

MONITORAGGIO IMPIANTI BIOGAS IN REGIONE VENETO

M. Zoppelletto

PAROLE CHIAVE

Biogas, Digestione Anaerobica (DA), matrice organica, cogenerazione, Tipologie impianti DA.

INTRODUZIONE

Il Progetto Nazionale Biocombustibili “PROBIO-BIOGAS” ha avuto come punto saliente all’interno del proprio programma quello di determinare il potenziale di biomassa idoneo per la fermentazione anaerobica e le caratteristiche di funzionamento degli impianti stessi, allo scopo di valutare le potenzialità di ciascuna regione nello sfruttamento di energia rinnovabile fornita dal Biogas. Nel caso specifico della regione Veneto il programma è stato realizzato svolgendo parallelamente due indagini: la “Mappatura Biomassa” e l’indagine territoriale sugli impianti a biogas in funzione (“Mappatura Impianti Biogas”); l’ottimizzazione e il completamento di entrambe si è avuto grazie ad una terza indagine svolta in comune (Indagine Territoriale), volta a quantificare la biomassa proveniente da particolari filiere e realmente utilizzabile negli impianti stessi. Nella presente relazione si riportano alcuni risultati derivati dall’indagine “Mappatura Impianti”; gli obiettivi raggiunti dall’Indagine Territoriale vengono sinteticamente esposti nella relazione “Mappatura Biomassa”.

Le varie Unità Operative Progettuali (in particolare il CRPA – dr. L. Rossi, il Dipartimento territorio e Sistemi Agro-Forestali dell’Università degli Studi di Padova – prof. D. Pettenella e la dr. G. Ruol), coordinate dalla Sezione Ricerca e Sperimentazione di Veneto Agricoltura, hanno collaborato costantemente per definire l’impostazione metodologica e per lo svolgimento delle indagini.

1. FUNZIONAMENTO E TIPOLOGIE DI IMPIANTI A BIOGAS

1.1 Funzionamento degli impianti a biogas: cenni sul processo di Digestione Anaerobica

La *digestione anaerobica* (DA) è un processo biologico che avviene in assenza di ossigeno, e durante il quale si produce biogas (o gas biologico), dalla trasformazione della sostanza organica. Il biogas è costituito principalmente da metano e anidride carbonica. La percentuale di metano presente nel biogas varia a seconda del tipo di sostanza organica digerita e delle condizioni di processo, da un minimo del 50% fino all’80% circa. Affinché il processo abbia luogo è necessaria l’azione di diversi gruppi di micro organismi, in grado di trasformare la sostanza organica in composti intermedi: in estrema sintesi acido acetico, anidride carbonica e idrogeno, utilizzabili dai microrganismi metanigeni i quali concludono il processo producendo il metano.

Il Biogas può avere origine a partire dalle seguenti fonti:

- dai gas di discarica,
- dalla frazione organica dei rifiuti,
- dalla depurazione di acque reflue,
- da reflui zootecnici (liquame e letame),
- da biomasse colturali.

Per le finalità del progetto Probio-Biogas resta escluso dal campo di indagine il biogas da discarica, mentre assumono rilevanza le altre fonti, per lo sfruttamento delle quali sono necessarie non solo

soluzioni impiantistiche appropriate, ma anche la disponibilità costante di matrici organiche in ingresso.

I microrganismi anaerobi presentano basse velocità di crescita e basse velocità di reazione, e quindi è necessario mantenere, per quanto possibile, le ottimali condizioni dell'ambiente di reazione. Nonostante questi accorgimenti, i tempi di digestione sono relativamente lunghi se confrontati con quelli di altri processi biologici; tuttavia il vantaggio della DA è che la materia organica complessa viene convertita in metano e anidride carbonica, con conseguente produzione finale di una fonte rinnovabile di energia, sotto forma di gas combustibile a elevato potere calorifico (Biogas).

L'ambiente di reazione, definito solitamente *digestore* (o *reattore anaerobico*), per permettere la crescita contemporanea di tutti i microrganismi coinvolti, dovrà risultare da un compromesso tra le esigenze dei singoli gruppi microbici. E' necessario garantire l'ambiente idoneo alla crescita dei seguenti gruppi di batteri:

- batteri idrolitici, che spezzano le macromolecole biodegradabili in sostanze più semplici;
- batteri acidogeni, che utilizzano come substrato i composti organici semplici liberati dai batteri idrolitici e producono acidi organici a catena corta, i quali, a loro volta, rappresentano il substrato per i gruppi batterici successivi;
- batteri acetogeni, che utilizzano come substrato i prodotti dei batteri acidogeni dando luogo ad acetato, idrogeno e anidride carbonica;
- batteri omoacetogeni che sintetizzano acetato partendo da anidride carbonica e idrogeno;
- batteri metanigeni, distinti in due gruppi: a) *acetoclastici*, che producono metano ed anidride carbonica da acido acetico; b) *idrogenotrofi*, che producono metano partendo da anidride carbonica e idrogeno.

Mentre il metano viene liberato quasi completamente in fase di gas, vista la sua scarsa solubilità in acqua, l'anidride carbonica partecipa all'equilibrio dei carbonati presenti nella biomassa in reazione. Le interazioni tra le diverse specie batteriche sono molto strette: i prodotti del metabolismo di alcune specie possono essere utilizzati da altre come substrato o come fattori di crescita. Di seguito si riportano alcuni indici di produzione di Biogas derivante dalla Digestione Anaerobica delle rispettive matrici organiche.

Tabella 1: Produzioni finali di metano a partire dalla sostanza organica

| | m3 biogas/kg SSO | Contenuto di metano in % sul Biogas |
|--------------------|------------------|--|
| PROTEINE | 0,6-0,9 | 75-80 |
| LIPIDI | 0,9-1,4 | 80-90 |
| CARBOIDRATI | 0,7-0,8 | 50-60 |

Fonte: CRPA 2007

Tabella 2: Substrati avviabili alla Digestione Anaerobica e relative rese in biogas (metri cubi)

| Matrici Organiche | m ³ Biogas per t SV (*) |
|---|------------------------------------|
| Reflui zootecnici (suini, bovini, avi-cunicoli) | 200 – 500 |
| Residui Colturali (paglia, coletti barbabietole, ecc.) | 350 – 400 |
| Scarti organici agroindustria (sieri, scarti vegetali, lieviti, fanghi e reflui di distillerie, birrerie e cantine) | 400 – 800 |
| Scarti organici macellazione (grassi, contenuto stomacale e intestinale, sangue, fanghi di flottazione, ecc.) | 550 – 1000 |
| Fanghi di depurazione | 250 – 350 |
| Frazione organica rifiuti urbani (FORSU) | 400 – 600 |
| Culture energetiche (mais, sorgo zuccherino, erba) | 550 – 750 |

(*): Solidi Volatili, corrispondono alla frazione della sostanza secca costituita da sostanza organica

Fonte: CRPA 2007

1.2 Tipologie di impianti a biogas

1.2.1 Variabili del processo di DA

Vanno preventivamente considerate le seguenti variabili:

- Il pH medio all'interno del reattore: può variare da 6,8 e 7,5 ed è considerato ottimale un PH di 7.
- La temperatura ottimale di processo: è inferiore ai 30 °C se la DA avviene per mezzo di batteri psicrofili, intorno ai 35 °C, se si opera con batteri mesofili, o intorno a 53 °C, se si utilizzano batteri termofili. I processi di DA *mesofili* e *termofili* devono avvenire in impianti riscaldati (sistemi di recupero calore fornito dal biogas prodotto).
- Il tempo di permanenza della biomassa all'interno del reattore (o “tempo di permanenza idraulico” - HRT – *Hydraulic Retention Time*), affinché avvenga completamente la DA che dipende dalla temperatura, dalla quantità del substrato e dalla biodegradabilità dello stesso. L'impiego di materiali ad elevato contenuto di cellulosa necessita di tempi più lunghi per la degradazione rispetto a biomasse contenenti amidi e zuccheri, più facilmente degradabili rispetto ai primi.

Tabella 3: Tipologia di DA in base alla temperatura nel reattore

| | Temperature di processo | Tempo di permanenza idraulico - HRT |
|---|-------------------------|-------------------------------------|
| Digestione anaerobica con <i>batteri psicrofili</i> | < 30 °C | 30 – 90 giorni |
| Digestione anaerobica con <i>batteri mesofili</i> | 30 – 40 °C | 25 – 40 giorni |
| Digestione anaerobica <i>batteri termofili</i> | 40 – 55 °C | 15 - 25 giorni |

1.2.2 Tecniche di DA

La tipologia delle matrici organiche da trattare influenza i meccanismi di DA all'interno del reattore e le rese in biogas alla fine del processo.

Le tecniche di DA possono essere ricondotte alle seguenti tipologie:

- 1- *digestione a umido*, quando il substrato in digestione ha un contenuto in sostanza secca¹ inferiore al 10%;
- 2- *digestione a semisecco*, quando il substrato in digestione ha un contenuto in sostanza secca compreso tra il 10% e il 20%;
- 3- *digestione a secco*, quando il substrato in digestione ha un contenuto di sostanza secca superiore al 20%.

Un'ulteriore classificazione delle frazioni biodegradabili, permette di distinguere all'interno della frazione solubile tra una disciolta prontamente biodegradabile (circa 20% dei Solidi Sospesi Volatili) e una più lentamente biodegradabile e, all'interno della frazione sospesa, tra una frazione sospesa facilmente idrolizzabile e una lentamente idrolizzabile².

¹ La Sostanza Secca (o Solidi Totali), è la sostanza residua dopo un processo di essiccazione. Questo valore viene determinato analiticamente per essiccazione in stufa a 105 °C fino a peso costante.

² L'idrolisi è la prima di una serie di fasi della DA: in questa prima fase, per intervento di diversi gruppi batterici (*batteri idrolitici*), ha luogo la degradazione dei substrati organici complessi quali proteine, grassi e carboidrati, con formazione di composti più semplici, quali amminoacidi, acidi grassi e monosaccaridi in forma solubile. Le fasi successive della DA sono l'acidogenesi (*batteri acidogeni*), l'acetogenesi (*batteri acetogeni*), e la metanogenesi (*batteri metanigeni*).

1.2.3 Lay-out degli impianti Biogas

Gli impianti di Biogas di uso e applicazione più frequenti sono riconducibili a 3 *distinte tipologie impiantistiche*, ciascuna adatta a un contesto aziendale:

Impianto a canale tipo plug-flow o flusso a pistone

Questo processo di digestione anaerobica può essere validamente utilizzato sia nel trattamento dei liquami zootecnici, sia nella stabilizzazione dei fanghi ottenuti dalla flottazione di reflui agro-industriali. Nel caso di utilizzo per liquami zootecnici, richiede una preventiva separazione dei solidi grossolani, non tecnicamente biodegradabili in tempi tecnici ragionevoli, utilizzando nel processo anaerobico solo la frazione liquida delle deiezioni. Il digestore pertanto è assolutamente privo di organi di miscelazione interni e si deve prediligere la conformazione a canale. Al fine di ottenere la maggiore produzione possibile di biogas, è fondamentale che i liquami prodotti arrivino “freschi” al digestore.

Impianto cilindrico tipo up-flow miscelato

Questo processo di digestione anaerobica utilizza le matrici organiche tal quali (frazione liquida + frazione solida dei reflui zootecnici, colture agricole, etc.). Il digestore, che in questa tipologia di impianto è di forma cilindrica, sarà pertanto dotato di impianto di miscelazione a elica, di pompa di ricircolo esterna temporizzata e sistema di bocchette di fondo per ottenere la movimentazione della miscela e l'effetto up-flow e rompi-crosta. Il digestore sarà alimentato giornalmente con la miscela fresca, mentre il digestato uscirà dopo un tempo medio di permanenza nella vasca di circa 20/25 giorni. Nel caso di digestori up-flow, alimentati con miscela di liquami e biomasse, è opportuno garantire tempi di permanenza di almeno 30-40 giorni e temperature nel campo mesofilo o termofilo. Il liquame viene convogliato a una prevasca di raccolta, equalizzazione, miscelazione e sollevamento, provvista di mixer e pompa tritratrice. Qui può essere aggiunta, in dosi prestabilite, la quantità di altra biomassa per ottenere una miscela pompabile, con un contenuto di solidi non superiore al 10%, ad arricchimento della sostanza organica del liquame destinato ad alimentare il digestore. Solitamente si installano due reattori, uno primario ed uno secondario, adatti a far avvenire in modo più controllato le fasi acidogena e metanigena.

