

UN VIAGGIO NELLA REALTÀ EUROPEA

Nel nostro Paese, come nel resto d'Europa, più di un terzo del biogas proviene dalle discariche dei rifiuti urbani. Per la digestione anaerobica dei liquami zootecnici la Germania ha il primato assoluto, mentre in Italia la quasi totalità degli impianti è localizzata al Nord e tratta liquame suino. La produzione combinata di calore ed elettricità è la modalità più diffusa da trasformazione del biogas.

THE SITUATION IN EUROPE

More than one third of the biogas produced in Italy, as well as in Europe, comes from sludges of domestic waste scrap bunkers. Concerning slurry digestion systems, Germany holds the supremacy whereas in Italy most of the plants are located in the North and they deal with pig slurry.

Biogas is commonly transformed into heat and electric energy. Interesting information were collected visiting three slurry codigestion plants in Germany and two digesters, using exclusively energy crops, in Austria. In the former European country, the government provides price support and investment grants.

Produzione di biogas e di energia finale nei paesi dell'Ue (Migliaia di tonnellate equivalenti petrolio)

Paese	Biogas prodotto		Energia ottenuta nel 2004		
	2003	2004 (*)	Elettricità	Calore	Totale
Gran Bretagna	1.253	1.473	349,5	68,0	417,5
Germania	1.229	1.291	277	83,4	360,4
Francia	344	359	42	56,0	98
Spagna	257	275	70,9	14,7	85,6
Italia	201	203	93	0	93
Svezia	119	120	5,5	33,4	39
Olanda	109	110	25	2	27
Danimarca	83	93	21,9	26,7	48,6
Portogallo	76	76	0,3	0	0,3
Repubblica Ceca	41	50	11,9	23,1	35
Polonia	35	43	5,6	0,2	5,8
Belgio	42	43	12,3	0,6	12,9
Austria	38	42	10,5	6,1	16,6
Grecia	32	32	9	6	15
Irlanda	19	19	6	3	9
Finlandia	16	17	4,6	3,8	8,4
Slovenia	6	7	2,7	1,2	3,8
Lussemburgo	4	5	2,8	0,9	3,7
Slovacchia	3	3	0,2	0,1	0,2
Estonia	3	3	-	-	-
Ungheria	2	2	1,6	0,7	2,3
Totale Ue	3912	4.266	952	330	1282

(*) Dato stimato Fonte: EurObserv'ER, 2005

Danimarca, in particolare, sono attualmente funzionanti 20 impianti centralizzati di codigestione, che trattano annualmente circa 1.100.000 di liquami zootecnici e 375.000 t di residui organici industriali e FORSU.

In due recenti pubblicazioni sono stati censiti in Europa circa 130 impianti di digestione anaerobica che trattano più di 2.500 t/anno di frazione organica di rifiuti urbani (sia da raccolta differenziata, sia da selezione meccanica a valle) e/o di residui organici industriali.

Per il 2003 si può stimare che la produzione di biogas nei paesi dell'Ue sia stata di circa 3.912 ktep, pari a circa 45 milioni di MWh (1 ktep = 1.000 t equivalenti di petrolio), più di un terzo è dovuta al recupero di biogas dalle discariche per rifiuti urbani. Per il 2010 EurObserv'ER prevede una produzione di biogas di 8.600 ktep (circa 100 milioni di MWh). I rifiuti organici prodotti annualmente nei 15 Paesi dell'Unione Europea (non sono compresi i nuovi 10 entrati) ammontano a circa 1.200 milioni di tonnellate, dei quali circa l'80-90% è costituito da deiezioni animali e il resto da rifiuti organici urbani e industriali.

Di seguito si riporta la descrizione di cinque impianti di codigestione oggetto di visita da parte dei tecnici del Crpa, di cui i primi tre in Germania e gli altri due in Australia. L'ultimo si differenzia in modo

In Europa la diffusione della digestione anaerobica ha interessato inizialmente il settore dei depuratori civili per la stabilizzazione dei fanghi di supero e attualmente si stima siano circa 1.600 i digestori operativi.

