



Bioetanolo

Che cos'è il Bioetanolo?

Il Bioetanolo (anche conosciuto come alcool etilico) è un liquido limpido e incolore che può essere prodotto virtualmente da qualsiasi materia prima contenente zucchero o amido - le sorgenti più comuni sono la canna da zucchero, il mais, il frumento e le barbabietole da zucchero - attraverso un processo fermentativo.

Anche la biomassa cellulosa (proveniente per esempio dalle colture erbacee, dalle colture legnose e dai rifiuti organici) può essere utilizzata per produrre bioetanolo, attraverso tecniche di produzione tecnologicamente più complesse.

Globalmente l'etanolo è uno dei combustibili alternativi per veicoli a motore più diffusi grazie alla sua popolarità nelle Americhe - in Brasile molte automobili funzionano a bioetanolo da canna da zucchero sia sotto forma di alcool puro che miscelato alla benzina.

Le miscele con basso tenore di bioetanolo possono essere utilizzate in motori a ciclo otto senza sostanziali modifiche - la miscela "E10" è composta con dal 10% di etanolo e dal 90% di benzina (prodotto conosciuto all'estero come "gasohol"). Le miscele che contengono un'alta percentuale di etanolo richiedono invece maggiori modifiche al motore che deve essere ricalibrato.

Il bioetanolo può essere anche utilizzato in veicoli diesel del tipo "dual fuel" che impiegano sia bioetanolo che gasolio.

Produrre il Bioetanolo

La canna da zucchero ed il mais sono le materie prime maggiormente impiegate per la produzione di biodiesel grazie a storici accordi agricoli rispettivamente in Brasile e negli Stati Uniti. In Europa il Bioetanolo è prodotto utilizzando frumento (50%), orzo (20%) e barbabietole da zucchero (30%), e la produzione europea di bioetanolo nel 2005 ha superato i 910 milioni di litri, con un aumento del 73% rispetto all'anno precedente. I principali poli europei di produzione sono in Spagna, Germania, Svezia e Francia.



Quando si utilizza una materia prima a base di zucchero, la pianta è prima frantumata e setacciata per separare le componenti zuccherine, poi si unisce lievito di birra all'impasto affinché gli zuccheri fermentino producendo alcool e anidride carbonica. La frazione liquida è quindi distillata per produrre etanolo alla concentrazione richiesta dal mercato. Se l'etanolo deve essere mescolato alla benzina, è necessario che sia "anidro" quindi l'acqua rimanente è allontanata. Negli impianti che utilizzano come materia prima la canna da zucchero, le "bagasse" (le fibre legnose composte da cellulosa e lignina che restano dopo

l'estrazione del succo dalla canna) vengono solitamente bruciate per produrre calore di processo.



Quando si utilizza un cereale amidaceo come materia prima, il processo produttivo ha inizio con la separazione, la selezione e la macinatura dei semi, poi sono utilizzati degli enzimi (le amilasi) per convertire gli amidi in zuccheri fermentabili. Da questo punto in poi il processo è simile a quello impiegato per le colture zuccherine, sebbene in questo caso vengano impiegati combustibili fossili (di solito gas naturale) per produrre il calore di processo.

Il processo di produzione di etanolo da cereali dà origine anche ad alcuni sottoprodotti interessanti, come per esempio un mangime animale ricco di proteine (il cosiddetto Distillers Dry Grain with Soluble o DDGS) o prodotti dolcificanti, a seconda della materia prima specifica impiegata e del processo utilizzato.

L'aumento delle superfici agricole destinate a colture energetiche per la produzione di biocombustibili origina inevitabilmente controversie circa lo sfruttamento dei terreni a causa della potenziale competizione con le colture alimentari e la loro conversione ad uso industriale. Molti studi hanno cercato di valutare il fabbisogno di aree per le colture da etanolo. La resa in bioetanolo per ettaro dipende ovviamente dalla coltura utilizzata, ma è possibile riferirsi alla produttività media europea (pesata per tipo di coltura) che è attualmente stimata intorno ai 2790 litri per ettaro (basata su una resa media in semi di 7 tonnellate per ettaro e 400 litri per tonnellata).

