

Agroenergie

La sostenibilità delle filiere agro-energetiche

Jacopo Bacenetti, Marco Fiala,
Aira Mena

Premessa

L'Unione europea (Ue) ha fissato ambiziosi obiettivi circa l'aumento della produzione di energia da fonte rinnovabile (Fer) e la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra (Ghg). Lo sviluppo di filiere agro-energetiche è vincolato, oltre che alla fattibilità tecnica, alla possibilità per gli imprenditori agricoli di ottenere congrui ricavi (sostenibilità economica); tale condizione è imprescindibile affinché i sistemi agro-energetici continuino a diffondersi, giocando un ruolo di crescente importanza nella costituzione dei mix energetici dei vari Paesi.

In Europa gli incentivi per la produzione di energia da fonti rinnovabili (che in Italia sono di fatto limitati all'energia elettrica e sono fra i più alti al mondo) garantiscono la sostenibilità economica alla maggior parte delle filiere agro-energetiche, ma può anche indurre la diffusione di filiere che, seppur economicamente vantaggiose, non sono sostenibili dal punto di vista energetico e/o ambientale, presentando benefici minori rispetto agli oneri necessari per attuarle.

Oggi, la sostenibilità di una filiera va, dunque, intesa in termini complessivi, misurandone contestualmente gli aspetti economici, energetici e ambientali. A tal fine, presso il Dipartimento di Ingegneria agraria di Milano è stata sviluppata una prima versione di un software per la valutazione della sostenibilità globale delle più diffuse filiere agro-energetiche.

Il software SE3A

Il modello, denominato SE3A, è un potente strumento per la valutazione delle prestazioni complessive delle

Il software SE3A stima indici economici, energetici e ambientali sito-specifici. Una simulazione evidenzia il vantaggio della cogenerazione nella filiera biogas.

varie filiere attuate in diversi contesti operativi e permette una valutazione sia preventiva che consuntiva – di diversi processi/opzioni di produzione agro-energetica. SE3A è implementato utilizzando le metodologie di calcolo consolidate (o più recenti) relative ai tre aspetti considerati; la logica con cui è definito il carico energetico-ambientale della filiera ricalca le indicazioni contenute nelle norme Iso che definiscono l'analisi del ciclo di vita (Lca).

La metodologia Lca – come noto – considera tutti i consumi di energia, così come tutte le emissioni di gas clima-alteranti.

I punti di forza del modello sono la possibilità di analizzare sia filiere differenti, sia differenti soluzioni/opzioni tecniche della medesima filiera, la semplicità d'utilizzo e la restituzione di risultati di facile interpretazione. Pur essendo stato sviluppato principalmente come strumento d'analisi rivolto a operatori (funzionari pubblici, associazioni di produttori, ecc.) chiamati a valutare l'impatto delle agro-energie a livello territoriale, SE3A può essere utile anche a imprenditori agricoli interessati a valutare le potenzialità delle diverse filiere direttamente nella loro azienda.

Per un corretto funzionamento e per la restituzione di risultati il più possibile veritieri e sito-specifici, il modello richiede una serie di dati e parametri di input:

- le informazioni generali sulla filiera agro-energetica e sull'azienda in cui si produce la biomassa (localizzazione, Sau totale, ripartizione tra coltura energetica e colture tradizionali, composizione del parco macchine operatrici e trattori);

- la sequenza di operazioni meccanizzate del ciclo colturale relative sia alla coltura energetica sia a quelle tradizionali, quantità e prezzi dei fattori produttivi impiegati (fertilizzanti, sementi, prodotti fitosanitari, ecc), rese e caratteristiche della biomassa prodotta e di eventuali sottoprodotti;
- le modalità di trasporto e stoccaggio della biomassa (mezzi impiegati, distanze di trasporto, modalità di stoccaggio, perdite di prodotto);
- la trasformazione energetica scelta (rendimenti di trasformazione, autoconsumi, spese sostenute).

