

II BIOGAS in allevamento e agricoltura

Valutarne le opportunità

Giovanni De Feo

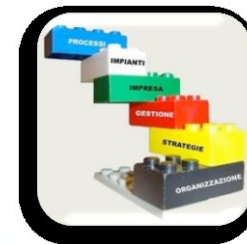
**Dipartimento di Ingegneria Industriale (DIIN),
Università degli Studi di Salerno**

**Venerdì 19 aprile 2013, Capaccio Scalo (Salerno)
Sala Erika, Piazza Santini**

Il Dipartimento di Ingegneria Industriale (DIIN)



- Il **Dipartimento di Ingegneria Industriale (DIIN)** dell'Università degli Studi di Salerno è diretto dal prof. **Stefano Riemma**.
- Il DIIN nasce nel **2011** dalla confluenza di docenti dei settori dell'Ingegneria Industriale provenienti dai Dipartimenti di:
 - ✓ **Ingegneria Meccanica,**
 - ✓ **Ingegneria Chimica e Alimentare,**
 - ✓ **Ingegneria dell'Informazione e Ingegneria Elettrica**
 - ✓ **Ingegneria Civile.**



Il Dipartimento di Ingegneria Industriale (DIIN)

- Il personale del DIIN è composto da:
 - ✓ 88 docenti,
 - ✓ 17 tecnici in servizio presso i laboratori,
 - ✓ Numerosi assegnisti di ricerca, dottorandi, contrattisti e borsisti.
- 6 progetti PON Ricerca e competitività, circa 7,5 milioni €.
- 1 progetto PON Infrastrutture, circa 11 milioni € (Nuove tecnologie per Medicina transazionale).

Cosa insegno

[Home](#) | [docenti](#) | [giovannidefeo](#) | [docenza](#)

[index](#)

[index](#)

[Home Personale](#)

[Curriculum](#)

[Docenza/Teaching](#)

[Tesi di laurea/Thesis](#)

[Ricerca/Research](#)

[Pubblicazioni/Publications](#)

[Link](#)

Corso di Valutazione di Impatto Ambientale

■ Introduzione

1. Presentazione del corso.
2. Riferimenti bibliografici.

■ Dal concetto di ambiente ad una prima definizione di impatto ambientale

1. La nascita della questione ambientale.
2. Il concetto di sviluppo sostenibile.
3. Il "sistema" ambiente.
4. Il concetto di inquinamento.
5. Il modello PSR e il modello DPSIR.
6. Una prima definizione di impatto ambientale.

■ Cenni sugli strumenti volontari per attuare lo sviluppo sostenibile

1. Agenda 21.
2. Audit ambientale (Environmental Audit).
3. Ecolabel (Etichettatura ecologica).
EMAS (Environmental Management and Audit Scheme, Schema di Verifica e di Gestione Ambientale).

Corso di Procedure di Valutazione Ambientale

■ Introduzione alla Life Cycle Assessment (LCA)

1. Il Life Cycle Thinking
2. Cosa studia e cosa permette di fare
3. Per che cosa può essere utilizzata
4. Come si sviluppa uno studio di LCA
5. Le fasi della Life Cycle Assessment

■ Definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione (Goal and scope definition)

1. Il Goal e il Contesto dello studio LCA
2. Destinatari e finalità
3. Campo di applicazione e requisiti di modellazione
4. Opzioni da modellare
5. Flow-chart iniziale
6. Funzione, unità funzionale e flusso di riferimento
7. Unità funzionale
8. Unità funzionale: esempi ed errori frequenti
9. Categorie d'impatto e metodo di valutazione
10. Differenti tipi di LCA

Le mie attività di ricerca

no.
025

La sedimentazione primaria chimicamente assistita (CAPS) per il trattamento delle acque reflue urbane

no.
026

Impiego della procedura di Life Cycle Assessment (LCA) nella scelta del miglior sistema di gestione dei rifiuti

no.
027

Definizione di nuovi approcci e strumenti nella localizzazione di impianti per il trattamento e lo smaltimento dei rifiuti

no.
028

Studio del comportamento, delle opinioni e del livello di conoscenza dei cittadini in tema di rifiuti e raccolta differenziata

no.
029

Studio delle tecnologie delle acque e delle acque reflue nelle antiche civiltà

Scheda no. 25



Ambiente

Linea: NON DEFINITA

Attività: La sedimentazione primaria chimicamente assistita (CAPS) per il trattamento delle acque reflue urbane

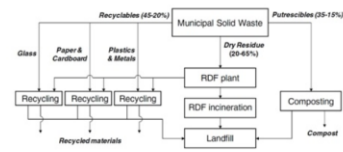
Descrizione: La sedimentazione primaria chimicamente assistita è quel processo noto in letteratura scientifica con l'acronimo CAPS (chemically assisted primary sedimentation) o anche CEPT (chemically enhanced primary treatment). È un processo di natura chimico-fisica in cui l'aggiunta di un reattivo chimico al refluo urbano da trattare consente di ottenere un incremento del rendimento derivativo della sedimentazione primaria senza interferire in modo significativo sul funzionamento del trattamento biologico successivo. Le reazioni percentuali dovute all'applicazione della CAPS su un refluo urbano sono del 60-90% per ciò che riguarda l'SST, del 40-50% per il BOD, del 30-70% per il COD, del 65-95% per il fosforo e del 80-90% per i batteri. La semplice sedimentazione primaria, invece, consente la rimozione del 60-70% del SST, del 25-40% del BOD, del 5-10% del fosforo e del 10-50% dei patogeni. L'applicazione della CAPS evita tra le possibili tecniche di upgrading di un impianto di depurazione per reflui urbani ed ha il vantaggio di non comportare la realizzazione di ulteriori modifiche strutturali. I requisiti ottimali per la sua applicazione sono la presenza, in un depuratore per reflui urbani, della sedimentazione primaria e della digestione anaerobica del fango. Gli specifici obiettivi della ricerca sono i seguenti: (1) sperimentare l'uso della CAPS su impianti di trattamento di acque reflue urbane verificandone anche la convenienza economica; (2) definire procedure di scelta del miglior coagulante e del suo dosaggio ottimale; (3) sperimentare l'uso di composti biodegradabili che, a differenza dei sali metallici (come ad esempio il polifosfato di alluminio), non provocano accumuli metallici nei digestori (con possibile release della fase metanogenica).



Prove di sedimentazione con vari flocculanti

CA) nella scelta del miglior sistema di gestione dei rifiuti

Descrizione: Un primo obiettivo della ricerca è sperimentare l'impiego della procedura di Life Cycle Assessment (LCA) come strumento di supporto al processo decisionale nella scelta del "meglio" sistema di gestione dei rifiuti in ambito provinciale. Da tempo, infatti, si parla di "provincializzazione" del ciclo dei rifiuti. A tal proposito, tuttavia, esistono pochi studi ed esperienze. La ricerca, pertanto, si propone di dare un contributo "concreto" per colmare questa lacuna. Ciò assume grande importanza se si considera che la Regione Campania vive una fase di gestione emergenziale dei rifiuti dal 1994: il principale motivo di una tale situazione sta proprio nella mancanza di adeguati modelli organizzativi di riferimento. Un secondo obiettivo della ricerca, invece, riguarda i sistemi di raccolta differenziata. Limitando l'attenzione al solo aspetto economico, la progettazione di un corretto sistema di raccolta e trasporto dei rifiuti dovrebbe tendere esclusivamente alla minimizzazione dei costi, contestualmente al raggiungimento dell'obiettivo di ottimizzazione del servizio offerto nei confronti della collettività, ampliando la prospettiva di intervento, l'attenzione deve contemporaneamente focalizzarsi sulle conseguenze ambientali derivanti dalle scelte effettuate o da effettuare sul territorio, secondo un approccio rivolto alla salvaguardia dell'ambiente e alla minimizzazione dei fenomeni di inquinamento. L'impiego delle attrezzature e dei mezzi necessari alla raccolta e al trasporto delle diverse frazioni merceologiche comporta, infatti, l'insorgere di condizioni di impatto legate al consumo di materie prime e di energia per l'espletamento del servizio, che possono essere valutate attraverso l'applicazione di un'adeguata procedura di Life Cycle Assessment. L'utilizzo dei mezzi per la raccolta dei rifiuti, l'impiego dei contenitori e delle buste per il conferimento dei differenti materiali, il trasporto agli impianti di trattamento inducono consumi di risorse ed emissioni di sostanze inquinanti nell'ambiente, la cui valutazione quantitativa può essere condotta analizzando l'intero ciclo di vita degli elementi coinvolti nel processo.



Flow-chart degli scenari di alcuni sistemi di gestione dei rifiuti

Scheda no. 27

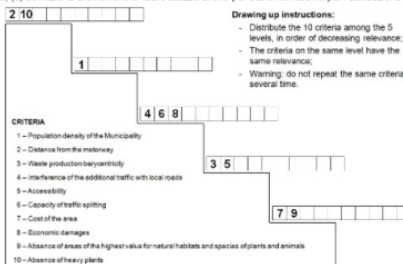


Ambiente

Linea: NON DEFINITA

Attività: Definizione di nuovi approcci e strumenti nella localizzazione di impianti per il trattamento e lo smaltimento dei rifiuti

Descrizione: Il principale obiettivo della ricerca è definire nuovi approcci metodologici insieme a strumenti operativi che consentano di facilitare lo svolgimento dell'iter procedurale che porta alla scelta dei siti dove costruire impianti per il trattamento e/o lo smaltimento dei rifiuti. Le principali linee di attività sono le seguenti: (1) studio dei criteri localizzativi (escludenti, penalizzanti, preferenziali) presenti nei piani di gestione e nella letteratura scientifica e definizione di nuovi criteri localizzativi; (2) utilizzo delle tecniche di analisi multicriteriale per la gerarchizzazione dei siti; (3) definizione di strumenti di facile utilizzo anche per utenti non tecnici per l'attribuzione dei pesi ai criteri di scelta.



La scala delle priorità per l'assegnazione dei pesi ai criteri

Scheda no. 28

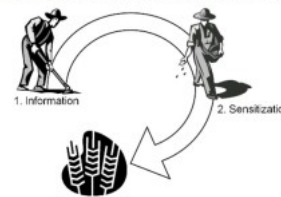


Ambiente

Linea: NON DEFINITA

Attività: Studio del comportamento, delle opinioni e del livello di conoscenza dei cittadini in tema di rifiuti e raccolta differenziata

Descrizione: Lo scopo della ricerca è studiare i comportamenti, le opinioni e la consapevolezza dei cittadini della Regione Campania in tema di rifiuti e raccolta differenziata per mezzo di questionari strutturati. I questionari saranno divisi in quattro sezioni: la prima parte del questionario contiene domande preliminari utili a definire le caratteristiche sociali dell'intervistato (età, sesso, stato civile, livello di istruzione, professione, ecc.). La seconda parte consiste in domande per acquisire l'opinione degli intervistati per quanto attiene al sistema di raccolta differenziata esistente. La terza parte è volta a verificare la conoscenza ambientale del cittadino con particolare riferimento al tema dei rifiuti e della localizzazione degli impianti di trattamento e smaltimento. Infine, la quarta parte consiste in domande tese ad analizzare i principali problemi del sistema di raccolta differenziata. I questionari sono somministrati per mezzo di interviste condotte porta a porta o per strada. I campioni di persone da intervistare sono selezionati in modo da riprodurre perfettamente la popolazione in termini di percentuali maschili e femminili per ogni fascia di età presa in considerazione. Per verificare se le differenze registrate siano statisticamente significative si fa ricorso ad un test di chi-square di indipendenza. I risultati sono dettagliatamente analizzati con riferimento a diverse classi sociali (età, livello di istruzione, professione, ecc.) allo scopo di definire la più appropriata campagna di sensibilizzazione.



Sequenza delle attività in una campagna di educazione ambientale

delle acque reflue nelle antiche civiltà

Descrizione: La ricerca nasce dalla consapevolezza che dallo studio delle opere di ingegneria delle civiltà antiche si possono trarre importanti spunti per progettare e gestire quelle moderne in maniera sostenibile. L'attività svolta è collegata alle attività del Gruppo Specialistico dell'International Water Association (IWA) sulle Tecnologie delle Acque e delle Acque Reflue nelle Antiche Civiltà. L'attività riguarda, in particolare, le seguenti opere di epoca Romana: acquedotto augusteo Serino-Napoli-Miseno; acquedotto Serino-Benevento; acquedotto Avella-Pompei; Piscina Mirabilis a Bacoli (NA); acquedotto e fontana di Helvius a Sant'Egidio del Monte Albino (SA); qanat di Roccarainola (NA); cisterne di Frigento (AV); fullonica di Stephanus a Pompei (NA).



