



Trasporto "ecologico" di canna da zucchero nell'isola di Marie Galante, Antille Francesi

Alberto Zanelli
CNR-ISOF
Bologna
zanelli@isof.cnr.it

BIOETANOLO COME CARBURANTE

Questa panoramica sul bioetanolo come carburante considera gli aspetti ecologici, la produzione, il consumo e le normative. Le previsioni sul mercato del bioetanolo sono in crescita a prescindere dagli interventi legislativi che comunque ne favoriscono la diffusione.

Ecologia e società

Con il termine "bioetanolo" si intende semplicemente l'etanolo proveniente da sostanze vegetali o, se preferite, dalle biomasse: tale termine serve a distinguerlo dal medesimo composto di origine petrolchimica. La differenza sostanziale è che il bioetanolo è considerato un vettore di energia derivato da fonti rinnovabili mentre l'etanolo proveniente da combustibili fossili, al pari di benzina, gas di petrolio liquefatto (GPL) e gas naturale compresso (GNC), non può essere considerato rinnovabile. Altri carburanti provenienti da fonti rinnovabili (biocarburanti) sono biodiesel (derivato da oli vegetali come colza, girasole, palma, ecc.), bioidrogeno e biogas, in genere provenienti da fermentazioni anaerobiche di biomasse [1] e, in parte, alcuni derivati sintetici di bioetanolo e biometanolo (principalmente ETBE, etilterbutiletere, e MTBE, metiliterbutiletere) [2]. Nell'Unione Europea (UE), i trasporti consumano il 35% dell'energia primaria principalmente sotto forma di carburanti per autotrazione (Fig. 1). Anche se si sta pianificando la riduzione dell'uso di questi carburanti [3-5], non si può ignorare che crescerà la domanda proveniente dai nuovi membri dell'UE stessa e da altre economie emergenti, pertanto

si prevede che globalmente i consumi di carburanti cresceranno. Ormai si è raggiunta la consapevolezza che presto la domanda di combustibili supererà la produzione di idrocarburi ed è perciò necessario trovare delle alternative a breve termine che non richiedano investimenti troppo ingenti per la trasformazione delle infrastrutture [6]. In particolare il settore della mobilità necessita di vettori la cui densità di energia sia paragonabile a quella degli idrocarburi liquidi. GNC, idrogeno compresso o accumulatori elettrochimici [7] hanno una densità di energia ancora inadeguata ai trasporti stradali di lungo raggio (Fig. 2) e la loro ipotetica diffusione richiederebbe forti investimenti sulle flotte di veicoli e sulle infrastrutture di distribuzione.



Fig. 1 - Suddivisione dei consumi energetici nella UE

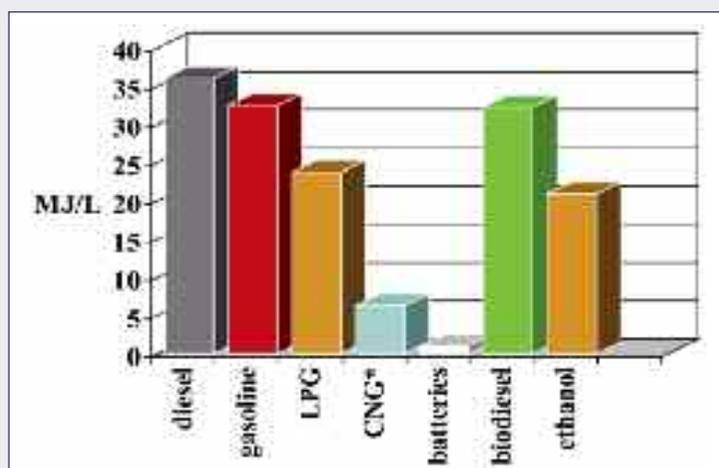


Fig. 2 - Potere calorico inferiore (in MJ/L) di carburanti e biocarburanti in commercio (GNC è stato valutato considerando la compressione a 200 bar)