Impianto tipo super-flow per biomasse super dense

Il processo di digestione anaerobica utilizza i reflui aziendali tal quali (frazione liquida + frazione solida dei liquami) e altra biomassa agricola, anche in grandi quantità. Sono previsti due digestori. Il digestore primario è alimentato costantemente con liquame fresco e biomassa, secondo un piano di carico prestabilito, in funzione delle composizioni e caratteristiche dei vari complementi di apporto. Il digestato uscirà dopo un tempo medio di permanenza nella vasca di circa 20 – 30 giorni per essere trasferito nel digestore secondario, a sua volta miscelato e in grado di recuperare la residua quantità di biogas. Il tempo di permanenza nel secondo digestore è di circa 30 – 40 giorni, per una permanenza media complessiva pari a circa 60 giorni.

1.2.4 Evoluzione delle tecniche di DA e soluzioni impiantistiche relative

Relativamente ai processi di DA e agli impianti utilizzati per lo sfruttamento del Biogas, dopo circa 20 anni dalle prime realizzazioni in campo, si è raggiunto un buon grado di conoscenza. Ultimamente sono state messe a punto soluzioni impiantistiche appropriate per la DA delle diverse matrici di biomassa.

In particolare, la tecnologia U.A.S.B. (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket) si basa sulla permanenza dei batteri nel reattore in forma granulare. Questi batteri formano delle colonie granulari (della dimensione di 1–3 mm) in grado di produrre velocemente Biogas a partire dal COD solubile³ presente nei liquidi in ingresso nel reattore. Al contrario di quanto avviene nei processi “classici” di DA delle matrici organiche, all’interno dei reattori con tecnologia U.A.S.B. è essenziale limitare al massimo la presenza di solidi, non attaccabili dalle colonie granulari. Esempio di matrici utilizzabili in questi reattori sono tutti i liquidi contenenti zuccheri, amidi, destrine, alcool, quali i residui liquidi di processo delle industrie della lavorazione della frutta, delle birrerie, delle cartiere. In questi processi è importante non tanto il periodo medio di ritenzione all’interno del reattore (tempi di permanenza di qualche ora rispetto ai 20-30 giorni degli altri processi), quanto il flusso di liquidi con elevate concentrazioni di COD solubile che si riesce a garantire.

Una ulteriore evoluzione della tecnologia UASB è la Tecnologia I.C. (Internal Circulating): le dimensioni del reattore anaerobico raggiungono i 15-20 metri di altezza (contro gli 8 metri dei digestori UASB) e l’alimentazione dei reflui avviene dal basso. Il COD solubile viene velocemente degradato e convertito in Biogas la cui risalita funziona come pompa di ricircolo all’interno del reattore, favorendo i processi di DA successivi.

1.3 Trasformazione del Biogas in energia

Dopo aver subito i trattamenti necessari (filtrazione, deumidificazione, desolfurazione), il biogas può essere trasformato nelle seguenti fonti energetiche (*Crpa, ottobre 2007*):

- Sola energia termica, mediante combustione diretta in caldaia.
- Energia elettrica, attraverso la combustione in motori azionanti gruppi elettrogeni.
- Produzione combinata di energia elettrica ed energia termica, attraverso la combustione in cogeneratori.
- Trasformazione in metano (“Biometano”).

Per ottenere la produzione di sola energia termica è sufficiente un comune generatore di calore a gas costituito da un bruciatore (nel quale affluiscono combustibile e comburente), che produce energia termica sotto forma di fiamma e da uno scambiatore di calore (nel quale i prodotti della combustione cedono il calore prodotto a un fluido termovettore). Il biogas viene trattato come il gas metano; vengono, invece, realizzate modifiche al bruciatore per l’introduzione del gas e la miscelazione del combustibile con il comburente.

Per “cogenerazione” si intende la produzione contemporanea di energia elettrica e calore. Ciò si ottiene attraverso la produzione contemporanea di calore ed energia meccanica, la quale viene subito trasformata in energia elettrica. Questo sistema di produzione di energia permette un notevole risparmio energetico, rispetto al caso di produzione separata delle stesse quantità di calore di energia elettrica/meccanica; si può arrivare infatti a superare il 90% di rendimento (30% di rendimento elettrico e 60% di rendimento termico).

La maggior parte degli impianti costruiti in aziende agricole 15 anni fa, erano concepiti, e quindi dimensionati, secondo il criterio di risparmio energetico da parte dell’allevamento, utilizzando tutta l’energia prodotta nel processo di digestione per soddisfare e colmare le richieste energetiche dell’allevamento stesso e solitamente delle utenze domestiche annesse.

³ COD: acronimo di "Chemical Oxygen Demand" (domanda chimica di ossigeno). Il suo valore, espresso in milligrammi di ossigeno per litro, rappresenta la quantità di ossigeno necessaria per la completa ossidazione dei composti organici ed inorganici presenti in un campione di acqua. Questo parametro fornisce una misura della sostanza organica ossidabile presente nel substrato da avviare a DA. Il valore del "COD abbattuto" (COD in ingresso meno COD presente nel digestato) costituisce una misura indiretta dell’energia trasformata in Biogas.

Per questo motivo, la maggior parte dei primi impianti forniva solo energia termica; in alcuni casi, sono stati installati cogeneratori che funzionavano “in isola” cioè senza la possibilità di interfacciarsi con la rete energetica nazionale, allo scopo di un’eventuale cessione di surplus di energia. Attualmente, la possibilità di digerire biomasse diverse, ha modificato la concezione del processo con la conseguente progettazione di nuove tipologie impiantistiche che consentono una connessione in parallelo alla rete, per poter vendere il surplus di energia non autoconsumata.

Il biogas prodotto in seguito a DA può essere purificato attraverso un processo di *upgrading* per l’ottenimento di metano: da un processo di raffinazione del biogas da altri gas (anidride carbonica e altre impurità), è possibile arrivare a una concentrazione di metano fino al 95% (biometano). Se compresso a 220 bar, il biometano potrebbe essere successivamente impiegato per l’autotrazione senza la necessità di apportare modifiche al motore dei veicoli che già utilizzano il gas naturale o metano di origine fossile, oppure per usi domestici o industriali (immissione nella rete).

2. OBIETTIVI DEL PROGETTO

La fase “Mappatura Impianti Biogas”, all’interno del Progetto Probio-Biogas, si è concretizzata in una indagine territoriale allo scopo di individuare le tipologie di impianti per la produzione di biogas in regione Veneto. Presso gli impianti sono stati raccolti i dati per il raggiungimento di alcuni obiettivi, come da elenco seguente.

Tabella 4: Obiettivi del Monitoraggio Impianti Biogas in regione Veneto

| Dati raccolti | Obiettivi |
|---|--|
| <i>Numero di impianti in funzione presenti sul territorio</i> | Fornire una indicazione sull’importanza e il grado di maturazione del comparto biogas in regione Veneto |
| <i>Raccolta informazioni sugli impianti in istruttoria o in corso di realizzazione</i> | Fornire i dati per una visione prospettica ed evolutiva del comparto biogas nel futuro prossimo |
| <i>Raccolta dati tecnico-gestionali presso gli impianti</i> | Procedere a una classificazione delle soluzioni tecnologiche adottate dagli operatori nel territorio regionale |
| <i>Raccolta dati economici e di funzionamento degli impianti</i> | Procedere a una classificazione degli impianti dal punto di vista economico e predisporre una banca dati degli impianti in funzione |
| <i>Raccolta dati e informazioni presso gli operatori delle filiere agroalimentari (INDAGINE TERRITORIALE)</i> | Individuare le matrici organiche di origine agroalimentare potenzialmente utilizzabili in processi di DA e fornire indicazioni sulla tipologia e sulle potenzialità delle stesse |

Le informazioni raccolte hanno permesso di costituire una banca dati in grado di fornire i seguenti prodotti:

1. Quadro conoscitivo degli impianti a Biogas presenti nel territorio regionale.
2. Mappatura degli impianti a Biogas presenti nel territorio regionale.
3. Realizzazione di una banca dati sulle biomasse effettivamente utilizzate dagli impianti di DA.
4. Realizzazione di una banca dati relativa al potenziale energetico installato (kWe) e all’output energetico effettivo.
5. Scheda tecnico-gestionale per ciascun impianto.
6. Scheda economico-gestionale (dati di costo e ricavo) per gli impianti biogas agricoli e alcuni impianti extra-agricoli.

3. METODOLOGIA E RACCOLTA DATI

L'individuazione degli impianti a biogas presenti sul territorio regionale è stata effettuata con l'ausilio delle seguenti fonti informative:

1. Elenco già in possesso da parte di Veneto Agricoltura
2. Nominativi forniti dal CRPA (Centro Ricerche Produzioni Animali)
3. Elenchi presso gli Uffici Regionali competenti in materia di rilascio di autorizzazioni
4. Tecnici e costruttori di impianti biogas
5. Associazioni Agricole di Categoria
6. ARPA Veneto

Sono stati inoltre contattati gli Uffici Tecnici di alcuni Comuni per gli aggiornamenti sulla stato di avanzamento di alcune pratiche in corso di istruttoria, per raccogliere informazioni relative agli impianti in progetto.

In collaborazione con le altre unità progettuali, è stato messo a punto un questionario per individuare i dati da raccogliere presso gli impianti. Successivamente, il rilevamento dati è stato effettuato direttamente presso le aziende e con interviste rivolte ai gestori/responsabili degli impianti.

I dati rilevati nel corso dell'indagine, ai fini della costruzione della banca dati Impianti Biogas, sono di seguito sintetizzati:

- I. Dati generali dell'azienda:
 - a. Tipologia aziendale e indirizzo produttivo;
 - b. Caratteristiche tecniche generali dell'impianto biogas.
- II. Dati specifici dell'impianto:
 - a. Integrazione dell'impianto nel contesto aziendale.
 - b. Funzionamento dell'impianto.
 - c. Dati tecnici di funzionamento.
 - d. Dati di Input (tipologia e caratteristiche qualitative delle matrici organiche in ingresso).
 - e. Dati di Output (Energia prodotta).
 - f. Gestione della biomassa relativa alla DA (provenienza e stoccaggio delle matrici da avviare alla DA, trattamento del digestato).
- III. Dati di costo sull'investimento effettuato e costi relativi alla gestione dell'impianto.
- IV. Analisi sensoriale:
 - a. Intervista personale rivolta all'imprenditore per rilevare l'atteggiamento dello stesso verso l'investimento effettuato, nonché le eventuali problematiche incontrate nelle pratiche avanzate per ottenere le autorizzazioni necessarie e nella gestione dell'impianto in funzionamento.

In concomitanza con il rilevamento dati degli impianti biogas e in collaborazione con l'unità progettuale della Mappatura Biomassa (dr G. Ruol), è stata svolta una indagine territoriale presso alcune aziende appartenenti alle filiere agroindustriali individuate e ritenute interessanti dal punto di vista della produzione di scarti/sottoprodotti organici potenzialmente impiegabili negli impianti di DA.

L'indagine territoriale è servita a integrare i dati su scarti e sottoprodotti provenienti dal comparto agro-industriale ed è stata complementare alle elaborazioni sui dati MUD, per quantificare e localizzare i flussi di matrici organiche che sfuggivano alle dichiarazioni dei rifiuti in uscita dal

comparto. Per quanto riguarda l'analisi relativa agli impianti, questa indagine ha permesso di valutare la convenienza all'utilizzo dei sistemi di DA dalla biomassa, proveniente dai vari comparti agro-industriali, anche in termini qualitativi.

