

UPGRADE DI DIGESTORI ANAEROBICI PER LA STABILIZZAZIONE DI FANGHI DI DEPURAZIONE E ALTRE MATRICI ORGANICHE

Generalità-obiettivi

In Europa, i digestori anaerobici sono stati utilizzati, storicamente, per stabilizzare i fanghi di depurazione. Durante il processo di digestione anaerobica la sostanza organica complessa viene convertita in metano e anidride carbonica, il cosiddetto biogas. L'UE annovera il biogas tra le fonti rinnovabili di energia in grado di garantire non solo l'autonomia energetica, ma anche la riduzione graduale dell'inquinamento atmosferico e dell'effetto serra. Diversi sono i substrati ai quali è applicabile questa tecnologia. In particolare, negli ultimi anni, la digestione anaerobica è stata applicata anche al trattamento della frazione organica dei rifiuti solidi urbani (FORSU) in miscela con altri scarti organici per rispondere sia alla problematica dello smaltimento dei rifiuti che alla produzione di energia da fonti rinnovabili. Nonostante in Italia tale settore non sia ancora molto sviluppato, l'avviamento e l'ottimizzazione del processo di digestione dei fanghi di depurazione e della FORSU sono promossi dalle recenti normative che, da un lato, impongono la raccolta differenziata della sostanza organica putrescibile dei rifiuti solidi urbani, dall'altro, incentivano economicamente la produzione di energia elettrica attraverso l'emissione di Certificati Verdi a favore degli impianti che abbiamo ottenuto la qualificazione IAFR (Impianto Alimentato da Fonti Rinnovabili). Determinante per la sostenibilità economica del trattamento risulta la produzione di biogas che può essere convertito in energia termica ed elettrica attraverso cogeneratori. Parte dell'energia può essere utilizzata per il mantenimento dei reattori anaerobici, l'altra parte può essere venduta ai prezzi di mercato e beneficiare degli incentivi.

In quest'ottica si propone uno studio per lo sviluppo di processo e la modifica a livello impiantistico dei digestori anaerobici utilizzati negli impianti di depurazione da applicare ad una realtà presente in Regione, ben definita e con caratteristiche peculiari, come il caso AMGA-NET. Nel caso di studio la cogenerazione è giustificata dalla presenza di elevati volumi di digestione esistenti, essendo l'impianto di depurazione fornito di due digestori primari, ciascuno di 2600 m³ e di un digestore secondario di 2200 m³. La vicinanza geografica con l'impianto di trattamento dei rifiuti solidi suggerisce una possibile collaborazione per disporre di una matrice organica di partenza già selezionata per abbattere costi di trasporto, per valorizzare la FORSU e per favorire un'azione sinergica del trattamento integrato. Lo studio può essere impostato separatamente per i fanghi di depurazione e per la FORSU oppure per miscele di matrici organiche.

La criticità del processo risiede nel pretrattamento del materiale in entrata e nella gestione dei rifiuti (acqua e digestato). Per garantire un elevato rendimento del digestore ed un suo corretto funzionamento, è quindi fondamentale cercare le tecniche più valide per il pretrattamento del campione nell'ottica di aumentarne la solubilizzazione e favorire la fase idrolitica (fase limitante del

processo). Inoltre, l'elevata qualità della matrice iniziale si ripercuote positivamente su tutto il ciclo produttivo producendo una minore usura dei materiali, minori depositi sul fondo del digestore e una migliore qualità del compost prodotto dal digestato. In letteratura sono già presenti dei risultati incoraggianti per migliorare le prestazioni del digestore pretrattando il campione con trattamenti meccanici spinti, con ultrasuoni o aggiungendo matrici pretrattate controllate in fasi critiche.

Per approfondire la ricerca dal punto di vista applicativo, è auspicabile ricostruire e controllare il processo attivando una serie di sperimentazioni in laboratorio, a scale pilota e a scala reale. Al proposito si troverà l'occasione con il presente progetto di ricerca per costruire un protocollo standard di intervento anche per altri casi di interesse.

