

DIGESTIONE ANAEROBICA: SITUAZIONE IMPIANTISTICA ITALIANA ED EUROPEA

G. Urbini*, V. Torretta*, P. Bini*, M. Valvassori*, F. Conti*

Sommario – La digestione anaerobica è un processo biologico per mezzo del quale, in assenza di ossigeno, la sostanza organica viene degradata recuperando energia (tramite biogas) e materia (tramite utilizzo dei digestati). In accordo con la politica comunitaria europea, la digestione anaerobica è vista come una tecnica per la gestione dei rifiuti vantaggiosa e ambientalmente sostenibile. Sul tema è stata svolta una ricerca sui trattamenti avanzati per la valorizzazione dei rifiuti organici ai fini energetici e del riuso. L'articolo si focalizza sulla situazione della digestione anaerobica della frazione organica dei rifiuti urbani (FORSU) in Europa ed in Italia. Ad oggi gli impianti esistenti in Italia che trattano forsu, da sola o in codigestione con altre matrici, sono 14 ed altri 2 sono in costruzione per una potenzialità totale di trattamento pari a 892.400 t/a. Gli impianti sono quasi tutti situati nel nord del Paese.

ANAEROBIC DIGESTION: A REVIEW ON ITALIAN AND EUROPEAN PLANTS

Summary – The anaerobic digestion is a biological process through which the organic matter is degraded, without oxygen. This process allows to recover energy (through biogas) and matter (through use of the digestate). According to several European Countries' policies, anaerobic digestion is seen as a profitable and environmentally sustainable technique for biowaste management. A research has been developed on the advanced treatments for the organic waste valorization to the energetic recovery. The paper focuses on the situation of anaerobic digestion of organic fraction of municipal solid waste in Italy, which hasn't reached a wide diffusion yet. In Italy today there are 14 plants that treat forsu, alone or in codigestion with other matters. There are also 2 plants that are under construction. The total capacity of treatment is 892.400 t/a. Almost all the biogas plants work in the north of Italy.

Parole chiave: digestione anaerobica, gestione biowaste, frazione organica dei rifiuti.

Keywords: anaerobic digestion, biowaste management, organic matter of solid waste.

1. IMPIANTI E MATRICI UTILIZZATE

La digestione anaerobica è un processo biologico che permette di ottenere energia rinnovabile tramite la produzione di biogas, ma anche di controllare le emissioni maleodoranti e di stabilizzare le biomasse prima del loro utilizzo agronomico. Lo sfruttamento del biogas prodotto dalla fermentazione di materiale organico per ottenere calore o energia elettrica non è una novità: in Europa la diffusione della digestione anaerobica

è cominciata circa vent'anni fa nel settore della stabilizzazione dei fanghi da depurazione, cui hanno fatto seguito negli anni '90 i primi impianti per la trasformazione di liquami zootecnici. Negli ultimi anni sta crescendo invece l'utilizzo della digestione anaerobica nel trattamento della frazione organica dei rifiuti urbani raccolta in modo differenziato (FORSU), anche in miscela con altri scarti. Solo di recente, però, le norme ispirate al Protocollo di Kyoto, la riforma della politica energetica dell'Unione Europea e le conseguenti legislazioni e regolamentazioni a livello nazionale, hanno dato un forte incentivo allo sviluppo di tecnologie di produzione di energia da fonti rinnovabili sempre più competitive.

Sotto il profilo ecologico la digestione anaerobica non solo consente di ridurre l'emissione di gas serra grazie alla sostituzione dell'uso di combustibili fossili con l'utilizzo di biogas, ma rappresenta anche un'importante opportunità nella strategia di gestione delle frazioni organiche dei rifiuti solidi urbani (FORSU), che la normativa obbliga ad opportuno recupero. La corretta gestione della FORSU prevede, in via preliminare, la raccolta differenziata di questa matrice per un successivo e più efficiente impiego allo scopo di recuperarne materia e/o energia rispettivamente attraverso l'impiego agronomico dei digestati (previo processo di post-compostaggio ovvero attraverso impiego diretto) e alla combustione del biogas prodotto.

Nella prospettiva di ottemperare agli obiettivi di raccolta differenziata previsti dalla revisione della Direttiva Quadro sui rifiuti e, a livello nazionale, dal D.Lgs 152/2006, l'intercettazione dell'organico (e la sua valorizzazione) rappresenta un elemento fondamentale nelle strategie di gestione. In questo contesto assume particolare interesse il processo di digestione anaerobica.

Attualmente Germania e Spagna sono i Paesi europei nei quali la digestione anaerobica ha avuto il maggior impulso; in Germania questo è il risultato di una forte politica di incentivazione da parte del Governo tedesco che ha fissato un prezzo per l'energia elettrica da biogas fino a 22 centesimi di euro per ogni kWh, con significativi contributi pubblici agli investimenti, ma anche ad una buona gestione integrata rifiuto-acqua; per quanto riguarda la Spagna, il forte sviluppo della digestione anaerobica è imputabile ai fondi strutturali dell'Unione Europea che hanno consentito l'adozione di massicci programmi di allestimento di impiantistica dedicata.