I criteri di indagine e i dati raccolti sono stati individuati in collaborazione con la responsabile della fase di "Mappatura della Biomassa" (G. Ruol) e con l'ausilio del CRPA.

4. RISULTATI

4.1 Monitoraggio Impianti Biogas: lo schema di analisi proposto

In seguito ai dati emersi nell'indagine sugli impianti di DA presenti in regione Veneto e a quelli raccolti nel corso dell'indagine territoriale per individuare le fonti di biomassa alternative, si intende proporre uno schema di classificazione non basato esclusivamente sulle diverse soluzioni tecnologiche.

L'indagine territoriale condotta nelle diverse filiere agroalimentari, ha infatti permesso una visione d'insieme delle varie soluzioni adottate in regione per la produzione di biogas a partire da fonti rinnovabili (matrici organiche).

Seguendo questo approccio, si propone uno schema di classificazione degli impianti basato sulla provenienza della matrice organica in INPUT e sulla modalità di sfruttamento dell'energia da biogas (OUTPUT), consentendo una omogeneità dell'analisi e delle considerazioni relative a ciascuna tipologia individuata.

Per quanto riguarda le matrici di biomasse utilizzate dagli Impianti di DA in regione, queste si possono ricondurre a tre gruppi: di origine agricola, agroindustriale e gestione dei rifiuti urbani ed industriali.

Il primo gruppo è costituito da tutta la biomassa prodotta dal processo produttivo tipico di una azienda agricola (reflui da allevamento, colture agricole): questa biomassa viene utilizzata in impianti di DA in connessione con l'attività agricolo-zootecnica condotta da un imprenditore agricolo. Tali impianti possono utilizzare in quantità non prevalente anche biomasse (scarti e sottoprodotti) di origine agro-industriale, secondo i criteri previsti dalla normativa vigente⁴. Ai fini della mappatura, questi impianti di DA vengono definiti IMPIANTI AGRICOLI.

Il secondo gruppo di biomassa individuata ha una origine agroindustriale (fanghi di lavaggio, residui liquidi del processo di lavorazione, acque di lavaggio di processi produttivi relativi alla trasformazioni di materie prime di origine agroalimentare). Questa biomassa potrebbe essere smaltita come rifiuto, oppure subire un processo di depurazione all'interno dell'azienda agroindustriale. La DA di questa matrice organica ha due motivazioni: recuperare valore energetico da scarti altrimenti inutilizzabili e contemporaneamente abbassare i costi di depurazione dell'impianto interno. Aziende di questo tipo sono le industrie di macellazione, della lavorazione della frutta, quelle per la fabbricazione della birra, i caseifici, gli zuccherifici. Ai fini della mappatura, questi impianti di DA vengono definiti IMPIANTI AGROINDUSTRIALI.

Il terzo gruppo di biomassa è costituito dalle matrici gestite da aziende che operano nel settore della gestione dei rifiuti. Fanno parte di questa categoria rifiuti veri e propri, come la FORSU (frazione organica dei rifiuti solidi urbani, cioè la gestione dell' "umido"), i fanghi biologici e alimentari smaltiti come rifiuti, ma anche scarti e sottoprodotti di altra origine, quali i SOA (Sottoprodotti di

⁴ La parte normativa viene approfondita da un'altra unità del Progetto PROBIO.

Origine Animale), provenienti dalle catene di macellazione⁵. Le motivazioni al trattamento in processi di DA di queste matrici vengono ricondotte, essenzialmente, alla possibilità di recuperare valore energetico al fine di contenere i costi per la gestione dei rifiuti del sistema urbano ed industriale. Si tratta di impianti di DA inseriti negli stabilimenti delle aziende municipalizzate che si occupano del trattamento dei rifiuti, o anche in aziende industriali i cui processi produttivi generano degli scarti/rifiuti liquidi biodegradabili (ad esempio il processo produttivo delle cartiere produce liquidi di lavaggio che contengono amidi facilmente biodegradabili).
 Ai fini della mappatura, questi impianti di DA vengono definiti **IMPIANTI PER LA GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI ED INDUSTRIALI**.

Tabella 5- Schema per la classificazione delle tipologie di Impianti Biogas in regione Veneto

| Derivazione della matrice principale | Tipologie di matrici input impiegate | Tecniche di DA | Motivazioni dell'impiego della matrice nel processo di DA | |
|---|---|--|--|---------------------------------|
| Agricola | <ul style="list-style-type: none"> - Reflui da allevamento - Colture agricole - Sottoprodotti dell'agroindustria addizionali rispetto alle altre matrici agricole | <ul style="list-style-type: none"> - DA a umido/semisecco - DA a umido/semisecco - DA a umido/semisecco | <ul style="list-style-type: none"> - Recupero valore dalla gestione dei reflui all'interno dell'azienda agraria - Aumento del reddito agricolo tradizionale (sbocco di mercato alternativo per i prodotti dell'azienda agricola) - Aumento della resa del processo di DA delle altre matrici agricole | IMPIANTI AGRICOLI |
| Agro-industriale | <ul style="list-style-type: none"> - Sottoprodotti/Scarti derivanti dalla lavorazione interna di materia prima agroindustriale - SOA ⁽¹⁾ - Fanghi di depurazione - Fanghi di lavaggio - Acque di lavaggio | <ul style="list-style-type: none"> - DA a umido/semisecco - Tecnologia U.A.S.B. | <ul style="list-style-type: none"> - Recupero di valore aggiunto dai sottoprodotti / scarti di processo - Abbattimento dei costi di depurazione; - Recupero di energia per i processi interni; | IMPIANTI INDUSTRIALI |

⁵ Le caratteristiche dei SOA (tipologia, potenzialità, localizzazione) vengono approfondite nella relazione sull'industria di macellazione, svolta in collaborazione con altra unità del progetto PROBIO e contenuta nella relazione "Mappatura Biomassa".

| | | | | |
|--|---|---------------------------------------|---|--|
| Gestione dei rifiuti urbani e industriali | - Frazione liquida della FORSU ⁽²⁾ - SOA ⁽¹⁾ - Acque di lavaggio cartiera | - DA a umido - Tecnologia I.C. | - Miglioramento dell'efficienza economica nel trattamento dei rifiuti | |
|--|---|---------------------------------------|---|--|

Nota ⁽¹⁾ SOA: Sottoprodotti di Origine Animale come identificati dal D.M. 1774/2002.

Nota ⁽²⁾ FORSU: Frazione Umida dei Rifiuti Solidi Urbani.

Nella Tabella 5 si riportano le tipologie di matrici organiche utilizzate nei rispettivi impianti e le tecniche di DA (processi a umido, semisecco, UASB, I.C.), rilevate negli Impianti Biogas censiti in regione Veneto. Per ciascun comparto si elencano sinteticamente le ragioni dell'inserimento dei processi di DA all'interno dei rispettivi contesti aziendali.

Gli impianti classificati secondo lo schema riportato in Tabella 5, possono a loro volta essere distinti in relazione al tipo di OUTPUT ENERGETICO, secondo le tipologie elencate nel precedente paragrafo 1.3. Al riguardo si mette in evidenza che le tipologie riscontrate in regione sono riconducibili a due tipologie: sfruttamento di sola energia termica oppure energia termica ed elettrica congiunte ("cogenerazione"). Non sono stati riscontrati sistemi per la trasformazione del Biogas in BioMetano per l'impiego in autotrazione o immissione in rete.

4.2 Monitoraggio Impianti Biogas: risultati dell'indagine conoscitiva

Tabella 6: Numero di impianti biogas presenti in regione Veneto ⁽¹⁾ suddivisi per settore di appartenenza e tipologia di output energetico

| SETTORE di APPARTENENZA | Tipologia di OUTPUT ENERGETICO | | Totale Impianti |
|---|--------------------------------|---------------|-----------------|
| | solo Energia Termica | Cogenerazione | |
| AGRICOLTURA | 0 | 12 | 12 |
| AGROINDUSTRIA | 6 ⁽²⁾ | 3 | 9 |
| GESTIONE dei RIFIUTI URBANI e INDUSTRIALI | 1 | 6 | 7 |
| <i>Totale Impianti</i> | 7 | 21 | 28 |

Nota ⁽¹⁾: Il dato si riferisce al numero di impianti in funzione a maggio 2008.

Nota ⁽²⁾: Entro il 2009 due di questi sei impianti passeranno in cogenerazione per la contemporanea produzione di energia elettrica per la rete di fabbrica.

In regione Veneto sono stati censiti e considerati oggetto di rilevamento dati n° 28 impianti. Questo dato riguarda il numero di impianti funzionanti a maggio 2007. Oltre a questi sono stati raccolti i dati progettuali per gli impianti agricoli in costruzione o in fase di istruttoria.

Impianti agricoli

Sarebbero 14 gli impianti presenti in altrettante aziende agricole: sono stati esclusi due impianti agricoli (uno in provincia di Padova e uno in provincia di Verona), costruiti negli anni '80-'90, per lo sfruttamento di sola energia termica ottenuta dal biogas dalla gestione dei reflui da allevamento. Questi due impianti non risultano essere più operativi, essendo obsoleti dal punto di vista tecnologico e non economicamente sfruttabili, anche con eventuali adattamenti di tecnologie moderne. Non risultano, perciò, mappati nella carta tematica.

Attualmente tutti i 12 impianti biogas in funzione nelle aziende agricole sono dotati di un cogeneratore per lo sfruttamento dell'energia termica e la contemporanea produzione di energia elettrica. In 8 casi è presente l'allacciamento alla rete Enel e l'energia elettrica prodotta oltre il fabbisogno aziendale viene ceduta alla rete esterna. Tuttavia è da segnalare che solo una azienda consuma il 100% dell'energia elettrica prodotta, mentre altre tre aziende restano in attesa della

connessione alla rete esterna, perché la pratica per l'allacciamento è ancora in corso di istruttoria, oppure per problematiche nella costruzione della cabina alla quale allacciarsi. In questi tre impianti è presente dunque un potenziale di output energetico non ancora completamente sfruttato.

Impianti agoindustriali

Dei 9 impianti rilevati, 6 sono predisposti per lo sfruttamento di energia termica, mentre in 3 impianti è installato un cogeneratore. Questi ultimi consentono la produzione di energia elettrica che viene consumata al 100% nel contesto aziendale. Gli impianti concepiti per lo sfruttamento di energia termica, recuperano il biogas prodotto dai processi di DA per la combustione nella caldaia aziendale, ai fini di utilizzarne il calore per i processi produttivi interni (distillazione, lavorazione della frutta, fabbricazione della birra). Fra le aziende agroindustriali che sfruttano il biogas solo per produrre energia termica, due stanno predisponendo i sistemi di cogenerazione che entreranno in funzione tra il 2008 e il 2009: l'energia elettrica prodotta verrà impiegata al 100% nel contesto aziendale.

Impianti per la gestione dei rifiuti urbani e industriali

Sono 7 gli impianti presenti in regione Veneto che trattano matrici organiche originate da rifiuti urbani e industriali. Di questi, 1 impianto (localizzato nel Comune di Verona), anche se tecnicamente funzionante, è inutilizzato a partire da giugno 2007, in quanto inserito in un contesto per il trattamento termico dei rifiuti derivanti da raccolta indifferenziata. Ne consegue uno sfruttamento non economico del processo di DA, tale da comportare un inutilizzo dell'impianto biogas.

Dei rimanenti 6 impianti, 5 funzionano per produrre energia elettrica in cogenerazione e sono allacciati alla rete esterna per la cessione dell'energia non utilizzata. Un impianto è presente in una cartiera: il biogas è prodotto dalla DA con tecnologia I.C. dei residui liquidi del processo di fabbricazione della carta. Questo impianto utilizza il 100% dell'energia elettrica prodotta in cogenerazione.

Di seguito si riportano gli Impianti Biogas rilevati, suddivisi per provincia. La provincia di Belluno resta scoperta da impianti di DA, mentre le province con maggior numero di impianti censiti sono Verona e Padova con 8 impianti ciascuna.

