed emicellulosa ed allo studio di processi con alte rese e ridotta durata, realizzabili preferibilmente a basse temperature.**

Riguardo al biodiesel, la produzione su piccola scala non si presenta redditizia per le aziende. **Per rendere il biodiesel competitivo è opportuno realizzare la cosiddetta "filiera corta" per la sua produzione e utilizzazione, facendo sì che la catena sia gestita in prima persona dai produttori agricoli.** È inoltre utile che la produzione venga supportata sia da accordi di acquisto dell'intero quantitativo di biodiesel (per esempio gli Enti locali potrebbero fruire di una distribuzione "extra rete" di miscele ad elevato contenuto di biodiesel in volume, 25-30%, per l'alimentazione di automezzi per il trasporto pubblico o per la raccolta rifiuti), sia integrata con il comparto zootecnico in grado di assorbire il pannello grasso residuo della spremitura dei semi.



Inoltre, il co-prodotto glicerina potrebbe essere sfruttato localmente, insieme ad altre biomasse di varia natura e alle acque reflue del processo di produzione del biodiesel, in processi di conversione negli impianti di digestione anaerobica per ottenere biogas; la resa possibile per la glicerina è di 422,85 m<sup>3</sup> di metano per tonnellata (Schmack, Biogas, 2004).

Altre recenti linee di ricerca, la cui maturità tecnologica è però ipotizzabile solamente in una prospettiva temporale di medio-lungo periodo, hanno attirato l'attenzione del mondo accademico ed industriale: la produzione di biodiesel a partire da colture di microalghe, la produzione di biobenzine da materiali cellulosici, la produzione di idrogeno per via biologica.

Le microalghe sono organismi unicellulari fotosintetici che possono vivere in acque dolci, salmastre o salate, comprendono una grande varietà di specie adattate a condizioni molto diverse ed hanno una capacità di moltiplicarsi velocemente e di raggiungere densità di biomassa superiori alle piante terrestri; inoltre non interferiscono con le produzioni agricole dedicate all'alimentazione. Esse offrono la possibilità di produrre:

- biodiesel, da microalghe ricche di olio, attraverso il processo di transesterificazione;
- bioetanolo, da microalghe ricche di carboidrati, attraverso il processo di fermentazione;
- idrogeno, attraverso fermentazione anaerobica dei carboidrati accumulati tramite la fotosintesi;
- biogas, attraverso la generazione di metano a partire da biomasse microalgali eventualmente miscelate con altri materiali di origine vegetale.

Il processo di sintesi chimica denominato Eco-Reforming consente la conversione di un'ampia varietà di biomasse di scarto, ricche di cellulosa ed altri polisaccaridi, in carburanti e prodotti chimici attualmente ottenuti da combustibili fossili, come per esempio il dimetilfurano (DMF), prodotto dallo zucchero fruttosio, compatibile con gli attuali motori e con la rete di distribuzione di carburante esistente, con il pregio di una maggiore resa energetica rispetto all'etanolo.

Le biobenzine ottenute in questo modo permetterebbero di ridurre da un 20% al 30% i costi rispetto all'etanolo, con una produzione annua stimabile in 4 m<sup>3</sup> di biocarburanti per ettaro di terreno.

La digestione anaerobica delle sostanze organiche è attualmente il più promettente processo biologico per la produzione di idrogeno. Tale processo ha una resa teorica di 10-20 m<sup>3</sup> al giorno di idrogeno per ogni m<sup>3</sup> di reattore ed un consumo giornaliero di substrato elettivo (rifiuti vegetali) di circa 20 kg/m<sup>3</sup>.

Una stima aggiornata su base nazionale indica una disponibilità annuale di tali rifiuti di circa un milione di tonnellate che, trasformati in idrogeno, potrebbero soddisfare circa il 10% della domanda di energia elettrica dell'Italia.

In natura la produzione d'idrogeno è un passaggio intermedio nella produzione di metano rispetto alla quale possiede una resa metabolica ed energetica di circa 10-20 volte superiore. Tuttavia è con la metanogenesi che il processo si completa e si stabilizza, per cui in futuro si cercherà di mantenere stabile e controllabile la fermentazione, inibendo la generazione di metano.