Con i minimi incrementi di produttività agricola attesi nei prossimi anni, si stima che se il bioetanolo dovrà sostituire il 5% dell'utilizzo europeo di benzina entro il 2010¹, dovrà essere utilizzato circa il 5% della superficie coltivabile in Europa, e una tale superficie sarebbe sicuramente inferiore a quella che si prevede debba essere dedicata alla produzione totale di biocombustibili.

Sebbene il bioetanolo possa essere prodotto con successo nei climi temperati, i climi tropicali sono più adatti per garantire una alta produttività – in Brasile, con la canna da zucchero si producono circa 6200 litri per ettaro (stima basata su una resa della coltura di 69 tonnellate e 90 litri per tonnellata). La produttività di bioetanolo da canna è alta anche in India con rese di circa 5300 litri per ettaro. Cifre di tale portata riferite ai paesi sopraccitati portano a serie riflessioni in materia di convenienza energetica dell'importazione di bioetanolo per il mercato europeo. Se il bioetanolo da canna da zucchero dovesse diventare una commodity mondiale, appare scontato che il Sud America, l'India, il Sud-est Asiatico e l'Africa potrebbero diventare i maggiori esportatori.

Un altro approccio al problema del bioetanolo nei paesi temperati è rappresentato dalla ricerca volta ad aumento delle varietà e delle rese delle colture disponibili alle nostre latitudini. Si stanno sviluppando diversi processi in grado di convertire la biomassa cellulosica (oltre agli amidi ed agli zuccheri) in bioetanolo, utilizzando la lignina per produrre combustibile. Questi processi comportano la conversione della cellulosa in molecole di zuccheri a 5/6 atomi di carbonio (saccarificazione) con processi sia chimici che fisici come l'idrolisi acida, o con l'utilizzo di enzimi biologici. Si stanno inoltre studiando sistemi avanzati per far avvenire le fasi di saccarificazione e fermentazione in un unico contenitore in cui la cellulosa, gli enzimi ed i microrganismi in fermentazione formano una singola "comunità microbica". Le specie vegetali più adatte per questo tipo di idrolisi enzimatica sembrerebbero essere il pioppo e il panicum.

Il Bioetanolo come combustibile per veicoli a motore

Il Bioetanolo è adatto per l'utilizzo come combustibile per i veicoli a motore – a temperatura ambiente è allo stato liquido e può essere manipolato in maniera simile ai combustibili tradizionali.

¹ Direttiva 2003/30/CE dell'8/5/2003 sulla promozione dell'uso dei biocarburanti o di altri carburanti rinnovabili nei trasporti



In più, l'alcool ha un alto numero di ottano e quindi consente rapporti di compressione elevati migliorando l'efficienza e la performance del motore. A riprova di tutto questo si segnala come l'etanolo sia spesso utilizzato come combustibile nelle gare automobilistiche.

Se paragonato alla benzina, l'etanolo ha una bassa densità energetica (in volume) che si riflette in un maggiore consumo di combustibile per km (circa del 50%). Il bioetanolo può anche essere utilizzato in forma pura o "idratata" (4% di acqua sul volume) in veicoli dedicati, o come miscela "anidra" composta da bioetanolo e benzina.

Per convertire un veicolo con motore a benzina² al funzionamento con bioetanolo puro è consigliabile considerare l'opportunità di aumentare il volume del serbatoio proprio a causa della minore densità energetica del combustibile.

Inoltre, poiché i combustibili a base di alcool possono erodere alcuni elastomeri ed accelerare la corrosione di alcuni metalli, determinati componenti potrebbero dover essere sostituiti. Utilizzato in forma pura il bioetanolo evapora con difficoltà alle basse temperature e quindi i veicoli funzionanti con etanolo puro (E100) hanno difficoltà di avviamento nella stagione fredda. Per tale ragione il bioetanolo di solito è miscelato con una piccola percentuale di benzina in modo da migliorarne l'accensione: la E85 è per questo la miscela ad alta percentuale di bioetanolo più comune.

Le miscele a bassa percentuale di bioetanolo (fino alla E10) possono essere utilizzate dai motori a benzina più convenzionali (mantenendo valida la garanzia delle principali case costruttrici) le cui performance potrebbero leggermente migliorare. Naturalmente, poiché il bioetanolo è utilizzato



Saab Bio-Power flex-fuel rifornita con E85

sempre più spesso come un additivo ossigenato (per migliorare la combustione) in sostituzione dell'MTBE (uscito di produzione perché pericoloso per la salute) molti guidatori avranno sicuramente già utilizzato il bioetanolo senza esserne consapevoli.