Sono stati censiti in Europa 218 impianti che trattano FORSU o frazione organica da selezione meccanica (FO), da sole o in codigestione con altre matrici, per una capacità di trattamento annuo superiore ai 10 milioni di tonnellate. Il 33% di questi impianti sono situati in Germania, seguono Spagna, Svizzera e Italia; è opportuno sottolineare, però, che gli impianti tedeschi sono tutti di piccola-media taglia (capacità di trattamento media per impianto di poco superiore a 30.000 t/a), mentre

* Dipartimento "Ambiente-Salute-Sicurezza", Università degli Studi dell'Insubria – Via G. B. Vico 46, 21100 VARESE – Tel. 0332.218780, Fax 0332.218779, e-mail: fabio.conti@uninsubria.it.

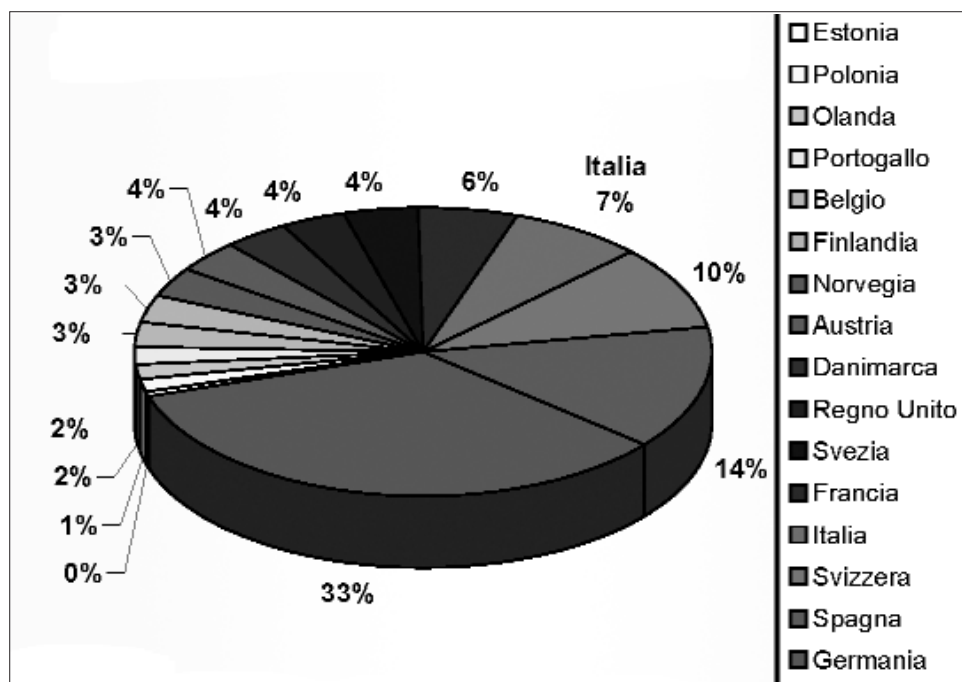


Fig. 1 – Ripartizione percentuale degli impianti Europei per Stato

gli impianti più grandi si trovano in Francia dove la capacità di trattamento media per impianto è superiore alle 140.000 t/a. La tendenza generale fino a questo momento è stata comunque quella di realizzare impianti di piccole dimensioni e, come si può notare dal grafico sottostante, il maggior numero degli impianti tratta meno di 20.000 t/a; la causa della scarsa diffusione di impianti estremamente grandi, è probabilmente da attribuire all'eccessivo costo iniziale di investimento o alle maggiori difficoltà gestionali.

La maggior parte degli impianti (100) trattano esclusivamente FORSU, molti (34) utilizzano la frazione organica da selezione meccanica (FO), i restanti utilizzano FORSU o FO in combinazione con altre matrici.

Anche se le rese in biogas della FORSU, paragonate alle altre matrici utilizzate, non sono particolarmente elevate, il vantaggio del suo utilizzo è rappresentato dalla facile reperibilità; in Italia nel 2006 sono state raccolte circa 2.702.500 tonnellate di FORSU e verde e, secondo una stima di APAT, nello stesso anno solo lo 0,4 % dei rifiuti è stato trattato tramite la digestione anaerobica. Inoltre non vi è competizione commerciale per l'intercettazione della FORSU, che ad oggi rappresenta solo un costo per la collettività ed è fonte di guadagno per l'impianto che la riceve.

Per quanto riguarda la frazione organica da selezione meccanica, la scarsa qualità della matrice rispetto alla FORSU ha creato non pochi problemi di gestione, legati prevalentemente a danni di natura meccanica ai reattori e agli impianti di pretrattamento, alla bassa efficienza di produzione di biogas (dovuta alla sottrazione di volumi utili da parte dei materiali non digeribili e all'inibizione che il materiale in ingresso esercita sulle colonie batteriche del digestore) ed agli elevati costi di gestione. Per questo motivo negli ultimi anni si sta assistendo, soprattutto in Italia, alla progressiva conversione degli

impianti di digestione anaerobica inizialmente destinati al trattamento del rifiuto da selezione meccanica, ad impianti per la digestione di matrici di qualità.

