

Agroenergie

Elettricità da biogas

Jacopo Bacenetti
Marco Fiala

Tra le filiere agricole per la produzione da fonti energetiche rinnovabili, la produzione di elettricità dalla digestione anaerobica (DA) di biomasse agricole è una di quelle che si è sviluppata maggiormente. Soprattutto a causa del quadro di incentivazione previsto fino al 31 dicembre 2012, l'alimentazione dei digestori è molto spesso basata principalmente sull'impiego di biomasse dedicate (insilati di cereali soprattutto) invece che di biomasse residuali (reflui zootecnici e sottoprodotti dell'industria agroalimentare).

Occorre però considerare che, se la presenza degli incentivi pubblici è in grado di favorire il raggiungimento di interessanti risultati economici, di per sé non è garanzia della sostenibilità energetica e ambientale del processo produttivo. Sulla spinta del meccanismo di incentivazione precedente al 31 dicembre 2013 – la generosa tariffa omnicomprendente – sono stati realizzati numerosi impianti di grandi dimensioni (potenza elettrica prossima a 1 MW) che, da un punto di vista energetico e ambientale, presentavano risultati non soddisfacenti a causa, per esempio, della dissipazione del calore in eccesso rispetto agli autoconsumi, del trasporto delle biomasse e del digestato su lunghe distanze, dell'impiego di colture energetiche al posto di residui e/o sottoprodotti, ecc.

Scopo di questo contributo è quello di presentare i risultati relativi alla valutazione ambientale dell'elettricità attraverso la filiera della digestione anaerobica di biomasse agricole. Più nel dettaglio, sono state valutate le conseguenze ambientali di un impianto di biogas da 500 kW che opera la codigestione ed è alimentato con un mix di reflui zootecnici (liquame suino) e colture dedicate (insilati di mais e di triticale). Gli effetti dell'elettricità prodotta sull'ambientale sono stati poi confrontati con quello dell'elettricità presente nella rete

Valutazione delle conseguenze ambientali con il metodo di analisi del ciclo di vita.

elettrica nazionale (prodotta quindi da un mix di fonti energetiche, prevalentemente di origine fossile).

Analisi del ciclo di vita

La *Life Cycle Assessment* (LCA) è una metodologia di analisi, originariamente sviluppata per la valutazione di processi industriali, che permette di stimare l'effetto ambientale di un prodotto o di un processo. Uno dei punti chiave della metodica è la definizione dell'unità funzionale, ossia la grandezza a cui si riferiscono i risultati (es. kilowattora, ettaro lavorato, tonnellata di prodotto, ecc.) e per la quale sono valutati le potenziali conseguenze sull'ambiente; tra queste ultime, vi sono, per esempio, l'acidificazione, l'eutrofizzazione, il cambiamento climatico e l'uso del suolo.

Oggi, l'LCA è sempre più applicata anche al settore agroalimentare che, infatti, è responsabile di notevoli quantità di emissioni in aria e aria/suolo alle quali sono associati effetti ambientali che non possono essere trascurati.

Nel settore agricolo, relativamente alla fase di coltivazione, numerosi studi hanno dimostrato che una quota considerevole degli effetti ambientali, soprattutto per quanto riguarda acidificazione del suolo, eutrofizzazione delle acque ed emissioni di gas climalteranti, è legata al consumo di carburanti per la meccanizzazione delle operazioni di campo e alle emissioni conseguenti all'impiego di fertilizzanti.

In pratica, l'LCA può essere utilizzata per:

- individuare i processi che, all'interno di una filiera produttiva, sono maggiormente responsabili degli effetti ambientali complessivi. In questo caso i risultati possono essere utilizzati in una logica di ottimizzazione; infatti, i "punti chiave" individuati sono quelli sui quali agire con priorità per ridurre questi effetti;

- confrontare filiere diverse caratterizzate da soluzioni tecnologiche alternative che portano alla produzione di prodotti equivalenti (per esempio produzione di elettricità attraverso la filiera della DA o tramite l'impiego di fonti fossili);
- valutare la riduzione delle conseguenze ambientali modificando il processo produttivo (per esempio valorizzando coprodotti e sottoprodotti come il calore e il digestato della filiera del biogas).