Tabella 7: Numero Impianti Biogas funzionanti in regione Veneto suddivisi per provincia e settore di appartenenza – Maggio 2008

| <i>Provincia</i> | <i>N. Impianti totale</i> | Numero Impianti per Settore di appartenenza | | |
|----------------------|---------------------------|--|----------------------|--|
| | | <i>Agricoltura</i> | <i>Agroindustria</i> | <i>Gestione Rifiuti urbani e industriali</i> |
| VERONA | 8 | 4 | 3 | 1 |
| VICENZA | 6 | 2 | 3 | 1 |
| BELLUNO | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TREVISO | 3 | 1 | 0 | 2 |
| VENEZIA | 2 | 2 | 0 | 0 |
| PADOVA | 8 | 2 | 3 | 3 |
| ROVIGO | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Totale VENETO | 28 | | | |
| Totale per Settore | | 12 | 9 | 7 |

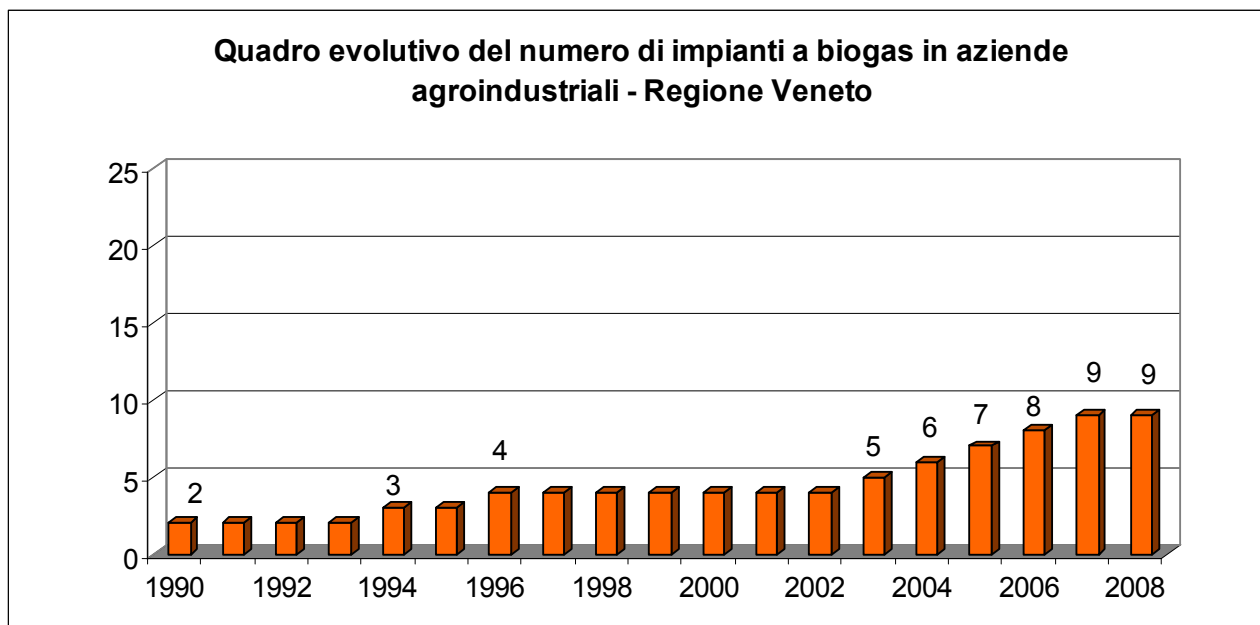
4.3 Monitoraggio Impianti Biogas: risultati del Monitoraggio Impianti

Per ciascun impianto rilevato sono stati raccolti i dati specificati nel paragrafo 3.1. Dall'analisi dei dati relativi all'anno di costruzione è possibile fornire un quadro evolutivo del comparto Biogas in regione Veneto.

Per quanto riguarda il settore delle aziende agroindustriali (Grafico 1), si è rilevato che i primi impianti di DA erano presenti in regione già nei primi anni '90 (4 impianti). Il primo impianto è stato costruito nel 1984 ed è stato concepito per lo sfruttamento di Biogas fornito dalla DA di reflui zootecnici e residui del processo di un Caseificio Sociale nel quale sono ancora oggi presenti due linee produttive integrate: trasformazione lattiero casearia e impiego del siero del latte nell'annesso allevamento suinicolo. Questo impianto è ancora in funzione con un processo di DA a umido in condizioni di mesofilia.

Gli impianti più moderni sono stati costruiti tra il 2005 e il 2007. Si tratta di due impianti presenti in macelli avicoli per la DA dei fanghi flottati di macello e acque di lavaggio (2005 e 2007), due distillerie, una azienda per la fabbricazione della birra, tre industrie per la lavorazione della frutta. In questi ultimi 4 casi sono presenti reattori funzionanti con tecnologia UASB, per la DA delle acque di lavaggio.

Grafico 1: Evoluzione del numero di Impianti Biogas in aziende agroindustriali in regione Veneto dal 1990 al 2008



Il settore della gestione dei rifiuti urbani (Grafico 2), vede la presenza del primo digestore a fine anni '90, mentre sono di recente costruzione (tra il 2001 e il 2005) gli altri impianti per lo sfruttamento del Biogas a partire dalla FORSU e fanghi organici (4 impianti sono entrati in funzione tra il 2004 e il 2005).

Grafico 2: Evoluzione del numero di Impianti Biogas per il trattamento dei rifiuti urbani e industriali in regione Veneto dal 1990 al 2008

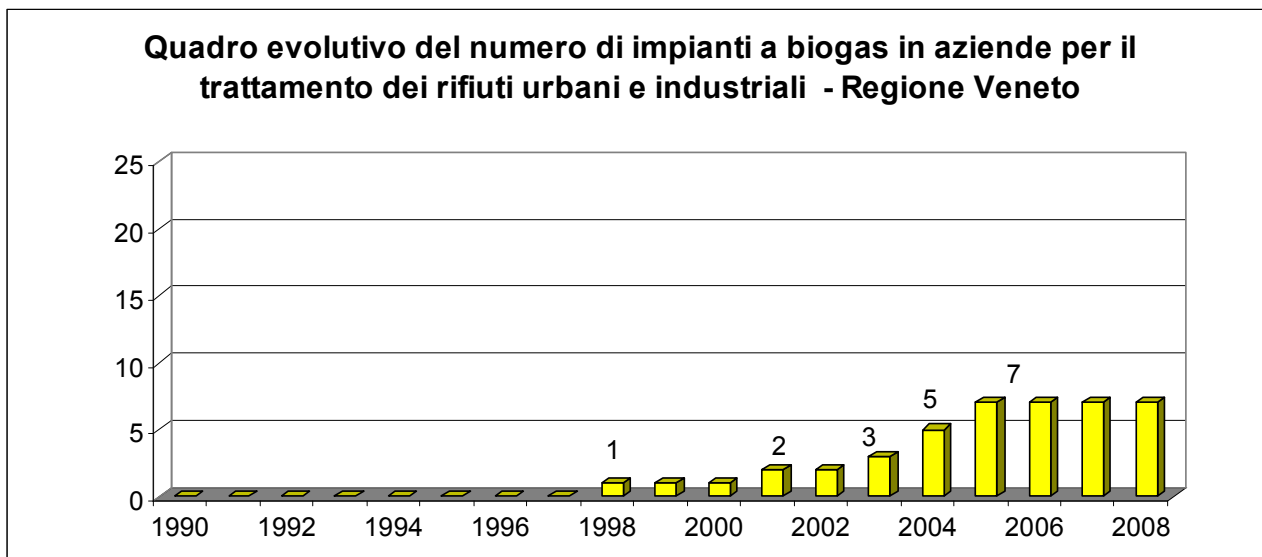
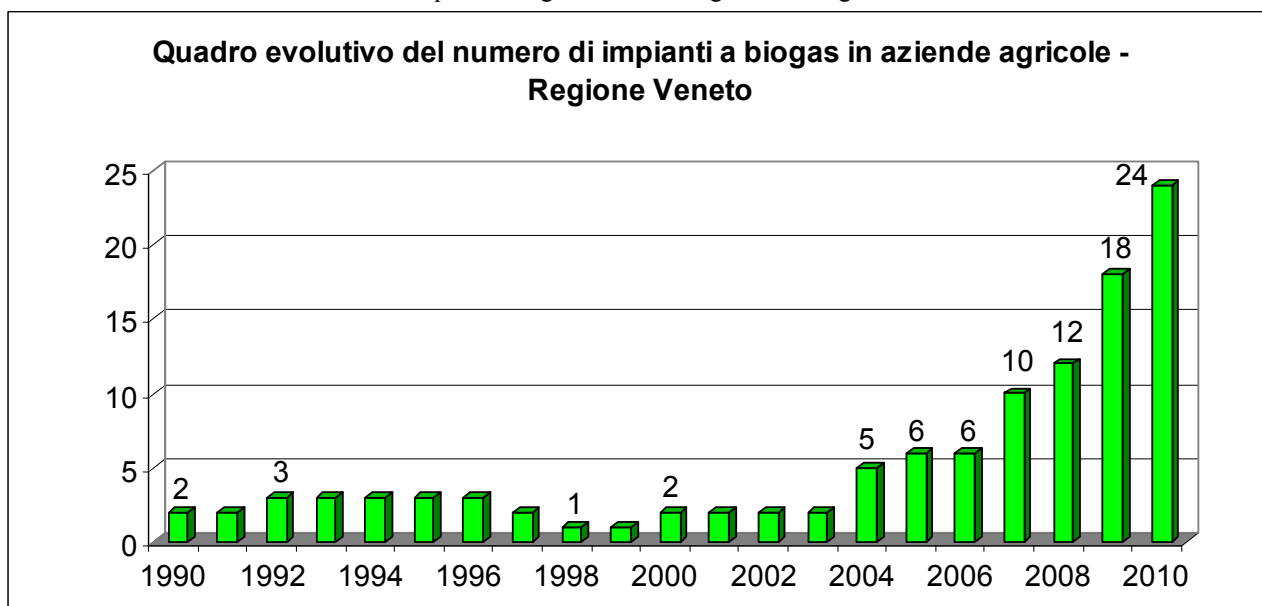


Grafico 3: Evoluzione del numero di Impianti Biogas in aziende agricole in regione Veneto dal 1990 al 2010



Nel Grafico 3 si indica il numero degli impianti entrati in funzione in aziende agricole a partire dal 1990 ad oggi. Per l'anno 2008 sono inseriti tutti gli impianti in funzione a maggio 2008. Per questo tipo di impianti è stato possibile raccogliere informazioni anche riguardo alle domande in corso di istruttoria presso i competenti Uffici Regionali e Comunali. E' possibile, dunque, stimare il numero di impianti che sarà in funzione nei prossimi due anni. Nel conteggio del numero di impianti previsti in funzione nel 2009, vengono compresi gli impianti in fase avanzata di costruzione a maggio 2008, mentre nel numero di impianti previsto in funzione per l'anno 2010 vengono

conteggiati anche gli impianti per i quali è in corso la fase di istruttoria, assumendo l'ipotesi che questa vada a buon fine, pur con varianti al progetto iniziale.

Dai dati raccolti, e con le ipotesi che vengano costruiti tutti gli impianti in progetto, si può stimare che, nel 2010, gli impianti agricoli saranno il doppio rispetto a quelli attualmente in funzione.

Si riporta, di seguito, una sintesi dei dati tecnico gestionali rilevati (Tabelle 8 – 12).

Per ciascuna Provincia si indica l'impianto (per motivi di privacy identificato dal numero "ID azienda"), la capacità produttiva installata in termini di *kWe* (quando presente un sistema per lo sfruttamento dell'energia elettrica da Biogas) e le tipologie di biomassa utilizzate da ciascun impianto (*matrici organiche input*).