Alcune matrici, pur avendo potenziali di produzione molto elevati, sono scarsamente utilizzate a causa di alcuni problemi intrinseci, principalmente per i costi elevati o la scarsa reperibilità. Ad esempio gli scarti di macellazione e di lavorazione del pesce, oltre a richiedere onerosi pretrattamenti obbligatori, spesso risultano troppo costosi per essere sfruttati con un guadagno, soprattutto se non sono reperibili perché hanno già altri numerosi canali di utilizzo (produzione mangimi e/o concimi). Esistono però dei casi in cui queste matrici sono largamente impiegate, come in Norvegia, dove si utilizzano i numerosissimi scarti dell'industria ittica come substrato per la digestione anaerobica e addirittura si vende parte della produzione di queste matrici ad altri stati come la Danimarca; sono però realtà locali influenzate da particolari condizioni ambientali ed economiche.

L'utilizzo di altre biomasse da avviare a digestione, come le materie grasse di origine vegetale (oli di palma, colza, girasole etc.) subisce la competizione dovuta alla produzione di biocarburanti da tali materie. Spesso il mais è la biomassa vegetale di origine agricola più utilizzata grazie alle buone rese di produzione di biogas, alla grande reperibilità ed alla relativa economicità. Il mais è uno dei cereali coltivati più diffusamente e può essere prodotto come coltura dedicata, come avviene per esempio in Germania; le produzioni contaminate da aflatossine, gli insilati alterati e gli scarti di lavorazione sono ottime fonti di biomassa da sfruttare in una linea di digestione anaerobica.

In Italia, ad oggi gli impianti esistenti che trattano matrice organica da sola o in codigestione con altre, sono 14 (alcuni