Il modello è su scala aziendale e simula la conversione di quote crescenti della superficie aziendale a coltura energetica, permettendo così di valutare le performance della Fae pur mantenendo le colture tradizionali su parte della Sau. L'impiego di SE3A calcola:

- i tre costi di produzione del biocombustibile o dell'energia: economico (€), energetico (MJ) e ambientale, cioè le emissioni di Ghg (kg CO₂ equivalenti).
- i ricavi: economico, calcolato sulla base dei prezzi di vendita di prodotti e coprodotti, nonché di eventuali incentivi percepiti; energetico, calcolato considerando il Potere calorifico netto (Pcn) del prodotto e degli eventuali coprodotti, oppure, se sono considerate tutte le fasi della filiera, l'indice è calcolato sulla base dell'energia netta generata; il saldo ambientale tra le emissioni evitate (rispetto alla produzione della medesima energia con fonti convenzionali) e quelle prodotte;
- i bilanci: economico come rapporto ricavi/costi (R/C), energetico output/input noto come Eroi (O/I) e ambientale come rapporto tra le emissioni evitate/prodotte (Av/Em), perché una Fae sia sostenibile tali rapporti devono essere >1;
- l'indice di sostenibilità globale (Gsi), cioè il valore che sintetizza le prestazioni della soluzione analizzata sui tre livelli di analisi (Eea) e che permette l'immediato confronto tra i diversi scenari.

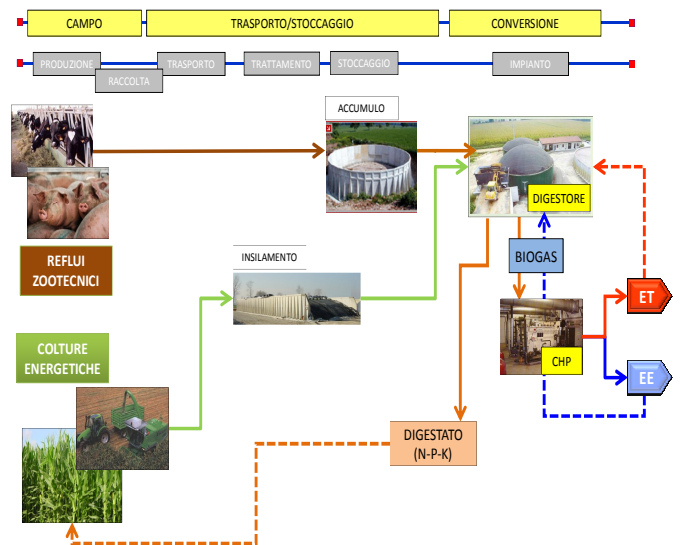
In termini grafici, il Gsi è rappresentato dall'area del triangolo, costruito su un grafico a tre assi che ha come vertici i tre bilanci. Quanto più quest'area è grande tanto più la filiera è sostenibile.

La filiera biogas

A titolo di esempio SE3A è stato applicato alla filiera del biogas. La filiera studiata, come illustrato nella prima

immagine, prevede la codigestione di liquami suini e insilato di mais.

Il trasporto non è considerato in quanto né l'insilato né i liquami sono movimentati al di fuori dell'azienda, lo stoccaggio della coltura energetica è, invece, computato considerando una perdita di prodotto durante le operazioni di insilamento pari al 3%.



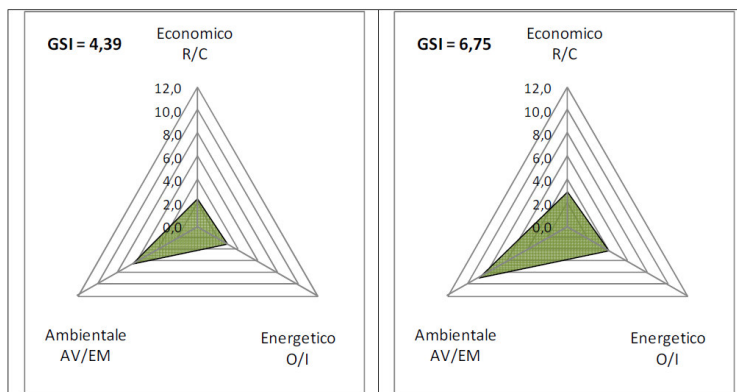
La digestione anaerobica avviene in un impianto monostadio che opera in termofilia, caratterizzato da due digestori completamente miscelati che operano in parallelo con un volume complessivo di 5100 m³.