In sintesi, l'LCA permette di definire, attraverso indicatori numerici, le prestazioni ambientali associate al processo produttivo analizzato. Se l'indicatore ambientale è positivo allora si hanno effetti negativi sull'ambiente; viceversa, se è negativo, gli effetti sull'ambiente sono positivi in quanto gli effetti evitati sono maggiori rispetto quelli causati dal processo stesso. Per esempio, nel caso della filiera della DA la produzione di elettricità e calore può permettere la sostituzione di analoga energia prodotta mediante fonti fossili e, quindi, permette di evitare gli effetti ambientali legati a quest'ultimo processo.

Caso studio

L'impianto di DA oggetto di analisi è caratterizzato da una potenza elettrica di 500 kW e viene alimentato con liquame suino (10200 t/anno), insilato di mais (6600 t/anno) e insilato di triticale (4700 t/anno).

In figura sono riportati i confini della filiera analizzata. La filiera studiata comporta la cogenerazione di elettricità (prodotto principale) e calore (coprodotto), ma anche considerevoli volumi di digestato. Il calore cogenerato, al netto della quota autoconsumata per il riscaldamento dei digestori che operano in mesofilia, è dissipato; il digestato è utilizzato agronomicamente e, in parte, sottoposto a un trattamento di separazione meccanica solido-liquido. Il separato solido è utilizzato come ammendante mentre il separato liquido prodotto è reimpiegato nel digestore per adeguare il livello di sostanza secca del substrato (ST < 10%).

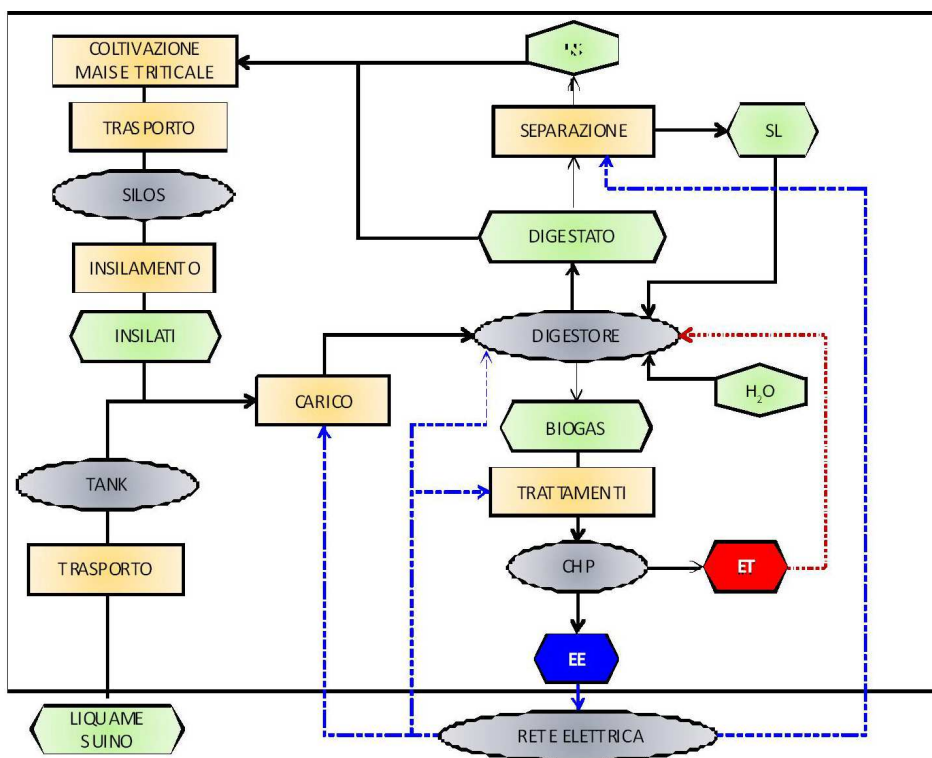
Gli insilati utilizzati per alimentare l'impianto sono prodotti in un'azienda adiacente a quella in cui è realizzato l'impianto di biogas, in doppia coltura, seguendo la tecnica colturale comunemente adottata in Provincia di Lodi. Le rese sono pari a 37 e 50 t_q/ha, rispettivamente, per triticale e mais in secondo raccolto (Ibrido Classe 500). Il liquame suino, invece, ha provenienza aziendale.