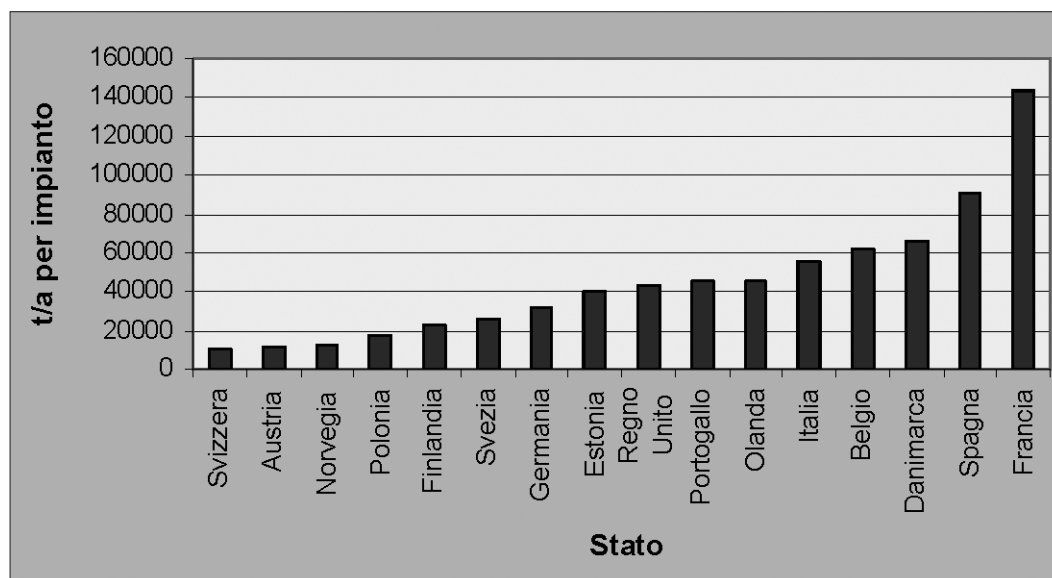


Fig. 2 – Capacità di trattamento media per impianto

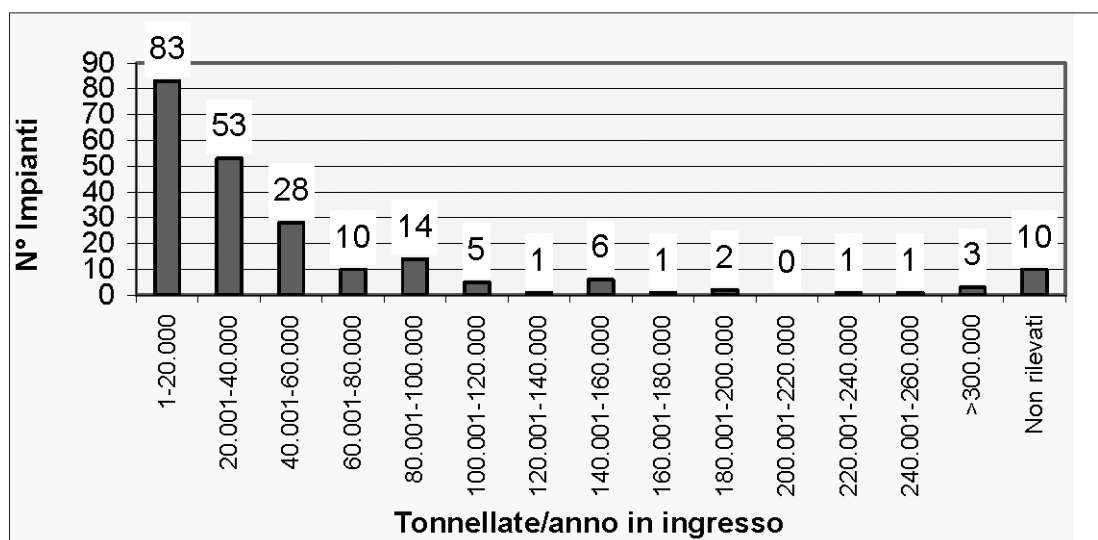


Fig. 3 – Ripartizione per capacità di trattamento

dei quali non hanno ancora iniziato la loro attività o l'hanno iniziata da poco e non lavorano ancora a pieno regime) ed altri due sono in costruzione (Salerno e Treviso) per una potenzialità totale di trattamento pari a 892.400 t. Gli impianti sono quasi tutti situati al nord Italia, in particolare 4 in Lombardia, 4 in Veneto, 1 in Piemonte e Trentino Alto Adige, i rimanenti sono situati in Emilia Romagna, Toscana, Lazio e Sardegna. La maggior parte degli impianti è di piccole-medie dimensioni (11 impianti su 14 trattano meno di 60.000 t/a) e tratta solo FORSU. Sono 5 gli impianti che operano in codigestione con altre matrici e solo uno tratta come unica matrice FO.

2. TECNOLOGIE

Le tecnologie utilizzate rispecchiano quelle prevalenti in Europa: BTA (3 impianti), Valorga, Dranco, Ros-Roca, Citec, Komogas, Linde; esistono alcuni impianti che non utilizzano specifiche tecnologie, ma sono costruiti in modo autonomo, o ricavati dall'assemblaggio di tecnologie diverse.

La maggior parte di queste tecnologie opera un processo ad umido, fermentando un substrato che ha un contenuto di sostanza secca inferiore al 10%; solo Dranco, Valorga e Komogas effettuano una digestione a secco (contenuto di SS maggiore del 20%).

Kompogas è la tecnologia più diffusa in Europa per il trattamento della FORSU, si contano quasi 40 impianti concentrati principalmente in Svizzera e Germania, quasi tutti di piccole dimensioni; gli impianti più grandi hanno potenzialità intorno alle 70.000 t/a e trattano prevalentemente FO, quello più piccolo è l'impianto italiano di Canale (CR) che tratta 3.000 t/a di FORSU.

La principale peculiarità di questa tecnologia è quella di essere una delle poche ad operare con un processo a secco ed in termofilia (55°C).

Gli altri due impianti italiani che lavorano a secco sono l'impianto di Maccarese (Roma), capacità di trattamento autorizzata 40.000 t/a e l'impianto di Bassano del Grappa (VI), capacità autorizzata 55.400 t/a. Il primo sfrutta una tecnologia Dranco, molto diffusa in Germania; anche questa tratta quasi unicamente FORSU, operando con un processo a secco e in termofilia; il secondo si avvale, invece, della tecnologia Valorga (molto diffusa soprattutto in Spagna e Francia); in questo caso la digestione avviene con un regime termico mesofilo (37°C), ma esistono anche degli impianti Valorga che lavorano in termofilia. Vengono trattati in prevalenza rifiuti organici da selezione meccanica, da soli o in codigestione con la FORSU, ma ci sono impianti che trattano solo FORSU (Bassano del Grappa), o FORSU in combinazione con altre matrici.

Una particolare tecnologia che effettua digestione a secco è Bekon, per ora sono presenti solo 3 impianti in Germania che la utilizzano, ma ci sono i presupposti per cui questa tecnologia prenda piede. Bekon utilizza un tipo di processo innovativo, che permette un basso dispendio di energia: si basa su un processo in batch, con alimentazione contemporanea del digestore con substrato e inoculo, dopo di che il processo di digestione avanzerà autonomamente fino al completo esaurimento del materiale organico di partenza senza alcun tipo di pretrattamento sul materiale in ingresso. Il processo avviene a temperature attorno ai 37°C.

Per quanto concerne le tecnologie che effettuano trattamenti ad umido, la più diffusa in Europa, con 24 impianti, è BTA. Il processo può essere sia mesofilo che termofilo e si può adattare a differenti esigenze d'impianto, ci sono reattori monostadio adatti per piccoli impianti, oppure digestori multistadio per impianti con capacità di trattamento maggiori (ad esempio Monaco). In questi impianti il rifiuto miscelato e depurato da corpi estranei viene separato in due fasi (solido-liquido). La frazione solida è diluita nuovamente con acqua pulita e messa in un reattore idrolitico per 4-8 giorni. Dopo questo periodo la massa viene nuovamente divisa in due fasi. Le frazioni liquide ottenute dalla prima e dalla seconda separazione vengono miscelate e inviate ad un digestore, dove restano per 3 giorni generando anch'esse biogas.

Bisogna sottolineare come i tempi di ritenzione di questo processo siano inferiori (circa 20 giorni) a quelli proposti dagli altri fornitori di tecnologia (da 15 a 30 giorni).

