

Environmental impacts of thermal pre-treatment as a way of enhancing biogas yield from
sewage sludge
TESI SPERIMENTALE

Tipo di Laurea

Laurea magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Sessione di Laurea

Marzo 2018, anno accademico 2017/2018

Nome Candidato: Giulia Toscano

Matricola: 1448822

Relatrice

Alessandra Poletti

SSD Relatore: ICAR/03

Relatrice esterna

María Teresa Moreira

Riassunto della tesi

Ad oggi, le attività sociali, produttive e ricreative, principalmente in ambito urbano, richiedono ed utilizzano costantemente una grande quantità di acqua. La conseguenza diretta dell'utilizzo dell'acqua è la produzione di effluenti liquidi che, per poter essere restituiti all'ambiente, devono necessariamente essere sottoposti ad un trattamento depurativo. Le acque reflue urbane, che in passato contenevano quasi esclusivamente sostanze biodegradabili, presentano attualmente maggiori problemi di trattamento e smaltimento a causa della presenza sempre più ampia di composti chimici. Ciò ha portato alla necessità di ricercare tecnologie avanzate per il trattamento delle acque reflue, in modo tale da ridurre gli impatti ambientali negativi.

In tal contesto, la gestione e lo smaltimento dei fanghi di depurazione rappresenta un notevole problema dal punto di vista tecnico e ambientale, che richiede appropriate scelte tecnologiche e gestionali.

Nell'ambito di questo argomento, il presente lavoro ha avuto l'obiettivo di esaminare gli impatti ambientali di due scenari di trattamento e riutilizzo dei fanghi di depurazione di acque reflue di origine civile, al fine di valutare i benefici ambientali di alcune possibili soluzioni tecnologiche. Le valutazioni ambientali sui due scenari di gestione sono state effettuate mediante un'analisi di tipo LCA ("Life Cycle Assessment") con l'ausilio del software SimaPro 8.2. In particolare, il lavoro è stato sviluppato con l'intento di identificare e determinare gli effetti dell'introduzione del

processo di idrolisi termica del fango a monte dello stadio di digestione anaerobica, valutandone i vantaggi in termini di incremento nella produzione di biogas e riduzione degli impatti ambientali conseguente alla riduzione delle emissioni dirette e indirette.

Per quanto riguarda le scelte metodologiche adottate per condurre l'analisi degli impatti ambientali, tra le diverse categorie di impatto che la metodologia ReCiPe 1.12 prevede di esaminare, sono state scelte le più rilevanti mediante la normalizzazione dei dati: Climate change, Terrestrial acidification, Freshwater eutrophication, Marine eutrophication, Human Toxicity e Terrestrial ecotoxicity. Le fasi che maggiormente hanno influenzato le sei categorie sono state identificate innanzitutto nello spandimento del fango sul suolo (in particolare, nelle categorie di Human Toxicity e Terrestrial Ecotoxicity, condizionate entrambe dall'accumulo dei metalli e altri microinquinanti contenuti nel fango); seguita poi dal processo di disidratazione, dunque dal suo consumo energetico. Un'eccezione si è verificata nella categoria del Climate Change, il cui impatto si è dimostrato essere legato prevalentemente al funzionamento del reattore anaerobico, e dunque all'emissione di CO₂ e CH₄ che infatti rappresentano le misure principali del potenziale cambiamento climatico.

Inoltre, dal bilancio di massa e di energia che è stato eseguito per le due configurazioni di riferimento, si è potuto constatare che lo stadio di idrolisi termica ha dato luogo ad un incremento relativamente ridotto della resa di produzione di biogas. Ciò è dovuto al parziale abbattimento della sostanza organica del fango a seguito dell'applicazione dell'idrolisi termica, che evidentemente influenza lo svolgimento delle fasi successive. L'integrazione del processo termico, dunque, non ha permesso di ottenere un beneficio generale dal punto di vista energetico.

Ciò nonostante, è importante riconoscere i benefici ambientali ottenuti dall'utilizzo dell'idrolisi termica. L'influenza di tale tipologia di pretrattamento sulla riduzione della quantità di fanghi e, di conseguenza, sulla riduzione delle emissioni a carico dei diversi comparti ambientali, in particolar modo generate dai consumi energetici della digestione anaerobica e della disidratazione, dal trasporto del fango e dal suo riutilizzo in agricoltura, ha infatti considerevolmente ridotto i potenziali impatti del sistema analizzato. Inoltre, i benefici ambientali ottenuti dalla sua applicazione sono stati anche confermati dall'analisi di sensitività, condotta variando alcuni parametri di input, tra cui, per l'appunto, il consumo energetico del reattore in esame.

In conclusione, il presente lavoro ha permesso di determinare vantaggi e svantaggi dell'utilizzo dell'idrolisi termica, rappresentando un punto di partenza per studi

futuri che potrebbero essere incentrati su una valutazione economica, su un confronto di ulteriori scenari di trattamento e, infine, su un'analisi di sensitività applicata su altri parametri di input.