Attualmente gran parte della sperimentazione mondiale è svolta su piccola scala e su fermentatori di laboratorio e non ci sono testimonianze di successi su scala maggiore. Inoltre, anche se ci sono dati che evidenziano produzioni molto elevate e lunghi periodi di funzionamento (circa 3 anni), risultano ancora carenti alcuni studi specifici dei processi e delle caratteristiche dei consorzi microbici coinvolti.

### **Analisi economica, potenziale di sviluppo e barriere alla diffusione**

Tra tutti i prodotti classificati come biocarburanti secondo la Direttiva comunitaria 2003/30/Ce (modificata ed abrogata dalla Direttiva 2009/28/CE), l'applicazione in Italia prevede un utilizzo incentrato principalmente sui seguenti:

- bioetanolo: etanolo ricavato dalla biomassa o dalla parte biodegradabile dei rifiuti;
- biodiesel: estere metilico ricavato da un olio vegetale o animale, utilizzato in motori di tipo diesel;

- bio-ETBE, etil-ter-butil-etero: ETBE prodotto partendo da bioetanolo (la percentuale in volume di bio-Etbe considerata biocarburante è del 47%<sup>121</sup>);
- bioidrogeno: idrogeno ricavato da biomassa o dalla frazione biodegradabile dei rifiuti.

In particolare le leggi finanziarie 2007 e 2008 hanno stabilito, per i soggetti che **immettono in consumo benzina e gasolio, l'obbligo di inserirne una quota minima dell'1%** per il 2007, 2% per il 2008 e 3% per il 2009; la quota è calcolata prendendo a riferimento il carburante immesso in consumo per **autotrazione nell'anno solare precedente**, calcolata sulla base del tenore energetico.

Sono stati approvati ad aprile 2008 due regolamenti nazionali: il DM n. 100 che fissa le sanzioni per il mancato raggiungimento della quota di biocarburanti da commercializzare obbligatoriamente a partire dal 2007, attraverso multe da 600 a 900 euro per ogni certificato mancante, corrispondente ad una tonnellata di biocombustibile; il DM n. 110 che stabilisce i requisiti che operatori e impianti di produzione di biodiesel devono possedere per accedere ai benefici fiscali. Rimangono inoltre gli obiettivi indicativi e non vincolanti del 2,5% entro il 31/12/2008 e del 5,75% entro il 31/12/2010 inseriti nel **D.Lvo 128/05 per l'immissione di biocarburanti nei trasporti**.

È inoltre **in vigore il decreto del Consiglio Europeo di Bruxelles dell'8-9 marzo 2007 che prevede per tutti gli Stati membri dell'UE, entro il 2020, una quota minima del 10%** di biocarburanti rispetto al totale dei consumi di benzina e gasolio per autotrazione. La **Direttiva 2009/28/CE, infine, obbliga tutti gli Stati membri dell'UE ad assicurare che la propria quota di energia da fonti rinnovabili in tutte le forme di trasporto nel 2020 sia almeno il 10% del consumo finale di energia nel settore dei trasporti nello Stato membro**.

**L'adempimento degli obiettivi o dei vincoli per l'introduzione di biocarburanti nell'autotrazione richiede quantitativi ben superiori a quelli prodotti dall'Italia negli ultimi anni e che dovranno essere ulteriormente amplificati negli anni futuri per soddisfare il previsto aumento di domanda nel settore.**

Occorrerà quindi intraprendere da subito programmi specifici per promuovere la **produzione e l'utilizzo dei biocarburanti**. **L'aspetto di maggiore rilevanza sembra essere costituito dalla larga estensione di territorio da adibire alla coltivazione delle colture energetiche, nel caso in cui né biomasse né biocarburanti fossero importati.**

**Secondo un'analisi<sup>122</sup>, condotta considerando un'ipotesi di riduzione dei consumi futuri nei trasporti su strada in Italia, sarebbero necessari nel 2010 oltre 2,5 milioni di tonnellate di biocarburanti prodotti attraverso un impiego di superficie coltivabile di circa 26.000 km<sup>2</sup>. Tale territorio rappresenta quasi il 40% dei terreni adibiti nel 2005 a seminativi, i più indicati per lo scopo, ovvero circa un quinto della superficie agricola utilizzata.**

Riferendosi invece al 2020 sarebbero richiesti più di 4 milioni di tonnellate di biocarburanti e superfici coltivabili pari a 42.000 km<sup>2</sup> di territorio, che corrispondono al 59% delle terre a seminativi e alla settima parte della superficie nazionale italiana. Si creerebbe perciò un conflitto con gli altri usi finali del settore agricolo.

