

Progetto FIRB: "Analisi del processo di trasformazione dei Rifiuti Urbani in energia"

Nei paesi a maggior reddito circa il 30 % dei Rifiuti Urbani (RU) è raccolto separatamente e destinato a sistemi di riciclaggio, la frazione residua (70%) è invece smaltita con diverse modalità ed eventuale recupero di energia. Tuttavia con i sistemi attuali le potenzialità di recupero energetico non risultano sfruttate in modo ottimale.

Il progetto FIRB "Analisi del processo di trasformazione dei Rifiuti Urbani in energia" ha inteso proporre un sistema alternativo ai processi normalmente in uso nello smaltimento dei RU con recupero energetico, valorizzando i Bacini Secondari di Energia (energia elettrica netta ricavabile dalla Frazione Residua dei RU dopo raccolta differenziata).

I risultati ottenuti dimostrano che le potenzialità di recupero energetico con il sistema proposto risultano maggiori grazie alle innovazioni tecnologiche apportate. Anche da un punto di vista ambientale la valutazione eseguita tramite metodologia LCA (Life Cycle Assessment) dimostra la possibilità di un sensibile miglioramento rispetto alla filiera tradizionale.

Per quanto i rifiuti costituiscano un problema spesso irrisolto per le società moderne, non mancano certamente le tecnologie per generare da essi significativi quantitativi di energia utile in modo ambientalmente ed economicamente sostenibile.

Il progetto è stato realizzato da 5 unità di ricerca: il Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio dell'Università di Milano Bicocca (coordinatore del progetto), l'Università di Genova, l'Università Federico II di Napoli, il Politecnico di Milano, l'Università Statale di Milano e la società Ecodeco (gruppo a2a).

Il Sistema di gestione dei RU proposto dal progetto prevede tre sottosistemi principali: il sistema ITS, il sistema New e il sistema Waste&Power.

Il Sistema ITS

Il **sistema ITS** (Intelligent transfer Station) è un impianto che riduce la frazione residua dei RU (dopo differenziazione) del 30 % in peso, con un processo di essiccazione biologica mediante l'evaporazione dell'acqua contenuta nei rifiuti. ITS trasforma quindi la frazione residua in un nuovo materiale, il "bioessiccato Amabilis", che può essere utilizzato come combustibile nei termovalorizzatori o per la produzione di biogas.

Questo bioessiccato è facile da trasportare, ha bassa putrescibilità ed elevato potere calorifico.

Queste caratteristiche sono state valutate tramite analisi LCA, che ne ha consentito la valutazione di impatto ambientale.

Il Sistema NEW

Il bioessiccato Amabilis può essere accumulato in bioreattori attivabili, impianti simili a discariche ma attrezzati per aggiungere acqua (da qui il termine attivabile) ed estrarre biogas. Il **sistema NEW** è un bioreattore attivabile con raccolta e combustione di biogas.

L'ossidazione del rifiuto che avviene nell'ITS, garantisce l'annullamento dell'impatto olfattivo della discarica e la dispersione di biogas, la cui produzione avviene solo dopo attivazione.

L'Unità di ricerca **NEW** (Natural Energy from Waste - **Università di Genova, Enea e Politecnico di Torino**) ha ottimizzato la gestione della discarica per produrre biogas ricco in metano utilizzabile come fonte energetica, e per il trattamento e lo sfruttamento del biogas stesso.

L'ENEA (Bologna) ha eseguito le prove di laboratorio per valutare il potenziale biologico di metanazione dei rifiuti e per migliorarne la stabilizzazione.

Il Politecnico di Torino (Dipartimento di Ingegneria del Territorio, dell'Ambiente e delle Geotecnologie), ha definito i modelli matematici di simulazione delle produzioni di biogas da materiale bioessiccato. Questi modelli consentono di prevedere le potenzialità energetiche dei rifiuti stabilizzati, utilizzati nei bioreattori attivabili.

Il Dipartimento di Ingegneria Chimica e di Processo "G.B. Bonino" (DICheP) dell'Università di Genova ha migliorato la tecnica di purificazione del biogas prodotto dalle impurezze, quali i polisilossani, che ne ostacolano pesantemente l'utilizzo energetico. È stato sviluppato anche un sistema in grado di convertire il biogas in metano puro mediante separazione dell'anidride carbonica per adsorbimento selettivo. È stata sperimentata con successo una riduzione nelle emissioni di anidride carbonica mediante l'impiego di microalghe e ciano batteri, organismi fotosintetici in grado di fissare l'anidride carbonica.