Il percorso dell'antico acquedotto Serino-Napoli-Miseno

I miei contatti

Dipartimento di Ingegneria Industriale (DIIn)
Università degli Studi di Salerno
Via Ponte don Melillo, 1 – 84084 Fisciano (SA)
Tel. Fisso: 089964113 – Fax: 089968738

Pagine web:

- <http://www.unisa.it/docenti/giovannidefeo/index>
- <http://www.greenopoli.it>




Linkedin: http://www.linkedin.com/profile/view?id=8510558&trk=hb_tab_pro_top



Skype: giovanni_de_feo



Twitter: @Greenopoli



CERCA 

LINK RAPIDI  

| Contatti | Rubrica | Webmail

Inserisci uno o più termini di ricerca

Cognome Nome Telefono 

a|b|c|d|e|f|g|h|i|j|k|l|m|n|o|p|q|r|s|t|u|v|w|x|y|z



Le domande di partenza

- Cos'è un impianto a BIOGAS e come funziona? - elementi base
- Cosa serve per alimentarlo?
- A quali aziende è adatto?
- Quali guadagni economici può portare nel breve, medio e lungo termine?
- Tipologie di biomasse per impianti a biogas
- I resti animali e quelli agricoli, caratteristiche e resa
- Configurazioni impiantistiche
- Migliori tipologie e dimensioni degli impianti, in funzione del tipo di azienda.

Biomassa: definizioni

- Con la parola **“biomassa”** s’identificano **numerosissimi materiali fra loro molto diversi per natura e composizione**. Escludendo i combustibili fossili e i loro derivati (materie plastiche), è tuttavia diffuso intendere con questo termine **tutti i materiali contenenti carbonio (C) in forma organica** (Fiala, 2012; p. 21).
- La **direttiva 2001/77/CE**, specificatamente mirata all’**incentivazione della produzione di energia da biomasse**, definisce la biomassa come (Fiala, 2012; p. 23):
“la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall’agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani”.

Biomasse: provenienza

- Suddivisione “pratica” delle biomasse in base al **settore di provenienza** (Fiala, 2012; p. 25):
 1. **Forestale** (legna e suoi derivati);
 2. **Agricola**, sottoprodotti derivanti dalle produzioni sia vegetali (sottoprodotti colturali; colture energetiche) sia animali (reflui zootecnici);
 3. **Industriale** (scarti o residui agro-alimentari; scarti o residui industriali);
 4. **Urbana** (frazione organica rifiuti solidi urbani, FORSU; residui manutenzione del verde pubblico);
 5. **Diversa** (alghe).



Biomasse: provenienza

- La trasformazione (o conversione) delle biomasse in energia può avvenire in modo (Fiala, 2012; p. 25):
 - ✓ diretto, nel caso dei **biocombustibili** (combustione, gassificazione, pirolisi);
 - ✓ indiretto, previa trasformazione in un vettore liquido (**biocarburante**) o gassoso (**biogas** ← **digestione anaerobica**).

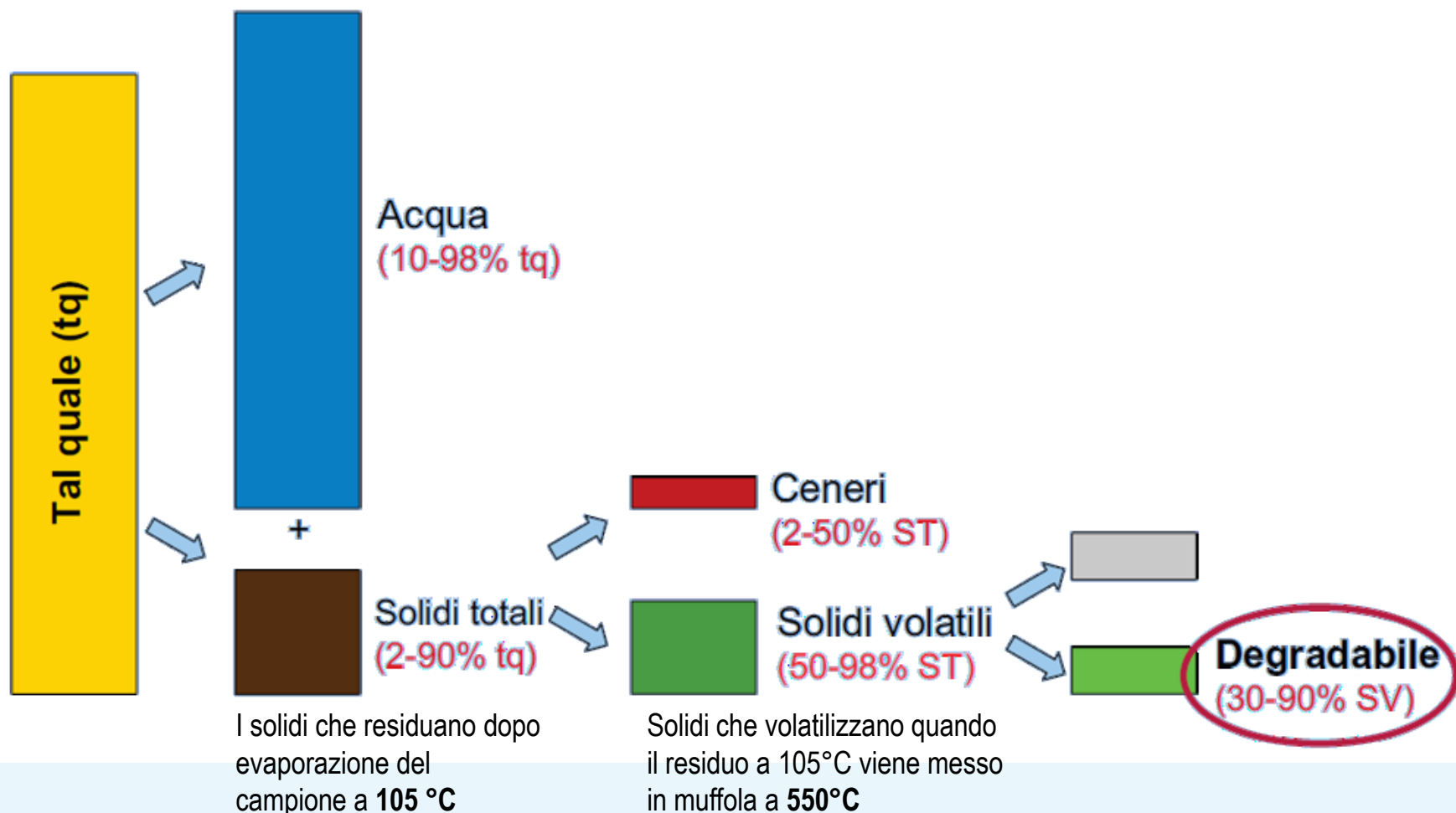


Biomasse: provenienza

- I **macro-comparti produttori di biomasse di scarto** potenzialmente destinabili alla **conversione energetica** mediante **digestione anaerobica** sono riconducibili ai seguenti settori (Rossi, 2011; p. 115):
 - ✓ **agricoltura (produzioni vegetali e animali):** effluenti zootecnici, residui delle coltivazioni;
 - ✓ **industria delle conserve animali-macellazione, produzione insaccati:** sottoprodotti di origine animale;
 - ✓ **preparazione vegetali per il mercato del consumo fresco:** cernita e sfridi di pulitura;
 - ✓ **industria delle conserve vegetali, trasformazione ortaggi e frutta, trasformazione olive, uva e agrumi:** buccette di pomodoro, scarti di frutta, sanse di oliva, vinacce, ecc.

Biomasse: caratteristiche

- Composizione delle maticci per biogas (Fabbri e Labartino, 2011)



Biomasse: caratteristiche

- Caratterizzazione chimico-fisica di effluenti suini (liquame) (Rossi, 2011; p. 117)

Parametro	Unità di misura	Liquame suino		
		Media	Dev. St	CV(%)*
pH	-	6,7	0,8	12,0
Solidi Totali – ST	(%)	5,35	1,95	36,5
Solidi Volatili – SV	(%ST)	76,12	8,23	10,8
Azoto totale – NTK	(%ST)	7,36	2,78	37,8
Azoto ammoniacale – N-NH ₄ ⁺	(%NTK)	50,23	16,14	32,1
Carb. org. tot. - TOC	(%ST)	43,2	5,42	12,6
C/N	-	6,6	2,29	34,8
Fosforo totale – P	(%ST)	3,15	1,49	47,3
Potassio totale - K	(%ST)	3,37	2,01	59,8

* CV% = coefficiente di variazione (rapporto percentuale tra la deviazione standard e la media = Dev. St/Media × 100)

Biomasse: caratteristiche

- Caratterizzazione chimico-fisica di effluenti bovini (letame e liquame) (Rossi, 2011; p. 117)

Parametro	Unità di misura	Letame bovino (n = 10)			Liquame bovino (n = 10)		
		Media	Dev. St	CV(%)	Media	Dev. St	CV(%)
pH	-	8,35	0,79	9,4	7,95	0,58	7,3
COD	(mg/l O ₂)	-	-	-	50.943	5.774	11,3
ST	(%)	18,69	6,07	32,5	6,67	3,92	58,7
SV	(%ST)	82,05	4,67	5,7	68,12	12,41	18,2
NTK	(%ST)	2,77	0,85	30,6	6,11	2,60	42,5
N-NH ₄ ⁺	(%NTK)	20,48	17,77	86,7	53,40	13,65	25,6
TOC	(%ST)	43,08	2,22	5,1	38,75	5,29	13,7
C/N	-	16,67	4,46	26,8	7,66	3,66	47,8
P _{tot}	(%ST)	0,63	0,18	28,2	0,79	0,26	33,5
K	(%ST)	3,65	1,40	38,5	9,70	6,61	68,2

Biomasse: caratteristiche

- Caratterizzazione chimico-fisica di effluenti avicoli (pollina e lettiera avicola) (Rossi, 2011; p. 118)

Parametro	Unità di misura	Pollina tal quale (n = 11)			Lettiera avicola (n = 5)		
		Media	Dev. St	CV(%)	Media	Dev. St	CV(%)
pH	-	7,66	0,92	12,0	7,47	0,91	12,2
ST	(%)	49,5	25,5	51,4	62,9	9,7	15,4
SV	(%ST)	68,2	5,3	7,8	74,7	6,6	8,8
NTK	(%ST)	4,72	1,53	32,4	5,68	1,35	23,7
N-NH ₄ ⁺	(%NTK)	16,94	12,81	75,6	16,60	5,56	33,5
TOC	(%ST)	34,85	2,21	6,34	39,89	4,55	11,4
C/N	-	7,9	3,5	44,6	7,2	1,34	18,5
P _{tot}	(%ST)	1,86	0,67	36,3	2,11	0,32	15,0
K	(%ST)	3,52	0,65	18,5	3,84	0,25	6,4

Biomasse: caratteristiche

- Caratteristiche chimico-fisiche di scarti dell'industria di trasformazione dei vegetali (Rossi, 2011; p. 120)

Parametri		Bucchette di pomodoro	Scarti di pere	Scarti di frutta mista	Scarti cipolla	Mais dolce	Piselli
pH	-	3,8	3,88	3,69	4,77	4,27	4,27
ST	%	30,6	13,2	8,32	7,0	15,9	17,5
SV	% ST	97,0	91,6	97,6	94,4	96,2	95,6
TOC	% ST	63,4	47,0	45,7	47,2	49,9	45,0
NTK	% ST	3,12	0,83	1,08	2,9	2,24	4,89
N-NH4	% ST	0,06	0,0	0,0	0,15	0,07	0,26

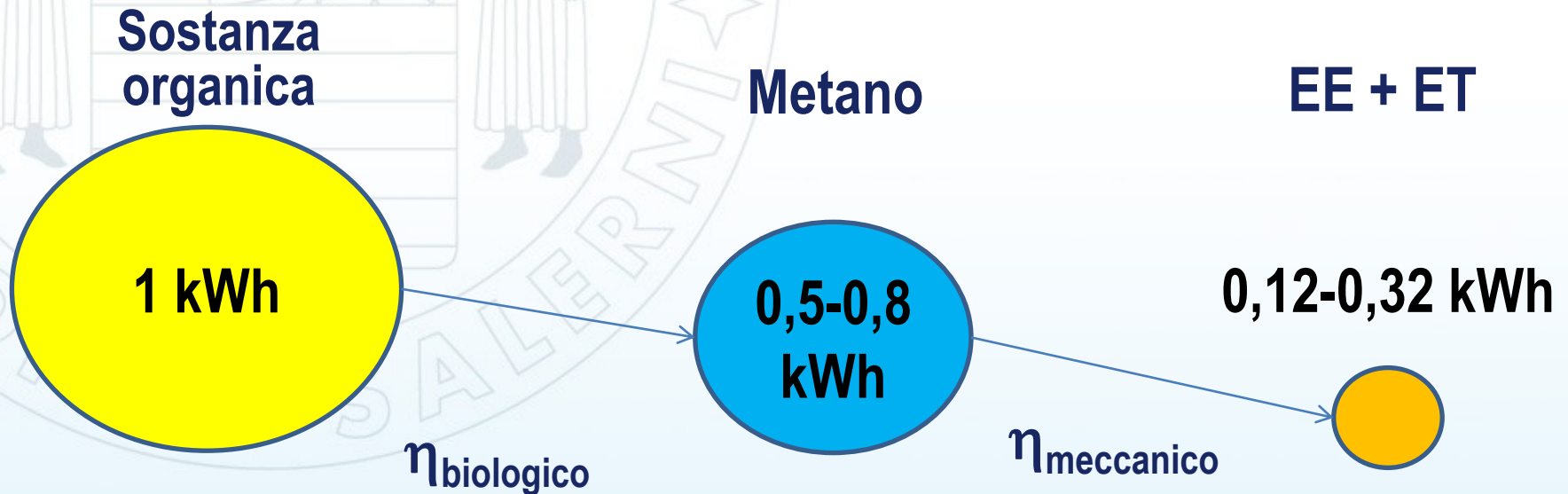
La digestione anaerobica

- La digestione anaerobica è un **processo biologico** complesso che, **in assenza di ossigeno**, trasforma la sostanza organica in un gas (“**biogas**”) costituito principalmente da **metano** (CH_4) e **anidride carbonica** (CO_2).
- La **percentuale di metano** nel biogas varia, in funzione del **tipo di sostanza organica digerita** e delle **condizioni di processo**, da un minimo del **40%** fino all'**80%** circa (Piccinini e Chierici,

2002; Favoino, 2009; citaz. In De Feo et al., 2012).

