

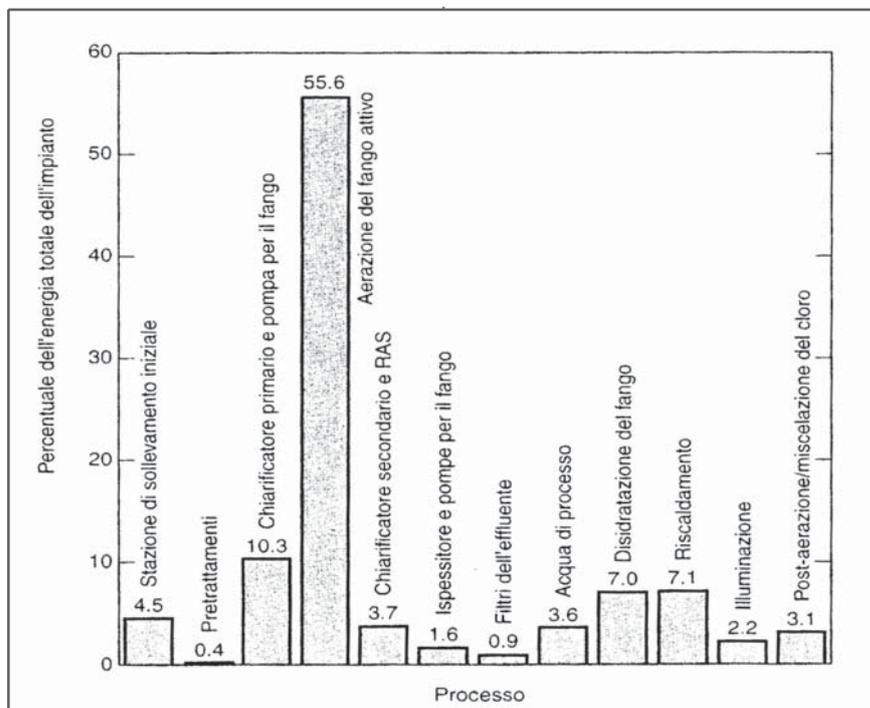
## Prospettive di risparmio energetico negli impianti di depurazione e riuso delle acque reflue

L'esame del bilancio energetico complessivo di un impianto di depurazione richiede di definire il bilancio di massa (liquame in ingresso, liquame depurato in uscita, fango estratto, aria introdotta, flussi gassosi) e i contenuti energetici dei diversi "stream", le trasformazioni biochimiche che si verificano nel processo, gli input di energia dall'esterno (es. per la fornitura dell'aria) ecc. Una valutazione dettagliata è, come si può immaginare, piuttosto complessa. In questa breve memoria si farà riferimento solamente ad alcuni aspetti principali: i consumi di energia elettrica e la produzione/utilizzo del biogas. Per quanto riguarda poi i flussi di materia, si farà un cenno al tema di grande attualità del riutilizzo delle acque depurate.

È noto, dalla letteratura e dalle esperienze gestionali, che, in un impianto di depurazione convenzionale che tratta acque reflue urbane, circa il 30% dei

costi gestionali è imputabile ai consumi energetici e, di questi, circa il 50% è dovuto al sistema di insufflazione dell'aria (v. figura sotto riportata).

Come ordine di grandezza, i consumi di energia elettrica variano nell'intervallo 0,40 – 0,70 kWh/m<sup>3</sup>, a seconda del tipo di impianto e della dimensione. Una forte incidenza possono avere, sui consumi complessivi, i trattamenti "aggiuntivi", come ad esempio l'essiccamento termico dei fanghi e l'ossidazione chimica terziaria. Quest'ultima, ad esempio, può incidere per qualche centesimo di Euro al metro cubo, considerando solo le voci di puro esercizio (energia elettrica e ossigeno). In merito alla tipologia di impianto, ad esempio, rispetto al sistema a fanghi attivi convenzionale, gli impianti che utilizzano membrane di ultrafiltrazione (MBR) comportano consumi energetici ben più elevati, mentre in una fascia intermedia si collocano i sistemi di biofiltrazione.