L'unità di ricerca **BIO**, presso il Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica ed Ambientale dell'**Università di Napoli Federico II** ha condotto test di laboratorio per la stima del volume di metano prodotto dalla trasformazione biologica di rifiuti. Ha messo a punto modelli matematici in grado di simulare i processi a cui sono soggetti i rifiuti nei bioreattori. Il modello messo a punto simula l'assestamento a cui sono soggetti i rifiuti,

la produzione e la composizione del biogas (utile per un buon sfruttamento energetico), la quantità e qualità di percolato prodotto (per la valutazione di corrette modalità di smaltimento).

Il Sistema WASTE&POWER

Il **sistema Waste&Power** è un impianto di termovalorizzazione alimentato dal bioessiccato. Amabilis, che ha potere calorico elevato, è trasportabile, stoccabile ed utilizzabile come combustibile. Quindi i bacini secondari di energia possono alimentare centrali remote e l'idea del progetto è che pochi impianti W&P vengano alimentati da molti ITS dislocati sul territorio.

L'Unità di ricerca **Waste&Power (Politecnico di Milano** Dipartimento di Energia e DIIAR e **Università di Pavia** Dipartimento di Chimica Generale), ha analizzato la valorizzazione energetica dei rifiuti.

È stato dapprima studiato un impianto ibrido alimentato da CDR (combustibile da Rifiuto) e combustibili fossili, che si avvale dell'integrazione di un termoutilizzatore di CDR a griglia e un ciclo combinato a gas naturale. Questi sistemi si avvalgono delle più avanzate tecnologie per il controllo e l'abbattimento di inquinanti. L'integrazione dei due sistemi è stata realizzata in modo da rendere il vapore prodotto dal termoutilizzatore disponibile per il ciclo combinato. Questa soluzione comporta apprezzabili vantaggi tecnologici e di efficienza energetica, in quanto si traducono in minori costi d'investimento e in una gestione più economica.

Si è poi valutata la possibilità di riuso delle scorie da termoutilizzatore nelle pavimentazioni stradali. Lo studio (in collaborazione con l'impresa Bacchi) è stato orientato alla compatibilità ambientale, possibilità d'uso, e ottimizzazione delle scorie con leganti per la realizzazione di strati di base e binder in conglomerato bituminoso. La quantità di scorie utilizzabili risulta compresa tra il 10 ed il 20% in peso.

Sono poi stati considerati i trattamenti per ceneri leggere prodotte dai termoutilizzatori. Queste contengono elevate concentrazioni di cloruro e di metalli e non metalli tossici, e questi composti rendono le ceneri non smaltibili in discariche per rifiuti non pericolosi. Quindi per rendere le ceneri idonee allo smaltimento in queste discariche, sono state utilizzate diverse procedure di lavaggio per la rimozione dei cloruri e di trattamento di insolubilizzazione dei metalli in matrice solida (sono stati individuati trattamenti idonei allo scopo).

L'unità **COMB** (Dipartimento di Ingegneria Chimica dell'**Università di Napoli Federico II** e Istituto di Ricerche sulla Combustione del **Cnr**) ha messo a punto una tecnica per la rimozione degli ossidi di azoto da fumi di combustione. Le prove sono state fatte assumendo come riferimento l'esercizio di un combustore a letto fluidizzato da circa 30MW termici.

È stata valutata l'influenza dei fenomeni di miscelazione di correnti gassose sul decorso dei processi che presiedono alla riduzione termica non catalitica degli ossidi di azoto. È stato sviluppato un modello matematico per la simulazione del processo di "thermal de-NOx" in un combustore a letto fluido bollente.

È stata inoltre verificata la possibilità di ridurre le emissioni di ossidi di azoto con l'impiego di combustibili biogenici efficaci nella riduzione termica non catalitica degli ossidi di azoto in reattori a letto fluidizzato.

Impatti sulla Salute

L'Unità di ricerca **Aspetti Sanitari (Università Statale di Milano**, Dipartimento di Medicina del Lavoro) ha studiato gli impatti sulla salute.