La digestione anaerobica

- In digestione anaerobica il **contenuto energetico della matrice organica** viene prima convertito nel **biocombustibile** per mezzo della flora batterica e poi in **energia elettrica (EE) e termica (ET)** (Fabbri e Labartino, 2011).



La digestione anaerobica

- Rese in biogas di substrati diversi (Rossi, 2013)

Materiali	Biogas	
	$\text{m}^3/\text{t}_{\text{SV alimentati}}$	% metano
Residui colturali (paglia, collietti barbabietole)	350-400	50-55
Scarti organici agroindustria (siero, scarti vegetali, lieviti, fanghi e reflui di distillerie, birrerie e cantine, etc.)	400-800	50-70
Scarti organici macellazione (grassi, contenuto stomacale e intestinale, fanghi di flottazione, etc.)	550-1000	65-75
Fanghi di depurazione civili	250-350	60-70
Frazione organica rifiuti urbani (FORSU)	400-700	60-75
Liquami suini	450-550	60-65
Liquami bovini	300-450	55-60

La digestione anaerobica

- I processi di digestione anaerobica si possono classificare rispetto a cinque **variabili principali** (De Feo et al., 2012):
 - ✓ il regime termico;
 - ✓ il contenuto di solidi totali nel substrato;
 - ✓ le fasi biologiche;
 - ✓ il tipo di alimentazione del reattore;
 - ✓ le modalità di movimentazione del substrato (tipo di reattore).

La digestione anaerobica

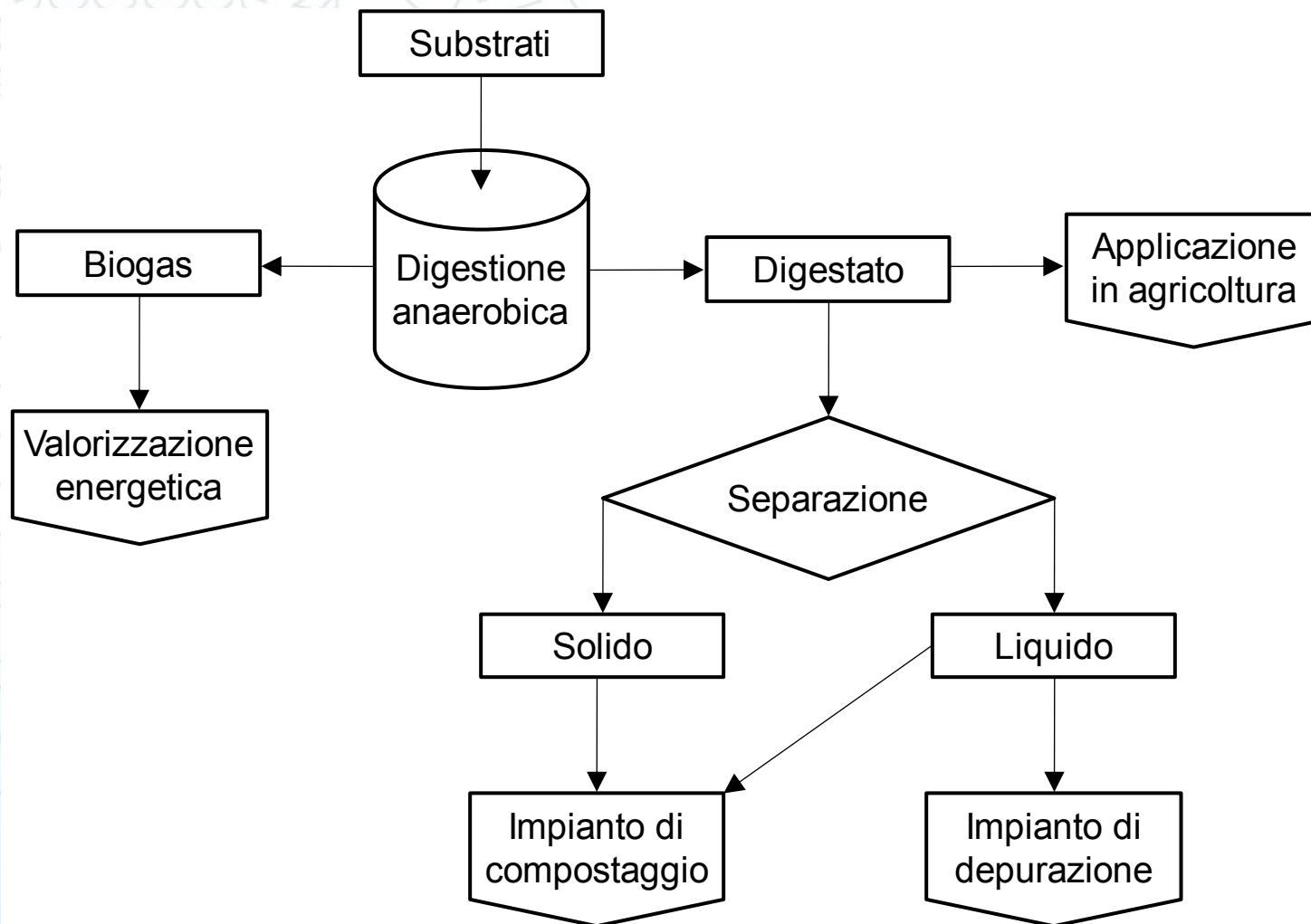
- **Criteri e caratteristiche dei processi di digestione anaerobica**

(Piccinini e Chierici, 2002; Linee Guida BREF, 2007; CRPA, 2006; Favoino, 2008; citaz. In De Feo et al., 2012)

Criteri	Caratteristiche
Regime termico	Psicrofilia (20 °C), poco utilizzato
	Mesofilia (35-37 °C)
	Termofilia (55 °C e oltre)
Contenuto di solidi totali (TS) del substrato	Processo di digestione a umido (wet) (TS = 5-10%)
	Processo di digestione a semisecco (semi-dry) (TS = 10-20%)
	Processo di digestione a secco (dry) (TS ≥ 20%)
Fasi biologiche	Unica – processo monostadio (le fasi di idrolisi, fermentazione acida e metanigena avvengono contemporaneamente in un unico reattore)
	Separate – processo bistadio (nel primo stadio il substrato organico è idrolizzato e contemporaneamente avviene la fase acida; nel secondo stadio, invece, si svolge la fase metanigena)
Tipo di alimentazione del reattore	Continua
	Discontinua
Movimentazione del substrato	Reattore continuamente miscelato (CSTR, <i>Continuos flow Stirred Tank Reactor</i>)
	Reattore con flusso a pistone (PFR, <i>Plug Flow Reactor</i>)

La digestione anaerobica

- Schema semplificato d'inquadramento del processo di digestione anaerobica (modificato da CRPA, 2006; Favoino, 2008; citaz. In De Feo et al., 2012)



La digestione anaerobica

- Il prodotto principale del processo di digestione anaerobica è il **biogas**.
- Il sottoprodotto secondario è il residuo della biomassa, a conclusione del processo di digestione anaerobica, il cosiddetto “**digestato**”.
- Si tratta di un materiale semitrasformato palabile o pompabile.
- Il digestato in uscita dal processo anaerobico può essere direttamente applicato in agricoltura in maniera controllata, secondo i dettami della normativa che disciplina l'**applicazione dei fanghi in agricoltura** (D.Lgs. 99/92 e successive modifiche e integrazioni).
- Esso, infatti, va inquadrato e, pertanto, gestito come un **fango**.
- Il problema principale dell'applicazione diretta del digestato in agricoltura deriva dal fatto che esso ha un potenziale fitotossico ancora relativamente elevato, a causa della presenza di ammoniaca e della natura ancora relativamente fermentescibile della sostanza organica residua. Le **principali applicazioni del digestato**, pertanto, sono quelle **in pieno campo**, da attuare secondo i meccanismi dello **spandimento controllato**, previsti dalla normativa (autorizzazione al sito d'impiego, analisi del suolo pre- e post- applicazione, contingentamento delle dosi applicabili, ecc.) (Favoino, 2008; citaz. In De Feo et al., 2012).

La digestione anaerobica

- Il digestato può essere sottoposto a una **fase di spremitura e di separazione** di una **parte eminentemente solida**, da avviare al **processo di compostaggio**, da una **parte eminentemente liquida**, da avviare a un **impianto di depurazione di acque reflue** e/o da inviare all'**impianto di compostaggio**, dove può essere sfruttata come **acqua di processo**.
- Il **digestato** sottoposto a **post-compostaggio** può trovare spazi di applicazione in **giardinaggio, vivaistica in vaso e in terra**, nella **semina di prati**, ecc. e, inoltre, può essere liberamente impiegato e commercializzato come “**ammendante compostato**” sulla base del disposto della normativa sui fertilizzanti (Favoino, 2008; citaz. In De Feo et al., 2012).
- Il **compostaggio** è un processo di trattamento aerobico (l'ossigeno serve per la mineralizzazione delle componenti a maggiore fermentescibilità) che avviene in condizioni controllate, tramite reazioni biologiche ossidative ed esotermiche (si produce calore che va in parte allontanato dal sistema tramite aerazione per evitare il surriscaldamento della biomassa) che producono materiali a catena molecolare più semplice, più stabili, igienizzati, ricchi di composti umici, utili per la concimazione delle colture agrarie e per il ripristino della sostanza organica nei suoli (Chiumenti e Chiumenti, 2001; Adani e Centemero, 2002; Adani e Scaglia, 2009; Favoino e Confalonieri, 2009; citaz. In De Feo et al., 2012).

Gli impianti

- Diverse sono le **tipologie impiantistiche** possibili ed applicabili in funzione di (Navarotto, 2011; p. 204):
 - ✓ Regolarità dell'alimentazione,
 - ✓ Tenore in solidi,
 - ✓ Specializzazione dei fermentatori nelle diverse fasi di digestione,
 - ✓ Livello della temperatura.
- La **scelta della tipologia impiantistica** deve partire da un'attenta analisi delle **caratteristiche della biomassa** che si intende **utilizzare con prevalenza** (Navarotto, 2011; p. 204).
- Le **principali componenti dell'impianto** (Navarotto, 2011; p. 204-222):
 - ✓ Il digestore
 - ✓ L'alimentazione
 - ✓ I pretrattamenti
 - ✓ La miscelazione
 - ✓ Il riscaldamento
 - ✓ Il gasometro
 - ✓ Sistemi di controllo

Parti approfondite in queste dispense

Il digestore

- Soluzione costruttiva da adottare (Navarotto, 2011; p. 204):
 - ✓ Getto di calcestruzzo in opera;
 - ✓ Manufatti prefabbricati;
 - ✓ Acciaio.
- Soluzione con getto di calcestruzzo in opera (Navarotto, 2011; p. 204):
 - ✓ È la **soluzione più diffusa** per la facile adattabilità (predisposizione di fori e aperture);
 - ✓ La **qualità del manufatto** è influenzata dalle **caratteristiche dei materiali impiegati** e dai relativi **dosaggi**, dalle **condizioni ambientali** (cura e attenzione del **costruttore**);
- Soluzione con manufatti prefabbricati (Navarotto, 2011; p. 204):
 - ✓ Si abbreviano i **tempi di realizzazione** con garanzia per la costanza della **qualità costruttiva**;
 - ✓ Preventivo coordinamento tra costruttore ed impiantista (**vincoli della prefabbricazione**);
 - ✓ Facilitazione nella **programmazione degli impianti futuri**;
 - ✓ Garanzia di disporre di manufatti in grado di rispondere alle **caratteristiche di resistenza indicate dalla normativa**;
 - ✓ Possibilità di **recupero dei manufatti** nell'eventualità di dismissione dell'impianto (il prefabbricato può essere smontato e recuperato per altri utilizzi in altra sede).

Il digestore

- **Soluzione in acciaio** (Navarotto, 2011; p. 205):
 - ✓ È forse la **soluzione più elastica e facilmente adattabile** alle diverse esigenze impiantistiche;
 - ✓ Necessità di **protezione dalla corrosione** (uso di acciai inossidabili, uso di rivestimenti di varia natura);
 - ✓ Prevenire l'insorgenza di **depressioni nel sistema**;
 - ✓ **Rapidità di esecuzione**;
 - ✓ Possibilità di **ripristino dei luoghi**;
 - ✓ Necessità di disporre di **strutture aggiuntive ed indipendenti dal digestore** per il **fissaggio delle attrezzature di miscelazione**.