Per quanto riguarda il comparto agricolo, sono installati in totale 7.220 *kWe*, per la maggior parte presenti nella provincia di Verona (4 impianti agricoli per una potenza installata complessiva di 2.900 *kWe*), seguita da Venezia (2 impianti per una potenza installata di 2.000 *kWe* complessiva). Tre impianti (1 in provincia di Verona, 1 in provincia di Padova e 1 in provincia di Rovigo), sono entrati in funzione tra il 2007 e il 2008: per questi impianti non viene riportato il dato produttivo in termini di metri cubi di Biogas prodotto nell'anno di riferimento (2007). Gli altri 9 impianti hanno generato, nell'anno 2007, un output energetico pari a 10.865.500 metri cubi di Biogas. In due impianti non è stata pienamente sfruttata la capacità produttiva: un impianto è stato fermo per alcuni mesi a causa di una avaria nel funzionamento del digestore, l'altro, invece non sfrutta tutto il biogas, in quanto il gestore aspetta dal 2006 il collegamento alla rete esterna per la cessione di energia elettrica. Considerando queste riserve di capacità produttiva, si può stimare una produzione potenziale di Biogas negli impianti agricoli esistenti, pari a circa 12.000.000 di metri cubi, che può avvicinarsi ai 18.000.000 metri cubi / anno, sommando le potenzialità produttive dei tre nuovi impianti entrati in funzione nei primi mesi del 2008.

Gli impianti di DA presenti in aziende agroindustriali consentono un output energetico pari a 11.115.000 metri cubi di biogas (Tabella 11). Attualmente, questo viene sfruttato quasi interamente come combustibile in caldaie (energia termica). Solo in due casi infatti è presente un cogeneratore, per una potenza installata totale di 1.170 *kWe*. Considerando che a breve verranno installati quattro nuovi cogeneratori, il potenziale elettrico installato in questo comparto dovrebbe portarsi a 5.695 *kWe*.

Di seguito, si riportano i dati relativi agli impianti, distinti per la tipologia di DA a umido e semisecco (Tabella 9) e gli impianti con reattori a tecnologia UASB (Tabella 10).

Il settore della gestione dei rifiuti urbani e industriali ha un peso rilevante nel comparto del Biogas in regione Veneto: 6 impianti (uno è inattivo), forniscono un output energetico pari a 23.001.000 metri cubi di Biogas. In totale sono installati 6.514 *kWe* per lo sfruttamento in cogenerazione del biogas prodotto.

Il totale biogas prodotto in regione Veneto relativamente all'anno 2007 risulta essere pari a 44.981.500 metri cubi.

Tabella 8: Produzione Energetica e Matrici Input degli Impianti Biogas presenti nelle aziende agricole suddivisi per Provincia

| PROVINCIA | ID azienda - N°/prov. - N°/Totale | Indirizzo produttivo | Capacità installata kWe | Biogas prodotto 2007 (mc/anno) | Matrici organiche INPUT | Modalità di utilizzo del biogas |
|--------------------------------|--|---------------------------------|--|---|--|--|
| VERONA | 1 | Cerealicolo - all. bovini | 400 | 0 | Silomais – Loiessa – Liquame bovino | Cogenerazione |
| | 2 | Cerealicolo - all. suini | 100 | 328.500 | Liquame suino | Cogenerazione |
| | 3 | Cerealicolo | 1.400 | 3.100.000 | Silomais – Scarti ortofrutticoli | Cogenerazione |
| | 4 | Cerealicolo - all. bovini | 1.000 | 1.400.000 | Silomais – Sorgo – Liq. e letame bov. | Cogenerazione |
| Tot. prov. Verona | 4 | | 2.900 | 4.828.500 | | |
| VICENZA | 5 | Cerealicolo - all. bovini | 110 | 307.000 | Silomais –Liquame bovino | Cogenerazione |
| | 6 | Cerealicolo - all. bovini | 100 | 365.000 | Silomais – Letame e liquame bovino | Cogenerazione |
| Tot. prov. Vicenza | 2 | | 210 | 672.000 | | |
| BELLUNO | 0 | | | | | |
| TREVISO | 7 | Cerealicolo - all. suini | 40 | 150.000 | Liquame suino | Cogenerazione |
| Tot. prov. Treviso | 1 | | 40 | 150.000 | | |
| VENEZIA | 8 | Cerealicolo - all. bovini | 1.000 | 3.650.000 | Silomais – Letame e liquame bovino – scarti ortofrutticoli | Cogenerazione |
| | 9 | Cerealicolo - allev. avicoli | 1.000 | 1.300.000 | Silomais – Mais pastone – Pollina - Melasso | Cogenerazione |
| Tot. prov. Venezia | 2 | | 2.000 | 4.950.000 | | |
| PADOVA | 10 | Cerealicolo - all. bovini | 70 | 265.000 | Silomais –Liquame bovino | Cogenerazione |
| | 11 | Cerealicolo - all. bovini | 1.000 | 0 | Silomais –Liquame bovino | Cogenerazione |
| Tot. prov. Padova | 2 | | 1.070 | 265.000 | | |
| ROVIGO | 12 | Cerealicolo | 1.000 | 0 | Silomais – altri cerali | Cogenerazione |
| Tot. prov. Rovigo | 1 | | 1.000 | 0 | | Cogenerazione |
| Tot. regione VENETO | 12 | | 7.220 | 10.865.500 | | |

Tabella 9: Impianti Biogas con processo di DA “classico” (umido o semisecco), presenti nelle aziende agroindustriali suddivisi per Provincia

| | <i>ID azienda</i> | <i>Comparto produttivo agroindustriale</i> | <i>Modalità di utilizzo del biogas</i> | <i>Biogas prodotto 2007 (mc/anno)</i> | <i>Matrici organiche INPUT</i> | <i>Capacità installata kWe</i> |
|---------------------------|-----------------------|--|--|---|--|--|
| VERONA | 1 | Industria Macellazione | Energia termica per caldaia a vapore | 2.500.000 | Fango flottato di macello e acque di lavaggio | 0 ⁽¹⁾ |
| Tot. prov. Verona | 1 | | | 2.500.000 | | 0 |
| VICENZA | 2 | Industria Macellazione | Cogenerazione e Energia termica per caldaia a vapore | 1.260.000 | Fango flottato di macello e acque di lavaggio | 250 |
| | 3 | Industria lattiero - casearia | Energia termica per caldaia | 55.000 | Liquami suini – fanghi da decantazione primaria | 0 |
| Tot. prov. Vicenza | 2 | | | 1.315.000 | | 250 |
| PADOVA | 4 | Industria fabbricazione grappa | Energia termica per la caldaia | 1.800.000 | Rifiuti liquidi della distillazione | 0 ⁽²⁾ |
| | 5 | Industria fabbricazione grappa | Energia termica per la caldaia | 1.100.000 | Rifiuti liquidi della distillazione | 0 ⁽³⁾ |
| Tot. prov. Padova | 2 | | | 2.900.000 | | 0 |
| Totale VENETO | 5 | | | 6.715.000 | | 250 |

Nota ⁽¹⁾ : E' prevista l'installazione di un cogeneratore di 900 kWe entro il 2008 per la produzione di energia elettrica per rete interna (autoconsumo aziendale).

Nota ⁽²⁾ : E' prevista l'entrata in funzione del cogeneratore di 625 kWe (già presente in azienda) entro il 2008 per la produzione di energia elettrica per rete interna (autoconsumo aziendale).

Nota ⁽³⁾ : E' prevista l'installazione di un cogeneratore di 1.050 kWe entro il 2009 per la produzione di energia elettrica per rete interna (autoconsumo aziendale).

Tabella 10: Impianti Biogas con processo di DA a “UASB reactor”, presenti nelle aziende agroindustriali suddivisi per Provincia

| | <i>ID azienda</i> | <i>Comparto produttivo agroindustriale</i> | <i>Modalità di utilizzo del biogas</i> | <i>Biogas prodotto 2007 (mc/anno)</i> | <i>Matrici organiche INPUT</i> | <i>Capacità installata kWe</i> |
|---------------------------|-------------------|--|--|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| VERONA | 5 | Industria lavorazione frutta | Cogenerazione per rete interna | 2.160.000 | Fango flottato e acque di lavaggio | 800 |
| | 6 | Industria lavorazione frutta | Cogenerazione per rete interna | 1.035.000 | Fango flottato e acque di lavaggio | 120 |
| Tot. prov. Verona | 2 | | | 3.195.000 | | 920 |
| VICENZA | 7 | Industria lavorazione frutta | Energia termica per caldaia a vapore | 170.000 | Fango flottato e acque di lavaggio | 0 |
| Tot. prov. Vicenza | 1 | | | 170.000 | | 0 |
| PADOVA | 9 | Industria lavorazione birra | Energia termica per caldaia a vapore | 1.035.000 | Acque di lavorazione | 0 |
| Tot. prov. Padova | 1 | | | 1.035.000 | | 0 |
| Totale VENETO | 4 | | | 4.400.000 | | 920 |

Tabella 11: Impianti Biogas presenti nelle aziende agroindustriali (tab. riassuntiva regione Veneto)

| <i>Tipologia del processo di DA</i> | <i>Numero Impianti</i> | <i>Comparto produttivo agroindustriale</i> | <i>Modalità di utilizzo del biogas</i> | <i>Biogas prodotto 2007 (mc/anno)</i> | <i>Matrici organiche INPUT</i> | <i>Capacità installata kWe</i> |
|--|------------------------|--|--|---------------------------------------|--|--------------------------------|
| Impianti Biogas con DA a umido e semisecco | 5 | Macellazione / Lattiero-caseario / Grappa | Energia termica / Cogenerazione | 6.715.000 | Liquami – Fanghi – Acque di lavaggio – Rifiuti liquidi del processo di distillazione | 250 ⁽¹⁾ |
| Impianti Biogas con U.A.S.B. reactor | 4 | Lavorazione della frutta / Birra | Energia termica / Cogenerazione | 4.400.000 | Fango flottato - Rifiuti liquidi del processo di trasformazione | 920 |
| Totale VENETO | 9 | | | 11.115.000 | | 1.170 |

Nota ⁽¹⁾: Entro il 2009 si prevede un aumento della potenza a 2.200 kWe, in seguito all'entrata in funzione di 2 cogeneratori in impianti esistenti, attualmente funzionanti solo per sfruttamento di energia termica.