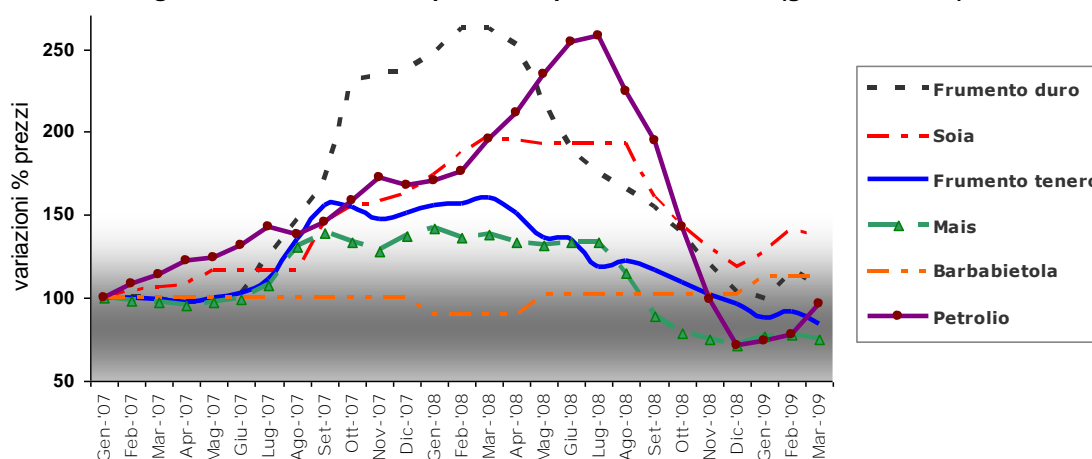
Sembra inoltre molto difficile, in un periodo di tempo di pochi anni, aumentare i terreni da utilizzare per la produzione di biocarburanti, considerando che i più fertili sono già impiegati, nonché attuare tutti i cambiamenti, sia di interessi che di strutture organizzative, **necessari per l'effettiva concretizzazione**.

**L'interazione tra le colture energetiche e quelle per la produzione alimentare potrebbero comportare ulteriori rialzi dei prezzi di mercato di alcune merci, già in corso dal 2007 come mostrato in figura 5, anche se non direttamente imputabili ai biocarburanti.** Forti aumenti di questi prodotti, utilizzati anche come materie prime per mangimi animali, potrebbero, in un Paese industrializzato come il nostro, prima di creare diffusi problemi di sottoalimentazione nella popolazione, mettere in crisi il settore zootecnico, come già si iniziava ad avvertire nelle aziende suinicole.

<sup>121</sup> La quota di rinnovabilità considerata per l'ETBE dipende dal contenuto di bio-alcoli dal quale deriva.

<sup>122</sup> Calisi, Mattucci; I biocarburanti in Italia: caratteristiche e possibilità di sviluppo; ENEA - Energia, Ambiente e Innovazione - n° 2/2008.

**Figura 5 – Andamento dei prezzi alla produzione in Italia (gen 2007 = 100)**



Fonte: elaborazione da dati ISMEA e EIA

Il 26/09/07 il Consiglio Europeo aveva adottato, in procedura d'urgenza, un regolamento recante deroga per riportare a zero il tasso di ritiro dei seminativi dalla produzione per le semine dell'autunno 2007 e della primavera 2008, cioè per utilizzare anche i terreni agricoli a set-aside e permettere di aumentare la produzione europea di cereali.

A parziale smentita di quanto avvenuto, è da rilevare che nella seconda metà del 2008 l'andamento dell'indice dei prezzi alla produzione dei cereali e delle coltivazioni industriali ha confermato il diretto legame con il prezzo del petrolio dovuto agli effetti della forte incidenza dei prodotti di derivazione petrolifera (carburanti, concimi, fertilizzanti) utilizzati in agricoltura, nonché del costo dei trasporti, rendendo meno critica la dipendenza tra produzione di biocarburanti e aumento dei prezzi delle materie agricole.