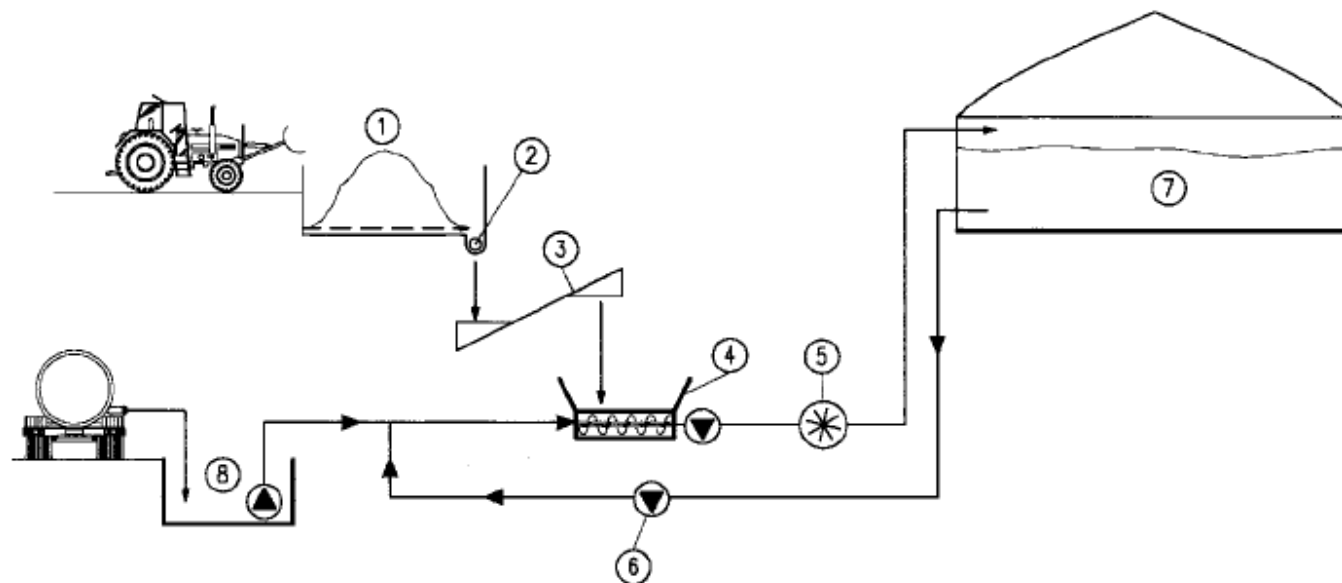
L'alimentazione

- La graduale diffusione di impianti che utilizzano **liquami** e **biomasse vegetali solide** ha indotto lo sviluppo di varie soluzioni per assicurare la **regolare e controllata alimentazione** del digestore (Navarotto, 2011; p. 208).
- I **diversi sistemi** si possono classificare in funzione di come è gestita l'immissione nel digestore della **biomassa solida** e del **liquame** (Navarotto, 2011; p. 208):
 - ✓ Immissione tramite pompa della **miscela biomassa solida + liquame**;
 - ✓ Immissione separata dei **liquami** tramite pompa e della **biomassa solida** mediante sistemi di coclee e pistoni.
- **Immissione con veicolazione tramite pompaggio** (Navarotto, 2011; p. 208):
 - ✓ Si tratta della **prima soluzione adottata** visto che gli impianti inizialmente trattavano solo liquami.
 - ✓ Gli impianti sono stati poi convertiti alla **codigestione** per aumentarne la produttività.
 - ✓ La **vasca di raccolta temporanea dei liquami** ($HRT = 1-2 \text{ d}$) è diventata un **grosso contenitore** nel quale immettere la **biomassa solida da miscelare** sino ad ottenere un **materiale sufficientemente omogeneo e pompabile**.
 - ✓ Le **sempre maggiori quantità di biomassa vegetale solida** utilizzata ha richiesto l'utilizzo di sistemi del tutto svincolati dalla **disponibilità di biomasse liquide**: ciò è stato possibile con il ricorso al **ricircolo del materiale in digestione**.

L'alimentazione

- Sistema con cassone dosatore, tramoggia, miscelazione con il liquido di veicolazione (liquame e/o digestando di ricircolo), triturazione e pompa di sollevamento (Navarotto, 2011; p. 209):

✓ È un sistema **abbastanza diffuso** grazie alla disponibilità sul mercato di **attrezzature affidabili e ben collaudate** ed alle indubbie caratteristiche di **elasticità** che assicura.



① cassone dosatore

② coclea dosatrice

③ coclea di elevazione

④ gruppo di miscelazione con il liquido di trasferimento

⑤ trituttore

⑥ pompa di ricircolo digestato

⑦ digestore

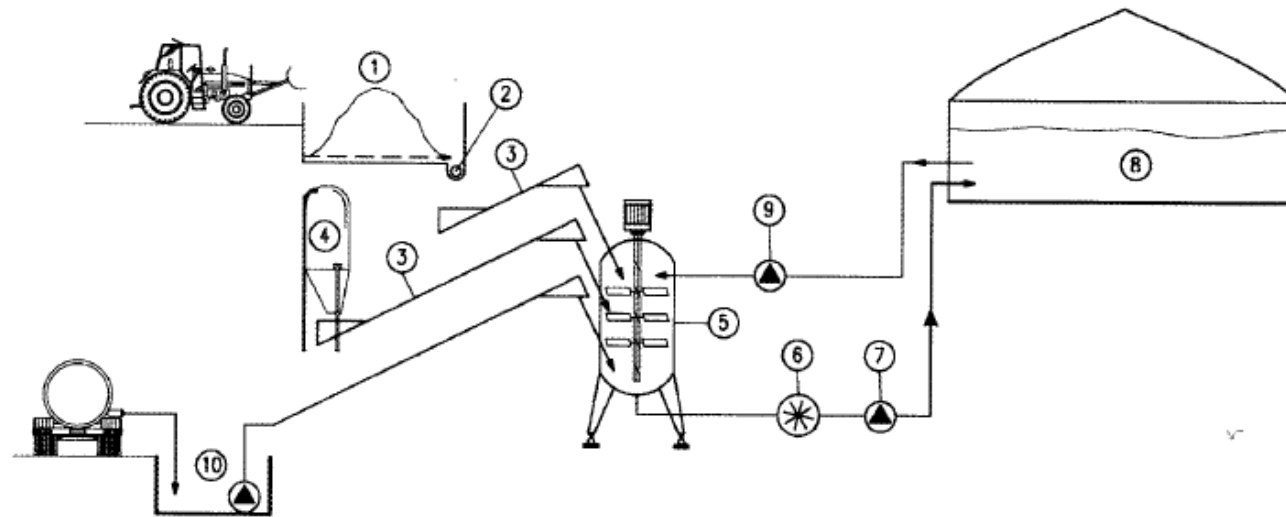
⑧ liquami

L'alimentazione

- **Sistema con cassone dosatore, miscelatore su celle di carico, pompa e tritatore**

(Navarotto, 2011; p. 209-210):

- ✓ È forse la soluzione che assicura la **maggiore flessibilità** nella **preparazione della miscela** grazie alla presenza del **miscelatore**, posizionato su **celle di carico**, dove confluiscono i **vari prodotti nelle quantità desiderate** (poi sono immessi nell'impianto tramite **pompa** e **tritatore**).



① cassone dosatore

② coclea dosatrice

③ coclea di elevazione ed inserimento

④ silo per eventuali prodotti integrativi

⑤ miscelatore su celle di carico

⑥ tritatore

⑦ pompa di sollevamento

⑧ digestore

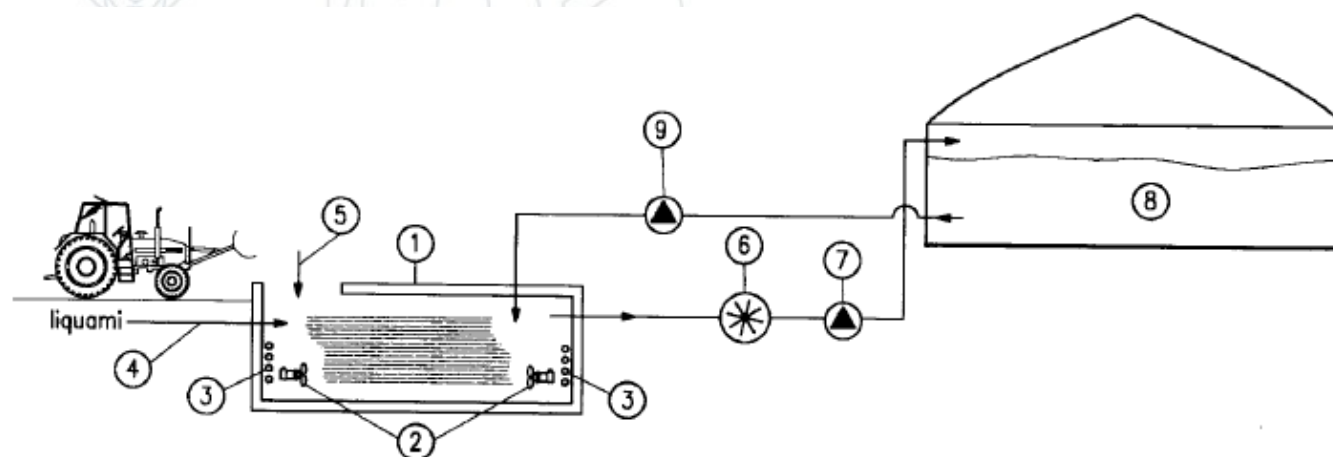
⑨ pompa di ricircolo digestato

⑩ liquami

L'alimentazione

• Sistema con vasca polmone di miscelazione (Navarotto, 2011; p. 210-211):

- ✓ Si tratta di una soluzione che **consente di eliminare il cassone dosatore**, poiché la **capienza della vasca** è sufficiente alla **preparazione di tutta la miscela (o razione) giornaliera**.
- ✓ È necessario avere un volume in grado di garantire una miscela con un **tenore medio di sostanza secca $\leq 10-12\%$** : solo così è possibile ottenere un **corretto funzionamento della pompa e del trituratore**.
- ✓ Spesso si prevede anche il **preriscaldamento** della miscela per un più delicato inserimento nel digestore.



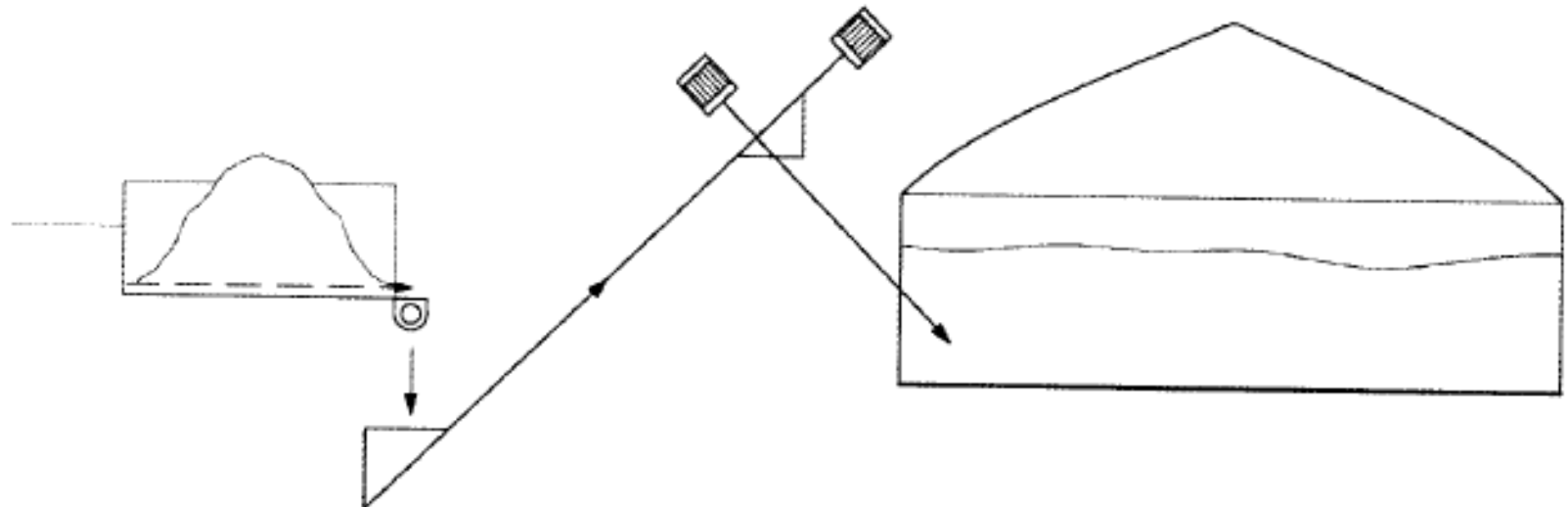
- | | |
|--|-----------------------------|
| ① vasca polmone di miscelazione | ⑥ trituratore |
| ② mixer sommergibili ed orientabili | ⑦ pompa di sollevamento |
| ③ riscaldamento a parete o sul fondo | ⑧ digestore |
| ④ immissione biomassa liquida | ⑨ pompa ricircolo digestato |
| ⑤ immissione biomassa solida
(con pala caricatrice o carro miscelatore) | |

L'alimentazione

- **Immissione delle frazioni liquide e solide separatamente** (Navarotto, 2011; p. 211):
 - ✓ È di gran lunga **la soluzione più diffusa negli impianti di nuova generazione** caratterizzati dall'utilizzo di **quantità sempre maggiori di biomasse vegetali**, di consistenza solida, e con **volumi relativamente minori di liquami**.
 - ✓ I **liquami** sono alimentati tramite **pompa** previa **omogeneizzazione** in una **pre-vasca** in grado di ospitarne la quantità utilizzata quotidianamente.
 - ✓ La **frazione solida** è immessa direttamente dal **cassone dosatore** tramite un **sistema di coclee** che, in genere, prima provvedono al **sollevamento della biomassa** e, poi, alla sua **immissione sottobattente**, all'interno del digestore.
 - ✓ Varie sono le tipologie disponibili sul mercato e si diversificano sia per la **tipologia di cassone** sia del **sistema di coclee**.