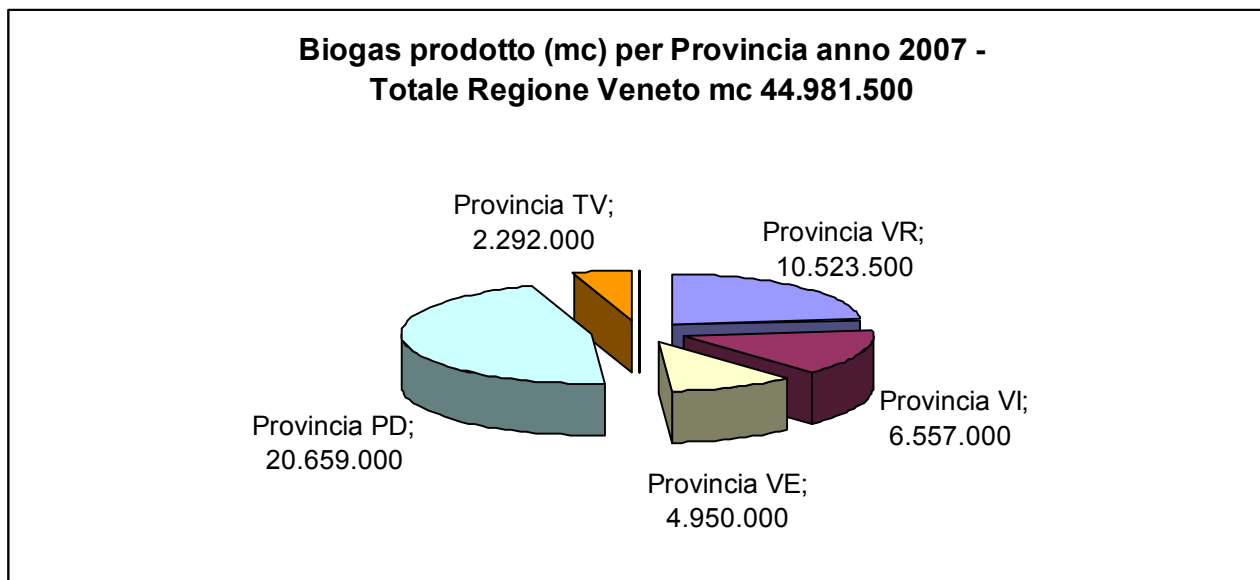
Tabella 12: Impianti Biogas presenti nelle aziende di gestione dei rifiuti urbani e industriali suddivisi per Provincia

| | <i>ID azienda</i> | <i>Comparto produttivo</i> | <i>Modalità di utilizzo del biogas</i> | <i>Biogas prodotto 2007 (mc/anno)</i> | <i>Matrici organiche INPUT</i> | <i>Capacità installata kWe</i> |
|---------------------------|-----------------------|--------------------------------|--|---|---|--|
| VERONA | 1 | Gestione Rifiuti Urbani | Impianto inattivo (en. termica) | 0 | Frazione organica da selezione | 0 |
| Tot. prov. Verona | 1 | | | 0 | | 0 |
| VICENZA | 2 | Gestione Rifiuti Urbani | Cogenerazione e cessione alla rete esterna | 4.400.000 | Fraz. Liquida della FORSU – Fanghi biologici e agroalimentari | 1.290 |
| Tot. prov. Vicenza | 1 | | | 4.400.000 | | 1.290 |
| TREVISO | 3 | Gestione Rifiuti Urbani | Cogenerazione per rete interna | 792.000 | Fraz. Liquida della FORSU – Fanghi biologici | 190 |
| | 4 | Industria fabbricazione. carta | Cogenerazione per rete interna | 1.350.000 | Acque di lavaggio ⁽¹⁾ | 330 |
| Tot. prov. Treviso | 2 | | | 2.142.000 | | 520 |
| PADOVA | 5 | Gestione Rifiuti Urbani | Cogenerazione e cessione alla rete esterna | 10.950.000 | Fraz. Liquida della FORSU | 2.484 |
| | 6 | Gestione Rifiuti Urbani | Cogenerazione e cessione alla rete esterna | 3.500.000 | Fraz. Liquida della FORSU – Fanghi biologici e agroalimentari | 1.320 |
| | 7 | Gestione Rifiuti Urbani | Cogenerazione e cessione alla rete esterna | 2.009.000 | Fraz. Liquida della FORSU – Fanghi biologici | 900 |
| Tot. prov. Padova | 3 | | | 16.459.000 | | 4.704 |
| Totale VENETO | 7 | | | 23.001.000 | | 6.514 |

Nota ⁽¹⁾: Il sistema di DA adottato in questo impianto è costituito dal "I.C. Process" (Internal Circulating Process).

Si riporta di seguito la restituzione grafica delle quantità di biogas prodotte dagli impianti in ciascuna provincia della regione.

Grafico 4: Produzioni complessive di Biogas in regione Veneto (totale 44.981.500 mc – anno 2007)



Ai fini di una rappresentazione dell'output energetico regionale, si è ritenuto utile quantificare la produzione di metano (biometano) derivante dalla purificazione del biogas prodotto. E' questo, infatti, il parametro ritenuto rappresentativo per tutti gli impianti, e non tanto la quantità di energia termica o elettrica prodotta (kWh), in quanto:

1. Tutti gli impianti di DA sono dotati di una forma di recupero del biogas prodotto.
2. Non tutti gli impianti in cogenerazione sfruttano l'energia termica fornita dal biogas.
3. Non tutti gli impianti sono dotati di un cogeneratore o un gruppo elettrogeno per lo sfruttamento di energia elettrica dal biogas.
4. Sono state rilevate rese diverse (intese come percentuale di metano presente nel biogas), in relazione alle diverse matrici di biomassa impiegate.

Di seguito, si riportano i quantitativi derivanti dall'elaborazione dei dati raccolti sulle produzioni di Biogas e le rese rilevate in Biometano. Le produzioni sono state raggruppate per settore di appartenenza: la Tabella 13 evidenzia il contributo di ciascun settore, nel quale sono presenti processi di DA, alla formazione dell'output energetico regionale in termini di metano prodotto a partire da matrici organiche.

Tabella 13: BioMetano prodotto nell'anno 2007 dagli Impianti Biogas in regione Veneto

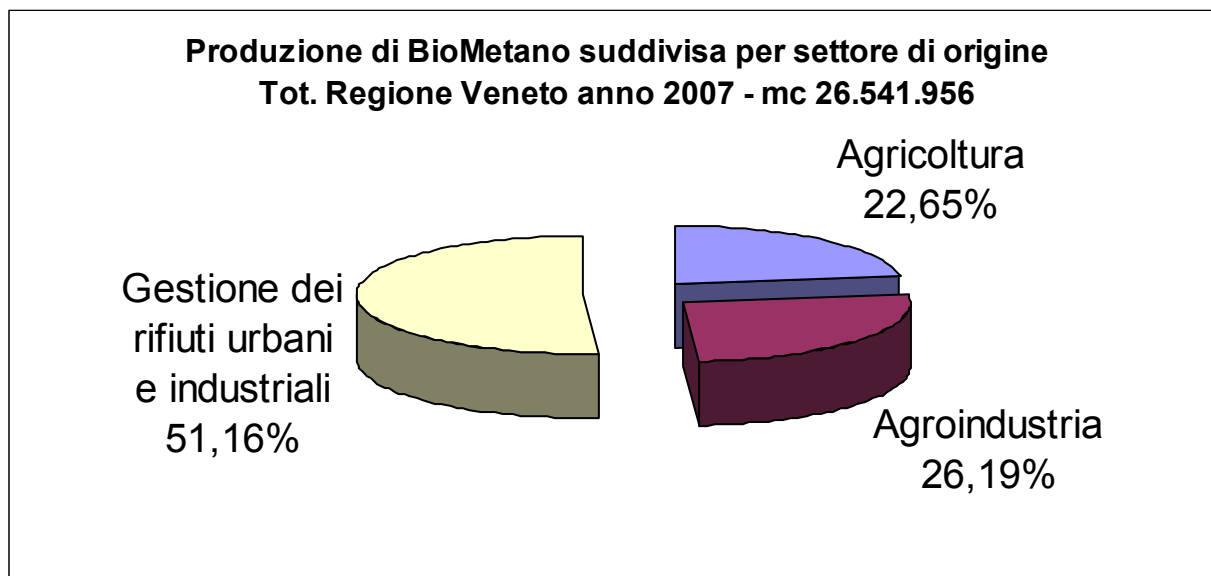
| Settore | BIOGAS (mc / anno 2007) | Resa rilevata (% CH4 sul Biogas) | | BIOMETANO prodotto (mc CH4 / anno 2007) | Resa media |
|--|----------------------------|-------------------------------------|-----|---|---------------|
| | | Min | Max | | |
| AGRICOLTURA | 10.865.500 | 52% | 64% | 6.012.560 | 55,34% |
| AGROINDUSTRIA | 11.115.000 | 55% | 70% | 6.951.750 | 62,54% |
| GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI E INDUSTRIALI | 23.001.000 | 61% | 65% | 13.577.655 | 59,03% |
| Totale VENETO | 44.981.500 | | | 26.541.965 | |

Nota: quantità di BioMetano espressa in metri cubi in condizioni non standardizzate: il volume e le condizioni di temperatura e pressione corrispondono a quelle del Biogas prima di essere avviato alla combustione.

I dati sopra riportati consentono di valutare le diverse rese in Biometano che si ottengono dalla DA a partire da matrici organiche di diversa natura. Le matrici di origine agricola utilizzate negli impianti a DA agricoli hanno una resa finale inferiore se confrontate con quelle utilizzate negli impianti agroindustriali per la DA di residui liquidi di processo (55,53% contro il 62,54%). Le rese maggiori ottenibili negli impianti agroindustriali si spiegano con l'utilizzo di biomasse ad alto contenuto di COD solubile (zuccheri, amidi, destrine, acidi organici presenti nei fanghi di lavaggio), e in seguito all'adozione di processi di DA evoluti e adattati a queste matrici (Tecnologie UASB e IC).

Le rese rilevate negli impianti di DA per il trattamento dei rifiuti urbani e industriali si posizionano a un livello intermedio fra gli altri due: resa media del 59,03%.

Grafico 5: Produzioni complessive di BioMetano in regione Veneto (totale 26.541.965 mc – anno 2007)



4.4 Monitoraggio Impianti Biogas: gestione della Biomassa

Presso gli impianti monitorati sono stati raccolti i dati riguardanti la gestione della biomassa in entrata. Per ciascuna azienda sono stati raccolti i dati relativi a:

1. Tipologia della matrici utilizzate nel processo di DA.
2. Quantitativi di ciascuna matrice (t / anno).
3. Peso percentuale di ciascuna matrice nella miscela del digestore.
4. Percentuale dei Solidi Totali (Sostanza Secca) di ciascuna matrice.
5. Percentuale della sostanza secca nella miscela del digestore.
6. Provenienza di ciascuna matrice (aziendale o extra-aziendale e distanza tra luogo di produzione e ubicazione dell'impianto di DA).
7. Lay-out e gestione della biomassa in entrata e impiego del digestato.

Dall'elaborazione dei dati rilevati si è in grado di quantificare la Biomassa effettiva, utilizzata negli impianti di DA in regione. Si riportano i risultati (sintetici) nelle tabelle seguenti, raggruppando le matrici per settore di appartenenza degli impianti.

Tabella 14: Quantitativi di Biomassa utilizzata (rifiuti urbani, industriali e agroindustriali), dagli Impianti Biogas in regione Veneto (t / anno 2007)

| | FORSU | Fanghi Biologici e agroalimentari | Residui liquidi di processo agroindustriale | Altre matrici | Totale |
|---|----------------|--|--|----------------------|------------------|
| Impianti AGRICOLI | - | - | - | - | - |
| Impianti AGROINDUSTRIALI | - | - | 1.853.370 | - | 1.853.370 |
| Impianti per la gestione dei rifiuti Urbani e Industriali | 188.500 | 60.500 | 600.000 | 5.000 | 854.000 |
| Totale VENETO | 188.500 | 60.500 | 2.453.370 | 5.000 | 2.707.370 |

Tabella 15: Quantitativi di Biomassa utilizzata (reflui zootecnici), dagli Impianti Biogas in regione Veneto (t / anno 2007)

| | Liquame suino | Letame bovino | Liquame bovino | Pollina | Totale |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------|---------------|
| Impianti AGRICOLI | 47.300 | 8.689 | 34.932 | 1.227 | 92.148 |
| Impianti AGROINDUSTRIALI | 5.475 | - | - | - | 5.475 |
| Impianti per la gestione dei rifiuti Urbani e Industriali | - | - | 100 | - | 100 |
| Totale VENETO | 52.775 | 8.689 | 35.032 | 1.227 | 97.723 |

Tabella 16: Quantitativi di Biomassa utilizzata (colture agricole e altre biomasse di origine agricola), dagli Impianti Biogas in regione Veneto (t / anno 2007)

| | Orzo / triticale insilato | Sorgo zuccherino insilato | Silomais | Pastone di mais | Melasso zootecnico | Frumento | Scarti ortofruitt . | |
|--|---------------------------------|---------------------------------|-----------|--------------------|-----------------------|-----------|---------------------------|---------------|
| | aziendale | aziendale | aziendale | aziendale | extra aziendale | aziendale | extra aziendal e | Totali |
| Impianti Agricoli | 11.098 | 576 | 26.859 | 899 | 1.710 | 20 | 2.190 | 43.352 |
| Impianti Agroindustriali | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Impianti per la gestione dei rifiuti urb./ind. | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Totale VENETO | 11.098 | 576 | 26.859 | 899 | 1.710 | 20 | 2.190 | 43.352 |

Il totale di biomassa utilizzato negli impianti di DA regionali risulta essere, per l'anno 2007, pari a 2.848.445 tonnellate, delle quali più dell'86% è costituito da residui liquidi di processi agroindustriali. L'elevata quantità di matrici trattate nell'agroindustria è dovuta alla presenza di ingenti masse di liquidi (acque di lavaggio prima di essere avviate a depurazione), che alimentano i reattori funzionanti a tecnologia UASB, all'interno dei quali il tempo di permanenza (RHT) può essere di qualche giorno o addirittura solo di qualche ora. Le acque di lavaggio trattate negli impianti di DA con tecnologia UASB sono pari a 2.330.000 tonnellate⁶.

