

“Cooperativa San Lorenzo”

Report finale valutazione attrezzatura mobile per cavitazione liquietame

a cura di:



Centro Ricerche Produzioni Animali CRPA
Viale Timavo, 43/2 – 42121 Reggio Emilia
Tel 0522 436999 – Fax. 0522 435142



Settore Ambiente

Reggio Emilia, 2/5/2019

Il presente rapporto redatto da CRPA spa ha lo scopo di illustrare i risultati complessivi delle prove di verifica funzionale del dispositivo sviluppato all'interno del progetto LifeDOP, per la preparazione di una miscela di liquiletame omogeneizzata e idonea al trasporto verso impianti di produzione di biogas.

1 Descrizione attrezzatura

CRPA ha il compito di verificare la funzionalità e le performance produttive di una attrezzatura mobile composta da:

- sistema di carico materiale solido a base di letame paglioso: tramoggia con cella di carico per dosare materiale palabile al miscelatore solido-liquido;
- miscelatore di frazione liquida e solida: cilindro rotante con aspo interno avente lo scopo di amalgamare la frazione solida con la frazione liquida. Il sistema ha un ciclo di funzionamento che prevede inizialmente uno stazionamento in posizione orizzontale e il riempimento con il materiale da trattare, successivamente il sollevamento in posizione verticale con un movimento rotatorio continuo e, infine, lo svuotamento verso la pompa di trasferimento;
- trituratore grossolano: trituratore a lama e controlama con lo scopo di proteggere gli organi di pompaggio, filtrare materiali lapidei e ridurre grossolanamente la pezzatura dei materiali fibrosi;
- pompa di alimentazione e movimentazione: pompa volumetrica in grado di trasferire flussi ad alta densità;
- cavitatore idrodinamico: rappresenta il cuore dell'impianto e consente di destrutturare e omogeneizzare i materiali composti prevalentemente da frazioni fibrose.

Il sistema è interamente montato su un carrello trainato, ed alimentato con generatore elettrico a gasolio in grado di erogare tutta la potenza elettrica necessaria al funzionamento dell'attrezzatura.

Scopo dell'attrezzatura è quello di collettare frazioni liquide e palabile di effluenti bovini e convertirli in una miscela omogeneizzata ad elevato contenuto energetico ed idonea per tutti gli impianti di produzione di biogas. Principali parametri e benefici attesi:

- produzione di 25 m³/h di prodotto cavitato;
- preparazione di una miscela pompabile ma con tenore di secco fino al 16%
- riduzione della pezzatura della frazione fibrosa per non creare problemi ai pompaggi e alla miscelazione dei digestori CSTR a cui è destinata
- ridurre i costi di trasporto per unità di prodotto finale (metano) ottenibile, grazie alla elevata densità energetica ottenibile

2 Attività

CRPA ha seguito le prove preliminari di verifica del dispositivo monitorando per diverse sessioni diversi parametri funzionali: tempi di lavoro, tenori di sostanza secca, problematiche funzionali, valutazioni economiche.

Analisi della filiera interessata

L'analisi della convenienza economica dell'applicazione del dispositivo valutato viene fatta seguendo una specifica metodologia che ha lo scopo di individuare e valutare i benefici per i diversi soggetti interessati alla filiera: società, allevatore di bovini, produttore biogas, cerealicoltore.

2.1.1 Il punto di vista della Società

In termini generali la società ha l'esigenza di individuare sistemi produttivi o modifiche di processi esistenti che siano in grado di migliorare la sostenibilità tecnico-ambientale-economica degli stessi. In particolare, nel sistema agricolo analizzato la sostenibilità delle produzioni casearie riguarda l'impatto che gli effluenti zootecnici possono avere rispetto all'ambiente: emissioni di gas effetto serra (metano e protossido di azoto in particolare), gestione agronomica non ottimizzata, emissioni di odori. Questi aspetti sono legati alla naturale instabilità della materia organica escreta dai bovini, soggetta a diversi fenomeni di trasformazione chimico-biologica:

- degradazione anaerobica: la materia organica escreta dai bovini proviene da un ambiente (rumine) naturalmente anaerobico e ricco di una microflora batterica in grado di digerire gli alimenti al fine di convertirli in acidi grassi a loro volta metabolizzabili dall'animale in latte, carne. Il processo digestivo, tuttavia, lascia dei composti non perfettamente degradati che sono alla base dei processi di produzione di biogas nelle vasche di stoccaggio degli effluenti → limitare e/o annullare queste emissioni, preferibilmente con un beneficio, è un aspetto importante per aumentare la sostenibilità ambientale delle produzioni;
- degradazione aerobica: la materia organica residua dal processo di digestione può essere degradata aerobicamente con tecnologie biologiche (aerazione, compostaggio). Tale processo, tuttavia, pur riducendo le emissioni di GHG necessita di investimenti inproduttivi e ad alto fabbisogno di energia. Riduce il problema ma non porta benefici nell'economia della filiera;
- emissioni di ammoniaca e protossido di azoto: la gestione degli effluenti in vasche a recupero di gas e una corretta gestione della distribuzione agronomica può attenuare le perdite in atmosfera di questi due composti gassosi ad impatto sull'ambiente. In entrambi i casi, sono soprattutto i momenti della distribuzione in campo e le modalità. La tecnologia analizzata può aiutare indirettamente il raggiungimento di questi obiettivi perché utilizza materiale organico altrimenti difficilmente avviabile a digestione e favorisce la crescita di una filiera di gestione degli effluenti con logistica ottimizzata per la distribuzione in campo

Il beneficio per la società, in definitiva, è la massimizzazione del collettamento di effluenti zootecnici e avvio degli stessi a digestione anaerobica, minimizzando al contempo i costi.

2.1.2 Il punto di vista del produttore di effluenti zootecnici bovini

Per il produttore di latte o carne, gli effluenti zootecnici rappresentano un residuo del ciclo produttivo che, allo stato attuale, ha come destino d'uso la fertilizzazione dei terreni. Pur essendo una parte del ciclo produttivo fondamentale, la gestione degli effluenti al campo è spesso causa di costi legati alle dimensioni aziendali, all'impossibilità di ottimizzare gli stoccaggi e di recuperare il biogas prodotto naturalmente, all'impossibilità di disporre delle migliori tecnologie per la distribuzione. Gli effluenti zootecnici, inoltre, hanno caratteristiche chimico-fisiche molto variabili e dipendenti non solo dalle condizioni operative

della stalla ma anche dalle condizioni climatiche. Ciò rende tali prodotti molto difficilmente standardizzabili.

Sotto il profilo della valorizzazione energetica, la materia organica degli effluenti ha un indubbio vantaggio del poter essere convertita facilmente in biogas con una degradabilità di circa il 50%: ciò significa che mediamente un liquame di bovini da latte al 7% di sostanza secca è in grado di produrre circa 12 m³ di metano per tonnellata di prodotto. Qualora il liquame venisse diluito per effetto delle piogge o per collettamento di acque di lavaggio della sala mungitura o per problemi di perdite dei sistemi di abbeverata, il suo valore scenderebbe proporzionalmente al contenuto idrico. E' evidente, quindi, che la stipula di accordi con eventuali utilizzatori di questo prodotto risente decisamente di questa variabilità. Per massimizzare il beneficio ambientale ed energetico è necessario che tutte le frazioni organiche disponibili possano essere avviate a costi contenuti ad un soggetto terzo utilizzatore: allo stato attuale è prassi diffusa conferire le frazioni palabili (letame) e lasciare in azienda le frazioni non palabili.

L'iniziativa incontra il beneficio dell'allevatore nel momento in cui il gestore dell'attrezzature si impegna a ritirare sia le frazioni liquide che solide, le miscela opportunamente, riducendone la pezzatura ed eliminando tutte le frazioni inerti (ferri, cordame, legni...), in modo da ottenere una miscela omogenea e stabile. In questo modo tutto il potenziale, originariamente considerabile inquinante, può divenire materia per produzione di un gas rinnovabile.

2.1.3 Il punto di vista del produttore di biogas

Per il produttore di biogas l'opportunità migliorativa del proprio processo produttivo risiede nel ridurre il fabbisogno di colture dedicate con l'introduzione di matrici sostitutive. In linea generale gli effluenti zootecnici sono sempre stati interessanti per la conversione in biogas ma spesso hanno avuto una ridotta diffusione a causa di: elevata contenuto idrico che influisce sulle distanza del trasporto, riduzione del tempo di ritenzione idraulica, presenza di corpi estranei che determinano rotture e costi accessori.