Una possibile alternativa viene dall'agricoltura che potrebbe intraprendere una produzione di biocarburanti liquidi, bioetanolo o biodiesel che sia, attraverso le "coltivazioni energetiche", la valorizzazione delle aree marginali e il recupero degli scarti lignocellulosici. In realtà i biocarburanti rappresentano solo un sistema per accumulare, concentrare e rendere trasportabile l'energia trasmessa dal Sole [2] e in tal senso sono virtualmente inesauribili. I vegetali inoltre crescono assorbendo anidride carbonica dall'atmosfera quindi, dopo la loro trasformazione in combustibili e il successivo utilizzo a fini energetici, il bilancio complessivo di CO₂ si dovrebbe chiudere sostanzialmente in pareggio. Recenti studi hanno però messo in discussione questa semplice conclusione, almeno per l'etanolo proveniente dal mais, perché hanno anche considerato che le colture energetiche spesso sottraggono terreni alla vegetazione spontanea e che l'agricoltura meccanizzata, oltre a richiedere molto carburante per la coltivazione, libera sotto forma di CO₂ il carbonio normalmente intrappolato nei terreni come sostanza organica [8]. Una piena sostenibilità dei biocarburanti è quindi vincolata a tecniche di coltura a basso impatto, alla trasformazione completa della biomassa in energia e allo sfruttamento della vegetazione spontanea delle aree marginali [9-11].

Vantaggi e svantaggi

Attualmente, in molti Paesi, l'etanolo viene già commercializzato in diverse miscele con la benzina. Essendo il carburante a maggiore contenuto di ossigeno, l'etanolo è un ottimo additivo perché favorisce l'ossidazione degli idrocarburi, determina una forte riduzione delle emissioni di monossido di carbonio e di composti aromatici. L'etanolo ha anche il vantaggio di non essere tossico e di fornire un maggior numero di ottano rispetto ad altri antidetonanti, per contro, favorisce la formazione di ozono e modifica le caratteristiche fisiche del carburante aumentando la volatilità, l'igroscopicità e la conduttività elettrica. Si deve infine tenere presente che la densità di energia dell'etanolo è circa 24 MJ/L contro i 35 MJ/L della benzina e quindi i chilometri percorsi dal veicolo per litro di carburante si riducono al crescere del contenuto di etanolo nella miscela.

La scelta della migliore materia prima per la produzione di bioetanolo dipende dalle condizioni pedoclimatiche della regione di coltiva-

zione. In Brasile l'utilizzo della canna da zucchero (per esempio *Saccharum Officinarum*) ha ampiamente dimostrato che il bilancio tra l'energia recuperata dall'uso del bioetanolo come carburante rispetto all'energia spesa nella coltivazione e trasformazione è decisamente favorevole [12]. L'esportazione del modello brasiliano di produzione del bioetanolo potrebbe avere delle ricadute socio-economiche rilevanti poiché le regioni in cui si coltiva la canna da zucchero sono caratterizzate da bassi redditi, quindi l'estensione dell'industria del bioetanolo potrebbe rappresentare una possibilità di sviluppo. Per contro, proprio in questi Paesi, la conversione di terreni da colture alimentari a colture energetiche potrebbe determinare effetti negativi sul prezzo del cibo precipitando nella miseria larga parte della popolazione [13].

La coltivazione della canna da zucchero tuttavia è relegata alle regioni tropicali più ricche di precipitazioni, comprese tra le latitudini 37° nord e 31° sud, quindi Stati Uniti d'America (Usa) ed UE devono rivolgersi a colture più adatte ai climi temperati. Il consumo di energia per la coltivazione e trasformazione in etanolo del mais in Usa ha aperto un largo dibattito, ma il bilancio tra l'energia chimica del biocombustibile ottenuto e quella spesa per la coltivazione e trasformazione sembra ancora essere negativo. Da uno studio basato sui prezzi Usa del 2005 e su veicoli di classe medio-grande (veicoli passeggeri di medie dimensioni, *sport utility vehicle* e *pick-up*) [14], anche i bilanci economici privato e sociale per l'uso di E85 risulterebbero convenienti rispetto ai veicoli con propulsione ibrida elettrico-benzina o diesel evoluta solo se la congiuntura economica portasse contemporaneamente ad alti prezzi del petrolio e bassi prezzi dell'etanolo. Future tecnologie che prevedono lo sfruttamento anche della cellulosa contenuta nei fusti delle piante, oltre a rendere eco-compatibile anche questa via di approvvigionamento energetico [15, 16], potrebbero portare il prezzo del bioetanolo a valori che renderebbero conveniente la propulsione con E85 [14]. Dal punto di vista ecologico, la percorrenza netta nel ciclo urbano per veicoli alimentati ad etanolo proveniente dal mais è stimata in 10.000 km all'anno per ettaro di coltivazione ma, ricavando l'etanolo da certe erbe spontanee perenni (es. *Panicum virgatum*), passerebbe a 30.000 o 40.000 km all'anno per ettaro, mentre il guadagno in termini di CO₂ emessa passerebbe da 2 a 8 t/ha per ettaro [17].