Il resto della biomassa è costituita da matrici caratterizzate da contenuti variabili di Solidi Volatili: sono 518.445 tonnellate, delle quali il 36,35% è costituito dalla frazione liquida della FORSU, da quasi il 12% di fanghi biologici e agroalimentari e dal 27,21% da biomasse di origine agricola.

I reflui zootecnici sono quasi esclusivamente impiegati nei processi di DA di impianti agricoli (l'impianto agroindustriale che tratta le 5.475 tonnellate di liquame suino è un caseificio sociale che non utilizza altre matrici in entrata). Il quantitativo minimo di reflui zootecnici trattato negli impianti dedicati al trattamento dei rifiuti, testimonia che si tratta di una soluzione avente carattere sporadico e attuata in situazioni di emergenza. Fra i reflui zootecnici il liquame suino rappresenta la matrice organica più rilevante (54% del totale), seguito dal liquame bovino (quasi il 36%); la pollina costituisce poco più dell'1% del totale reflui trattati in impianti di DA: il suo utilizzo è limitato da fattori tecnici che frenano i processi di digestione anaerobica (tenore in azoto, rilascio di "marmolino" che sedimenta all'interno del reattore).

Le colture agricole dedicate vengono, chiaramente, utilizzate al 100% in impianti agricoli. Di queste il 62% è costituito dal silomais, seguito da colture autunno-vernine insilate per circa il 26% (nella maggior parte dei casi si tratta di secondi raccolti di orzo e triticale). In certi casi è ritenuto interessante l'uso del melasso zootecnico acquistato dall'esterno come sottoprodotto. L'utilizzo di scarti provenienti dall'agroindustria (5% della biomassa di origine agricola), è limitato alla disponibilità di scarti ortofruitticoli, grazie alla vicinanza dell'impianto a mercati all'ingrosso, oppure per partite invendute disponibili presso grossisti ortofruitticoli (prodotti di seconda o terza

⁶ Sono costituite da acque di lavaggio della frutta, da residui liquidi del processo della produzione della birra e fabbricazione della carta con elevati contenuti di COD solubile.

scelta). Nel totale della biomassa utilizzata negli impianti agricoli (135.500 tonnellate/anno), il 68% è costituito da reflui zootecnici, mentre le colture agricole dedicate pesano per il 30,36%.

4.5 Monitoraggio Impianti Biogas: sintesi dei dati economici rilevati

Sono stati raccolti i dati riguardanti gli investimenti e i costi di gestione presso gli impianti agricoli monitorati, gli impianti che operano nella gestione dei rifiuti urbani e in alcuni impianti agroindustriali. Questa banca dati può costituire un valido supporto per analisi economiche a livello di sistema e per consentire la messa a punto di modelli di analisi economica a partire da casi concreti.

Si riporta nella tabella seguente una sintesi dei dati di investimento per la realizzazione di impianti agricoli in regione Veneto:

Tabella 17: Capitale investito dalle aziende agricole in regione Veneto in impianti per la produzione di biogas in cogenerazione (n. 9 impianti agricoli - anno 2007)

| Provincia / n. Impianti | Costo complessivo | COSTO impianti e attrezzature | COSTO opere murarie | SPESE progettuali | Contributi in c/to capitale percepiti o attesi |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------|---------------------|--|
| Verona / 3 | € 6.130.000,00 | € 4.500.000,00 | € 500.000,00 | € 130.000,00 | € 240.000,00 |
| Vicenza / 2 | € 1.092.000,00 | € 780.000,00 | € 265.000,00 | € 47.000,00 | € 120.000,00 |
| Treviso / 1 | € 300.000,00 | € 250.000,00 | € 35.000,00 | € 15.000,00 | |
| Venezia / 2 | € 7.373.000,00 | € 5.470.000,00 | € 1.800.000,00 | € 103.000,00 | |
| Padova / 1 | € 350.000,00 | € 300.000,00 | € 50.000,00 | € 15.000,00 | € 140.000,00 |
| Totale Veneto / 9 impianti | € 15.220.000,00 | € 11.300.000,00 | € 3.650.000,00 | € 310.000,00 | € 500.000,00 |

Nota: si riportano i dati relativi ai 9 impianti che hanno prodotto biogas nell'anno 2007.

Il capitale investito negli impianti di DA agricoli, a regime nell'anno 2007, supera i 15 milioni di euro. Di questi, quasi l'89% è stato speso per la realizzazione di impianti biogas nelle province di Verona (tre impianti) e Venezia (due impianti con potenze installate di 1 MW elettrico ciascuno). Questi nove impianti funzionano tutti in cogenerazione ed è dunque possibile riportare i valori di output in termini di kWh prodotti e stimare la corrispondente PLV calcolata sull'energia elettrica prodotta, al netto di quella autoconsumata dall'impianto e al netto dai Certificati Verdi (Tabella 18).

Tabella 18: Output energetico in termini di kWh prodotti / anno (n. 9 impianti agricoli - anno 2007)

| Provincia / n. Impianti | kWh prodotti / anno 2007 | PLV da Energia Elettrica euro |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Verona / 3 impianti | 9.443.000 | € 755.631,49 |
| Vicenza / 2 impianti | 1.264.000 | € 94.594,23 |
| Treviso / 1 impianti | 280.000 | € 24.907,26 |
| Venezia / 2 impianti | 11.360.000 | € 661.772,80 |
| Padova / 1 impianto | 425.000 | € 37.399,15 |
| Totale Veneto / 9 impianti | 22.772.000 | € 1.574.304,93 |

I dati produttivi riportati nella Tabella 18, relativi all'anno di riferimento 2007⁷, sottostimano la capacità produttiva già installata e utilizzata per la conversione in energia elettrica del biogas prodotto. Nel 2007 un impianto era rimasto bloccato per problemi tecnici, uno non recuperava tutto il biogas disponibile perché non ancora allacciato alla rete e un terzo è entrato in pieno regime a fine 2007. Si riporta nella Tabella 19 una stima del potenziale produttivo installato negli stessi impianti.

Tabella 19: Output energetico in termini di kWh potenziali / anno (n. 9 impianti agricoli)

| Provincia / n. Impianti | kWh prodotti / anno 2007 | PLV da Energia Elettrica euro | |
|---------------------------------|---------------------------------|--|---------------------|
| Verona / 3 | 10.378.000 | € | 850.415,49 |
| Vicenza / 2 | 1.264.000 | € | 94.594,23 |
| Treviso / 1 | 280.000 | € | 24.907,26 |
| Venezia / 2 | 16.500.000 | € | 988.172,80 |
| Padova / 1 | 425.000 | € | 37.399,15 |
| Totale Veneto/9 impianti | 28.847.000 | € | 1.995.488,93 |

4.6 Monitoraggio Impianti Biogas: Monitoraggio Impianti pilota

In linea con gli obiettivi del Progetto, i dati tecnico-economici presso gli impianti sono stati raccolti, oltre che per la banca dati dedicata, anche per consentire analisi economiche più approfondite e costruire modelli economici di riferimento.

A titolo esemplificativo, sono stati individuati due impianti che presentassero delle caratteristiche produttive rappresentative delle tipologie di impianti individuate in Veneto, per i quali si presentano di seguito le caratteristiche tecnico-economiche. I dati economici sono stati elaborati in collaborazione con l'unità progettuale che si occupa dell' "Analisi economico-ambientale degli Impianti Biogas" (Prof. D. Pettenella); i risultati dell'elaborazione e gli indici economico-finanziari vengono presentati e analizzati nella relazione specifica.

E' stato scelto un impianto agricolo ad indirizzo cerealicolo-zootecnico di medie dimensioni e un impianto industriale di grandi dimensioni operante nel settore della raccolta e gestione dei rifiuti urbani.

I due impianti scelti, per le loro caratteristiche di funzionamento e dimensioni, sono in grado di rappresentare un ideal-tipo di riferimento.

Commento caratteristiche rilevate nell'impianto pilota a carattere industriale e gestione dei rifiuti

⁷ La PLV da Energia Elettrica è stata calcolata a valori di prezzo standard, moltiplicando i kWh prodotti da ciascun impianto nell'anno 2007, per la tariffa della rispettiva fascia di produzione. La PLV potenziale è stata calcolata nello stesso modo stimando i kWh producibili a pieno regime.

Le tariffe stabilite dal GSE nel 2006 ed utilizzate per le stime sono le seguenti:

| Fascia di produzione: kWh / anno | Prezzo € / KWh |
|---|-----------------------|
| Fino a 500.000 | 0,09565 |
| 500.000 - 1.000.000 | 0,08054 |
| 1.000.000 – 2.000.000 | 0,07048 |
| Oltre 2.000.000 | 0,06400 |

Si tratta di un impianto attivo dall'anno 2005 in provincia di Padova, operante nel settore della gestione dei rifiuti urbani. Al proprio interno vi sono due linee integrate per la gestione dei rifiuti: la linea della Digestione Anaerobica e quella del compostaggio. Per i volumi di biomassa in entrata e il numero di risorse umane impiegate (circa 160 unità ripartite fra le funzioni di attività generali, staff, segreteria, raccolta rifiuti, digestione anaerobica, compostaggio, depurazione), si tratta di una delle più grosse realtà a livello italiano del settore. Le caratteristiche tecniche vengono riportate nelle tabelle seguenti.

Tabella 20: Scheda tecnica gestione della Biomassa avviata alla DA

| Tipologia di Biomassa avviata alla DA | t / anno | Provenienza | % solidi totali della miscela | Tipologia della biomassa iniziale (FORSU) | Destinazione finale del digestato |
|--|-----------------|---------------------------|--------------------------------------|--|---|
| Frazione liquida da spremitura della FORSU | 116.000 | 100% Territorio Regionale | 8% | Solido (6%) Liquido (94%) | Depurazione della frazione liquida. Compostaggio della frazione solida |

Tabella 21: Scheda tecnica impianto di DA

| Tipologia del reattore | Caratteristiche del gestore | Temperat. di funzionam. | Digestori | Pretrattamenti della biomassa in entrata | Tecnologia di separazione | % metano rilevata nel Biogas |
|--|---|--------------------------------|--|---|--|-------------------------------------|
| 2 vasche a pareti verticali e 2 vasche in cemento armato | Miscelazione, coibentazione, tempo ritenzione medio 17 gg | Mesofilo (30-40 °C) | 4 digestori per un volume complessivo di 7.000 mc. Volume stoccaggio Biogas 1.000 mc | Vagliatura e spremitura | Separazione solido / liquido prima della DA mediante compressione elicoidale | 57% |

Tabella 22: Scheda tecnica impianto di cogenerazione

| Tipologia del cogeneratore | Trattamento del Biogas | OUTPUT | | |
|---|---|--|--|-----------------------------------|
| | | Energia Termica | Energia Elettrica | Funzionamento cogeneratore |
| Motori Jenbacher kWe 2.484 (2 cogeneratori) | Trattamento mediante desolforizzazione e separazione condensa | Recupero calore per i processi interni. La rete di teleriscaldamento entra in funzione tra il 2008 e il 2009 | Autoconsumo aziendale più cessione alla rete esterna | 8.000 ore / anno |

Tabella 23: Scheda economica impianto (valori anno 2007)

| Costo investimento impianti ⁽¹⁾ | Costo investimento trattatrici ⁽²⁾ | Produzione Biogas (mc / anno 2007) | Produzione Energia elettrica (kWh) | Energia elettrica autoconsumata in azienda (kWh) | % autoconsumo su produzione | Energia elettrica ceduta in rete (kWh) |
|---|--|---|---|---|------------------------------------|---|
| € 5.000.000 | € 232.000 | 10.950.000 | 21.724.800 | 9.748.000 | 44,87% | 11.976.800 |

Nota ⁽¹⁾: Comprende il costo relativo a: opere murarie relative all'impianto di DA, impianto di DA (fermentatore, post-fermentatore, vasche di stoccaggio, gasometro, attrezzature trattamento biogas), 2 cogeneratori. Sono esclusi: il costo relativo alle vasche di miscelazione, spremitrici, "mixer pulper".