La compagnia italiana che detiene la licenza BTA è la Biotec sistemi S.r.l., che ha realizzato in Italia ben 3 impianti: quello di Cà del Bue (VR), tra i primi a essere realizzati (1998) che tratta 150.000t/a tra FORSU e FO, quello di Villacidro (CA), 55.000t/a FORSU e fanghi, e quello di Castelleone (CR), non ancora in attività, con capacità auto-

rizzata di 100.000 t/a (FORSU, fanghi e scarti agroindustriali).

Una tecnologia ad umido di recente diffusione è rappresentata da Ros-Roca che utilizza un processo mesofilo che si adatta ad impianti di taglie differenti; sono stati infatti realizzati impianti con capacità di trattamento che vanno da 10.000 t/a a 260.000 t/a (Ecopark 3 di Barcellona che tratta esclusivamente FO). In Italia esiste un impianto Ros-Roca per il trattamento della FORSU di recente costruzione a Voghera (PV), entrato in funzione solo negli ultimi mesi, con una capacità di trattamento autorizzata di 23.000 t/a.

Linde è invece una tecnologia che propone due tipi di digestione, in wet e in dry. I processi wet possono essere ad uno o due stadi e operare in termofilia o mesofilia, mentre i processi dry possono essere solo a singolo stadio.

Linde tratta per lo più FORSU in codigestione con altre matrici, prevalentemente scarti agroindustriali. In Italia è presente un solo impianto che utilizza questa tecnologia ed è quello di Camposanpiero (PD), che attualmente tratta 35.000 t/a (FORSU e fanghi da depurazione); è un impianto a due stadi (la fase idrolitica è separata da quella metanogenica) che opera in termofila, con un tenore di sostanza secca all'interno del digestore dell'8%.

Si cita infine l'impianto di Pinerolo (TO) che utilizza il processo WAASA, sviluppato dalla CITEC nel 1984; principale caratteristica di tale processo è quella di operare in semi-dry, con un tenore di sostanza secca compresa tra il 10 e il 15% (nel caso di Pinerolo è 12%). Il processo WAASA può operare sia in condizioni di termofilia che di mesofilia.

3. BILANCI DI MASSA

Alcuni tra gli impianti sopra citati sono stati sottoposti ad un'indagine diretta al fine di ottenere dati più dettagliati e precisi sui quali effettuare delle considerazioni e confronti. Con i dati ottenuti si è deciso di fare delle valutazioni gestionali elaborando dei bilanci di massa. Fra ciò che entra all'impianto, sono state considerate anche l'acqua di processo e l'energia consumata (come percentuale dell'energia totale prodotta). Gli output sono stati divisi in due parti: output negativi e positivi. Quelli negativi comportano dei costi vivi per l'impianto (scarti di processo, acque da depurare e digestato solido da compostare all'esterno). Gli output positivi comprendono le voci che non comportano una spesa monetaria per l'impianto o che possono portare ad un guadagno (biogas, compost e acque depurate, se è presente una linea di depurazione interna). Output positivi e negativi non devono intendersi tali solo a livello economico, ma anche a livello di impatto ambientale, pertanto il biogas è da intendersi come positivo perché una volta trasformato in energia elettrica, non solo porterà ad avere un guadagno economico, ma avrà anche prodotto energia da fonte rinnovabile. Lo stesso discorso può essere fatto anche per il compost che, pur non rappresentando sempre una fonte di guadagno per l'impianto, è un prodotto che, previo impiego agronomico, aumenta la fertilità dei suoli agricoli.

Di seguito si riportano, a titolo esemplificativo, i bilanci di massa relativi ad un impianto wet (Ecocenter Lana), ad uno

semy-dry (ACEA Pinerolo) ed a uno dry (Etra Bassano del Grappa).

L'impianto Ecocenter di Lana (BZ), non è stato precedentemente citato in quanto non utilizza una specifica tecnologia, ma è stato costruito in modo autonomo. È un impianto mesofilo che lavora ad umido, con un contenuto di sostanza secca pari al 5%; tratta 10.000 t/a di FORSU. L'impianto non presenta né depurazione interna, né linea di post-compostaggio, ne deriva che non ci sono perdite di processo. Le grandi quantità di acqua in ingresso servono, per la maggior parte, per la diluizione della matrice da avviare nel digestore.

L'impianto ACEA di Pinerolo utilizza il processo WAASA, sviluppato dalla Citec, che lavora in termofilia, con un contenuto di sostanza secca pari al 12%. All'interno del digestore entra solo FORSU; i fanghi di depurazione delle acque civili e il verde vengono utilizzati nello stadio successivo di post-compostaggio.

Le quantità di acqua in ingresso all'impianto, seppur elevate, risultano in proporzione inferiori a quelle utilizzate nell'impianto di Lana, in quanto è richiesta minore diluizione in conseguenza del fatto che è un impianto ad umido.

Si può vedere come in questo caso la percentuale degli output sia pari all'88%, questo è dovuto alle perdite di processo legate al compostaggio, dovute essenzialmente all'evaporazione dell'acqua.

Si riporta infine il caso dell'impianto Etra di Bassano del Grappa, che lavora in condizioni dry (35/37 % di sostanza secca) e in mesofilia. Al digestore vengono inviate poco più di 30.000 t/a di FORSU, oltre 3.000 t/a di fanghi e 4.000 t/a di verde; un'altra quota di verde viene utilizzata come strutturante nella fase successiva di compostaggio.