Uno studio di Nomisma Energia (2008) afferma che il rapporto tra l'energia recuperata dal bioetanolo e quella spesa per la coltivazione e trasformazione del mais nella UE è solamente 1,2 (per il biodiesel risulta invece 2,5) e diventa inferiore a uno se la materia prima è importata dall'estero. Nonostante questo paradosso la UE guarda positivamente il bioetanolo (ma soprattutto il biodiesel), perché rappresenta un modo per ridurre la propria dipendenza dalle importazioni di carburanti e per rilanciare la propria agricoltura cronicamente sovvenzionata. Si deve comunque considerare che, con le tecnologie attuali, sostituire con bioetanolo il 5% della benzina consumata in UE richiederebbe il 5% dei terreni coltivabili, la stessa sostituzione applicata al carburante per motori diesel richiederebbe il 15% delle terre coltivabili [1].

Produzione e consumi

La produzione mondiale di etanolo nel 2006 ammontava a circa 50 GL e registrava un incremento del 10% rispetto all'anno precedente. Per motivi socio-economici e grazie alla spiccata vocazione agricola dei loro territori, Usa e Brasile da soli producevano - e producono ancora - più del 90% del bioetanolo mondiale [18].

In Brasile, il 79% dell'etanolo proviene dal succo fresco di canna da zucchero e il 21% dalla melassa residua della produzione di zucchero alimentare. La filiera è costituita dalla coltivazione e raccolta della canna da zucchero, dall'estrazione del succo e della melassa, dalla fermentazione e dalla successiva separazione dell'etanolo attraverso membrane semipermeabili o distillazione in vuoto. Il risultato è una produttività di 2,8 m³/ha [19] ma ogni passaggio ha un suo costo energetico che, nel caso dell'etanolo da canna da zucchero, viene recuperato sfruttando il calore di combustione degli scarti per alimentare l'impianto di trasformazione, immettendo quindi sul mercato un prodotto che in questo modo ha un bilancio energetico positivo e un costo concorrenziale a quello della benzina.

Negli Usa più del 20% del mais è utilizzato per produrre bioetanolo che tuttavia copre solo il 3% del consumo nazionale di carburanti per auto-trazione [20]. Il bioetanolo Usa è prodotto per digestione dell'amido contenuto nella farina di mais e successiva fermentazione del glucosio mentre in Francia si sfrutta principalmente la melassa proveniente dalla lavorazione della barbabietola da zucchero ma in altri Paesi, europei e non, è stata avviata la produzione di bioetanolo anche dall'amido contenuto in mais, orzo, frumento, nella radice della cassava (nota anche come tapioca, manioca o yucca), dalla segale, dal sorgo zuccherino e dal triticale (ibrido artificiale tra segale e frumento). In Italia si potrebbe ricorrere agli scarti vitivinicoli. Oltre al miglioramento degli aspetti agronomici, molte ricerche sono in corso per rendere più efficienti la digestione dell'amido, la fermentazione e la separazione dell'etanolo dalle miscele acquose.

Il prezzo del bioetanolo per unità di energia recuperata è risultato sfavorevole rispetto a benzina, GPL e GNC [21] ma si è visto recentemente che i prezzi di queste fonti energetiche dipendono molto dagli scenari geopolitici. I costi di produzione di bioetanolo sono stati stimati in 260 US\$/m³ se si parte dalla canna da zucchero e in 300-420 US\$/m³ se si parte dal mais ma, con il sorgo zuccherino si dovrebbero ridurre a 200 US\$/m³ a cui si aggiungerebbe il vantaggio di una minore richie-