A tutt'oggi la digestione anaerobica è considerata una delle tecnologie migliori per il trattamento delle acque reflue agroindustriali ad alto carico organico e già nel 1994 erano attivi circa 400 impianti europei di biogas aziendali e consortili. Inoltre sono oltre 2.500 i digestori anaerobici operanti su liquami zootecnici nei paesi dell'Ue, in particolare in Germania (oltre 2.000), seguita da Danimarca, Austria, Svizzera, Italia e Svezia.

È doveroso ricordare anche che il recupero di biogas dalle discariche per rifiuti urbani rappresenta in Europa, e in particolare in Gran Bretagna, la più importante fonte di energia alternativa da biomasse, con circa 450 impianti operativi.

Negli ultimi anni sta crescendo di importanza anche l'utilizzo della digestione anaerobica nel trattamento della frazione organica dei rifiuti urbani raccolta in modo differenziato (FORSU), in miscela con altri scarti organici industriali e con liquami zootecnici (codigestione). In

particolare dai precedenti, in quanto non tratta liquami zootecnici ma esclusivamente colture energetiche.

Impianti di biogas per liquamizootecnici in Italia

EurObserv'ER stima per l'Italia una produzione di biogas nel 2003 di 201 ktep (circa 2,3 milioni di MWh). Oltre un terzo di questa produzione è attribuibile al recupero di biogas dalle discariche per rifiuti urbani.

Alla fine degli anni Ottanta si è andata diffondendo una nuova generazione di impianti di biogas semplificati e a basso costo. Questi, realizzati sovrapponendo una copertura di materiale plastico a una vasca di stoccaggio dei liquami (si veda a pag. 28), permettono non solo di recuperare energia ma anche di controllare gli odori e di stabilizzare i liquami. Da un censimento condotto nel 1999, è emerso che circa 40 di questi impianti erano già operativi all'epoca e dalle informazioni raccolte presso le ditte produttrici risulta che circa altri 30 siano stati realizzati dal 1999 al 2004. Questi impianti operano in psicrofilia o a temperatura più o meno controllata.

Complessivamente, nel 1999 erano 72 gli impianti di biogas funzionanti con liquami zootecnici in Italia: 5 di questi erano impianti centralizzati e 67 impianti aziendali. La quasi totalità degli impianti è localizzata nelle regioni del Nord (39 in Lombardia, 7 in Emilia Romagna, 12 in Trentino – Alto Adige).

La maggior parte degli impianti opera con liquame suino; solamente 12 impianti aziendali, tutti localizzati nella provincia di Bolzano, e 2 centralizzati trattano liquame bovino. Sono ancora pochi gli impianti che trattano miscele di più reflui, non solo zootecnici: negli impianti centralizzati vengono trattati anche fanghi di depurazione, reflui dell'agroindustria, in particolare acque di vegetazione dell'industria olearia, e rifiuti organici domestici derivanti da raccolta differenziata dei rifiuti urbani.

Nella maggior parte degli impianti aziendali dell'Alto Adige vengono trattati con i liquami bovini anche scarti organici domestici e della ristorazione; nel gennaio 2004 in Alto Adige erano in funzione 25 impianti, di cui 2 consortili, e 6 erano in costruzione. I 5 impianti centralizzati attivi in Italia (tabella sottostante) sono tutti reattori completamente miscelati operanti in un intervallo di temperatura mesofila (30-40 °C).

Gli impianti centralizzati italiani (1999)						
Impianto	Reattore	Temperatura di lavoro (°C)	Carico Volumetrico (m³/giorno)	Tempo di ritenzione idraulica (giorni)	Volume reattore	Input
Marsciano (Perugia)	Reattore completamente miscelato (*)	30 – 40	800	18	14200	Liquame suino +reflui agroindustr.
Bettona (Perugia)	Reattore completamente miscelato (*)	30 – 40	700	13,5	9500	Liquame suino e bovino + reflui agroindustr
Spilamberto (Modena)	Reattore completamente miscelato (*)	30 – 40	600	20	12000	Liquame suino e bovino + fanghi civili
Visano (Brescia)	Reattore completamente miscelato	30 – 40	570	21	12000	Liquame suino e bovino
Lozzo Atestino	Reattore completamente miscelato	30 – 40	500	10	5000	Fanghi agroindustr. +FORSU+ liquame bovino

(*): doppio stadio (secondo stadio non miscelato e non riscaldato)

Tra gli impianti aziendali prevalgono quelli di tipo semplificato e a basso costo, realizzati sovrapponendo una copertura di materiale plastico a una vasca o laguna di stoccaggio dei liquami.