In questo caso manca il dato relativo al quantitativo di acqua all'ingresso dell'impianto, ma basandosi sulla quantità inviata al depuratore e sapendo che non c'è diluizione, ma che l'ac-

qua viene utilizzata solo per gli scrubber e per il lavaggio del biofiltro, si escludono grandi quantitativi in ingresso.

Osservando i bilanci di massa sopra riportati, balza subito all'occhio come tra le frazioni in uscita, quella maggiore sia rappresentata dalle acque reflue. Per questo motivo, se non è presente una linea interna di depurazione, la gestione di queste acque rappresenta un onere non indifferente per l'impianto.

Esistono indubbiamente delle caratteristiche comuni a tutti gli impianti che adottano lo stesso tipo di tecnologia, rappresentate dagli specifici parametri di processo come il tenore di sostanza secca o il regime termico, ma risulta difficile fare considerazioni generali sui flussi di massa o sull'efficienza di tali processi in quanto queste dipendono da un'infinità di variabili di tipo gestionale che cambiano da impianto ad impianto.

Da un punto di vista prettamente economico si può però osservare come esistano delle differenze sostanziali tra impianti che lavorano a secco e quelli ad umido: nel caso dei processi di tipo dry, a fronte di un maggior costo di investimento iniziale, dovuto alla necessità di dotarsi di sistemi di trasporto e pompaggio del rifiuto organico da trattare che siano particolarmente resistenti e tecnologicamente avanzati, i costi di gestione sono più contenuti. Operando con rifiuti ad elevata concentrazione di sostanza secca, infatti, non sono necessari pre-trattamenti particolarmente raffinati ed i volumi dei reattori necessari sono ridotti. La ridotta dimensione del reattore si ripercuote poi favorevolmente, in fase di esercizio, sul bilancio energetico dello stesso, dal momento che è necessario riscaldare una minor quantità di rifiuto da trattare.

Una differenza fondamentale tra i processi di tipo dry e quelli di tipo wet o semi-dry consiste nel ridotto utilizzo, nel caso di processi dry, di acqua per la diluizione dei rifiuti, ne conse-