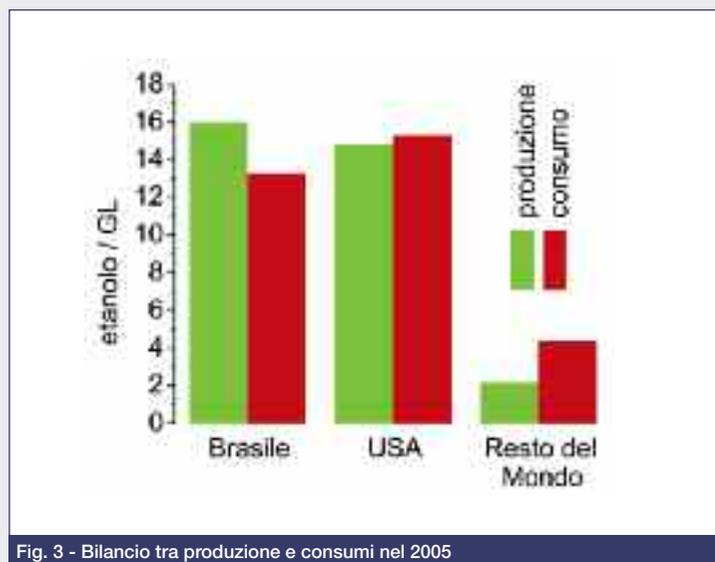


Fig. 3 - Bilancio tra produzione e consumi nel 2005

sta di acqua e di un areale di coltivabilità che va dalle zone tropicali a quelle temperate [22]. Se si esclude il Brasile, la produzione dei biocarburanti oggi vive grazie alle sovvenzioni, questa fase tuttavia è ritenuta necessaria per lo sviluppo delle nuove filiere produttive che inducano la riduzione dei costi, d'altra parte, anche la filiera brasiliana della canna da zucchero raggiunge la maturità economica in un mercato viziato dal programma "Proalcool" lanciato nel 1975 [23].

A dispetto di un potenziale energetico ricavabile da biomasse pari a 18 EJ, in Africa la produzione di biocarburanti è minima e si concentra, con pochi impianti per bioetanolo, negli stati del sud, in Kenya ed Etiopia. In questi Paesi ed in Nigeria ci sono anche programmi di sviluppo ma la diffidenza sulla stabilità politico-economica frena gli investimenti [23].

Un discorso a parte spetta ai materiali lignocellulosici che rappresentano il biopolimero più diffuso sulla Terra con una produzione stimata tra le decine e le centinaia di miliardi di tonnellate all'anno. I materiali lignocellulosici comprendono la bagassa della canna da zucchero, gli stocchi del mais, la paglia di frumento, riso ecc., le biomasse erbacee in generale, il legname e la carta da macero. Sono poi in corso studi per produrre etanolo dai rifiuti solidi urbani [24], da coltivazioni di alghe (un grande progetto è appena stato avviato in Corea) [25] e addirittura dalla CO₂ attraverso bioreattori basati sulle alghe [26]. La maggiore difficoltà

Tab. 1 - Estratto della norma europea EN 15376:2008 sul bioetanolo

Proprietà	Unità	Min.	Max.	Metodica
Etanolo (inclusi alcoli superiori saturi)	% in peso	98,70	-	EC/2870/2000 method I
Monoalcoli saturi superiori (C3-C5)	% in peso	-	2,0	EC/2870/2000 metodo III
Metanolo	% in peso	-	1,0	EC/2870/2000 metodo III
Acqua	% in peso	-	3,0	EN 15489
Cloruro inorganico	mg/l	-	20,0	EN 15484
Rame	mg/kg	-	0,1	EN 15488
Acidità totale (come acido acetico)	% in peso	-	0,007	EN 15491
Aspetto	-	Chiaro e trasparente		ispezione visiva
Fosforo	mg/l	-	0,5	EN 15487
Materiali non volatili	mg/100 ml	-	10,0	EC/2870/2000 metodo II
Zolfo	mg/kg	-	10,0	EN 15485, EN 15486

per trasformare in etanolo questa enorme massa è la complessità e variabilità delle materie prime che richiedono ciascuna un pretrattamento specifico per scindere la lignina dalla cellulosa [21]. I pretrattamenti fisici e fisico-chimici richiedono molta energia e il consumo di reagenti, per contro i pretrattamenti biologici sono ancora lenti e quindi inadatti a processi su larga scala. Una volta liberati gli amidi si può procedere con la degradazione e la fermentazione analogamente a quanto si fa per i cereali. Tuttavia, nell'arco di dieci o quindici anni, questi processi potrebbero essere accelerati e resi più efficienti con lo sviluppo di specifiche biotecnologie [27] sulle quali grossi gruppi petroliferi stanno investendo, con l'obiettivo, tra l'altro, di sfruttare questa via per produrre anche butanolo o idrocarburi [20]. Per estrarre componenti volatili dai materiali lignocellulosici e quindi ricombinarli in etanolo o carburante per il ciclo diesel, è stata riproposta anche la combinazione tra pirolisi e processo Fischer-Tropsch. Comunque condotta, la trasformazione dei materiali lignocellulosici potrebbe quindi portare ad una seconda generazione di bioetanolo che non sarebbe in concorrenza con le produzioni alimentari e potrebbe dare un bilancio energetico e di CO₂ sostenibili anche a lungo termine [2].