La ricerca, in quanto applicata ad un caso di studio, implicherà il coinvolgimento degli Enti Pubblici e Privati del contesto in cui si svilupperà e si inquadra all'interno degli studi sul recupero di matrici solide da acque reflue attivata dal gruppo "Inquinamento e depurazione dell'ambiente" del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Chimiche dell'Università degli Studi di Udine.

Fasi esecutive del progetto

Le fasi della ricerca applicata comprenderanno:

- Allestimento di un reattore anaerobico di tipo bench-top per monitorare tutti i parametri caratteristici del processo (temperatura, pH, acidi grassi volatili, quantificazione e caratterizzazione del biogas prodotto etc.) su matrici organiche di varia natura;
- Ricostruzione di modelli empirici a partire dai dati ricavati dal reattore bench-top;
- Progettazione e allestimento di un impianto pilota per ricreare, in un volume opportuno (es. 100-200 L), le condizioni del digestore reale;
- Studio del digestore a scala reale.

FASE 1

Obiettivi:

- 1) Approfondimento bibliografico per trovare le soluzioni sperimentali e modellistiche più corrette;
- 2) Pre-trattamento di diverse matrici organiche tramite tecnologia convenzionale e ad ultrasuoni e analisi del caso particolare della FORSU. Successiva caratterizzazione dei campioni (analisi granulometrica, analisi chimico-fisica, energetica etc.);
- 3) Ricostruzione del trattamento anaerobico delle matrici organiche nel reattore bench-top;
- 4) Utilizzo dei dati ricavati dalla sperimentazione sul reattore bench-top per elaborare un modello empirico in grado di assistere le procedure di scale-up.

Sviluppo:

- 1) Allestimento di un reattore bench-top della capacità di qualche litro, a chiusura ermetica e dotato di fori per l'inserimento delle sonde di misura e per la raccolta del biogas prodotto;
- 2) Calibrazione dei trattamenti meccanici e della sonicazione. Trattamento dei campioni e loro caratterizzazione;
- 3) Monitoraggio del processo bench-top di digestione anaerobica dei campioni pretrattati rilevando i valori di temperatura, pH e produzione di biogas;
- 4) Elaborazione del modello empirico a partire dai risultati raccolti in laboratorio.

FASE 2**Obiettivi:**

- 1) Analisi di varie matrici sottoposte a digestione anaerobica (con e senza pretrattamento) in tempi e condizioni di processo diversi monitorando in continuo i parametri fondamentali quali, per esempio, il pH e la produzione di biogas;
- 2) Caratterizzazione e quantificazione del biogas prodotto per effettuare un bilancio energetico. La stima della produzione potenziale di energia verrà utilizzata per verificare possibilità integrate di utilizzo dell'energia tenendo conto delle condizioni al contorno (ex. caso reale di impianto di depurazione nelle vicinanze di strutture o attività produttive che necessitano di corrente-calore anche solo per il pretrattamento di processo).

Sviluppo:

- 1) Realizzazione e calibrazione di un impianto pilota su piccola scala che ricrei le condizioni di rendimento e funzionalità dell'impianto reale di riferimento;
- 2) Monitoraggio del processo durante le varie fasi della digestione anaerobica di diverse matrici organiche. Misura dei principali parametri di controllo del processo;
- 3) Discussione dei risultati.

FASE 3

Obiettivi:

- 1) Controllo del processo in digestori anaerobici a scala reale alimentati con varie composizioni di matrici organiche pretrattate;
- 2) Applicazione a casi reali inseriti in particolari realtà territoriali.

Sviluppo:

- 1) Programmazione di una sessione di prove (semestrali o annuali) da effettuare direttamente sul digestore reale;
- 2) Raccolta dei dati relativi alla sperimentazione sul caso reale e loro rielaborazione;
- 3) Bilancio energetico sul caso reale e sue condizioni al contorno;
- 4) Caratterizzazione e quantificazione del fango stabilizzato prodotto. Valutazioni sulle varie possibilità di smaltimento o di valorizzazione dello stesso, ad esempio, come ammendante in agricoltura.