Il biogas prodotto è utilizzato in un gruppo CHP con potenza elettrica di 500 kW (rendimento elettrico del 37%) e termica di 660 kW (rendimento termico 49%). L'energia elettrica prodotta è interamente immessa in rete mentre per il soddisfacimento degli autoconsumi elettrici (pompe, miscelatori, sistemi di trattamento del biogas, separatore solido-liquido ecc.) l'elettricità necessaria è prelevata da rete.

Gli autoconsumi elettrici corrispondono mediamente al 9,5% dell'energia prodotta e sono in parte preponderante dovuti alla miscelazione.

Per l'analisi LCA sono state raccolte tutte le informazioni relative:

- alla fase di campo (tecnica colturale adottata; quantità di fertilizzanti, carburanti, sementi e agrofarmaci utilizzate; rese produttive; modalità di gestione dei reflui; distanze di trasporto, ecc.);
- alla fase di conservazione della biomassa (consumi di gasolio per insilamento,



perdite di materiale);

- alla fase di operatività dell'impianto (consumi di biomassa, produzione biogas e di energia elettrica, autoconsumi termici ed elettrici, ecc.).

Risultati

In tabella sono riportati i risultati ambientali riferiti al kWh elettrico generato nella filiera della digestione anaerobica.

| Categoria di impatto | Unità | 1 kWh _e impianto biogas | 1 kWh _e rete elettrica ita |
|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--|
| Diminuzione risorse abiotiche | kg Sb eq | -0,00016 | 0,00451 |
| Acidificazione | kg SO ₂ eq | 0,00658 | 0,00294 |
| Eutrofizzazione | kg PO ₄ ⁻³ eq | 0,00124 | 0,000559 |
| Diminuzione strato di ozono | kg CFC-11eq | -7,70·10 ⁻⁰⁹ | 5,04·10 ⁻⁰⁸ |
| Formazione ossidanti fotochimici | kg C ₂ H ₄ | 0,00011 | 0,0012 |
| Riscaldamento globale | kg CO ₂ eq | -0,2425 | 0,632 |

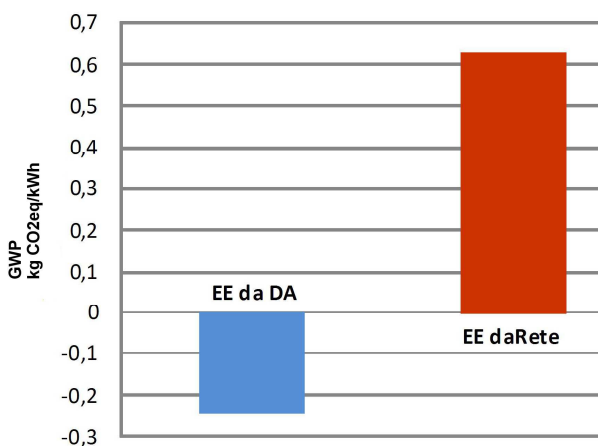
Dal confronto con gli effetti ambientali del "mix elettrico nazionale" (l'insieme delle tecnologie che il Paese sta adottando per produrre l'elettricità di cui necessita) è interessante notare che – a differenza dell'elettricità della rete che presenta sempre indici positivi e quindi effetti dannosi all'ambiente – quella prodotta attraverso la DA è caratterizzata da indicatori di effetti ambientali inferiori a zero per alcune categorie.

In particolare, sono inferiori a zero categorie quali:

- diminuzione delle risorse abiotiche: -104%,
- riscaldamento globale: -138%,
- diminuzione dello strato di ozono: -115%.

