

Task 5.4: Sistema innovativo per la valorizzazione agricola del digestato

5.4.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina)

Con la sentenza del 31 agosto 2012 (n. 33588) la Corte di Cassazione è intervenuta sull'annosa questione della qualifica del digestato derivante dalla produzione di biogas e, in particolare, sulla possibilità di impiego di tale sostanza a fini agronomici al di fuori del campo di applicazione della normativa in materia di rifiuti.

Negli ultimi anni sta assumendo sempre maggiore importanza l'uso di effluenti di allevamento, generalmente in miscela con biomassa vegetale, per la produzione di energia. Il processo di digestione anaerobica degli effluenti, oltre a garantire la produzione di biogas, permette di ottenere un materiale di risulta, il digestato, che conserva un elevato valore fertilizzante e il cui utilizzo come concime, nel rispetto delle regole di buona pratica agronomica, può risultare importante.

Il processo di digestione anaerobica consiste nella degradazione in assenza di ossigeno della sostanza organica contenuta nell'ingestato (materiale in ingresso costituito da effluenti di allevamento e/o biomassa vegetale). Il digestato, con il metano, la CO₂ ed altri gas minori è uno dei sottoprodotti di questo processo. Durante la digestione anaerobica, peraltro, i composti azotati presenti nell'ingestato non vengono eliminati, ma solo parzialmente trasformati da una forma in un'altra e si ritrovano quindi integralmente nel digestato.

Nella maggior parte degli impianti di biogas il digestato è sottoposto a separazione solido-liquido con produzione di due frazioni, una cosiddetta palabile (frazione solida) e quella chiarificata.

La frazione solida rappresenta in genere non più del 10% circa del peso del digestato tal quale ed è caratterizzata da un contenuto di sostanza secca relativamente alto, solitamente superiore al 20%. Si caratterizza per una maggiore dotazione di sostanza organica o solidi volatili, una dotazione di azoto sottoforma essenzialmente organica e un rapporto N/P spostato a favore del fosforo.

La frazione solida è adatta a un uso ammendante. Si tratta di un valido sostituto del letame, che contribuisce a mantenere la dotazione di sostanza organica del suolo e rilascia i nutrienti in modo più graduale. Questa frazione può essere convenientemente utilizzata in pre-aratura, oppure in orticoltura e frutticoltura, quando occorre fornire un fertilizzante organico capace di cedere lentamente gli elementi nutritivi.

La frazione chiarificata rappresenta almeno il 90% del volume del digestato tal quale ed è caratterizzata da un tenore di sostanza secca mediamente compreso tra il 2 e l'8%. Essa si caratterizza per una minore dotazione di sostanza organica, una dotazione di azoto rappresentata per oltre il 45-50% da azoto ammoniacale e da un rapporto N/P spostato a favore dell'azoto.

Essendo ben dotata di azoto sotto forma ammoniacale, ha un pronto effetto nutritivo per le colture.

Grazie alla più facile infiltrazione nel suolo subito dopo lo spandimento, la distribuzione della frazione chiarificata in luogo del digestato tal quale può ridurre le emissioni di ammoniaca in atmosfera; quando il tenore di solidi è abbastanza ridotto può essere possibile la distribuzione anche senza interrimento o con interrimento poco profondo. Si tratta di un materiale che si presta anche ad un uso in copertura con tecniche di fertirrigazione o nuove tecniche di distribuzione.

Ogni MWe installato produce circa 50 m³/giorno/anno di digestato. Per questa risorsa si stanno profilando problemi per lo smaltimento, mancando quelle tecnologie idonee per provvedere alla distribuzione sul terreno agricolo in conformità con le normative vigenti. È una risorsa importante di liquido fertilizzante che deve essere impiegata sia per sopperire alla carenza idrica sempre più marcata che per evitare costosi interventi fertilizzanti. Tuttavia le tecnologie attualmente disponibili non ne permettono la piena valorizzazione.

La presente proposta progettuale si propone di sviluppare soluzioni tecnologiche in grado di risolvere le problematiche elencate attraverso sistemi di accumulo posti in campo e removibili

abbinati a manichette innovative per lo spandimento in campo di questo importante sottoprodotto, principalmente durante i mesi estivi.

5.4.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)

Task leader:

Luigi Pari- UO CREA- ING, (vedi Task 2.3).

Partecipanti:

Francesco Gallucci - UO CREA ING, (vedi Paragrafo 1.8, pag. 22).

Massimo Brambilla - UO CREA ING, (vedi Task 1.7).