La possibilità di avere a disposizione un prodotto omogeneizzato con un alto tenore di sostanza secca, omogeneizzato, deareato e destrutturato consente di sostituire una elevata quota di colture dedicate senza perdere di efficienza o avere costi aggiuntivi.

2.1.4 Il punto di vista dell'utilizzatore del residuo di processo (cerealicoltore)

Dal punto di vista del cerealicoltore, spesso coincidente con lo stesso allevatore, la possibilità di avere a disposizione un prodotto ("Digestato"), arricchito di elementi minerali ad elevata disponibilità biologica e capacità fertilizzante ed ammendante, migliora indubbiamente la fertilità dei propri terreni e, di conseguenza, la convenienza al suo utilizzo. Quando gestito correttamente in termini di tempistiche, quantità e modalità distributiva l'utilizzo del digestato può eliminare completamente l'utilizzo di concimi chimici facendo ricadere tale beneficio sull'intera società.

Aspetti economici

Le attività condotte hanno dimostrato che la filiera produttiva incentrata sull'utilizzo del cavitatore permette di utilizzare, spesso integralmente, gli effluenti di allevamento convertendoli in un prodotto con valore energetico interessante.

I test di cavitazione hanno mostrato che sotto il profilo della granulometria la superficie specifica di

esposizione all'attacco enzimatico viene incrementata e che la presenza di inerti e corpi indesiderati viene pressochè eliminata. La capacità di trattamento del sistema, inoltre, è stato dimostrato arrivare regolarmente a 25 t/h. Tuttavia, sotto il profilo energetico, i test di laboratorio pur avendo mostrato un incremento della velocità di produzione (minore tempo per raggiungere la medesima produzione di biogas), dall'altra parte non hanno mostrato un incremento significativo del potenziale metanigeno. Tale caratteristica va pertanto interpretata quale variabile extra-energetica, valorizzabile da parte dell'utente solo in termini di miglioramento delle performance tecniche dell'impianto e di potenziale sostitutivo delle colture dedicate: in pratica, un prodotto pompabile ad elevata degradabilità può sostituire una più elevata quantità di colture dedicate.

2.2.1 Analisi dei benefici dalla parte del produttore di biogas

Nelle due tabelle a seguire vengono riportati gli scenari di calcolo del costo Feedstock+digestate del medesimo impianto in cui parte della dieta viene sostituita con un prodotto cavitato:

1° scenario: scenario di riferimento in cui il 94% del metano viene prodotto con insilato di mais e il 6% con un liquame standard al 7% di ST. Tutto il prodotto palabile viene caricato nella tramoggia al ritmo di 2 h per 50 t di prodotto e il digestato viene distribuito ad un costo di 2,5 €/t con un limite di 170 kgNzoot/ha.

SCENARIO DI RIFERIMENTO					
Dieta	Silomais	Solido separato	Cavitato	Liquame	Totale
Quantità	50			30	80
ST	33%	20%	12%	7%	
SV	96%	83%	83%	83%	
BMP	350	220	220	220	
CH4	5544	0	0	383	5927
	94%	0%	0%	6%	
Costo (€/t)	€ 50.00		€ 8.50	€ -	€ 2,500
Costo (€/m3 CH4)	€ 0.45	€ -	€ 0.39	€ -	€ 0.42
Costo (€/a)	€ 912,500	€ -	€ -	€ -	€ 912,500
Costi caricamento tramoggia					
Tempo riempimento tramoggia (h/t)	0.04	h/t			
Costo orario caricamento tramoggia (€/h)	€ 40.00	€/h			
Costo carico (€/a)	€ 29,200	-			€ 29,200
Gestione digestato					
Peso biogas (kg/gg)	13,715	-	-	872	14,587
Digestato equivalente (t/a)	36.3	-	-	29.1	65.4
Costo distribuzione + stoccaggio (€/t)	€ 2.50				
Costo lordo distribuzione €/a	€ 33,110	€ -	€ -	€ 26,579	€ 59,689
Storno digestato (t/a)			€ -		
Costo netto distribuzione (€/a)	€ 33,110	€ -	€ -	€ 26,579	€ 59,689
Azoto totale (%ST)	1.4%	2.2%	3.8%	4.1%	
Azoto totale (kg/a)	84,315	-	-	31,427	115,742
Storno azoto (kg/a)					-
N da distribuire (kg/a)	84,315	-	-	31,427	115,742
Costo concessione (€/ha)	€ 60.00				
Dose massima (kgNzoot/ha)	170				
Costo annuo	€ 10,841	€ -	€ -	€ 4,041	€ 14,881
Totale					
Costo feedstock+Digestate	€ 985,651	€ -	€ -	€ 30,620	€ 1,016,271