Il biogas oggi viene utilizzato per alimentare un gruppo elettrogeno (Chp) funzionante in assetto cogenerativo (energia elettrica e energia termica) per 8000 h/anno con rendimenti, rispettivamente, pari a $\eta_{EE} = 41\%$ e $\eta_{ET} = 50\%$ ($P_e = 1,0$ MWe e $P_t = 1,1$ MWt). Si assumono gli autoconsumi: i) elettrici (ausiliari) pari all'8% dell'E_e lorda generata e ii) termici (riscaldamento substrato) pari al 35% dell'E_t lorda generata dal gruppo Chp. I risultati della filiera vengono riportati ipotizzando o meno la valorizzazione dell'energia termica prodotta. Inoltre, per la valutazione della fase di conversione sono stati considerati i seguenti parametri: investimento specifico: 5000 €/kWe (terreni esclusi), vita utile dell'impianto: 20 anni, funzionamento: 8000 h/anno, la presenza di 1 addetto e altre spese di gestione (acquisto di materiali, consulenze, ecc.) per 20000 €/anno. Il digestato è stato considerato un prodotto ad effetto nullo, ovvero i benefici derivanti dalla sua valorizzazione come fertilizzante sono stati considerati pari ai suoi costi.

Dal punto di vista ambientale, poiché la CO₂ assorbita nella biomassa è liberata al momento della sua utilizzazione, il reale beneficio deriva dall'evitato consumo di combustibili fossili per la produzione di energia elettrica derivante dall'impiego di biogas. A tal proposito, il sistema di riferimento considerato è rappresentato dall'emissione unitaria media del sistema italiano (0,575 kg CO₂eq/kWh_e). Per quanto riguarda i ricavi economici è preso in considerazione il meccanismo di incentivazione della tariffa omnicomprensiva.

Su queste basi, si ottengono i risultati riportati in tabella, riferiti all'energia elettrica netta allocando o meno parte del costo di filiera all'energia termica prodotta. Il grafico illustra l'indice di sostenibilità globale della filiera in assenza e presenza di valorizzazione dell'energia termica.

	ASPETTO					
	ECONOMICO		ENERGETICO		AMBIENTALE	
	€/kWh _e		MJ/kWh _e		kg CO ₂ eq/kWh _e	
	Solo EE	EE&ET	Solo EE	EE&ET	Solo EE	EE&ET
COSTO	0,114	0,092	1,196	0,871	0,088	0,065
RICAVO	0,280		3,6		0,575	
GUADAGNO	0,166	0,188	2,404	2,729	0,486	0,510
BILANCIO*	2,46	3,03	3,01	4,13	6,5	8,8



l'esecuzione della simulazione. Inoltre, è interessante osservare come la decisione di valorizzare o meno il calore prodotto dal Chp sensibile influenzi notevolmente le prestazioni della filiera.

Lo sviluppo futuro di SE3A prevede la messa a punto di un Gsi "pesato" che abbia, cioè la possibilità di dare ai tre aspetti una valenza differente a seconda dello scopo dell'analisi (esempio:

aumentare il peso dell'aspetto ambientale in aree vulnerabili).



Jacopo Bacenetti è assegnista di ricerca presso il Dipartimento di ingegneria agraria dell'Università degli Studi di Milano. Marco Fiala è professore associato di Energetica in agricoltura presso l'Università degli Studi di Milano. Aira Mena è assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Ingegneria agraria dell'Università degli Studi di Milano.

www.intersezioni.eu

Conclusioni

La sempre maggiore diffusione delle agro-energie, spinta anche dalla presenza di una forte incentivazione, non può però prescindere dal raggiungimento – oltre che sotto il profilo economico – di buone prestazioni anche sotto quello energetico e ambientale.

Un modello di calcolo specifico per la valutazione delle diverse filiere agro-energetiche si presenta come un utile strumento in grado di fornire indicazioni, sia preventive che consuntive, riguardo la sostenibilità globale dei diversi processi. SE3A permette di rispondere a queste esigenze e, seppur ancora in fase di sviluppo, consente di ottenere informazioni utili, dettagliate e sito-specifiche.

Riguardo all'esempio proposto, relativo alla filiera di produzione del biogas, va sottolineato che i risultati riportati sono puramente indicativi e soggetti a variazioni, anche sensibili, in funzione dei dati impiegati per