I destinatari del bioetanolo sono l'industria per il 10%, le bevande per il 17% e l'autotrazione per il 73%. L'etanolo è il biocarburante più consumato nel mondo; il suo utilizzo supera di almeno cinque volte il consumo di biodiesel. Usa e Brasile sono di gran lunga i maggiori consumatori ma solo il Brasile è in grado di soddisfare la domanda interna ed esportare l'eccedenza. Oggi la quota di mercato del bioetanolo è solo il 2% di quella della benzina ma si prevede che i consumi aumenteranno di cinque o dieci volte entro il 2030 [18] (Fig. 3).

Il bioetanolo può essere miscelato alla benzina convenzionale fino al 15% (E15) senza richiedere modifiche al motore, mentre l'utilizzo di carburanti con un tenore di etanolo fino all'85% (E85) è possibile nei veicoli dotati di un opportuno controllo della carburazione (detti *flex fuel vehicle* [14]) che nel 2008 in Brasile hanno superato il 50% delle vendite [19]. La diffusione di questi veicoli è legata al contestuale sviluppo della rete di distributori di E85 che in Europa è presente solo in Svezia, Francia, Paesi Bassi, Regno Unito e Germania. In Francia a partire da aprile è cominciata la distribuzione di E10 ed entro la

fine del 2009 il 75% delle stazioni di rifornimento francesi dovrebbe disporre di questa miscela [28]. L'Italia, tentò un primo esperimento di sostituzione del piombo tetraetile con etanolo nell'inverno tra il 1990 e il 1991 sulla flotta dei taxi bolognesi, purtroppo quell'esperimento non ebbe seguito e solo nel 2007 l'azienda di trasporti pubblici di La Spezia ha messo in circolazione alcuni bus alimentati a E95 e nella stessa città è stato aperto il primo distributore di E85. La Mossi e Ghisolfi di Tortona ha recentemente annunciato l'intenzione di costruire il primo impianto per bioetanolo da biomasse lignocellulosiche [29].

Normativa e incentivazione

In Usa, dal 2005, *Energy Policy Act* prevede per chi aggiunge bioetanolo alla benzina un credito d'imposta di circa 0,14 US\$/L. La nuova legge energetica Usa del 19/12/2007 ha rinnovato l'attenzione ai biocarburanti prevedendo di quintuplicarne la produzione entro il 2022, ma ha fissato solo al 2016 il passaggio della produzione di etanolo dal mais alle colture con minore produzione di gas serra e minore impatto sulla disponibilità alimentare [30]. La Repubblica Popolare Cinese ha introdotto il bioetanolo in molte province, grazie anche all'impianto più grande del mondo (*The Jilin Tianhe Ethanol Distillery*), e sta incentivando la ricerca sui biocarburanti con l'obiettivo, ambizioso, dell'indipendenza dal petrolio per il 2030 [31].

La direttiva 2003/30/CE sulla promozione e l'uso di biocarburanti nei

Tab. 2 - Estratto della Norma Europea EN 228 sulla benzina senza piombo, come riportato nella norma svizzera SN 181 162

Proprietà	Unità	Min.	Max.	Metodica
Densità 15 °C	kg/m ³	720	775	EN ISO 3675
Numero di ottano alla ricerca (RON)	-	95	-	EN 25164
Numero di ottano al motore (MON)	-	85	-	EN 25163
Pressione di vapore				
- estate (classe A)	kPa	45	60	EN 13016-1
- inverno (classe E/E1)	kPa	60	90	
Distillazione (1013 mbar)				
- evaporato a 70 °C, E70 (estate)	% vol.	20	48	ISO 3405
- evaporato a 70 °C, E70 (inverno)	% vol.	22	50	
- evaporato a 100 °C	% vol.	46	71	
- evaporato a 150 °C	% vol.	75	-	
Residuo di distillazione	% vol.	-	2	ISO 3405
Punto di ebollizione finale (FBP)	°C	-	210	ISO 3405
Volatilità (10 VP + 7 E70)				
- estate	-	-	-	Calculation
- inverno	-	1.000	1.200	
Idrocarburi:				
- olefine	% vol.	-	18	ASTM D 1319
- aromatici	% vol.	-	35	
- benzene	% vol.	-	1	
Ossigeno	% in peso	-	2,7	EN 1601, EN 13132
Composti ossigenati:				
- metanolo	% vol.	-	3	EN 1601, EN 13132
- etanolo	% vol.	-	5	
- iso-propanolo	% vol.	-	10	
- iso-butanolo	% vol.	-	10	
- ter-butanolo	% vol.	-	7	
- eteri (5 o più atomi di C)	% vol.	-	15	
- altri composti ossigenati	% vol.	-	10	
Zolfo	mg/kg	-	10	
Piombo	mg/l	-	5	EN 237