Relativamente all'uso del biogas, la cogenerazione (produzione combinata di calore ed energia elettrica) è prevalente: in tutti gli impianti centralizzati e in 40 impianti aziendali sono installati cogeneratori; in 21 impianti, in genere annessi a caseifici per la produzione di Grana Padano o Parmigiano Reggiano, il biogas viene bruciato direttamente in caldaia. Nel corso degli ultimi anni anche in Italia si è mostrato interesse alla codigestione dei liquami zootecnici con le colture energetiche (in particolare mais e sorgo zuccherino) e gli scarti agroindustriali e attualmente alcuni impianti così impostati sono già in funzione, in costruzione o in fase di progettazione.

La tabella sottostante, riassume le caratteristiche della realtà impiantistica nazionale al 1999, mentre di seguito vengono descritti in modo approfondito 3 impianti di Lonato (BS), Cremona e Castenaso (BO).

Digestori anaerobici operanti su liquami zootecnici in Italia (1999)

Tipo di reattore	27 impianti sono CSTR (reattori completamente miscelati)
	24 impianti sono di tipo plug flow – vasca in cemento coperta
	16 impianti sono lagune coperte
Alimentazione	51 impianti: solo liquami suini
	3 impianti: prevalentemente liquame suino addizionato con liquame bovino
	1 impianto: prevalentemente liquame suino addizionato con siero di latte
	2 impianti: solo liquame bovino
	10 impianti: prevalentemente liquame bovino addizionato con scarti organici selezionati
	contenuto di sostanza secca < 10%
Dimensioni	17 impianti: volume < 500 m ₃
	10 impianti: volume fra 500 e 1000 m ₃
	20 impianti: volume tra 1000 e 5000 m ₃
	Per gli altri impianti i dati sul volume non sono disponibili Le lagune coperte sono spesso classificate sulla base della superficie coperta
Temperatura	52 sono impianti operanti in mesofilia
	9 impianti operano in psicrofilia
	Per 6 impianti il dato non è disponibile
Tempo di riten-zione idraulica(HRT)	10 impianti: HRT < 15 giorni
	11 impianti: HRT tra 16 e 25 giorni
	6 impianti: HRT tra 26 e 35 giorni
	16 impianti: HRT ≥ 35 giorni
	Per 24 impianti il dato non è disponibile
Uso del biogas	40 impianti: cogenerazione
	21 impianti: solo generazione termica
	6 impianti: solo produzione di energia elettrica
Età	5 impianti hanno più di 16 anni
	5 impianti hanno tra i 5 e i 15 anni
	14 hanno meno di 5 anni
	Per gli altri impianti il dato non è disponibile

72 impianti censiti, 67 dei quali aziendali

Impianto semplificato a Lonato (BS)

Si tratta di un impianto semplificato che recupera il biogas che si sviluppa dai liquami suini durante il periodo di stoccaggio che precede il loro utilizzo agronomico. Il reattore anaerobico è molto semplificato: si tratta di un lagone di circa 8.000 m³ di volume, che riceve le deiezioni provenienti da un allevamento di circa 7.000 capi suini all'ingrasso, annesso a un caseificio di Lonato (Brescia).

Il caseificio produce Grana Padano e il siero residuo dalla lavorazione viene utilizzato per l'alimentazione dei suini. Il lagone è profondo circa 8 m, non è riscaldato (la temperatura del liquame varia in funzione della temperatura ambiente), non è miscelato ed è completamente ricoperto con circa 1.000 m² di un particolare tipo di copertura modulare a cupole in PVC, rinforzato con fibra di poliestere.