L'utilizzo delle miscele E5-E10 inoltre permette di evitare la necessità di strutture dedicate e di una rete di distribuzione specifica, vere barriere all'utilizzo diffuso di miscele ad elevata percentuale di bioetanolo. Ciò detto, il Brasile ha comunque dimostrato con successo che la distribuzione e

l'utilizzo di miscele a media percentuale (E20-E25) è possibile anche su scala nazionale.

Uno dei progressi più significativi raggiunti di recente è lo sviluppo di veicoli "flex-fuel" (FFVs) che sono in grado di operare con una gamma di miscele di bioetanolo fino alla E85. Un avanzato sistema di controllo individua automaticamente le caratteristiche del combustibile utilizzato e regola il motore di conseguenza. Nel biennio 2005/2006 la Ford, la Volvo e la Saab hanno lanciato sul mercato europeo modelli FFv a bioetanolo; circa 15000 versioni flex-fuel della Ford Focus sono già state vendute in Svezia, dove ci sono circa 200 stazioni di servizio che vendono combustibile E85. Anche in Italia il gruppo Marelli/Fiat ha sviluppato tecnologie interessanti.

Meno comune, ma tecnicamente possibile, è l'utilizzo del bioetanolo nei veicoli diesel heavy-duty – il biocombustibile, conosciuto come E-diesel, è atomizzato ed immesso nel condotto di aspirazione dell'aria prima di essere miscelato e combusto con il diesel tradizionale. Prove condotte in Europa con discreto successo hanno comportato l'utilizzo di emulsioni composte dall'80% di gasolio tradizionale, dal 15% di bioetanolo e dal 5% di additivi solubili.

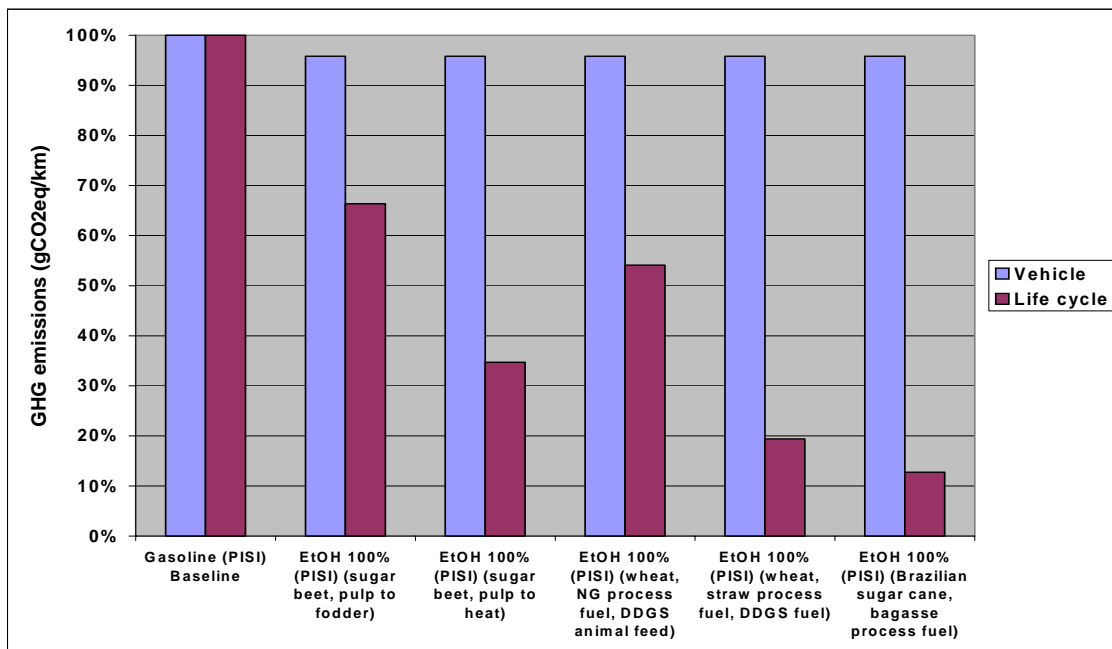
² Spark ignition engine : motore ad accensione per scintilla. Motore a ciclo Otto.