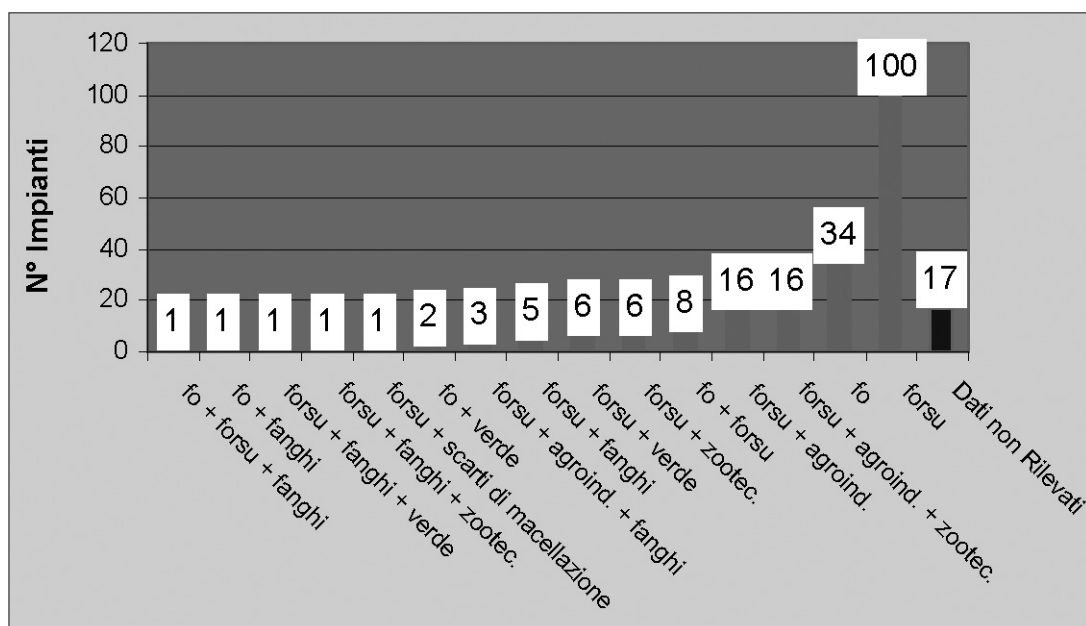


Fig. 4 – Matrici Impiegate

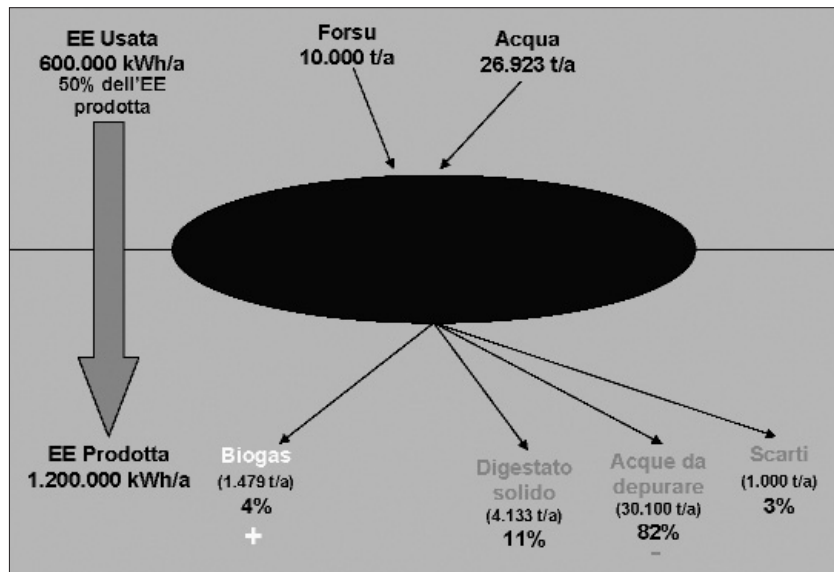


Fig. 5 – Bilancio di massa relativo all'impianto di Lana

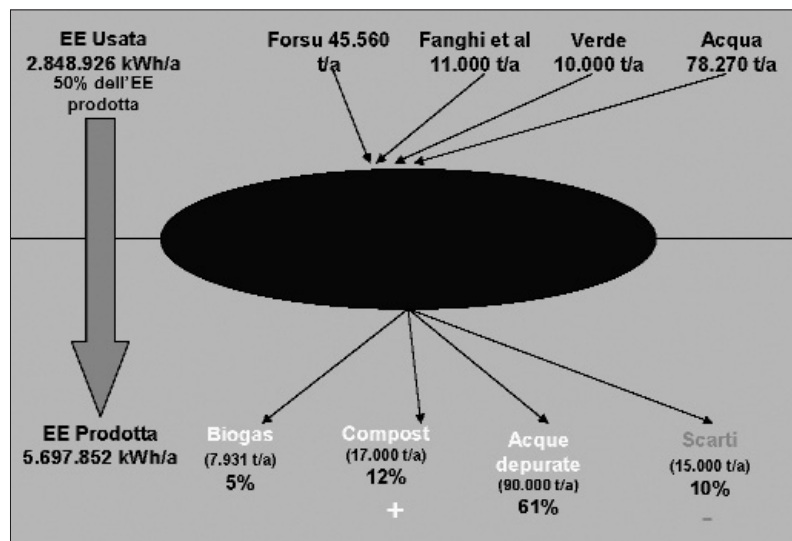


Fig. 6 – Bilancio di massa relativo all'impianto di Pinerolo

gue che sarà ridotta anche la quantità di acque reflue da trattare, con un conseguente risparmio economico.

Esistono delle differenze fondamentali anche tra processi di tipo mesofilo e termofilo. La scelta del regime termico condiziona in genere il tempo di ritenzione idraulica, richiedendo tempi più lunghi per i primi. La digestione in condizioni di mesofilia tende a essere molto più resistente e stabile del processo in termofilia, ma la produzione di biogas è inferiore; è richiesto quindi un digestore più grande e le misure sanitarie, se necessarie, vengono effettuate in una fase di processo separata. La digestione in condizioni di termofilia offre quindi produzioni di metano più elevate, una rimozione del substrato organico più rapida, migliore abbattimento di virus e patogeni, ma richiede tecnologie più costose, un input di energia maggiore

e un più alto numero di operazioni di controllo e di monitoraggio.

Alla luce del fatto che l'attenzione verso i trattamenti dei rifiuti a bassa emissione di gas serra è un fattore che assumerà sempre più importanza in futuro, unito alla possibilità di trasformare i rifiuti organici e le biomasse in energia e fertilizzanti, il processo di digestione anaerobica suscita un crescente interesse nei gestori degli impianti che già trattano rifiuti. Si stanno così creando i presupposti per cui il numero degli impianti possa crescere nei prossimi anni. Ne deriva l'utilità anche in Italia di potenziare e razionalizzare i digestori anaerobici dei fanghi di depurazione delle acque civili, presenti in tutti i grandi impianti di depurazione, favorendo la codigestione con reflui zootecnici e frazione organica da raccolta differenziata, vista anche la