2° scenario: scenario implementato in cui il 71% del metano viene prodotto con insilato di mais, il 22% con miscela cavitata al 12% di ST e il 6% con un liquame standard al 7% di ST. Tutto il prodotto palabile viene caricato nella tramoggia al ritmo di 2 h per 50 t di prodotto e il digestato viene distribuito

SCENARIO CON CAVITATO					
Dieta	Silomais	Solido separato	Cavitato	Liquame	Totale
Quantità	38		60	30	128
ST	33%	20%	12%	7%	
SV	96%	83%	83%	83%	
BMP	350	220	220	220	
CH4	4213	0	1315	383	5912
	71%	0%	22%	6%	
Costo (€/t)	€ 50.00	€ -	€ 8.50	€ -	€ 2,410
Costo (€/m3 CH4)	€ 0.45	€ -	€ 0.39	€ -	€ 0.41
Costo (€/a)	€ 693,500	€ -	€ 186,150	€ -	€ 879,650
Costi caricamento tramoggia					
Tempo riempimento tramoggia (h/t)	0.04				
Costo orario caricamento tramoggia (€/h)	€ 40.00				
Costo carico (€/a)	€ 22,192	-			€ 22,192
Gestione digestato					
Peso biogas (kg/gg)	10,423	-	2,989	872	14,285
Digestato equivalente (t/a)	27.6	-	57.0	29.1	113.7
Costo distribuzione + stoccaggio (€/t)	€ 2.50				
Costo lordo distribuzione €/a	€ 25,164	€ -	€ 52,022	€ 26,579	€ 103,765
Storno digestato (t/a)			-€ 52,022		-€ 52,022
Costo netto distribuzione (€/a)	€ 25,164	€ -	€ -	€ 26,579	€ 51,743
Azoto totale (%ST)	1.4%	2.2%	3.8%	4.1%	
Azoto totale (kg/a)	64,079	-	99,864	31,427	195,370
Storno azoto (kg/a)			- 99,864		- 99,864
N da distribuire (kg/a)	64,079	-	-	31,427	95,506
Costo concessione (€/ha)	€ 60.00				
Dose massima (kgNzoot/ha)	170				
Costo annuo	€ 8,239	€ -	€ -	€ 4,041	€ 12,279
Totale					
Costo feedstock+Digestate	€ 740,856	€ -	€ 186,150	€ 26,579	€ 953,585

ad un costo di 2,5 €/t con un limite di 170 kgNzoot/ha. In questo scenario il cavitato viene ceduto a 8,5 €/t, compresi i costi di ritiro della medesima quota di digestato, la sua distribuzione in campo e il reperimento dei titoli di concessione per la distribuzione di azoto

Il costo complessivo della voce “Feedstock+digestate” nel primo caso risulta essere pari a 1.016.000 €/a vs 953.000 €/a del secondo scenario, con un beneficio complessivo di 62.000 €/a circa. Relativamente alla quota parte di metano prodotta dalla componente cavitata, il costo rispetto all’equivalente delle colture energetiche viene ridotto del 43%. In termini produttivi il tempo di ritenzione dell’impianto passa da 94 giorni a circa 60 giorni, con il beneficio aggiuntivo che il pompaggio del cavitato può essere fatto, grazie alla sua maggiore velocità di digestione, direttamente nel digestore secondario salvaguardando in

tal modo il tempo di ritenzione dei solidi da biomasse dedicate alimentate caricati nei digestori primari.