Le principali tematiche sanitarie che l'uso del CDR suscita sono riconducibili principalmente all'odore che questi materiali sviluppano nelle fasi di preparazione, stoccaggio ed alimentazione degli impianti di termocombustione e agli impatti che le emissioni al camino possono comportare per l'ambiente.

Da una prima valutazione dei risultati il recupero energetico del CDR non mostra significative differenze in termini di impatto ambientale delle installazioni e di rischio per la salute della popolazione residente in prossimità degli impianti, rispetto alle tecnologie tradizionali. L'uso del CDR, soprattutto quale combustibile ausiliario a quelli tradizionali, non comporta contributi apprezzabili alla natura e pericolosità delle emissioni riconducibili alla natura e origine delle sue componenti combustibili.

Life Cycle Assessment

Il Centro di Ricerca POLARIS (Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio dell'Università Milano Bicocca) ha valutato gli impatti ambientali dei processi con la metodologia LCA (Life Cycle Assessment – Valutazione del Ciclo di Vita).

LCA è un metodo standardizzato (UNI EN ISO 14040 e 14044) che permette di valutare l'efficienza del sistema, di evidenziare i potenziali impatti ambientali, identificare gli aspetti critici e proporre possibili azioni di

miglioramento dei processi. LCA è utile per avere una visione d'insieme del sistema, evitando di tralasciare aspetti apparentemente secondari da un punto di vista tecnologico ma primari da un punto di vista ambientale. L'analisi è stata realizzata sui tre sistemi innovativi proposti per la gestione dei rifiuti: ITS, New, W&P.

L'analisi LCA dell'ITS ha evidenziato alcuni potenziali impatti sull'ambiente per i processi di produzione di energia elettrica necessaria al sistema, per il trasporto necessario a conferire il RU all'ITS, per lo smaltimento in discarica degli scarti del sistema, per le sostanze pericolose del percolato persistenti a depurazione avvenuta.

Il Bioreattore risulta essere un impianto sicuramente migliore rispetto alle discariche tradizionali. Da un punto di vista ambientale non si hanno emissioni liquide in quanto il percolato viene ricircolato per attivare i processi di produzione di biogas (solo la quantità in eccesso è raccolta e inviata a depurazione). La dispersione di gas in atmosfera è minima (biogas fuggitivo), gli unici impatti risultano quindi essere quelli dovuti alla combustione del biogas per produzione energetica. Non bisogna però dimenticare che si tratta di una discarica con tutte le problematiche legate all'occupazione del suolo, all'attenzione all'isolamento alla base, e ai processi di chiusura al termine della vita operativa della discarica. I trasporti possono influire sul bilancio finale del sistema, ma la filiera proposta prevede la localizzazione del bioreattore nei pressi dell'ITS minimizzando l'impatto di questo processo.

L'analisi LCA del W&P è stata fatta sui dati di progetto disponibili non essendo ancora in funzione un impianto. Quello che si può affermare è che da un punto di vista ambientale si possono presentare in teoria le stesse problematiche legate ad un termovalorizzatore tradizionale. Chiaramente W&P è pensato per essere alimentato solo con l'Amabilis, un combustibile con caratteristiche migliori rispetto al RU, quindi con il passaggio del RU nell'ITS. Essendo ancora pochi i dati disponibili, bisognerà capire nel tempo in fase di esercizio se, come sembra da questi studi preliminari, il guadagno energetico del W&P sommato all'ITS garantisca minori impatti globali rispetto al termovalorizzatore tradizionale. In ogni caso al momento tutti i valori di emissioni forniti risultano al di sotto dei limiti di legge. Così come riportato per i sistemi precedenti, anche per il W&P i trasporti influiscono sul bilancio finale del sistema. In questo caso però il sistema ipotizzato prevede pochi impianti di termovalorizzazione che ricevono dai numerosi impianti ITS dislocati sul territorio, come avviene per le centrali termoelettriche tradizionali.

Nel complesso i risultati dimostrano come sia importante una valutazione con il metodo LCA (Life Cycle Assessment) che fornisce una visione d'insieme del sistema permettendo di valutarne l'efficienza d'insieme, evidenziarne i potenziali impatti ambientali e proporre possibili azioni di miglioramento dei processi.