L'ottenimento di indici inferiori a zero – quindi di benefici per l'ambiente – è dovuto al fatto che:

- la generazione di energia elettrica da fonte rinnovabile è legata a un credito ambientale poiché sostituisce la produzione di elettricità da fonte fossile;

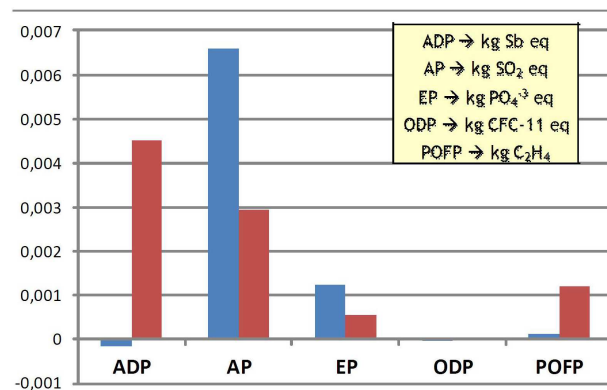


- l'impiego agronomico del digestato evita gli effetti associati all'impiego di fertilizzanti minerali di sintesi la cui produzione è decisamente energivora.

Per quanto riguarda invece la formazione di ossidanti fotochimici, l'effetto dell'energia da biogas è leggermente superiore (+9%) a quello del mix elettrico; inoltre è sensibilmente superiore a quello del mix elettrico per: acidificazione del suolo (+125%) ed eutrofizzazione delle acque (+120%). Per queste ultime due categorie, a incidere negativamente, è la fase di colti-

vazione dei cereali utilizzati per l'alimentazione dell'impianto; a questo si aggiunge il fatto che l'applicazione di fertilizzanti (in particolare azotati, sia organici che minerali) comporta emissioni in atmosfera di sostanze come l'ammoniaca e il protossido di azoto e, in acqua, di nitrati (lisciviati) e di fosfati (persi a causa di erosione superficiale

del terreno).



La diminuzione degli effetti ambientali è legata all'ottimizzazione della fase di campo. È infatti in questa fase della filiera che, da un lato, l'impiego di fertilizzanti comporta pericolose emissioni e, dall'altro, la meccanizzazione delle operazioni di campo determina un forte consumo di carburanti e emissioni di gas serra in atmosfera.

Quindi le possibili soluzioni per la riduzione degli effetti ambientali sono:

- riduzione dei consumi di carburanti, per esempio, mediante tecniche alternative di lavorazione e di preparazione del letto di semina (minima lavorazione, semina su sodo, lavorazione a due strati);
- riduzione delle emissioni dalla distribuzione del digestato (per esempio rapido interrimento e/o iniezione di digestato).

Conclusioni

Negli ultimi anni sono stati condotti molti studi riguardanti la sostenibilità delle filiere per la generazione di elettricità da fonte rinnovabile; in particolare, la filiera della digestione anaerobica è una delle filiere più studiate. Occorre considerare che sono molti gli aspetti che concorrono alla definizione di sostenibilità di una filiera e che solo un'accurata e comprensiva valutazione permette di ottenere un'informazione completa. Solo un'analisi di tutti questi aspetti può permettere di scegliere le soluzioni caratterizzate da minori conseguenze ambientali. In questo contesto l'applicazione della metodologia LCA è interessante perché rappresenta uno strumento utile per quantificare oggettivamente (indicatori numerici), in modo standardizzato, le prestazioni ambientali dell'intera filiera.

Riguardo la filiera della DA oggetto di studio nel presente contributo, l'analisi condotta ha evidenziato che, per importanti categorie di conseguenze ambientali (come l'acidificazione e l'eutrofizzazione), l'energia elettrica prodotta attraverso il biogas può presentare effetti potenziali sull'ambiente nettamente superiori a quello dell'elettricità di rete. Al contrario, per altre categorie i risultati sono positivi.

Ferma restando l'importanza legata alla generazione di energia da fonti rinnovabili – soprattutto riguardo al raggiungimento degli obiettivi europei – si rende quindi necessaria l'individuazione e la successiva valutazione di soluzioni in grado di ridurre tutte le conseguenze in modo da rendere la filiera sostenibile sotto tutti gli aspetti.



Jacopo Becenetti è assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Scienze agrarie e ambientali dell'Università degli Studi di Milano.

Marco Fiala è professore associato presso il Dipartimento di Scienze agrarie e ambientali dell'Università degli Studi di Milano.

www.intersezioni.eu



Regione Lombardia

Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale: l'Europa investe nelle zone rurali
PSR 2007-2013 – Direzione Generale Agricoltura