Tab. 3 - Specifiche convenzionali di carburanti e biocarburanti estratte dagli allegato 1 del D.M. 110 del 29/4/2008

Carburante liquido	Massa volumica a 15 °C, kg/m ³	Potere calorifico inferiore		
		Gcal/t	MJ/kg	MJ/dm ³
Gasolio	0,840	10,270	43,0	36,1
Benzina	0,750	10,342	43,3	32,5
Biodiesele	0,880	8,932	37,4	32,9
Bioetanolo	0,790	6,305	26,4	20,9
ETBE (*)	0,740	8,574	35,9	26,6

* considerata rinnovabile per il 47% in volume.

trasporti ha fissato come obiettivo per gli Stati UE l'introduzione del 2% di biocarburanti, calcolato sulla base del tenore energetico, in tutta la benzina e il diesel per trasporti immessi sul mercato entro il 2005 e del 5,75% entro il 2010. In seguito, la direttiva 2003/96/CE ha introdotto la possibilità di applicare esenzioni o riduzioni d'imposta su una serie di prodotti tra cui bioetanolo e biodiesel.

Dal punto di vista merceologico, il Comitato Tecnico 19 (TC 19) del Comitato Europeo di Normazione (CEN) ha predisposto la norma EN 15376 che contiene la specifica tecnica per il bioetanolo da usare come carburante in miscela alla benzina convenzionale in concentrazione superiore al 5% in volume (Tab. 1). Riguardo alla miscela E85, è stata sviluppata una bozza (CWA 15293) che dovrebbe presto diventare una norma specifica. La norma EN 228 sulla benzina (Tab. 2) consente un tenore in etanolo fino al 5% ma, le specifiche fisiche in essa contenute dovrebbero valere anche per miscele a più alto tenore di etanolo. In quest'ultimo caso però, diventa critico il limite massimo sulla tensione di vapore che, nel periodo estivo, rischia di superare i 60 kPa.

Si devono menzionare anche gli sforzi compiuti dalla UE per la ricerca che comprendono il progetto *Bioethanol for sustainable transport* [32] nell'ambito del programma quadro per la ricerca e lo sviluppo e, in seguito, della Piattaforma Tecnologica Biocarburanti [33] nell'ambito del 7° programma quadro. Queste iniziative si sono tradotte, in Italia, con il lancio, a gennaio 2008, della "Piattaforma tecnologica nazionale Biofuels Italia" [34].

Tab. 4 - Caratteristiche fiscali del bioetanolo estratte dall'allegato 2b del D.M. 110 del 29/4/2008

Parametro (*)	Valore	Metodo
1) Bioetanolo da destinare alla miscelazione con benzina:		
titolo a 20 °C (**)	min. 98,7% in peso	REG EC/2870/2000
contenuto d'acqua	max. 0,3% in peso	EN15489
acidità (come acido acetico)	max. 0,007% in peso	EN 15491
2) Bioetanolo da destinare alla produzione di ETBE:		
titolo a 20 °C	min. 99,6% in volume	REG EC/1623/2000
contenuto d'acqua	max. 0,2% in peso	ASTM D 1364/75
alcalinità (NH ₃)	pH da 6,6 a 8,8	ASTM D 1287
cloruri totali	3 ppm	Microcoulmetria
ferro	nessuna specifica	
alluminio	nessuna specifica	
acidità (come acido acetico)	max. 0,007% in peso	EN 15491

3) Bioetanolo da destinare tal quale alla carburazione:

- le caratteristiche chimico-fisiche dell'etanolo dipendono dal motore al quale è destinato.