Bioetanolo: contenuto energetico e emissioni

Il bioetanolo è potenzialmente “carbon-neutral” essendo tutto il biossido di carbonio emesso durante l'utilizzo del combustibile bilanciato dall'assorbimento di carbonio in atmosfera durante la crescita delle colture. In pratica però il processo di crescita delle colture richiede l'utilizzo di combustibili fossili per la fertilizzazione, la mietitura, la produzione e la distribuzione del combustibile. Il valore globale delle emissioni di gas serra nell'intero ciclo di vita è quindi fortemente dipendente dalla coltura e dal tipo di tecnica di produzione utilizzata. Ciò si riflette anche in bilanci energetici (output/input) variabili³ per le diverse colture: mais 1.3-1.7, barbabietola da zucchero 1.5; canna da zucchero 8.3.

Emissioni di gas serra al tubo di scappamento e lungo l'intero ciclo di vita per automobili alimentate a bioetanolo confrontate con la benzina. (Concawe, 2005)



Legenda: PISI – Motore a benzina.

Se si prendono in considerazione le emissioni al tubo di scappamento di un veicolo alimentato con etanolo, si osserva che la minore densità energetica in volume è bilanciata dal minor contenuto (per litro) di carbonio del combustibile – vedere il grafico di seguito. Il risultato è che le emissioni di carbonio al tubo di scappamento sono equivalenti a quelle causate dalla benzina. Tuttavia per l'etanolo il carbonio assorbito durante la crescita delle piante utilizzate come materie prime bilancia il carbonio emesso in combustione rendendo il biocombustibile rinnovabile.

Le stime delle emissioni di gas serra nel ciclo di vita del biocombustibile sono estremamente variabili. Infatti, considerando l'intero ciclo di vita le emissioni di ossido di carbonio, di metano e di protossido di azoto (prevalentemente collegate all'agricoltura), per il bioetanolo da cereali

³ Dai dati riportati si evince come la coltivazione della canna da zucchero sia poco dispendiosa in termini di energia impiegata per ottenere il prodotto finale, a differenza di mais e barbabietola considerate colture fortemente meccanizzate.



prodotto in Europa e negli Stati Uniti d'America con tecniche convenzionali, possono essere ridotte tra il 20% e il 40% (per chilometro percorso) – vedere il grafico precedente.

Il bioetanolo da barbabietola da zucchero riduce invece le emissioni del 40-55%. In Brasile, dove si produce etanolo da canna da zucchero e l'energia termica di processo è ottenuta bruciando le bagasse, la riduzione stimata di gas serra è attorno al 80-90% e può superare il 100% se il calore è venduto all'esterno. Le tecnologie più efficienti attualmente allo studio che riguardano il bioetanolo da cereali o da cellulosa sono proiettate a riduzioni delle emissioni di gas serra dal 60% al 110%.

Per quanto riguarda l'impiego di bioetanolo, l'opinione corrente è che la maggior parte delle emissioni regolamentate sia significativamente ridotta (monossido di carbonio, emissioni di particolato e idrocarburi). Per esempio, la miscela E10 riduce il CO del 25%, e questa è la ragione che spinge all'utilizzo del bioetanolo come additivo ossigenato della benzina.

Tuttavia, anche con miscele a bassa percentuale di etanolo, gli idrocarburi volatili possono aumentare a causa della maggiore pressione di vapore del biocombustibile.

Inoltre, sebbene i veicoli alimentati ad alcool tendenzialmente emettono meno ossidi di azoto (dal momento che l'alcool brucia ad una temperatura inferiore rispetto alla benzina), in pratica, poiché sono regolati con un maggior rapporto di compressione⁴ che fa aumentare la temperatura di combustione, vengono azzerati tutti i benefici e a volte si arriva a risultati opposti.

Altri effetti sulle emissioni includono il fatto che le emissioni di alcool incombusto al tubo di scappamento contribuiscono sensibilmente meno alla formazione di ozono rispetto ai composti organici presenti nelle emissioni esauste della benzina. Inoltre, il bassissimo, se non nullo, contenuto di zolfo del bioetanolo azzerava le emissioni di anidride solforosa (SO₂) e migliora l'efficienza del sistema di controllo catalitico delle emissioni.