Questo particolare tipo di copertura è molto semplice da installare: vari moduli vengono semplicemente fatti galleggiare accostati l'uno all'altro sulla superficie del liquame. Il biogas prodotto gonfia le coperture mantenendole sollevate e permettendo una certa capacità di accumulo del biogas stesso. Quest'ultimo viene recuperato attraverso tubazioni di collegamento tra le diverse cupole di raccolta che lo portano a un collettore principale, provvisto di valvole di regolazione della pressione, pressostato di regolazione ed elettrosoffiante per l'invio al sistema di utilizzazione.

La produzione di biogas è fortemente influenzata dalle temperature ambientali e oscilla in media dai 1.000 m³/giorno nel periodo invernale, ai circa 2.000 m³/giorno nel periodo estivo. Il biogas prodotto viene utilizzato in un generatore di vapore, tipo *dual fuel* (gasolio/biogas), e il vapore viene utilizzato nel caseificio nella produzione del formaggio. Il liquame digerito defluisce in un altro bacino di stoccaggio, scoperto e dotato di miscelatori, da cui viene poi prelevato per essere utilizzato sui terreni agricoli circostanti all'allevamento e coltivati prevalentemente a mais.

Impianto di depurazione a Cremona

Anche in questo caso il liquame trattato è quello dell'annesso allevamento suinicolo, che conta circa 12.000 capi suini all'ingrasso, alimentati con il siero di latte residuo delle lavorazioni del caseificio. L'impianto di trattamento è più complesso del precedente; si tratta, infatti, di un impianto di depurazione biologica aerobica, finalizzato allo scarico in acque superficiali, e comprende un digestore anaerobico con recupero energetico per la frazione fangosa (fango primario e secondario) del liquame.

L'impianto prevede:

- un flottatore, che ha il compito di separare i solidi sospesi presenti nel liquame suino;
- un impianto di depurazione biologico aerobico a fanghi attivi per il trattamento della frazione chiarificata, che successivamente viene scaricata in acque superficiali;
- un reattore anaerobico per la frazione fangosa.

Il reattore è di tipo semplificato, ma riscaldato, costituito da una vasca in calcestruzzo armato del volume di 2.000 m³, chiusa con una copertura in PVC rinforzato con fibra di poliestere del tipo a tripla membrana, che consente il recupero del biogas e di compensare la differenza di velocità di produzione e consumo del biogas, come un vero e proprio sistema gasometrico a volume variabile.

Attraverso un particolare sistema pneumatico, il biogas prodotto, in misura di circa 1.000 m³/giorno, viene avviato a due gruppi di cogenerazione della potenza unitaria di 90/130 kW (elettrici/termici). Il calore prodotto viene utilizzato per il riscaldamento del reattore, che opera in mesofilia, mentre l'energia elettrica è venduta all'Enel.

Il fango in uscita dal digestore viene disidratato con nastropressa e accumulato in attesa dell'utilizzo agronomico.

Codigestione in allevamento da latte a Bologna

L'impianto di digestione anaerobica di Castenaso (BO) è di recente costruzione ed operativo dall'estate 2005; sin dal suo avvio e per un periodo di circa un anno sarà oggetto di una campagna di monitoraggio, condotta dal Crpa nell'ambito di un progetto biennale di sperimentazione sul biogas nell'allevamento bovino, finanziato dall'Assessorato Agricoltura della Regione Emilia-Romagna.

Si tratta di un impianto di codigestione che tratta liquame bovino - proveniente da un allevamento con circa 100 capi in lattazione - in miscela con residui agricoli e colture energetiche. Il liquame bovino, attualmente, rappresenta in media il 70% in volume dell'alimentazione del digestore; il restante 30% è costituito da foraggio, insilato di mais, scarti di cipolle, patate e polpe di bietola, conferiti rispettivamente da agricoltori e da uno zuccherificio nelle vicinanze dell'azienda.

L'impianto è costituito da due digestori riscaldati della capacità di 1.200 m³ (diametro 16 m e altezza 6 m) e da due vasche di stoccaggio di 1.000 m³ (diametro 16 m e altezza 5 m). Le vasche di stoccaggio non sono coibentate, né riscaldate; una è coperta con un telo in materiale plastico per l'accumulo del biogas prodotto, l'altra viene utilizzata per lo stoccaggio del liquame stabilizzato dopo la digestione anaerobica e successivamente avviato all'utilizzo agronomico sui terreni dell'azienda.