Distribuzione dei consumi energetici in un impianto di depurazione convenzionale (fonte Metcalf & Eddy, 2006)

**Prof. Ing. Giorgio Bertanza**  
 Dipartimento di Ingegneria Civile,  
 Architettura, Territorio Ambiente  
 Università degli Studi di Brescia

In una recente indagine condotta dall'Università di Brescia per conto di APAT (oggi ISPRA) ("L'ottimizzazione del servizio di depurazione delle acque di scarico urbane: massimizzazione dei recuperi di risorsa e riduzione dei consumi energetici", responsabile scientifico C. Colvignarelli, 2008) è emerso come, in effetti, nella fornitura di aria si verificano spesso inefficienze, dal punto di vista energetico. Considerata l'incidenza sui consumi energetici complessivi, l'ottimizzazione di questo segmento di impianto rappresenta un obiettivo importante in molte situazioni. Spesso questo compito è "facilitato" dall'esistenza di ampi margini di miglioramento in tal senso; infatti, in diversi impianti, anche di taglia medio-grande, l'assetto delle apparecchiature (numero e velocità dei compressori, posizionamento delle valvole ecc.) viene effettuato manualmente e su basi empiriche. Nei sistemi più evoluti, si prevede la regolazione in automatico delle condizioni di funzionamento delle soffianti, in relazione ad un set-point dell'ossigeno disciolto impostato manualmente. Ulteriori benefici (ovvero risparmi energetici) si possono conseguire aggiungendo, a un sistema di questo tipo, una ulteriore regolazione (ovvero variazione nel tempo) del set-point dell'ossigeno disciolto, sulla base delle effettive esigenze di processo, valutate attraverso la misura di un altro parametro. Su questo principio si basa il sistema brevettato Oxy Fuzzy (Baroni et al., 2006, Environmental Technology, Vol. 27, pp. 733-746.). Anche l'impiego di diffusori a maggiore efficienza può contribuire al risparmio energetico, anche se, in questo caso, a una maggiore effi-

cienza di diffusione possono accompagnarsi un incremento delle perdite di carico sui diffusori e una riduzione del coefficiente alfa, entrambi fattori che, viceversa, determinano un incremento dei consumi.

È doveroso poi ricordare che, a livello di ricerca scientifica, si sta anche verificando l'applicabilità di numerosi sistemi di produzione di energia in varie fasi di un impianto (es. celle a combustibile, sfruttamento dei dislivelli per inserire nanoturbine, produzione di idrogeno dalla digestione dei fanghi ecc.); va però chiarito che, allo stato attuale, questi sistemi non trovano ancora applicazione concreta.

Ben più allettante sembrerebbe invece la possibilità di sfruttare il contenuto energetico dei fanghi, che è essenzialmente associato alla frazione solida volatile (con un potere calorifico inferiore secco dell'ordine di 4.600 kcal/kg). Grossi vincoli a questo sfruttamento sono però connessi alla presenza della frazione solida inerte e, soprattutto, alla forte presenza di acqua (che anche, dopo disidratazione meccanica, rappresenta circa l'80% in peso del totale). Lo sfruttamento energetico può essere di tipo biologico (digestione anaerobica con produzione di biogas) e/o chimico-fisico (essiccamento-combustione). Per i motivi appena segnalati, il bilancio energetico complessivo di questi trattamenti non è positivo, a meno di fare ricorso a sistemi particolari (es. idrolisi dei fanghi a monte della digestione).

Il riutilizzo delle acque reflue (ad esempio a fini irrigui) rappresenta un fatto di per se' positivo, per una serie di motivi: recupero dell'acqua, recupero delle risorse nutritive (N e P in particolare), scarico evitato nei corpi

ricettori. È chiaro tuttavia che il riutilizzo delle acque di scarico deve essere condotto nella piena garanzia di salvaguardia dell'ambiente in generale e delle colture in particolare. Una indagine condotta su un bacino lombardo (<http://www.irer.it/ricerche/territoriale/ambiente/2006B039>) ha evidenziato come l'adozione dei trattamenti comunque già previsti in Regione Lombardia (Regolamento n. 3 del 2006) per lo scarico in acque superficiali garantirà livelli di qualità molto elevati (confrontabili con quelli richiesti dal D.M. 185/03 per il riutilizzo diretto in agricoltura). Ciò significa che per gli impianti dove esiste la possibilità concreta di conferire gli scarichi in un sistema irriguo pre-esistente (e quindi anche già alimentato con altre fonti) il riutilizzo può diventare una pratica ambientalmente sicura e poco costosa. Nel citato studio è stato stimato che, dei 150 m<sup>3</sup>/s prelevati in stagione irrigua nel bacino di riferimento, circa 20 m<sup>3</sup>/s potrebbero derivare da impianti rispondenti ai requisiti di cui sopra. E tutto ciò con un investimento (per l'adeguamento dei canali di scarico) di soli 10 milioni di Euro, a fronte di un investimento comunque previsto per adeguare gli impianti ai nuovi limiti per scarico in acque superficiali, di oltre 1.200 milioni di Euro. Nel caso di riutilizzo diretto (ex D.M. 185/03), viceversa, il raggiungimento dei limiti previsti per alcuni parametri "non convenzionali" (es. tensioattivi) potrebbe rappresentare, in certi casi, un vincolo difficilmente superabile (dovendo garantire la sostenibilità economica). Esistono tuttavia molti esempi concreti dove, in assenza di problemi particolari, il riuso diretto o indiretto viene già attuato con successo.