L'alimentazione

- **Contenitore in calcestruzzo con trasportatore di fondo** (Navarotto, 2011; p. 211-212):
 - ✓ Soluzione derivata dal mondo dei **rifiuti**, talvolta utilizzata per gli **impianti di maggiori dimensioni**.
 - ✓ Il **contenitore** è solitamente **internamente rivestito** con materiale resistente all'azione corrosiva degli insilati.
 - ✓ Per il **trasporto** si utilizza il **sistema "walking floor"** che, tramite il movimento alternato delle aste di fondo dotate dei traversi di spinta, spingono il materiale di fondo verso la coclea di trasporto esterna.
 - ✓ **Maggiore robustezza e durata** rispetto alle soluzioni in acciaio.
 - ✓ Per il **controllo della quantità di materiale prelevato**, è necessario installare **celle di carico** sul sistema di trasporto e sollevamento del materiale.

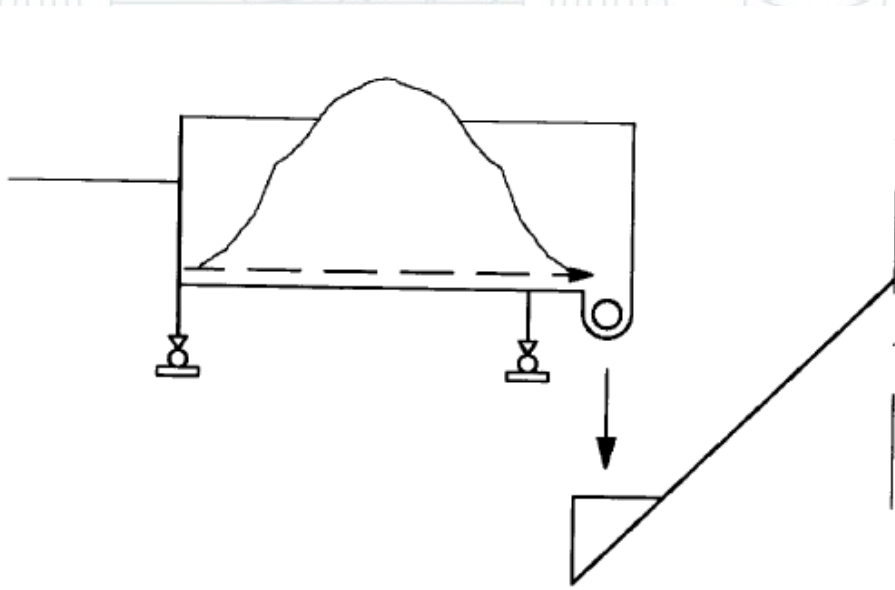


L'alimentazione

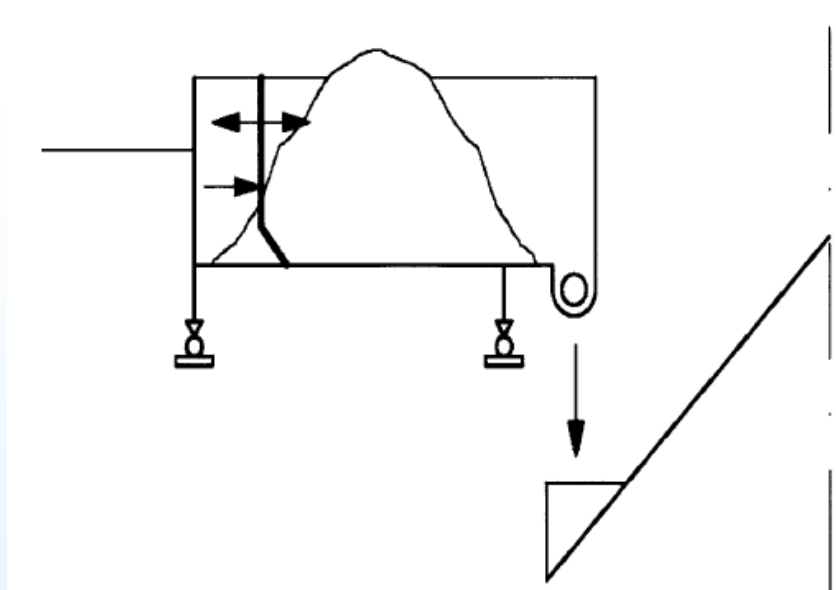
- **Contenitore in acciaio** (Navarotto, 2011; p. 211-212):

- ✓ La **soluzione con contenitore in acciaio** è la **più diffusa** e che presenta varie alternative possibili.
- ✓ Il **trasporto** può essere realizzato tramite:
 - **sistema “walking floor”**;
 - **trasportatore di fondo del tipo a catena**;
 - **parete mobile** azionata che, azionata da potenti pistoni idraulici, spinge il materiale verso l'uscita dove un **sistema di frese** ne facilita la caduta nella **coclea di trasporto**: in questo caso il **materiale si può prelevare “a fette”** che comprendono i **diversi strati di materiale** (la **razione inserita man mano nell'impianto risulta mediamente costituita dal materiale dei diversi**

Il materiale si può prelevare a strati successivi
(l'alimentazione varia nella giornata in funzione della stratificazione dei materiali nel cassone)



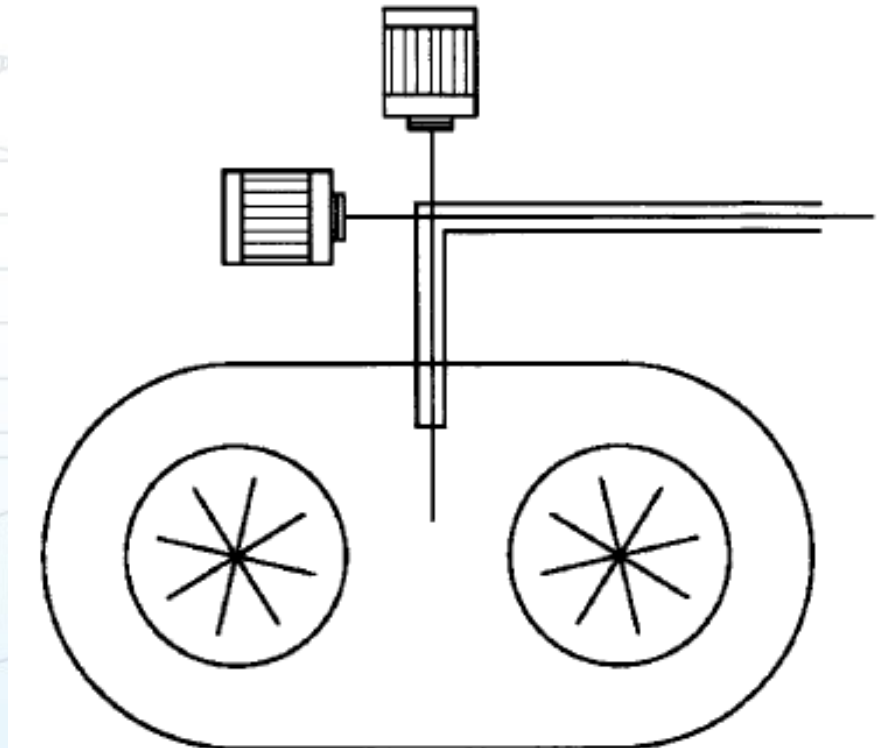
Cassone con “walking floor”



Cassone con parete mobile

L'alimentazione

- **Cassone con coclee di miscelazione – triturazione** (Navarotto, 2011; p. 212-213):
 - ✓ Si tratta di **cassoni** dotati di veri e propri **sistemi di miscelazione** (**carri miscelatori stazionari**) dove il **materiale è completamente miscelato, omogeneizzato e triturato**.
 - ✓ Soluzione sicuramente interessante dal punto di vista della regolarità ed uniformità di alimentazione che va però valutata considerandone l'affidabilità nel tempo e il livello dei costi energetici che, trattandosi di un'utenza in autoconsumo, possono penalizzare eccessivamente la gestione.



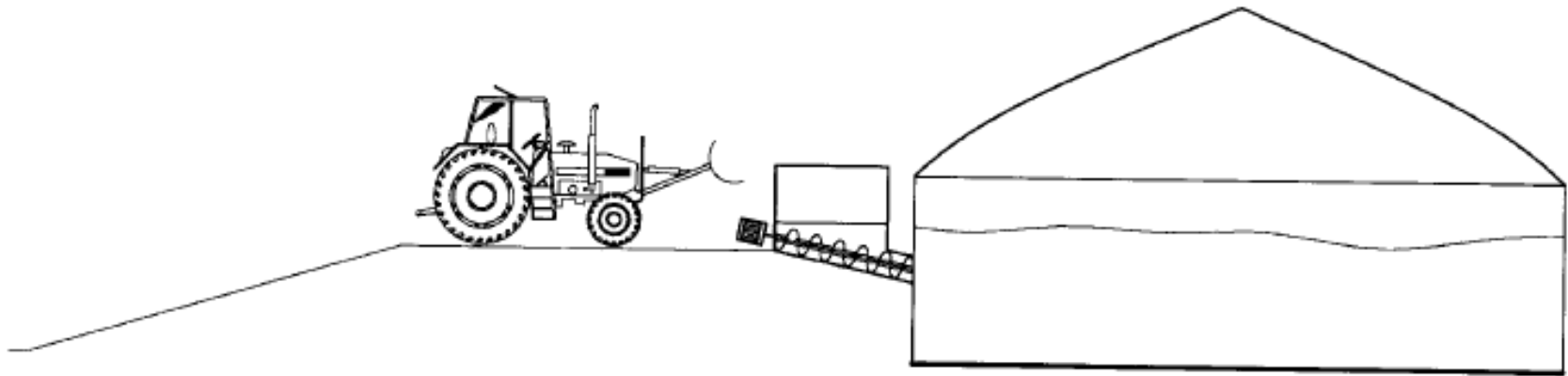
Schema planimetrico

L'alimentazione

- **Cassoni con fondo costituito da nastro in gomma** (Navarotto, 2011; p. 213-214):
 - ✓ Il **nastro** trasporta la miscela verso la **testata di prelievo**.
 - ✓ Soluzioni molto diffuse nel settore del trattamento dei **rifiuti**.
 - ✓ Sono sistemi **affidabili** e con **bassi consumi energetici**.
 - ✓ Il punto di maggiore delicatezza del sistema di alimentazione diretto del solido è relativo al gruppo di **coclee** necessario per il sollevamento del materiale e per la sua immissione nel digestore.
 - ✓ Siccome il digestore è di norma fuori terra, sono di solito richieste **tre coclee**:
 - 1. Coclea trasversale che riceve il materiale in uscita da cassone e lo porta alla seconda coclea;**
 - 2. Coclea di sollevamento (inclinata o verticale) che alimenta la terza coclea;**
 - 3. Coclea finale che ha il compito di sospingere il materiale all'interno del digestore, sotto il livello liquido.**
 - ✓ Se si considera il tipo di materiale (insilati, letame e simili), e la necessità che il sistema funzioni **24 h/d**, ci si rende subito conto di quanto sia importante avere **garanzie sulla affidabilità** nel suo complesso.

L'alimentazione

- Per questo, in alcuni casi, soprattutto quando si prevede l'utilizzo di materiali difficili (ad es.: letami poco pagliosi), si tende a **evitare le coclee di elevazione** ricorrendo o all'**interramento del digestore** o alla **predisposizione del cassone in posizione sopraelevata servita da un'apposita rampa** (Navarotto, 2011; p. 214).