I digestori sono dotati di sistema di riscaldamento interno, alimentato dal cogeneratore, che mantiene la temperatura del substrato a 37,5-38,5 °C. Un sistema di agitazione verticale con potenza impegnata di circa 18 kW (temporizzato 5-10 minuti per ora) evita la formazione di strati disomogenei del substrato nei due digestori riscaldati. Il biogas accumulato e stoccato nella cupola della prima vasca di stoccaggio viene trattato mediante impianto di desolfurazione biologico (con aggiunta controllata di aria) per evitare concentrazioni elevate di acido solfidrico (H₂S), dannose per il cogeneratore. Le pareti delle vasche di digestione riscaldate sono coibentate con pannelli di polistirene (Styrodur) di 8 cm di spessore.

Il carico di liquame giornaliero stimato è di circa 15-20 m³ e viene immesso nel primo digestore attraverso un tubo di adduzione che parte dal pozzetto di accumulo liquami di stalla, mentre gli scarti agricoli sono caricati tramite una tramoggia dotata di coclea di sollevamento della biomassa, il cui quantitativo è attualmente stimato in circa 10 t/giorno. I digestori sono collegati tra loro sia da un tubo per il passaggio del gas sia da un tubo in PVC nella parte bassa del reattore per il passaggio del digestato. Il tempo di ritenzione idraulica è attualmente di circa 85 giorni (volume dei due digestori riscaldati+vasca accumulo coperta/ volume di liquame e biomassa immesso nel digestore).

Il biogas prodotto viene utilizzato in un cogeneratore con potenza elettrica di 110 kW e termica di 220 kW (è previsto un altro cogeneratore da 250 kW elettrici).

L'energia elettrica è in parte utilizzata per il fabbisogno dell'azienda agricola e dell'impianto (circa il 15% di quella prodotta), il resto viene venduto all'Enel. L'energia termica è impiegata per il riscaldamento dei

reattori (circa il 50%) e per le esigenze dell'azienda agricola compreso il riscaldamento invernale dell'abitazione del proprietario.

Il locale cogeneratore è stato predisposto per ospitare fino a 3 macchine da 110 kW elettrici ciascuna e le linee elettriche e i quadri installati hanno una potenzialità che può essere portata fino a 500 kW. L'impianto è costato, sino ad ora, circa 700.000 euro, di cui circa 120.000 per l'impianto elettrico, i quadri di controllo, il dissipatore dell'energia termica in esubero, cabina elettrica e trasformatori elettrici per poter cedere energia in rete a 15.000 V. L'azienda prevede di ricavare circa 0,09-0,10 €/kWh quale contributo derivante da certificati verdi e altri 0,08-0,09 euro per kWh ceduto in rete.

Visite in Germania e Austria

Ecco il resoconto del sopralluogo presso tre impianti di codigestione con liquami in Germania - il cui Governo sostiene il prezzo del biogas ed eroga un contributo sull'investimento - e due reattori in Austria, uno dei quali alimentato esclusivamente con colture energetiche.

La Germania è certamente il Paese europeo nel quale negli ultimi dieci anni la digestione anaerobica ha avuto il maggior impulso, in particolare nel comparto zootecnico. Gli ultimi dati dell'Associazione biogas tedesca, relativi al 2003, parlano di circa 2.000 impianti esistenti con una potenza elettrica installata di circa 400 MW. Circa il 94% degli impianti di biogas operano in codigestione, trattando assieme ai liquami zootecnici altri substrati organici, scarti dell'agroindustria, scarti domestici e della ristorazione, soprattutto colture energetiche (mais, sorgo zuccherino, barbabietola da foraggio, patate, ecc.) e residui colturali. Importante per lo sviluppo del settore è stata la politica di incentivazione del Governo tedesco: questo ha fissato un prezzo per l'energia elettrica da biogas che, con l'aggiornamento dell'agosto 2004, può arrivare fino a 0,215 €/kWh per un periodo di 20 anni ed eroga, in genere, anche un contributo sull'investimento.