* nella testo originale la tabella è ripetuta due volte con evidenti errori di impaginazione, nella seconda parte c'è la dicitura "Conforme alla norma EN 15796";

** nel seconda parte della tabella originale è stata aggiunta la dicitura "etanolo più alcoli saturi superiori".

La UE sta ancora lavorando per migliorare il "Piano d'azione per le biomasse" del dicembre 2005 [35] così, nel gennaio 2007, la Commissione Europea ha proposto di portare al 10% la quota di biocarburanti entro il 2020 [5] e, nel febbraio 2007, ha comunicato la "Strategia EU per i biocarburanti" [36] che è alla base della Proposta di direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio per modificare la direttiva 1998/70/CE sugli standard qualitativi dei carburanti allo scopo di ridurre le emissioni di gas con effetto serra nel settore dei trasporti stradali. In tal senso, lo scorso dicembre, il Comitato Temporaneo sul Cambiamento Climatico (CLIM) ha adottato la relazione finale in cui, tra l'altro, raccomanda di fissare quote per i biocarburanti e di stimolare la ricerca e lo sviluppo dei biocarburanti di seconda generazione [3].

In Italia il quadro normativo è ancora in evoluzione, attualmente ci si dovrebbe riferire ai commi 367 e 368 dell'unico articolo che forma la legge 296/2006 che, modificando il decreto legislativo 128/2005 e la legge 81/2006, fissavano l'obbligo di introdurre sul mercato l'1% di carburanti di origine agricola entro il 2006, il 2% entro il 2007 e l'obiettivo del 5,75% entro il 2010 (il 5,75% di bioetanolo calcolato in termini di potere calorico inferiore coincide all'8,90% in volume). La stessa legge introduceva inoltre sgravi fiscali e stanziava fondi per sviluppare i biocombustibili anche se l'attenzione era rivolta principalmente agli oli vegetali destinati al biodiesel (commi da 369 a 381). In attuazione della legge 296/2006, sono stati emanati il Decreto Ministeriale (DM) 100 del 23/4/2008 che riguarda le sanzioni per la mancata immissione sul mercato dei biocarburanti [37] e il DM 110 del 29/4/2008 che riporta invece le modalità per tale immissione sul mercato [38]; quest'ultimo DM riporta, nell'allegato 1, una tabella con le specifiche convenzionali di carburanti e biocarburanti (Tab. 3) e, nell'allegato 2b, una tabella con le caratteristiche fiscali dell'etanolo da destinare alla miscelazione con benzina, alla produzione di ETBE e all'utilizzo diretto come carburante (Tab. 4). È opportuno ricordare che il limite massimo per l'additivazione con etanolo delle benzine è fissato al 5% dal decreto legislativo 280/1994 che definiva i compo-

sti ossigenati ammissibili quali componenti dei carburanti.

Infine, per quanto riguarda in particolare le materie prime, il decreto legge 2/2006 prevede esplicitamente che le pubbliche amministrazioni stipolino "contratti o accordi di programma con i soggetti interessati al fine di promuovere la produzione e l'impiego di biomasse e di biocarburanti di origine agricola, la ricerca e lo sviluppo di specie e varietà vegetali da destinare ad utilizzazioni energetiche" ma in questa sede è difficile capire quanto questa norma sia stata applicata.

Conclusioni

Il bioetanolo è già un'alternativa ai combustibili fossili in Brasile e Usa, inoltre la UE pianifica il suo utilizzo, insieme al biodiesel, al fine di limitare la dipendenza dai carburanti d'importazione. Il bioetanolo potrebbe infatti essere miscelato alla benzina senza modificare le flotte di veicoli e le infrastrutture di distribuzione. Da questo punto di vista l'introduzione sul mercato di grossi quantitativi sarebbe possibile a breve termine, la produzio-

ne tuttavia non è in grado di seguire le richieste dei decisori politici. Le attuali tecniche di produzione danno un bilancio energetico netto, una produzione di gas serra e una redditività favorevoli solo nel caso della filiera della canna da zucchero, tuttavia, una forte crescita del mercato del bioetanolo è prevista anche grazie a leggi ed incentivi. Questa congiuntura paradossale sembra comunque necessaria per favorire lo sviluppo di una seconda generazione di bioetanolo realmente conveniente e sostenibile.