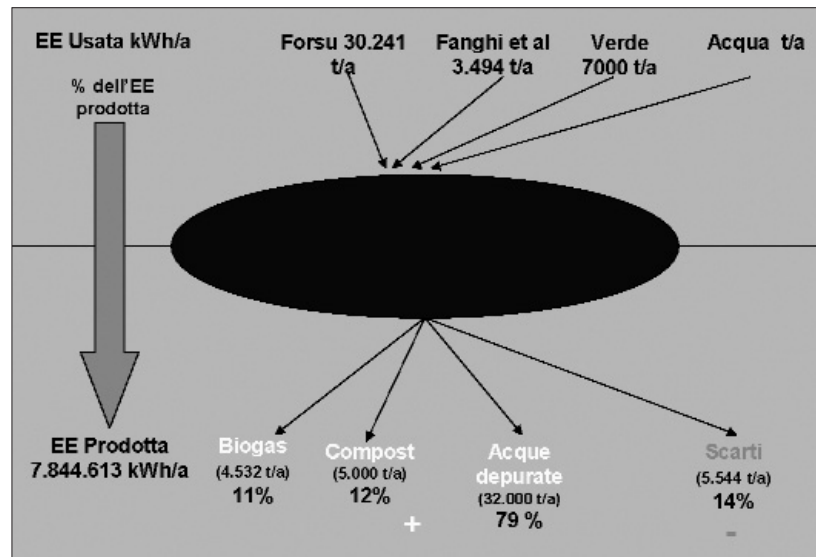


Fig. 7 – Bilancio di massa relativo all'impianto di Bassano del Grappa

necessità di gestire crescenti quantità di questa frazione, derivante da un incremento della raccolta differenziata.

Infine si ritiene che l'integrazione dei processi aerobici e anaerobici delle biomasse e dei rifiuti organici, dovrà essere presa sempre più in considerazione, come già in molti posti sta avvenendo, al fine di ottimizzarne i rispettivi pregi e minimizzarne gli svantaggi.

CURRICULA

Giordano Urbini – Professore Ordinario di Ingegneria Sanitaria-Ambientale presso l'Università degli Studi dell'Insubria di Varese, Direttore del Dipartimento "Ambiente-Salute-Sicurezza", Presidente del Corso di Laurea In Ingegneria per la Sicurezza del Lavoro e dell'Ambiente. Collaboratore di vari organismi internazionali tra cui OMS e UNDP è responsabile di vari progetti di ricerca internazionali sui temi della depurazione dei liquami, sviluppo sostenibile e bio-energie. Ha svolto la sua attività universitaria presso il Politecnico di Milano, l'Università di Pavia e attualmente presso l'Università dell'Insubria. Ha curato molteplici attività di ricerca e studio nei diversi campi dell'Ingegneria Sanitaria-ambientale, in particolare nella depurazione delle acque e nel trattamento/smaltimento dei rifiuti. Tra i primi in Italia ha attivato una linea di ricerca nel campo delle bio-energie con attività sperimentali attualmente in corso ed una unità di ricerca dedicata alla cooperazione internazionale allo sviluppo sui temi ambiente-energia.

Vincenzo Torretta – Dal 2006 lavora come professore associato presso l'Università degli Studi dell'Insubria di Varese svolgendo i corsi "Sicurezza e analisi rischio", "Rischio di incidente rilevante", "Fenomeni di inquinamento" e "Valutazione di Impatto Ambientale" nell'ambito del corso di laurea in Ingegneria dell'ambiente e della sicurezza. È autore di diverse pubblicazioni su riviste del settore di ingegneria ambientale e della sicurezza e del volume "Sicurezza e analisi di rischio di incidenti rilevanti" edito da Sistemi Editoriali (2006).

Paola Bini – Laurea triennale in Ingegneria per la Sicurezza del Lavoro e dell'Ambiente presso l'Università degli Studi dell'Insubria di Varese nel luglio 2007. Dal 2007 al 2008 collabora a contratto con il Dipartimento D.A.S.S. dell'Università degli Studi dell'Insubria di Varese sul tema della Digestione Anaerobica della frazione organica dei rifiuti solidi urbani e di altre frazioni. Attualmente iscritta al corso di Laurea Specialistica in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio presso l'Università degli Studi di Pavia.

Martino Valvassori – Laurea In Agrotecnologie per l'ambiente e il territorio presso l'Università Statale di Milano nel 2006. Dal 2007 al 2008 collabora a contratto con il Dipartimento D.A.S.S. dell'Università degli Studi dell'Insubria di Varese sul tema della Digestione Anaerobica della frazione organica dei rifiuti solidi urbani e di altre frazioni.

Fabio Conti – Laureato in Ingegneria Civile Idraulica presso l'Università degli Studi di Pavia nel 1987, è stato Ricercatore Universitario a Pavia nel 1990 nel settore ICAR/03 – Ingegneria Sanitaria-Ambientale e successivamente Professore Associato di Ingegneria Sanitaria-Ambientale nella stessa Università nel 2000. Dal 2003 è stato Professore Associato presso l'Università degli Studi dell'Insubria a Varese. Attualmente è Professore Straordinario dal 2005 occupandosi di trattamenti delle acque di scarico (rimozione di inquinanti in tracce, trattamenti avanzati), rifiuti solidi (gestione integrata e pianificazione, compostaggio, incenerimento, discariche controllate), biorisanamento di siti contaminati, inquinamento dell'aria (gestione delle emissioni maleodoranti e loro trattamento, trattamento dei fumi di inceneritori). È autore di oltre 80 pubblicazioni scientifiche. È componente di diversi comitati organizzatori e scientifici di congressi nazionali e internazionali, direttore del corso di master in "Gestione Integrata di Ambiente, Sicurezza e Salute in ambito Industriale (GIASSI), presidente vicario del Consiglio di Coordinamento Didattico per il Corso di Laurea in Ingegneria per la Sicurezza del Lavoro e dell'Ambiente e Vice Presidente dell'Associazione Nazionale di Ingegneria Sanitaria-Ambientale (ANDIS).