Oltre a ciò altri benefici, difficilmente quantificabili, riguardano i seguenti aspetti:

- Minore dipendenza dalle variabili produttive agricole e riduzione delle anticipazioni colturali legate all'immobilizzazione dell'equivalente quantità di colture energetiche sostituite con il cavitato
- Minore utilizzo della tramoggia di carico in quanto il 22% della produzione avviene con il carico della miscela per via pompabile, con conseguente risparmio in termini di manutenzione e usura. Si ricorda a tal riguardo che la tramoggia di carico rappresenta una delle voci a più elevato costo di O&M dell'impianto e la cui rottura determina perdite di produzione rilevanti legate alla mancata produzione;
- Basso rischio delle problematiche di miscelazione delle vasche, in quanto la miscela omogeneizzata è stata privata di tutti i corpi estranei problematici
- Arricchimento di micronutrienti e biologia attiva compatibile con il processo di digestione anaerobica;
- Mancato costo dell'equivalente distribuzione di digestato: chiaramente questo fattore è legato al tipo di accordi presenti fra le parti;
- Riduzione del fabbisogno di terra per la gestione dell'azoto residuo in quanto a carico del conferitore;
- Riduzione del fabbisogno di stoccaggio del digestato in quanto a carico del conferitore che lo gestisce utilizzando le vasche aziendali degli allevatori conferitori ovvero lo distribuisce direttamente in campo nei periodi idonei.

2.2.2 Valutazione dei benefici da parte dell'allevatore

Nella gestione della filiera strutturata all'interno del progetto, gli allevatori concorrono a conferire gli effluenti al gestore dell'attrezzatura. Per l'allevatore i costi di stoccaggio, trasporto e distribuzione in campo si riducono per effetto dell'esclusivo trasporto al centro di lavorazione con una riduzione del costo complessivo di circa 2 €/t. Considerando una produzione di circa 100 l/vacca in lattazione oltre ai liquietami di tutto il resto della mandria e alle acque di lavaggio, un allevamento con 400 capi adulti (350 vacche in lattazione) produce indicativamente 22-23.000 t/a di effluenti, che porta ad una riduzione dei costi di circa 45.000€/a. Considerando una produzione di 110 q/capo.a, il risparmio incide per circa 1,3 c€/kg latte prodotto.

Accanto ai benefici economici diretti vi sono da annoverare:

- riduzione dell'impegno da parte dell'allevatore nella gestione degli effluenti zootecnici;
- riduzione, proporzionalmente alle quantità di effluenti ceduti, delle superfici necessarie alla gestione agronomica e relativi costi;
- riduzione delle emissioni di odore dagli stoccaggi

2.2.3 Valutazione benefici per il cerealicoltore che utilizza il digestato

Dalla parte dell'agricoltore cerealicoltore la componente economica più evidente risiede nella capacità fertilizzante del digestato che, limitatamente all'esempio sopra riportato, con 4,7 kgNTK/t permette di sostituire alla dose di 100 m3/ha circa completamente il costo del fertilizzante chimico. Allo stato attuale

considerando il costo dell'urea pari a 35 €/q e il costo di distribuzione pari a 60 €/ha, tale beneficio si traduce in 250 €/ha.

2.2.4 Valutazione dei benefici per la società

In termini della società civile la filiera vale la riduzione delle emissioni di CO₂ equivalenti in atmosfera. Allo stato attuale l'unico riferimento che può essere utilizzato è quello dei titoli di emissione di CO₂, "ETF", scambiati al valore di circa 27 €/t CO₂.

Il profilo emissivo di un allevamento da 400 capi bovini adulti in grado di conferire tutti i suoi effluenti ad un impianto biogas consente di ridurre le proprie emissioni, calcolate indicativamente pari al 70% del potenziale metanigeno ottenibile in DA, ovvero circa 10.500 t/a di CO₂. Utilizzando il valore dell'ETF a 27 €/t, l'emissione evitata varrebbe circa 280.000 €/a. Qualora all'impianto di biogas venisse avviata solo la frazione solida palabile ottenuta da separazione solido-liquida il beneficio si ridurrebbe del 75% con un costo netto per la società di circa 210.000 €, che inevitabilmente in un ambito di obblighi verrebbe riversato sul costo del prodotto finale.

■ Riepilogo prove funzionali

per il CRPA

(dott. Claudio Fabbri)