Il montaggio del cassone in posizione sopraelevata consente di evitare l'utilizzo delle coclee di elevazione

I pretrattamenti

- **Finalità dei pretrattamenti** (Navarotto, 2011; p. 214):
 - ✓ Ottimizzare il **rendimento** dell'impianto di digestione anaerobica nell'ottica di **migliorare la digeribilità della sostanza organica** immessa in modo da ottenere una maggiore **quantità di energia per unità di biomassa utilizzata** (incremento della **resa energetica**).
- **Tipologie di pretrattamenti che si stanno sviluppando** (Navarotto, 2011; p. 214):
 - ✓ Trattamenti meccanici di macinazione ed estrusione;
 - ✓ Trattamenti termici (particolarmente interessanti vista la frequente disponibilità di calore inutilizzato);
 - ✓ Trattamenti chimico-fisici;
 - ✓ Trattamenti enzimatici.
- I **pretrattamenti meccanici** sono quelli maggiormente utilizzati a causa dei positivi risvolti funzionali (Navarotto, 2011; p. 215):
 - ✓ **Aumento della facilità di miscelazione** del materiale in digestione;
 - ✓ **Riduzione del pericolo di formazione di strati galleggianti.**

La miscelazione

- **Finalità della miscelazione** (Navarotto, 2011; p. 215):
 - ✓ Assicurare il massimo **contatto tra microrganismi e biomassa** in fermentazione per ottimizzare l'efficienza della digestione anaerobica.
- **La difficoltà a mantenere condizioni di miscelazione ottimali** dipende da (Navarotto, 2011; p. 215):
 - ✓ Volume del digestore;
 - ✓ Caratteristiche delle biomasse trattate;
 - ✓ Tenore di solidi del materiale.

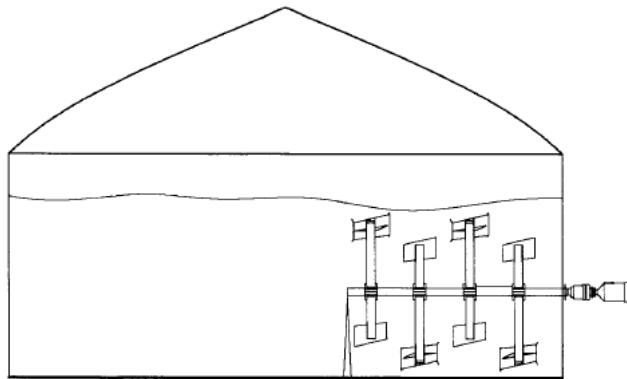
Elementi per valutare il più appropriato sistema di miscelazione adatto alle proprie esigenze.
- L'**affidabilità** è un altro importante **parametro di scelta del sistema di miscelazione**.
- Il **sistema di miscelazione** è uno dei principali elementi di differenziazione delle diverse **soluzioni tecnologiche** proposte presenti sul mercato.
- **Tipi di miscelazione:**
 - ✓ **Idraulica;**
 - ✓ **Meccanica.**

La miscelazione

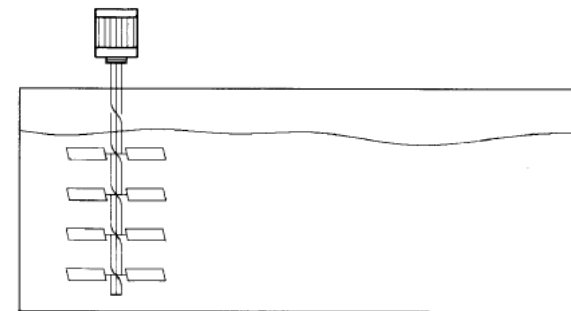
- La **miscelazione idraulica** (Navarotto, 2011; p. 215):
 - ✓ La miscelazione si ottiene tramite **ricircolo** della massa in trattamento tramite una **pompa esterna** e la sua **distribuzione interna** tramite **ugelli** opportunamente posizionati ed orientati.
 - ✓ Il suo interesse è legato alla assoluta **mancaanza di elementi meccanici in movimento all'interno del digestore**, essendo la pompa di ricircolo installata all'esterno, in posizione dove diventa facile ogni **operazione di controllo e manutenzione**.
 - ✓ La **potenza installata** è variabile in funzione della **geometria del digestore** e del **tenore in solidi**, mediamente varia nell'intervallo **20-50 W/m³**.
 - ✓ Il sistema ha dimostrato un'**ottima efficienza** in varie realizzazioni, purché la progettazione fluidodinamica non sia banalizzata, ma sviluppata accuratamente e che il tutto sia realizzato in **sintonia con le indicazioni progettuali**.
 - ✓ In caso di difformità è facile riscontrare difficoltà e problemi operativi.
 - ✓ È una **soluzione relativamente poco utilizzata** negli impianti agricoli: l'uso di **biomasse vegetali** rende più critico il controllo dei **galleggiamenti** e non esclude la formazione temporanea di **agglomerati** che potrebbero **intasare gli ugelli**.

La miscelazione

- **I miscelatori meccanici** (Navarotto, 2011; p. 216):
 - ✓ Sono i più utilizzati grazie anche alla loro maggiore **semplicità di applicazione**.
 - ✓ Sono disponibili **numerosi tipologie** che si diversificano sia per **motorizzazione**, sia per caratteristiche degli **organi di miscelazione**.
 - ✓ La **motorizzazione** può essere:
 - **Idraulica o elettrica;**
 - **Esterna o interna al digestore.**
 - ✓ Alcuni costruttori, in corrispondenza soprattutto della diffusione della codigestione di biomasse vegetali, con elevato contenuto in solidi, prevedono l'impiego di **miscelatori lenti**, **ad asse di rotazione sia orizzontale (a) sia verticale (b)**, dotati di grandi organi di movimentazione. In questo caso la **motorizzazione è elettrica ed esterna**.



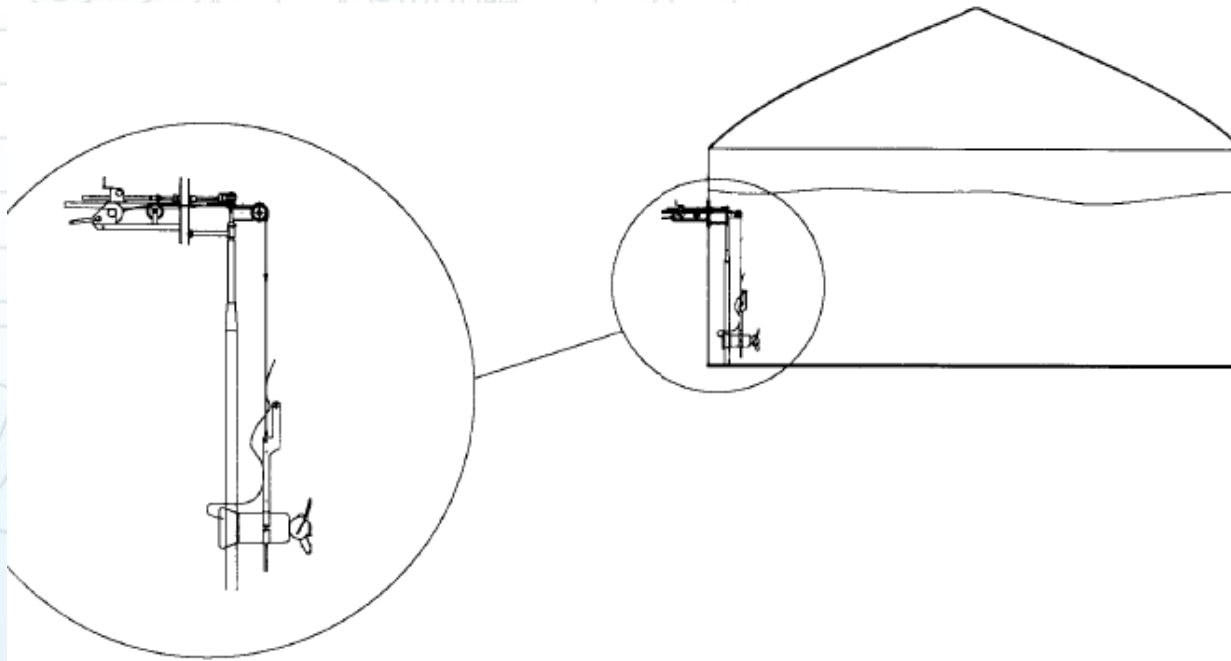
a) miscelatore ad asse orizzontale



b) miscelatore ad asse verticale

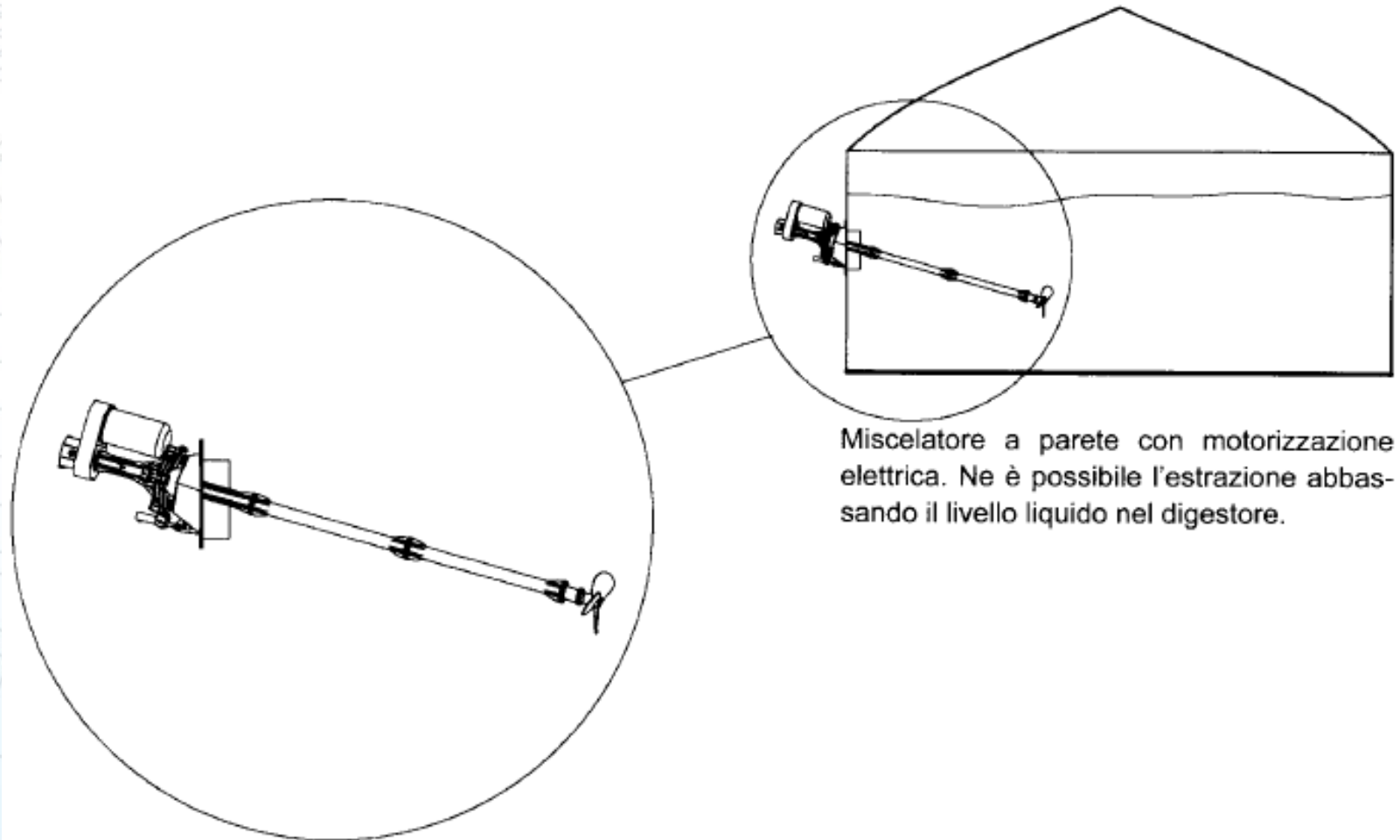
La miscelazione

- ✓ Con la motorizzazione elettrica esterna, si riduce la possibilità di **rotture impreviste all'interno del digestore** (maggiore affidabilità).
- ✓ Ogni eventuale **intervento di manutenzione relativo ai componenti interni** richiede lo svuotamento del digestore con evidenti notevoli costi per mancata produzione.
- ✓ È importante programmare una **manutenzione preventiva** in coincidenza con le operazioni di **pulizia del digestore** che, in funzione della biomassa utilizzata, va prevista almeno ogni 6-7 anni.
- ✓ Diverso è l'approccio consentito dai mixer con motorizzazione sommersibile dove sono possibili **interventi di manutenzione e di sostituzione in tempi relativamente brevi (2-3 ore) mantenendo il digestore in attività**, ma **disattivando soltanto il gasometro** per il tempo necessario.



La miscelazione

- ✓ I mixer con motorizzazione sommersibile prevedono la **motorizzazione** sia **elettrica** sia **idraulica** e sono di solito installati su **colonne orientabili** per poterne **variare la direzione del flusso** ed ottimizzarne l'effetto.