Claudio Fabbri - UO CRPA, laureato con 110/110 in Scienze Agrarie presso l'Università degli Studi di Milano nel 1992, dal 1993 ad oggi opera, in qualità di ricercatore senior, presso il Centro Ricerche Produzioni Animali di Reggio Emilia all'interno dell'unità Ambiente ed Energia.

Ha svolto la sua attività nell'ambito di numerosi progetti di ricerca, sperimentazione ed assistenza tecnica, finanziati dalla Regione Emilia-Romagna, dall'ENEA, dal CNR, dall'ENEL, dall'ANPA, dai Ministeri dell'Ambiente e delle Politiche Agricole e Forestali, dalla Commissione Europea, occupandosi di: tecnologie elettriche a risparmio energetico, macchine e meccanizzazione agricola nell'ambito della filiera delle tecnologie per la fienagione e l'essiccazione dei foraggi, dei trattamenti dei liquami e digestati (principalmente strippaggio ed essiccazione), emissioni in atmosfera di gas climalteranti (ammoniaca), gas ad effetto serra (metano e protossido di azoto) e composti osmogeni, caratterizzazione, trattamento e gestione degli effluenti zootecnici e dei reflui agro-industriali, della digestione anaerobica, di analisi energetica nelle aziende zootecniche e nell'agro-industria, di risanamento ambientale di aree con elevata attività agricola, zootecnica ed agro-industriale.

Dal 2011 è responsabile del progetto BMP (Biochemical Methane Potential) condotto all'interno delle attività sulla digestione anaerobica di CRPA e delle attività di supporto e assistenza agli impianti di produzione in scala reale di biogas. Ha contribuito a sviluppare metodologie interne per il monitoraggio e la messa a punto di tecnologie di pretrattamento di biomasse e di ottimizzazione della conversione energetica di digestati, operando soprattutto nella caratterizzazione reologica delle matrici palabili e pompabili

Pubblicazioni

- Febbi P., Menesatti P., Costa C., Pari L., Cecchini M. 2015. Automated determination of poplar chip size distribution based on combined image and multivariate analyses. *Biomass and Bioenergy*, 73: 1-10.
- Tambone F., Adani F., Gigliotti G., Volpe D., Fabbri C., Provenzano M.R. 2013. Organic matter characterization during the anaerobic digestion of different biomasses by means of CPMAS ¹³C NMR spectroscopy, *Biomass and Bioenergy*, 48, 111-120.
- Brambilla M., Araldi F., Marchesi M., Bertazzoni B., Zagni M. and Prof. P. Navarotto (2012). Monitoring of the Start up Phase of one Continuous Anaerobic Digester at Pilot Scale Level. *Biomass & Bioenergy*, 36, 439-446.
- Aleandri, R., Gallucci, F., Marchetti, R., Signorini, A., Izzo, G., Liberatore, R. 2014. Method and plant for the continuous production of hydrogen (h₂) and methane (ch₄) from zootechnical effluents; International Publication Number WO 2014/147558 A1, PCT/IB2014/059942 (25/09/2014).

5.4.3 Obiettivi della task

La proposta progettuale indicata nella presente Task si propone di sviluppare soluzioni tecnologiche in grado di risolvere le problematiche legate ad un completo riutilizzo agronomico del digestato come importante fonte fertilizzante. L'innovazione tecnologica prevede la costituzione di sistemi di accumulo posti in campo e removibili abbinati a manichette innovative per lo spandimento in campo, durante i mesi estivi.

5.4.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

Linea 1: Valutazione dei sistemi di separazione solido liquido in commercio.

Poiché la composizione del digestato è in relazione alle biomasse in entrata nell'impianto, si possono avere fluidi con una percentuale di solido variante tra il 2% e il 10%. Il solido presente può avere diverse caratteristiche e diversa composizione chimica. La composizione della frazione solida definisce le proprietà reologiche del digestato. La valutazione dei sistemi di separazione solido/liquido presenti in commercio avrà lo scopo di identificare quella soluzione tecnica che permette di ottenere un liquido chiarificato con proprietà reologiche simili partendo da diversi digestati. Verranno valutati indicativamente 3 tipologie di separatori (compressori elicoidali, separatori a rulli contrapposti e centrifughe ad asse orizzontale) per 3 tipologie distinte di digestati e/o liquami. I test saranno condotti misurando l'efficienza di separazione dei solidi totali, solidi volatili, azoto totale e ammoniacale e peso. I campioni di digestato all'ingresso dei separatori e la frazione chiarificata all'uscita dei separatori solido/liquidi saranno campionati in rapida successione e analizzati per i seguenti parametri: solidi totali, solidi volatili, viscosità dinamica, granulometria, densità, azoto totale e ammoniacale. Per ogni prova di separazione sarà valutata l'incertezza della misura sulla base del bilancio delle ceneri e l'effetto sulle singole componenti granulometriche.