Codigestione con liquami bovini

L'impianto, avviato nel 1996, situato nei pressi della cittadina di Freising, in Baviera, in un allevamento di bovine da latte (circa 150 capi) ed è gestito direttamente dall'allevatore. Si tratta di un impianto di codigestione che tratta il liquame bovino dell'azienda in miscela con scarti di macellazione (sostanze grasse) e frazioni organiche da raccolta differenziata presso grandi utenze (mercati orto-frutticoli, supermercati, mense, ristoranti). Il liquame bovino rappresenta mediamente solamente il 40% dell'alimentazione al digestore; il restante 60% è costituito dagli scarti organici extra aziendali per il cui ritiro l'azienda percepisce da un minimo di 0,010 a un massimo di 0,026 €/kg.

L'impianto è costituito da due digestori anaerobici posti in serie, il primo di 900 m³ e il secondo di 700 m³, operanti in termofilia (45-50 °C).

I due reattori sono costruiti in cemento e sono coibentati e interrati; sono di geometria cilindrica e completamente miscelati con mixer meccanici. Il liquame in uscita dai digestori viene stoccato in una vasca in cemento circolare e scoperta, del volume di circa 1.000 m³ e successivamente avviato all'utilizzo agronomico sui terreni dell'azienda e, non essendo questi ultimi sufficienti, di altre aziende agricole limitrofe, che lo ricevono a titolo gratuito.

Il biogas prodotto viene utilizzato per alimentare due cogeneratori *dualfuel* di 160 e 75 kW elettrici di potenza. L'energia elettrica prodotta - circa 2.500-4.000 kWh/giorno (in funzione della sostanza organica immessa nei digestori e di cui solamente 500 kWh/giorno deriverebbero dai liquami bovini, a detta del gestore) - viene ceduta alla rete elettrica a un prezzo di circa 0,093 €/kWh. Per ottenere questo prezzo vantaggioso il gestore dell'impianto deve riversare l'elettricità in rete nella fascia oraria tra le 6 del mattino e le 10 di sera e garantire durante l'allacciamento 190 kWh/h. Per lo stoccaggio del biogas è presente un gasometro a pallone in materiale elastomerico, del volume di circa 550 m³.

L'impianto è costato circa 930 mila euro, dei quali circa 155 mila euro per i cogeneratori e l'allacciamento alla rete elettrica pubblica. L'allevatore ha usufruito di un basso tasso di interesse, ma non ha ricevuto finanziamenti in conto capitale. Lo stesso allevatore gestisce anche un impianto di compostaggio per scarti organici e verdi e, per sua stessa ammissione, il trattamento e la gestione di scarti organici sono diventati una delle attività principali dell'azienda agricola.

Codigestione con liquami suini a Thannhocking

L'impianto è in funzione dal 1997 ed è situato nei pressi della cittadina di Thannhocking, in un allevamento suinicolo (circa 160 scrofe e 1.500 capi all'ingrasso, per un peso vivo medio presente di circa 130 tonnellate). Anche questo è un impianto di codigestione che tratta oltre al liquame suino prodotto nell'allevamento aziendale, deiezioni avicole, scarti vegetali mercati orto-frutticoli, sfalci del verde pubblico), scarti di macellazione (grassi da flottazione).

In totale l'impianto viene alimentato con circa 10.000 tonnellate all'anno di residui organici, di cui il liquame suino rappresenta poco più del 50%. L'impianto è gestito direttamente dall'allevatore ed è costituito da due reattori orizzontali in cemento (circa 260 m³ di volume ciascuno), funzionanti in parallelo, coibentati, parzialmente interrati, miscelati meccanicamente e alloggiati all'interno un capannone, che ospita anche gli attrezzi aziendali e i due cogeneratori (in totale 120 kW di potenza elettrica) alimentati con il biogas prodotto. Il liquame in uscita dai due reattori orizzontali viene inviato in un post-digestore costituito da una vasca in cemento (circa 800 m³ di volume), circolare, coibentata e parzialmente interrata, miscelata, ricoperta con un telo in materiale plastico che funge anche da gasometro. È presente una ulteriore vasca, uguale alla precedente (non coperta, ma già predisposta per esserlo in futuro) dove il liquame digerito viene stoccato prima del suo utilizzo agronomico.