L'EBB, l'associazione che riunisce i produttori di biodiesel europei, nel recente studio sulla relazione dell'utilizzo dei biocarburanti con i prezzi delle materie prime agroalimentari, ha constatato che nel 2008 la produzione di biodiesel è aumentata del 35-40%, mentre i prezzi delle materie prime agroalimentari (mais, soia, grano) sono diminuiti consistentemente.

Tali effetti potrebbero essere ulteriormente contenuti se le produzioni energetiche fossero effettuate su piccola scala, a livello di aziende familiari. I costi di produzione dei biocarburanti con le tecnologie convenzionali oggi attuate risultano essere maggiori anche del 50% rispetto ai costi dei corrispondenti di origine fossile. Pertanto, anche ai prezzi del barile di petrolio del 2008 che superavano i 140 \$, non risultavano ancora competitivi economicamente. Ancora di più tale discorso rimane valido nel 2009 dove il costo del petrolio si è avvicinato anche ai 30 \$, per aumentare successivamente fino a 50 \$.

Nel 2001 era stata avviata una defiscalizzazione dei biocarburanti che però è stata attuata successivamente spesso con ritardi e comunque interessando quantitativi limitati rispetto a quelli richiesti. Le Finanziarie 2005 e 2007 avevano previsto per il bioetanolo una defiscalizzazione di circa 1 milione di ettanidri (80.000 t) all'anno fino al 2010, quando per il rispetto degli obiettivi di tale anno ne servirebbero quantità di un ordine di grandezza maggiore.

È stato inoltre approvato nel settembre 2008 un decreto per l'applicazione al biodiesel, impiegato come carburante direttamente o miscelato, di un'accisa pari al 20% di quella applicata al gasolio, come previsto dalla Finanziaria 2007.

Per il 2009 sono state assegnate, nei tempi e nei quantitativi stabiliti, le quote del contingente defiscalizzato previste sia per il biodiesel che per il bioetanolo.

Per quanto riguarda il biodiesel sono state assegnate 70.000 tonnellate di contingente di biodiesel agevolato prodotto a seguito della sottoscrizione di contratti di coltivazione (Determinazione Agenzia delle Dogane n. 102786 del 29 luglio 2009) e 180.000 tonnellate di contingente di biodiesel agevolato (quota generica) (Determinazione Agenzia delle Dogane n° 90907 del 7 luglio 2009). Per quanto riguarda il bioetanolo sono stati assegnati circa 22.000 metri cubi di etanolo e circa 206.000 metri cubi di ETBE defiscalizzati (Nota Agenzia delle Dogane n. 140445 del 22 ottobre 2009).

Il bilancio complessivo attuale è quello di un settore di grande interesse, in uno scenario normativo e di mercato in evoluzione, in cui le reali opportunità di sviluppo del settore dovranno però essere subordinate alla definizione di un quadro di riferimento chiaro per le prospettive del settore nonché alla valutazione del potenziale reale del territorio italiano. Tali incertezze determinano una mancanza di garanzie che rallenta gli investimenti nel settore. Lo sviluppo dei biocarburanti deve inoltre superare la bassa sostenibilità economica che contribuisce ad alimentare il ricorso alle importazioni e a limitare lo sviluppo della filiera agroenergetica; andrebbero quindi favoriti maggiormente gli strumenti della defiscalizzazione ed il ricorso a sussidi e incentivi.

**Si stima che probabilmente l'Europa non raggiungerà l'obiettivo del 5,75% entro il 2010, ma si fermerà al 5% poiché dopo una fase iniziale di sviluppo si è creato un rallentamento su questo versante.**

Nel contesto generale risulta auspicabile che i biocarburanti siano prodotti da specie che non competano con quelle tradizionalmente destinate **all'alimentazione, cioè da quelle che possono essere coltivate nelle regioni aride o semi-aride e quelle che richiedono un minor input di azoto, o da scarti agricoli e dell'industria della carta e del legno**, e che siano rapidamente sviluppate le tecnologie compatibili alla loro trasformazione: **ciò richiederà massicci investimenti nell'innovazione e nella ricerca per l'impiego di tecnologie di "seconda generazione" mirate a tali obiettivi.**