Tuttavia, mentre alcuni degli inquinanti più tossici come il benzene, l'1,3 butadiene, il toluene e lo xilolo diminuiscono utilizzando etanolo, altri come la formaldeide, l'acetaldeide, il nitrato di perossiacetile aumentano.

Due ulteriori considerazioni rendono l'impatto ambientale generale del bioetanolo difficile da valutare. Da un lato i biocombustibili hanno sui combustibili di origine minerale il vantaggio di essere più rapidamente biodegradabili se dispersi nell'ambiente e quindi non lasciano residui tossici. D'altro canto poiché la loro produzione è basata sulla crescita di colture agricole essi comportano l'utilizzo di fertilizzanti sintetici, pesticidi ed erbicidi (la produzione biologica è possibile ma scarsamente impiegata). Nonostante queste incertezze (peraltro difficili da valutare) è chiaro come l'impiego di biocombustibili può determinare una significativa riduzione delle emissioni specialmente legate al ciclo del carbonio. Comunque, gli effettivi vantaggi in termini di emissioni dipendono totalmente dalla materia prima impiegata, dalle tecnologie di produzione e dalle caratteristiche delle aree coltivate.

Bioetanolo: aspetti economici

A causa delle economie di scala i biocombustibili tendono ad avere costi di produzione più alti rispetto ai combustibili convenzionali. Questi costi di produzione sono, comunque, difficili da quantificare poiché sono basati sul prezzo delle materie prime agricole e del combustibile, sul metodo di produzione e sulle differenze fra Paesi; differenze che includono sia le tecniche agronomiche che la tassazione sui combustibili.

In generale, l'aumento dei costi di produzione dei combustibili rinnovabili può essere bilanciato da riduzioni od esenzioni delle imposte per stimolarne la produzione. Per questa ragione, in molti stati

⁴ Per migliorare l'efficienza del motore



dell'Unione Europea, l'accisa⁵ è ridotta o azzerata per alcuni biocombustibili come l'etanolo purché rispondano ai requisiti delle norme di riferimento.

Stime sui costi di produzione del bioetanolo nei 25 stati dell'Unione Europea mostrano che la produzione di bioetanolo da barbabietola da zucchero e da frumento può essere valutata intorno a 0.60 €/litro (escluse le tasse), e tale dato si può tradurre con un costo equivalente nel caso della benzina di 0.90 €/litro a parità di condizioni mentre i costi di produzione di bioetanolo da canna da zucchero in Brasile sono equivalenti a meno della metà.

Nei paesi dell'Unione Europea dove non ci sono incentivi fiscali per i combustibili alternativi i costi al consumatore sono significativamente più alti, mentre laddove ci siano facilitazioni il bioetanolo è in grado di competere nei costi all'ingrosso con i combustibili tradizionali.

Mentre gli incentivi fiscali per il bioetanolo prodotto con i processi esistenti sono necessari allo stato attuale per stimolare la domanda, nuove tecnologie di processo potrebbero condurre ad un aumento della produzione e alla conseguente riduzione dei costi. In particolare, il bioetanolo da colture a base di cellulosa (utilizzando processi come l'idrolisi enzimatica) in futuro potrà essere prodotto in aree temperate ad un costo più basso e facilmente inferiore rispetto a quello previsto a partire dal 2010 per biocombustibili derivati da grano, ed sarà quindi potenzialmente competitivo con i costi attuali e futuri del bioetanolo da canna da zucchero in Brasile.

Bioetanolo: sommario

- Il bioetanolo può essere prodotto virtualmente da qualsiasi tipo di zucchero o amido attraverso un processo fermentativo: le sorgenti più comuni sono la canna da zucchero, il mais, il frumento e le barbabietole da zucchero
- Il bioetanolo può essere utilizzato in forma pura o "idratata" in veicoli dedicati, o come miscela "anidra" bioetanolo-benzina. Le miscele a bioetanolo utilizzate più comunemente sono la E10 (gasohol) e la E85.
- Molti motori a benzina hanno migliorato le proprie prestazioni utilizzando bioetanolo, tuttavia, il combustibile può corrodere gli elastomeri ed crea difficoltà di accensione a basse temperature.
- L'utilizzo di bioetanolo puro può ridurre le emissioni di gas serra dell'intero ciclo di vita dal 20 al 100%.

⁵ Tributo indiretto legato alla produzione