L'energia elettrica prodotta dai due generatori viene venduta alla rete elettrica alle stesse condizioni viste per il precedente impianto.

L'impianto è costato circa 415.000 euro ed è previsto un tempo di ripagamento dell'investimento di circa 6-7 anni.

Codigestione con liquami suini a Landau

L'impianto è stato avviato nell'autunno 1998, ed è situato nei pressi della città di Landau, in un'azienda agricola con un allevamento suinicolo.

Anche questo è un impianto di codigestione che tratta oltre al liquame suino prodotto nell'allevamento aziendale, gli scarti organici (circa 2.000 t/anno) derivanti dalle raccolte differenziate secco/umido domestiche condotte nelle cittadine localizzate nella zona circostante all'impianto (circa 40-50.000 abitanti). Questo è l'ultimo di una serie di 4 impianti analoghi per la codigestione decentralizzata delle frazioni organiche raccolte in modo differenziato dei rifiuti urbani (Rottaler Modell).

L'impianto è gestito direttamente dall'allevatore che riceve circa 93 euro per ogni tonnellata di rifiuto organico che ritira (ciò significa un ricavo anno di circa 186.000 euro dal solo ritiro del rifiuto organico).

L'impianto prevede in testa una preselezione, in parte ancora manuale, del rifiuto organico, per togliere gli eventuali materiali inerti ancora presenti (tali materiali indesiderati rappresentano mediamente il 2-5% del rifiuto).

L'impianto è stato installato all'interno di un fabbricato in cemento e legno, ben inserito nel contesto aziendale e territoriale, a poca distanza dall'allevamento e dall'abitazione dell'allevatore. È costituito da due digestori cilindrici (12 m di diametro e circa 400 m³ di volume ciascuno), in cemento, coibentati e parzialmente interrati, dotati di miscelazione meccanica (un mixer fissato alla parete in corrispondenza dell'ingresso del rifiuto organico) e di un raschiatore di fondo per rimuovere materiali pesanti e sabbie. I due reattori funzionano in serie, il primo opera in mesofilia e il secondo in termofilia, per assicurare l'igienizzazione del liquame prima del suo utilizzo agronomico sui terreni aziendali.

È presente anche una vasca in cemento, circolare, (realizzata fuori dal fabbricato che ospita i due reattori) per lo stoccaggio del liquame digerito.

Il biogas prodotto alimenta un cogeneratore da 70 kW di potenza elettrica. L'energia elettrica viene immessa nella rete pubblica con un ricavo di circa 0,093 €/kWh. È presente anche un gasometro a pallone in materiale plastico.

L'impianto è costato circa 520.000 euro.

Scarti organici e colture energetiche in Austria

A nord-ovest di Vienna, c'è un'azienda agricola non zootecnica, visitata nel 1999, che tratta oltre al liquame suino di allevamenti vicini, circa 5.000 t all'anno di scarti organici domestici del vicino abitato e quelli raccolti nel locale mercato ortofrutticolo. Per far ciò dispone di due reattori anaerobici orizzontali miscelati da 150 m³ ciascuno, due reattori verticali completamente miscelati da 1.500 m³ ciascuno e di tre cogeneratori, per un totale di 240 kWh di potenza elettrica installata.

L'agricoltore viene pagato dalla collettività fino a 0,04 €/kg per ritirare gli scarti organici domestici; dalla loro digestione anaerobica ottiene un fertilizzante liquido di qualità, con buon tenore di azoto, da utilizzare in campagna; infine produce l'energia che serve per la gestione dell'impianto e alla sua azienda e vende l'elettricità eccedente all'ente nazionale elettrico per 0,13 €/kWh.