Linea 2: Studio delle caratteristiche fisiche dei liquami e dei digestati.

Lo studio permette di comprendere meglio quali siano le prestazioni effettive di macchine idrauliche progettate per la loro movimentazione e i sistemi di distribuzione in campo. I digestati di impianti di biogas sono "fluidi di processo" molto particolari in quanto le loro caratteristiche reologiche sono influenzate da una molteplicità di fattori (contenuto di sostanza secca, dimensioni e tipologia di solidi presenti, viscosità, lo stato di degradazione della sostanza organica, la temperatura, etc.). L'applicazione di tecnologie di separazione solido/liquido e la caratterizzazione chimico/fisica sono gli elementi fondamentali da correlare per valutare la compatibilità idraulica dell'utilizzo di tali fluidi in sede di distribuzione agronomica. L'attività prevede di valutare le prestazioni di tre tipologie di pompe (pompe a lobi, a vite e centrifughe) in almeno 4 condizioni operative al fine di costruire una curva di correlazione con i parametri reologici. Le pompe saranno individuate in 3 distinti impianti di biogas, campionando ogni trimestre per 4 sessioni complessive, e dotati di misuratore di portata in modo da poter verificare le performance operative nel corso di una annualità al variare delle condizioni di lavoro. Il campionamento verrà effettuato a monte del sistema di pompaggio e verranno analizzati i seguenti parametri: solidi totali, solidi volatili, viscosità dinamica, granulometria, densità. Al fine di valutare come varia la viscosità dinamica dei digestati, parametro ritenuto fondamentale nel dimensionamento delle condotte e delle manichette, verranno effettuate una serie di diluizioni progressive dei campioni di digestato chiarificato, prelevati nelle attività della sezione precedente, in modo da valutare come la miscelazione con acqua di irrigazione possa agevolare l'applicazione allo studio. Per ognuno dei digestati chiarificati campionato nell'attività descritta sopra verranno effettuate 4 diverse diluizioni con analisi della viscosità dinamica.

In sintesi, gli obiettivi del presente studio sono rappresentati dalla esecuzione di misure di parametri innovativi (viscosità dinamica e granulometria a umido) atti a caratterizzare gli aspetti reologici e dalla successiva misura delle prestazioni delle macchine operanti con tali fluidi, in modo da correlarne le prestazioni effettive.

Linea 3: Sviluppo di serbatoi removibili collegati a manichette di nuova generazione.

Descrizione dei serbatoi mobili

L'invenzione consiste in una struttura modulare di forma cilindrica in materiale plastico impermeabile, all'interno della quale è posta una membrana che crea due sezioni non comunicanti tra di loro.

Sulle due basi del cilindro sono poste due valvole tarate ad una certa pressione e dotate di filettatura per il collegamento a manicotti, che permettono l'entrata ma non il deflusso, rispettivamente dell'acqua nella sezione superiore e dell'aria nella sezione inferiore.

Sulla superficie del cilindro, nella sua parte superiore, sono poste altre valvole tarate ad una pressione P e dotate di filettatura per il collegamento a irrigatori o manichette, che permettono l'uscita dell'acqua quando questa raggiunge all'interno del cilindro la pressione voluta.

Le strutture modulari possono essere collegate in serie attraverso l'innesto di manicotti avvitati alle valvole presenti sulle due basi che permettono il trasferimento dell'aria e dell'acqua tra aree di diversi moduli in relazione alla pressione raggiunta nel primo modulo.

Descrizione delle manichette

Le manichette in commercio sono state realizzate per la uniforme distribuzione dell'acqua di irrigazione, nell'ottica del risparmio idrico.

Le nuove manichette dovranno essere in grado di distribuire uniformemente un fluido con proprietà reologiche ben diverse dall'acqua di irrigazione ma mantenuto all'interno di parametri definiti dalle attività di ricerca precedentemente descritte.

Solamente dopo aver definito la pressione di esercizio necessaria si potrà individuare il materiale delle manichette e solamente dopo aver definito il grado di aggregazione delle particelle in sospensione si potranno definire i diametri dei fori che ne possano permettere la fuoriuscita alla pressione di esercizio definita, mantenendo l'omogeneità di distribuzione entro parametri definiti.

5.4.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.5.4.1: Rapporto dettagliato delle efficienze di separazione di diverse tipologie di separatori meccanici su diverse tipologie di digestato e relativo effetto sulle caratteristiche reologiche della frazione pompabile.

D.5.4.2: Rapporto dettagliato sugli effetti delle caratteristiche reologiche dei digestati sulla pompabilità di digestati da utilizzare in sistemi innovativi di distribuzione a manichetta.