Nota ⁽²⁾: Quattro trattatrici dedicate al lay-out della biomassa in entrata.

Nel caso di questo impianto sono stati raccolti i dati economico-gestionali di tutta l'azienda. I dati di costo e ricavo sono stati calcolati nei rispettivi centri⁸ e successivamente raggruppati in "funzioni aziendali". Questo procedimento si è reso necessario per calcolare i costi e i ricavi della funzione Digestione Anaerobica, all'interno del processo complessivo dedicato alla gestione dei rifiuti⁹.

Fra gli altri è stato quantificato il costo delle risorse umane dedicate all'attività di DA: sono 12 unità impiegate a tempo pieno (lavoro diretto), più altre tre unità (servizi esterni di assistenza e manutenzione), per un costo totale d'esercizio pari a 432.000,00 euro/anno.

L'impianto di DA assorbe, per il proprio funzionamento, 438.000 kWh/anno (il 2,02% del totale output energetico), e il totale dei costi direttamente attribuibili a questa funzione (energia assorbita, costi diretti di funzionamento, manodopera diretta e indiretta), pesano per circa il 13% sul totale dei costi dell'azienda.

L'output energetico dell'impianto di DA è costituito dall'energia elettrica che per il 55% viene ceduta in rete (quasi 12 milioni di kWh), e per il 42,85% è assorbito dagli altri impianti (compostaggio, depurazione).

I Certificati Verdi per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile sono percepiti a partire dal 2003.

Commento caratteristiche rilevate dell'impianto pilota a carattere agricolo

E' stato scelto un impianto agricolo ad indirizzo cerealicolo-zootecnico. E' presente in azienda un allevamento bovino da latte di 700 capi così suddivisi:

Tabella 24: Dettaglio capi allevati nell'azienda agricola dell'impianto monitorato

| Tipo di capi allevati | Numero Capi | PESO VIVO medio kg | STABILAZIONE | Tipologia REFLUI |
|-----------------------------|-------------|--------------------|--------------|------------------|
| VACCHE in LATTAZIONE | 350 | 600 | Cuccette | LIQUAME |
| VITELLE in ALLEVAMENTO | 50 | 120 | Lettiera | LETAME |
| MANZE in ALLEVAMENTO | 120 | 350 | Lettiera | LETAME |
| VACCHE in ASCIUTTA | 80 | 600 | Lettiera | LETAME |
| VITELLI MASCHI all'INGRASSO | 100 | 150 | Grigliato | LIQUAME |
| Totale | 700 | | | |

L'azienda ha una superficie di 140 ettari ad indirizzo cerealicolo (mais, colture invernali).

I dati tecnici dell'impianto biogas vengono sintetizzati di seguito:

Tabella 25: Scheda tecnica gestione della Biomassa avviata alla DA (anno 2007)

| Tipologia | t / anno | Provenienza | % solidi totali della miscela | Modalità di Utilizzo | Destinazione finale del digestato |
|----------------|----------|-------------|-------------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| Liquame Bovino | 16.500 | Aziendale | 12-13% | DA previa miscelazione | |

⁸ E' stato utilizzato allo scopo un approccio di contabilità analitica, attribuendo a rispettivi centri di costo e ricavo, i costi diretti, i costi indiretti e quota parte dei costi generali, utilizzando i parametri di volta in volta appropriati. Successivamente i centri sono stati raggruppati in "funzioni aziendali" per estrapolare i dati di costo e ricavo attribuiti alla linea della Digestione Anaerobica.

⁹ Nell'impianto industriale considerato, oltre alle attività generali dell'azienda (direzione, organi di staff, segreteria), si distinguono: l'attività di raccolta dei rifiuti, attività dedicate al pre-trattamento della biomassa in entrata, la Digestione Anaerobica, il compostaggio, la gestione di particolari categorie di rifiuti da raccolta differenziata (plastica, carta), l'attività di depurazione, l'attività di smaltimento in discarica.

| | | | | | |
|------------------------------|---------------|-----------|--------|------------------------|--------------------------|
| Orzo insilato | 243 | Aziendale | 33-35% | DA previa miscelazione | |
| Frumento (seconda scelta) | 20 | Aziendale | 27% | DA previa miscelazione | |
| Totale | 16.763 | | | | Uso agronomico aziendale |

Tabella 26: Scheda tecnica impianto di DA

| Caratteristiche del digestore | Temperat. di funzionam. | Digestori | Volume stoccaggio biogas | Tipologia di separazione | % metano rilevata nel Biogas |
|--|-------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| 1 digestore a vasca a pareti verticali | Mesofilo | n. 1 digestore – 1.500 mc | mc 525 | Separazione solido-liquido dopo la DA | 58% |

Tabella 27: Scheda tecnica impianto di cogenerazione

| Tipologia del cogeneratore | Tipologia di OUTPUT | |
|----------------------------|--|-----------------------------------|
| Potenza installata | <i>Energia Elettrica</i> | <i>Funzionamento cogeneratore</i> |
| kWe 110 | Autoconsumo aziendale più cessione alla rete esterna | 8.500 ore/anno |

Tabella 28: Scheda economica impianto (capitale investito)

| Anno di entrata in funzione dell'impianto | Costo complessivo dell'investimento euro | Costo Impianti e Attrezzature euro | Costo per opere murarie euro | Costo per spese progettuali euro |
|---|--|------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| 2003 | 765.000,00 | 560.000,00 | 180.000,00 | 25.000,00 |

Nota: Nel valore di costo storico riportato alla voce “costo impianti e attrezzature” sono compresi: il costo per il cogeneratore e il container cogeneratore, le vasche di stoccaggio, il fermentatore, il gasometro, 2 agitatori liquame, l'isolamento termico del reattore, l'impianto elettrico per l'immissione in rete dell'energia elettrica, la pompa per carico e scarico del liquame.

Tabella 29: Scheda economica impianto (output energetico - valori anno 2007)

| Produzione Biogas (mc / anno 2007) | Produzione Energia elettrica (kWh) | Energia elettrica autoconsumata in azienda (kWh) | % autoconsumo su produzione | Energia elettrica ceduta in rete (kWh) | % energia ceduta all'esterno sul totale produzione |
|------------------------------------|------------------------------------|--|-----------------------------|--|--|
| 307.000 | 665.000 | 310.000 | 46,62% | 355.000 | 53,38% |

L'impianto di DA assorbe per il proprio funzionamento 44.000 kWh/anno (circa il 6,6% della produzione totale di energia elettrica). Il 40% dell'energia prodotta è impiegata in azienda per il funzionamento della sala mungitura, per le attrezzature e gli impianti dell'allevamento, nell'annesso agriturismo e per l'abitazione del gestore.

Escludendo i reflui zootecnici, dai dati di costo raccolti presso l'azienda, il costo di alimentazione per l'impianto di DA risulta essere pari a 23.500 euro/anno. A questi si sommano altri 20.000 euro/anno relativi ai costi di manutenzione diretta dell'impianto (costi direttamente sostenuti, più il costo per servizi esterni di assistenza).

La manodopera diretta necessaria da parte del gestore viene quantificata in 200 ore/anno per la gestione dell'impianto e per il monitoraggio del processo di DA; a queste vanno aggiunte altre 900 ore/anno per la gestione della biomassa (operazioni di carico e miscelazione delle matrici input e gestione del digestato).

I dati analitici di costo e ricavo relativi ai due impianti sopra descritti sono stati elaborati per il calcolo degli indici economico-finanziari. Per i risultati si rinvia alla relazione dell'Unità Progettuale che si occupa dell' "Analisi economico-ambientale degli Impianti Biogas" (TESAF – UNIPD - Prof. D. Pettenella).

CONCLUSIONI

Dai dati raccolti nell'indagine territoriale "Monitoraggio Impianti Biogas" e dai risultati ottenuti dalle elaborazioni degli stessi si riportano, in modo sintetico, le seguenti conclusioni:

1. Diversificazione delle soluzioni tecnologiche e dimensionali realizzate dai gestori di impianti di DA in funzione del settore di appartenenza (Agricoltura, Agro-Industria, Gestione dei rifiuti urbani).
2. Funzionalità delle soluzioni tecnologiche in relazione alla tipologia delle matrici in entrata e della modalità di sfruttamento dell'output energetico.
3. Scarsa convenienza economica a utilizzare alcune matrici organiche attualmente avviate a mercati alternativi alla DA (sottoprodotti di alcune filiere agro-alimentari destinate all'industria mangimistica).
4. L'esistenza di vincoli normativi che frenano l'utilizzo di reflui zootecnici in Impianti Biogas esistenti in aziende agricole (vincoli normativi al trasferimento dei reflui da una azienda produttrice di reflui zootecnici a un'altra azienda che potrebbe impiegarli come biomassa input nell'impianto di DA). E' necessario semplificare il sistema normativo che limita il trasferimento di reflui zootecnici, in modo da consentire una migliore collocazione della sostanza organica a livello territoriale regionale e nello stesso tempo favorire l'opportunità di reddito aggiuntivo nella gestione degli impianti biogas esistenti.
5. La necessità, per alcuni impianti agricoli, di mettere in campo sperimentazioni tecnologiche capaci di abbattere l'azoto finale presente nel digestato. Queste soluzioni tecnologiche devono essere slegate da economie di scala e tarate su impianti aziendali di dimensione medio-piccola.

NOTE PER LA LETTURA DELLA CARTA TEMATICA "MAPPATURA IMPIANTI BIOGAS"

Sono stati mappati gli impianti funzionanti a maggio 2008 in regione Veneto.

Dalla lettura della carta tematica è possibile sapere per ciascun impianto:

1. Se si tratta di impianto agricolo o industriale: con il termine "industriale" si fa riferimento agli impianti agroindustriali e agli impianti per la gestione dei rifiuti urbani e industriali, come risulta dalla Tabella 5.
2. Se è installato un cogeneratore per la produzione di energia elettrica: nella carta tematica si riporta la potenza installata in termini di kWe; se questa è pari a zero significa che l'impianto funziona solamente per lo sfruttamento di energia termica fornita dalla combustione di biogas.
3. Quantitativi di output energetico in termini di metri cubi di biogas: il dato è relativo ai metri cubi di biogas prodotti da ciascun impianto nell'anno 2007. Qualora questo dato sia pari a zero significa che l'impianto è entrato in funzione nei primi mesi del 2008.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- A.A.V.V., (2006), Energia dal Biogas, Progetto AGRIFOREENERGY (a cura di).
- A.A.V.V., (2006), Energia dalle biomasse, *Le tecnologie, i vantaggi per i processi produttivi, i valori economici e ambientali*, AREA Science Park (a cura di), Progetto Novimpresa.
- A.A.V.V., (2008), Supplemento n. 3/2008 a L'Informatore Agrario 18/24 gennaio 2008, *Energia rinnovabile*.
- C.R.P.A., (1996) (a cura di), Biogas e cogenerazione nell'allevamento suino, *Manuale pratico*, ENEL Spa.
- C.R.P.A., (2007), *Biometano: Purificazione del biogas per l'immissione in rete e l'impiego come carburante. Quali opportunità per l'Agricoltura?*, Atti del convegno, Padova - 26 ottobre 2007.
- C.R.P.A., (2008), Bollettino n. 4/2008, *Biogas: l'analisi di fattibilità tecnico-economica*.