L'impianto di Strem è invece operativo dal 2004, è di tipo consortile e tratta unicamente colture energetiche per produrre energia elettrica e termica senza l'ausilio di liquame zootecnico. Nell'impianto vengono trattate circa 10.000 t/anno di insilati di foraggio e mais. Le colture energetiche vengono prodotte su circa 220 ha coltivati da agricoltori che partecipano alla società. La quantità di biomassa approvvigionata viene disposta su una superficie di insilaggio suddivisa in 4 corsie di circa 4.350 m² con una capacità di stoccaggio di circa 15.000 m³. Ogni giorno vengono prelevate circa 25 t di insilato di mais e 6 t di insilato di foraggio che vengono portate a un sistema di caricamento automatico, del

volume di 50 m³, dotato di celle di carico; tramite una coclea la biomassa viene convogliata a intervalli regolari all'interno del digestore. I percolati e l'acqua piovana, raccolti in una vasca tramite un sistema di grondaie e pavimentazioni inclinate, vengono indirizzati ai digestori che insieme al ricircolo di una parte della frazione liquida (ottenuta per separazione solido/liquido del digestato in uscita dai gestori) determinano il tenore di sostanza secca desiderato nella miscela di alimentazione. Con regolarità viene fatto un controllo del tenore di azoto ammoniacale della frazione liquida ricircolata per evitare concentrazioni tossiche all'interno dei reattori anaerobici. Il processo di digestione anaerobica viene condotto in due digestori di 1.500 m³ ciascuno (diametro 16 m, altezza 8 m) realizzati in cemento armato e coibentati con lana di roccia (70-80 mm). La miscelazione e omogeneizzazione è ottenuta utilizzando, in ogni reattore, due miscelatori a pale con asse orizzontale (potenza installata di 5,5 kW per mixer), la cui velocità di giri è regolabile tramite un *inverter* per impedire la formazione di croste o depositi sul fondo vasca. Nel secondo digestore è presente anche un mixer ad elica sommersa. Un sistema di lubrificazione automatico garantisce la manutenzione del miscelatore senza dover intervenire internamente al digestore.

La temperatura di digestione di 52-53 °C viene garantita da un sistema di riscaldamento all'interno dei digestori, collegato al cogeneratore; la sostanza secca all'interno è del 10% circa. I due reattori funzionano in serie (la biomassa viene immessa nel reattore primario e successivamente passa nel secondario).

Nel secondo digestore è presente il gasometro, costituito da una membrana in materiale plastico a doppio strato con capacità di 300 m³. Il biogas viene desolfurato (abbattimento dell'idrogeno solforato) con il sistema a ossidazione biologica con aggiunta controllata di aria. La produzione stimata di biogas (55% metano) è di 230-250 m³/ora, pari a circa 2 milioni di m³/anno.

Tra i due digestori è presente una sala pompe dove, tramite valvole automatiche si possono gestire l'entrata e l'uscita della miscela digerita e il ricircolo dell'acqua nonché controllare il processo cambiando i flussi e le pressioni. Dopo una permanenza di 40- 45 giorni, il digestato viene sottoposto ad una separazione solido/liquido con separatore a compressione elicoidale, per ridurre il volume di stoccaggio della frazione liquida.

La frazione solida viene stoccata su una parte della superficie di insilaggio fino al momento del ritiro e utilizzo come ammendante organico.

La frazione liquida separata (sostanza secca del 3-4%), in parte viene ricircolata ai digestori; la restante è pompata in 2 lagune di stoccaggio (4.000 m³) per poi essere inviata ai campi. Il biogas prodotto viene utilizzato da due cogeneratori (tipo Jenbacher 312 GSB. LC) con potenza elettrica totale di 500 kW (250 + 250), per produrre circa 4 milioni kWh/anno e potenza termica di 568 kW. È stimato un funzionamento del cogeneratore di 8.000 ore/anno. L'impianto autoconsuma circa il 10% dell'energia elettrica e circa il 20-30% di quella termica.

L'energia elettrica eccedente viene venduta alla rete regionale a 0,145 €/kWh. L'energia termica è immessa nella rete di teleriscaldamento; tramite delle tubature sotterranee il calore viene convogliato alle abitazioni del paese. A lato del cogeneratore è stata installata una caldaia che brucia cippato (materiale di scarto proveniente dalla lavorazione dei boschi e del legno) e fornisce, nel periodo invernale, la quota di calore non coperta dalla cogenerazione a biogas. Il funzionamento della caldaia è stato stimato in 1.600 ore/anno.

L'impianto è costato 2,5 milioni di euro.