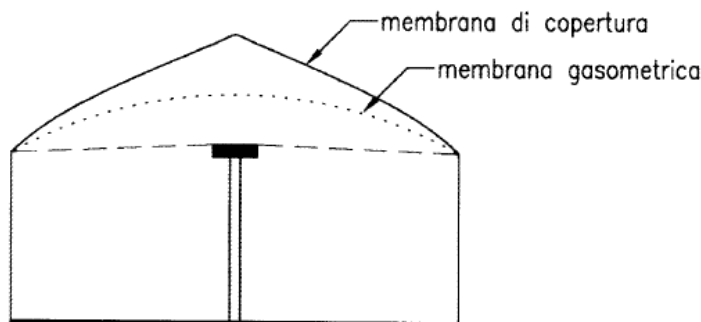


Il riscaldamento

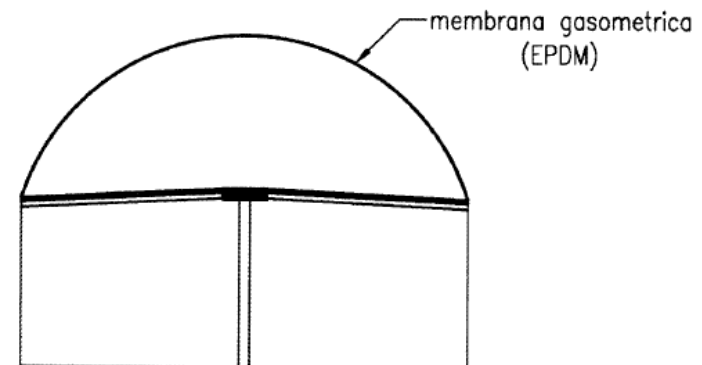
- Il sistema di riscaldamento deve far fronte alle **perdite di calore** dovute all'**immissione della biomassa** e alle **dispersioni** che si hanno attraverso le **pareti** e la **copertura** del digestore (Navarotto, 2011; p. 218).
- **Tipologie di sistemi di riscaldamento** (Navarotto, 2011; p. 218):
 - ✓ Installazione di una **serpentina** (in **polipropilene reticolato** o **acciaio**, collegata con il sistema di raffreddamento del cogeneratore) **all'interno del digestore** attraverso la cui **superficie di scambio**, grazie alla **circolazione di acqua calda**, si fornisce il calore necessario per la termostatazione.
 - ✓ Ripresa, tramite **pompa**, del **materiale in digestione** per riscaldarlo in uno **scambiatore esterno**, in genere di tipo **coassiale**. È questa la soluzione tradizionalmente utilizzata negli impianti anaerobici per il **trattamento dei fanghi di supero dei depuratori civili**. Offre la possibilità di intervenire con **operazioni di pulizia** e di **eliminazione di eventuali incrostazioni**, senza dover ricorrere allo **svuotamento dell'impianto**.
 - ✓ Alcuni costruttori propongono **soluzioni particolari, integrate con le attrezzature di miscelazione**, con la finalità di garantire al meglio la **costanza della temperatura** in tutta la biomassa in fermentazione.

Il gasometro

- Il **gasometro** (Navarotto, 2011; p. 219):
 - ✓ È un elemento indispensabile per **raccogliere temporaneamente il biogas prodotto** in attesa della sua **utilizzo nel cogeneratore** o per essere **bruciato in torcia**.
 - ✓ Le soluzioni tecnologiche più diffuse prevedono l'utilizzo di **membrane flessibili** fissate sulla **sommità del digestore** o **disposte a terra**, sotto tettoia.
 - ✓ Nel caso delle **membrane flessibili sulla sommità del digestore**, si prevede l'utilizzo di una **doppia membrana**. La **prima**, **resistente agli agenti atmosferici**, ha la funzione di **protezione** e può essere mantenuta in posizione sia tramite una **struttura verticale** sia grazie all'**insufflazione di aria**, mentre la **seconda**, interna, è la vera e propria **membrana gasometrica**.
 - ✓ In alcuni casi, in combinazione con l'inserimento di una **copertura coibentata lignea del digestore**, è utilizzata **una sola membrana elastica in gomma (EPDM)**.
 - ✓ Sono soluzioni che prevedono **pressioni di esercizio molto basse**, dell'ordine di **1,5-2 mbar (15-20 mm di colonna d'acqua)**, per cui per l'utilizzo nel **cogeneratore** è necessaria una **soffiante**.



a) due membrane



b) una sola membrana

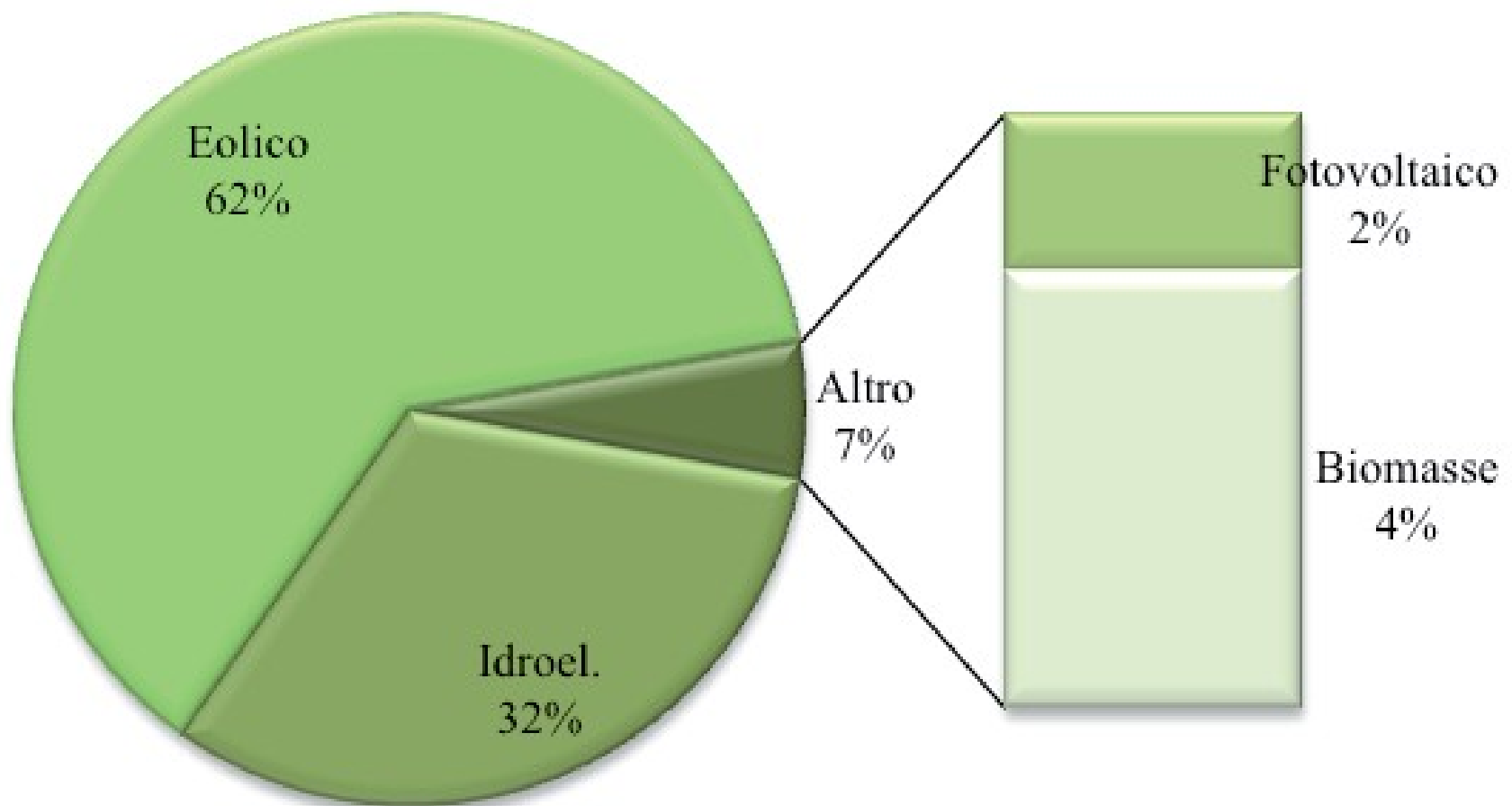
Le biomasse in Campania

- Consistenza del parco elettrico e bilancio dell'energia elettrica nella regione Campania per l'anno 2008 (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 29)

FONTE	Potenza efficiente lorda in MW	Produzione netta GWh
Idroel. (fluente, bacino, apporti naturali)	333,8	405,1
Idroel. (pompaggi)	1.000	1.354,7
Termoelettrico tradizionale	2.810	8.319,8
Eolico	652,5	992,8
Fotovoltaico	15,5	6,4
Biomasse	42,8	73 (0,7%)
Totale da FER	1.045	1.477
TOTALE	4.854	11.152 (100%)
di cui destinata al consumo		9.232
Energia richiesta (consumi fin + perdite)		19.092
Deficit 2008		-9.861

Le biomasse in Campania

- **Fonti energetiche rinnovabili in Campania - 2008** (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 30)



Le biomasse in Campania

- I principali comparti che caratterizzano lo scenario agricolo regionale SONO (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 47):
 - ✓ l'ortofrutta,
 - ✓ i cereali,
 - ✓ gli allevamenti,
 - ✓ i settori oleicolo e vitivinicolo,
 - ✓ il tabacco e
 - ✓ le foreste.
- Numerosi inoltre sono i prodotti a marchio di origine e le produzioni tradizionali che contraddistinguono il territorio.

Le biomasse in Campania

- Quantità prodotta e valore della produzione per i principali prodotti campani, valori percentuali rispetto al dato del Mezzogiorno ed al dato nazionale, nell'anno 2009 (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 47)

Prodotti	Quantità prodotta (migliaia di q)	Valore produzione regionale nel 2009 (mln di euro)	Incidenza Valore pro- duzione regionale/ Tot. Mezzogiorno	Incidenza Valore pro- duzione regionale/ Tot. Italia
Cereali	3.057	51.449	9%	2%
Ortaggi	13.939	828.166	26%	15%
Frutta	6.366	313.372	26%	11%
Agrumi	700	26.977	2%	2%
Vino	1.281	63.691	16%	3%
Olio	410	105.846	10%	8%
Carne	1.688	328.482	21%	4%
Latte	4.863	187.446	20%	4%
Tabacco	313	89.955	97%	37%

Le biomasse in Campania

- Numero di aziende e superfici per provincia relative alle produzioni ortofrutticole e cerealicole DOP e IGP ed oli extravergini nell'anno 2008 (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 49)

Provincia	Ortofrutta e cereali (DOP e IGP)		Olio Extravergine di Oliva (DOP e IGP)	
	Aziende agricole	Superficie (ha)	Aziende agricole	Sup. olivicola (ha)
Caserta	52	231	-	-
Benevento	6	14	-	-
Napoli	264	163	54	86
Avellino	24	119	-	-
Salerno	327	287	142	476
Totale Campania	673	813	196	561,87
Totale Mezzogiorno	1.759	7.277	2.699	19.846
di cui Campania (%)	38%	11%	7%	3%
Totale Italia	15.450	42.922	18.167	88.814
di cui Campania (%)	4%	2%	1,1%	0,6%

Le biomasse in Campania

- Superfici in ettari dalla Carta di uso agricolo del suolo (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 53)

Culture arboree soggette a potature

Vigneti	17.464
Frutteti e frutti minori	102.220
Oliveti	105.766
Agrumeti	2.413
Castagneti da frutto	8.478
Totale arboree da frutto	236.342

Superfici forestali

Boschi di latifoglie	367.063
Boschi di conifere	5.642
Boschi di conifere e latifoglie	3.657
Aree a ricolonizzazione artificiale	3.895
Totale sup. forestali	380.257

Le biomasse in Campania

- **Sottoprodotti idonei alla conversione energetica in Campania** (Ciaravino

e Sequino, 2011; p. 66):

- ✓ deiezioni animali provenienti da allevamenti zootecnici;
- ✓ residui di lavorazione del settore lattiero caseario;
- ✓ scarti agroindustriali del settore conserviero;
- ✓ residui di lavorazione dei frantoi;
- ✓ scarti inutilizzati dei foraggi insilati;
- ✓ scarti ortofrutticoli;
- ✓ residui ligneocellulosici da industrie agroalimentari;
- ✓ scarti di lavorazione del legno vergine;
- ✓ scarti di potatura di vigneti, oliveti e frutteti;
- ✓ scarti derivanti dalla manutenzione del verde pubblico;
- ✓ ramaglia di cedui e fustaie proveniente dal settore forestale.

Filiera del biogas

**Filiera ligneo-
cellulosica**

Le biomasse in Campania

- Sintesi per provincia della consistenza di capi di bestiame bovini e bufalini, rilevati su base comunale (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 69)

Provincia	N° Bovini (n°capi/anno)	N° Bufalini (n°capi/anno)	Totale Bovini e Bufalini (n°capi/anno)
Avellino	33.102	498	33.600
Benevento	51.800	1.367	53.167
Caserta	48.413	174.698	223.111
Napoli	9.275	3.431	12.706
Salerno	63.901	78.844	142.745
Totale Campania	206.491	258.838	465.329

Le biomasse in Campania

- Sintesi per provincia della consistenza di capi suini rilevati con dettaglio comunale (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 69)

Provincia	Suini (n° capi/anno)
Avellino	4.500
Benevento	29.237
Caserta	1.031
Napoli	9.873
Salerno	3.089
Totale Campania	47.730

Deiezioni zootecniche

- **Specie suina** - La **stabulazione prevalente** è quella “a pavimento totalmente fessurato”, cui corrisponde una produzione di **3778 m³ annui di refluo per tonnellata di peso vivo di animale**, identificabile in un'unica tipologia di effluente (**liquiletame**) (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 70).
- **Specie bovina e bufalina** - Tre diversi tipi di effluenti zootecnici (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 70):
 - ✓ **letame**
 - ✓ **liquame**
 - ✓ **liquiletame.**
- **Specie bovina** – La **stabulazione prevalente** è quella **fissa**, con una produzione annua pari a circa **20,7 m³ annui di effluenti per capo**, di cui il 23% classificabile come **liquame**, il 75% come **letame** e solo il 3% come **liquiletame** (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 70).
- **Specie bufalina** – La **stabulazione prevalente** è quella **libera “senza paglia”**; il coefficiente di produzione annua di effluenti ricavato è pari a **14,8 m³ annui di effluenti per capo** (di cui oltre il 92% è classificabile come **liquiletame**) (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 70).