D.5.4.3: Realizzazione di un prototipo di stoccaggio e valorizzazione del digestato chiarificato prodotti da impianti di biogas, attraverso un sistema innovativo di distribuzione a manichetta eventualmente controllata da sensori di stress idrico.

D.5.4.4: Rapporto dettagliato di prove di omogeneità di utilizzazione della tecnologia prototipale su un appezzamento in scala reale.

D.5.4.5: Rapporto finale e divulgazione dei risultati con pubblicazione su rivista internazionale.

5.4.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt)

	Attività	Deliverable
1		

	2		
	3		
	4	Linea 1: Valutazione dei sistemi di separazione solido liquido in commercio.	D.5.4.1 Rapporto sulle efficienze di separazione di diverse tipologie di separatori meccanici su diverse tipologie di digestato
	5		
	6		
	7		
	8	Linea 2: Studio delle caratteristiche fisiche dei liquami e dei digestati.	D.5.4.2 Rapporto sugli effetti delle caratteristiche reologiche dei digestati
	9		
	10		
	11		
	12	Linea 3: Sviluppo di serbatoi removibili collegati a manichette di nuova generazione.	D.5.4.3 Realizzazione di un prototipo di stoccaggio e valorizzazione del digestato
	13		
	14		D.5.4.4 Rapporto sulle prove di omogeneità di utilizzazione della tecnologia prototipale su un appezzamento in scala reale
	15		D.5.4.5 Rapporto finale e divulgazione dei risultati

5.4.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive

L'impiego del digestato sui terreni ai fini fertilizzanti rappresenta la chiusura naturale di un ciclo che, partendo dagli organismi vegetali, passa o meno attraverso l'allevamento animale e l'impianto di biogas, per sfruttare il più possibile il contenuto nutritivo ed energetico delle biomasse.

Riassumendo, l'utilizzo in agricoltura di questo sottoprodotto del biogas comporterebbe alcuni vantaggi:

- Valorizzazione di uno "scarto" di lavorazione, con produzione di energia e recupero parziale dei costi di gestione dei reflui zootecnici.
- Maggiore efficienza nella gestione dell'azoto (materiale ricco di azoto ammoniacale).
- Possibilità di disporre di un materiale con proprietà ammendanti, stabilizzato ed igienizzato.
- Possibilità di trasporto a distanza della frazione solida, data l'elevata concentrazione di sostanza secca, e quindi maggiore adattabilità ad un uso consortile degli effluenti di allevamento.
- Possibilità di combinare digestione anaerobica con tecniche di rimozione e valorizzazione dell'azoto.

La funzione dell'innovazione tecnologica prevista è quella di accumulare, nella sezione superiore del sistema, il liquido chiarificato facendo da tampone nella programmazione della distribuzione del liquido per poi distribuirlo, provvedendo ad inserire aria nella sezione inferiore attraverso un compressore, durante i mesi estivi quando maggiore è la richiesta idrica. Tale sistema potrà anche

essere utilizzato per accumulare in automatico l'acqua piovana presente nei canali di sgrondo o nei torrenti posti nelle vicinanze del terreno agricolo durante i mesi invernali attraverso una pompa auto attivante posta all'interno di un pozzetto inserito nel canale di sgrondo.

Il compressore potrà essere collegato ad un sistema di rilievo dello stress idrico della coltura in modo che la somministrazione del chiarificato possa avvenire sempre in modo ottimale per la coltura.

Un attento studio sulle caratteristiche reologiche di tali fluidi e dei fattori che vanno ad influenzare le stesse (contenuto di sostanza secca, dimensioni e tipologia di solidi presenti, viscosità, lo stato di degradazione della sostanza organica ed altro) consentirà di ovviare ad eventuali ostacoli che potrebbero presentarsi in fase di distribuzione del fluido in campo. Lo studio delle proprietà reologiche delle frazioni chiarificate di diversa provenienza permetterà, infatti, lo sviluppo di manichette di nuova concezione in grado di effettuare una distribuzione ideale del digestato.

5.4.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

Dall'attività di ricerca e dall'utilizzo del sistema innovativo per la distribuzione in campo della frazione liquida del digestato è ipotizzabile lo sviluppo di un eventuale brevetto. Inoltre, è prevedibile uno studio che metta a confronto le risposte fisiologiche e produttive delle diverse colture all'utilizzo di digestato di differente provenienza. I risultati di tale studio potrebbero essere oggetto di presentazione ad almeno un convegno internazionale e/o nazionale e produrre una pubblicazione scientifica su rivista con Impact Factor.

5.4.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 5.4.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 5.4.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.