Bibliografia

- [1] A. Demirbas, *Energy Conversion and Management*, 2008, **49**, 2106.
- [2] G. Schaub, A. Vetter *Chem. Eng. Technol.*, 2008, **31**, 721.
- [3] Commissione Temporanea sul Cambiamento Climatico dell'Unione Europea (CLIM) Relazione finale adottata il 2/12/2008.
- [4] Commissione Europea, Libro verde «Verso una strategia europea di sicurezza dell'approvvigionamento energetico» {COM(2000) 769}.
- [5] Commissione delle Comunità Europee, Comunicazione della Commissione al Consiglio Europeo e al Parlamento Europeo, "Una politica energetica per l'Europa" {SEC(2007) 12}.
- [6] N. Armaroli, *Sapere*, Agosto 2008, 46.
- [7] M.C. Borghini *et al.*, *AEI Automazione Energia Informazione*, 1998, **85**, 62.
- [8] A. Monti, G. Venturi, *Chimica e Industria*, 2008, **90**(9), 152.
- [9] T. Searchinger *et al.*, *Science*, 2008, **319**, 1238.
- [10] J. Fargione *et al.*, *Science*, 2008, **319**, 1235.
- [11] E. Kintisch, *Science*, 2008, **322**, 1044.
- [12] J. Goldemberg, *Science*, 2007, **315**, 808.
- [13] *Mondo Agricolo*, 2007, **21**, 18.
- [14] R. Keefe *et al.*, *Risk Analysis*, 2008, **28**, 1141.
- [15] M.L. Wald, *Le Scienze*, 2007, **464**, 82.
- [16] R. Lail, *Waste Management*, 2008, **28**, 747.
- [17] J.E. Campbell *et al.*, *Science*, 2009, **324**, 1055.
- [18] A. Walter *et al.*, *Biomass and Bioenergy*, 2008, **32**, 730.
- [19] A. Kamimura, I.L. Sauer, *Energy Policy*, 2008, **36**, 1574.
- [20] J. Tollefson, *Nature*, 2008, **451**, 880.
- [21] A. Demirbas, *Energy Sources Part B-Economics Planning and Policy*, 2008, **2**, 391.
- [22] O.L. Sanchez, C.A. Cardona, *Bioresource Technology*, 2008, **99**, 5270.
- [23] B. Amigun, *et al.*, *Renewable Sustainable Energy Rev.*, 2008, **12**, 690.
- [24] S. Prasad *et al.*, *Resources Conservation and Recycling*, 2007, **50**, 1.
- [25] A. Tata, Progressi di S&T, RISeT - Rete Informativa Scienza e Tecnologie, Ufficio Addetto Scientifico e Tecnologico, Ambasciata d'Italia a Seoul (Corea), 24/4/2009.
- [26] G.C. Dismukes *et al.*, *Current Opinion in Biotechnology*, 2008, **19**, 235.
- [27] G. Stephanopoulos, *Science*, 2007, **315**, 801.
- [28] *Mondo Agricolo*, 2009, **3**, +3.
- [29] *La Repubblica*, 13/03/2009.
- [30] *Nature*, 2007, **451**, 865.
- [31] *Mondo Agricolo* 2008, **11**, 35.
- [32] www.best-europe.org/
- [33] www.biofuelstp.eu/
- [34] www.unibo.it/Portale/Ricerca/Servizi+Docenti+Ricercatori/finanzeuropei/biofuelsitalia.htm
- [35] Commissione delle Comunità Europee, Comunicazione della Commissione, "Piano d'azione per la biomassa" {SEC(2005) 1573}.
- [36] Comunicazione della commissione, "Strategia dell'UE per i biocarburanti" {SEC(2006) 142}.
- [37] DM 100 del 23/4/2008 "Regolamento recante le sanzioni amministrative per il mancato raggiungimento dell'obbligo di immissione in consumo di una quota minima di biocarburanti, ai sensi dell'arti. 2-quater, comma 2, della legge 81/2006, così come sostituito dall'articolo 1, comma 368, della legge 296/2006" *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, **131** del 6/6/2008.
- [38] DM 110 del 29/4/2008 "Regolamento recante criteri, condizioni e modalità per l'attuazione dell'obbligo di immissione in consumo nel territorio nazionale di una quota minima di biocarburanti, ai sensi dell'arti. 1, comma 368, punto 3, della legge 296/2006" *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, **142** del 19/6/2008.

Fuel Bioethanol

The overview on fuel bioethanol take into account the ecological aspects, the production, the use and regulatory. In the EU, transportations use the 35% of the energy mainly as liquid fuels, recently, it has been planned to introduce 10% of biofuel up to 2020 in order to reduce CO₂ emission and oil dependence. Actually, bioethanol is the most used biofuel and it is that who needs the smallest investments to adjust infrastructures and vehicles. The only efficient crop to produce ethanol is sugarcane but research is investigating spontaneous grasses and agricultural wastes. Forecasts on bioethanol market is grow leaving out of consideration the governmental acts that favours its diffusion.

ABSTRACT