Deiezioni zootecniche

- Si parla di **letame** quando il **contenuto di sostanza secca è dell'ordine del 11÷25 %**. È costituito dalle **deiezioni solide** e dai **materiali utilizzati per la lettiera**, per questo è un materiale molto maturo a lenta degradabilità, definito palabile. È il concime organico per eccellenza e presenta la più alta percentuale di azoto organico residuale (circa 70%) e la più bassa di azoto minerale (circa il 10%). La sua funzione principale è di tipo strutturale mentre l'effetto nutritivo, anche se minore, si prolunga per più annate dopo quella di distribuzione. Può essere stoccato su aree in cemento, anche ammucciato. La direttiva 91/676/CEE, nota anche come “direttiva nitrati”, non limita lo spandimento del letame in agricoltura (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 70).
- Il **liquame** ha un **contenuto di sostanza secca pari a circa il 10%** e deriva da **feci, urine** e spesso dalle **acque di lavaggio**. In generale, nel liquame bovino le azioni nutritiva, strutturale e residuale sono più o meno bilanciate fra loro. I liquami possono subire diluizioni anche importanti a causa delle acque di lavaggio, come effetto si ha la riduzione di sostanza secca e di elementi fertilizzanti. La direttiva 91/676/CEE (“direttiva nitrati”) limita lo spandimento del liquame in agricoltura (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 70).
- Il **liquiletame** presenta un **contenuto di sostanza secca compreso tra il 10 e il 21%**. È composto da **feci, urine e materiali da lettiera**. Ha poca consistenza, è fluido, scorre lentamente, è ancora movimentabile, però richiede pareti di contenimento per lo stoccaggio (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 70).

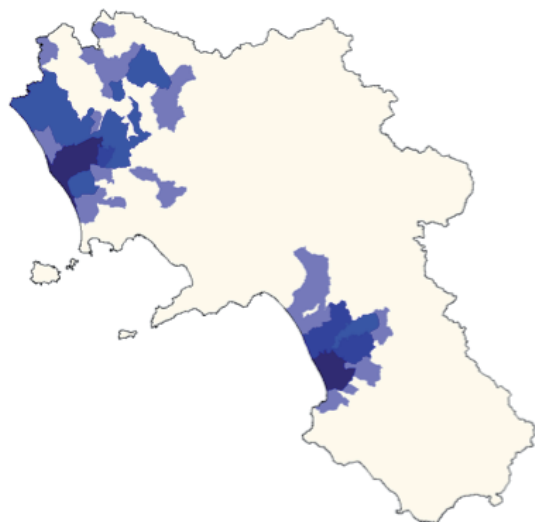
Deiezioni zootecniche

- Sintesi per provincia delle quantità di effluenti zootecnici stimati su base annua (dati in m³) (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 71)

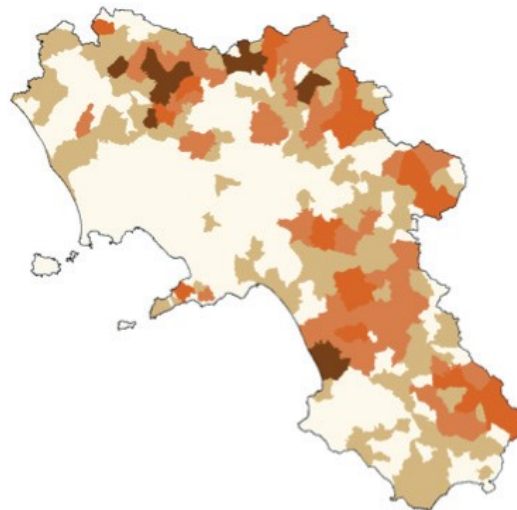
Provincia	Liqui- letame suino	Liquame bovino	Letame bovino	Liqui- letame bovino	Totale effluenti bovini	Liquame bufalino	Letame bufalino	Liqui- letame bufalino	Totale effluenti bufalini
Avellino	29.970	155.795	510.866	18.024	684.684	259	329	6.783	7.371
Benevento	194.718	243.797	799.433	28.205	1.071.435	711	903	18.619	20.232
Caserta	6.866	227.856	747.161	26.361	1.001.378	90.843	115.371	2.379.387	2.585.600
Napoli	65.754	43.653	143.142	5.050	191.845	1.784	2.266	46.730	50.780
Salerno	20.573	300.750	986.189	34.794	1.321.733	40.999	52.069	1.073.855	1.166.923
Totale Campania	317.882	971.850	3.186.791	112.434	4.271.075	134.596	170.937	3.525.374	3.830.906

Deiezioni zootecniche

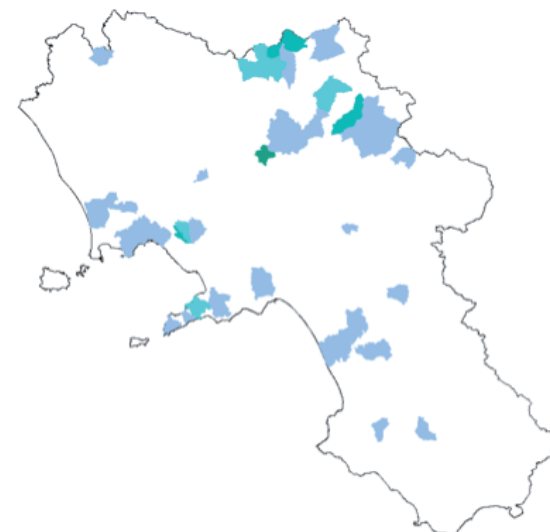
- Sul territorio regionale si stima una **producibilità annua di biogas da reflui** pari a quasi **150 milioni di m³** (di cui il **51%** circa è risultato riferibile a **reflui bufalini**, il **42%** a **reflui bovini** e il **7%** a **reflui suini**) (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 71).



Distribuzione dei capi
bufalini in Campania



Distribuzione dei capi bovini in
Campania



Distribuzione dei capi suini
in Campania

Deiezioni zootecniche

- Rese in biogas da digestione anaerobica per reflui zootecnici (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 156)

Valori considerati	Refluo zootecnico	Contenuto di sostanza secca (%)	Contenuto di sostanza organica presente (%)	Resa in biogas (m³/t s.o.)
Suini	Liquiletame suino	17	78	415
	Liquame bovino	9	80	240
Bovini	Letame bovino	21	80	270
	Liquiletame bovino	15	80	255
Bufalini	Liquame bufalino	9	80	240
	Letame bufalino	21	80	270
	Liquiletame bufalino	15	80	255

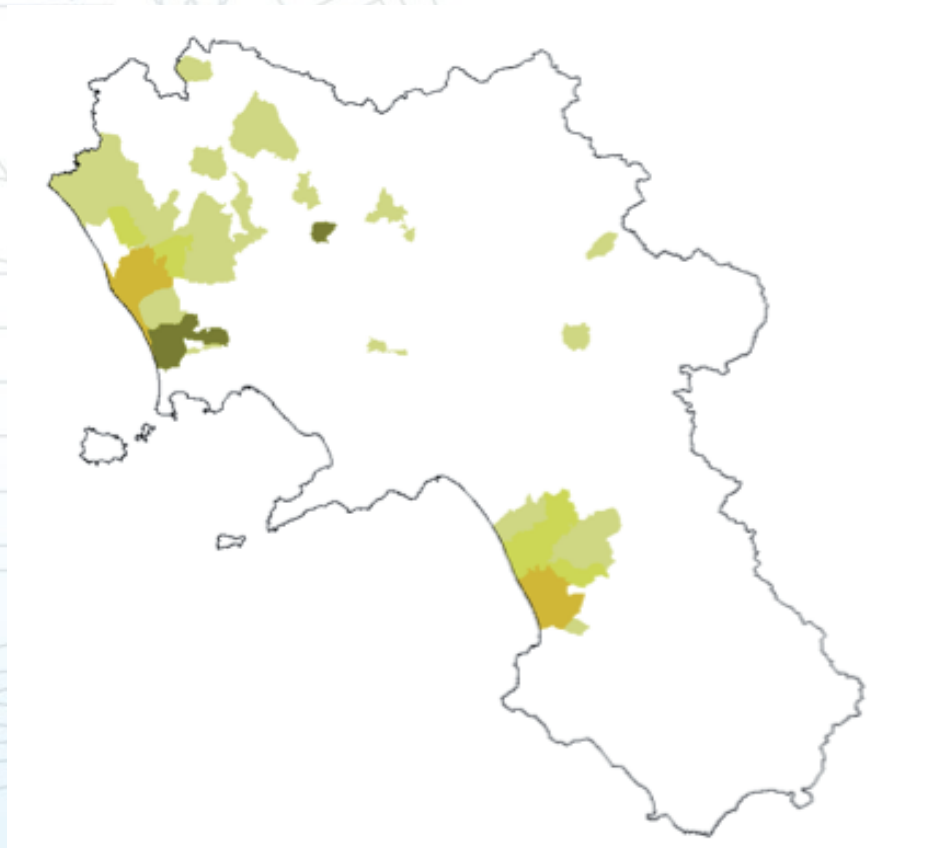
Settore lattiero caseario

- Un altro sottoprodotto di origine zootecnica che ben si presta per la valorizzazione energetica è il **siero di latte**, residuo proveniente dalla caseificazione del latte. In particolare, esso può essere impiegato come substrato in soluzione di **codigestione anaerobica** per la produzione di biogas (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 72).
- Secondo l'Istat, nel 2006 in Campania sono state raccolte presso le aziende agricole dall'industria lattiero-casearia quasi **380.000 tonnellate di latte** (di cui circa il 59% di vacca e circa il 41% di bufala, solo lo 0,5% di ovicaprini) (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 73).
- Produzione annua stimata in Campania di circa **70.000 tonnellate di siero di latte di bufala** (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 73).
- **Produzione annua stimata di biogas** pari ad oltre **600.000 m³** (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 73).
- **Resa in biogas del siero di latte di bufala** (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 156)

	Substrato organico	Contenuto di sostanza secca (%)	Contenuto di sostan- za organica presente (%)	Resa in biogas (m ³ /t s.o.)
Valori considerati				
	Siero di latte	5	90	330

Settore lattiero caseario

- Distribuzione dei residui di siero di latte di bufala in Campania (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 73)



Residui del pomodoro

- La Campania produce circa il **48% del pomodoro trasformato in Italia**: nel 2007, in Campania sono stati trasformati circa **2,2 milioni di tonnellate di pomodoro**, a fronte di un trasformato nazionale pari a 4,6 milioni di tonnellate (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 74).
- Sul territorio campano sono presenti 104 aziende di trasformazione del pomodoro, le quali rappresentano circa il 70% delle aziende nazionali (su un totale di 177 aziende in Italia). Di queste, la maggior parte risulta localizzata tra le province di Salerno e Napoli
- (26 aziende in provincia di Napoli, 74 in provincia di Salerno, 2 in provincia di Caserta ed 1 in provincia di Avellino) (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 74).
- Trasformazione di quasi **1.900.000 tonnellate di pomodoro l'anno**, corrispondenti a circa **57.000 tonnellate di buccette** impiegabili per la produzione di oltre **4 milioni di m³ annui di biogas** (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 75).
- **Resa in biogas delle buccette di pomodoro** (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 156)

Substrato organico	Contenuto di sostanza secca (%)	Contenuto di sostanza organica presente (%)	Resa in biogas (m ³ /t s.o.)
Buccette di pomodoro	27,3	96	270

Residui del pomodoro

- Distribuzione delle buccette di pomodoro in Campania (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 75)



Residui dei frantoi

- La **sansa vergine** rappresenta il residuo del processo di estrazione dell'olio dalla pasta di olive nei frantoi mediante processo esclusivamente meccanico. Questa, per le proprie caratteristiche e proprietà chimico-fisiche, ben si presta ad essere impiegata per produrre biogas mediante digestione anaerobica (in percentuale non dominante nel substrato) (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 75).
- Naturalmente, va tenuto conto della **stagionalità della sua disponibilità**: di norma i sottoprodotti dell'industria olearia si rendono disponibili, annualmente, a partire **dalla fine di ottobre fino a febbraio** (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 75).
- Anche le **acque di vegetazione** residue del processo di estrazione dell'olio potrebbero essere impiegate per la produzione di biogas mediante fermentazione anaerobica. Queste possono essere impiegate come **fertilizzante e ammendante sui suoli agricoli**, nel rispetto dei limiti normativi, dei divieti di spandimento e dei parametri di qualità dei suoli e delle acque, pertanto le **eccedenze** potrebbero essere impiegate per **alimentare impianti a biogas** (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 75).
- In Campania si stima una produzione annua di quasi **150.000 m³ di acque di vegetazione** (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 76).

Residui dei frantoi

- Sintesi per provincia dei dati relativi alla produzione di sansa vergine in Campania (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 76)

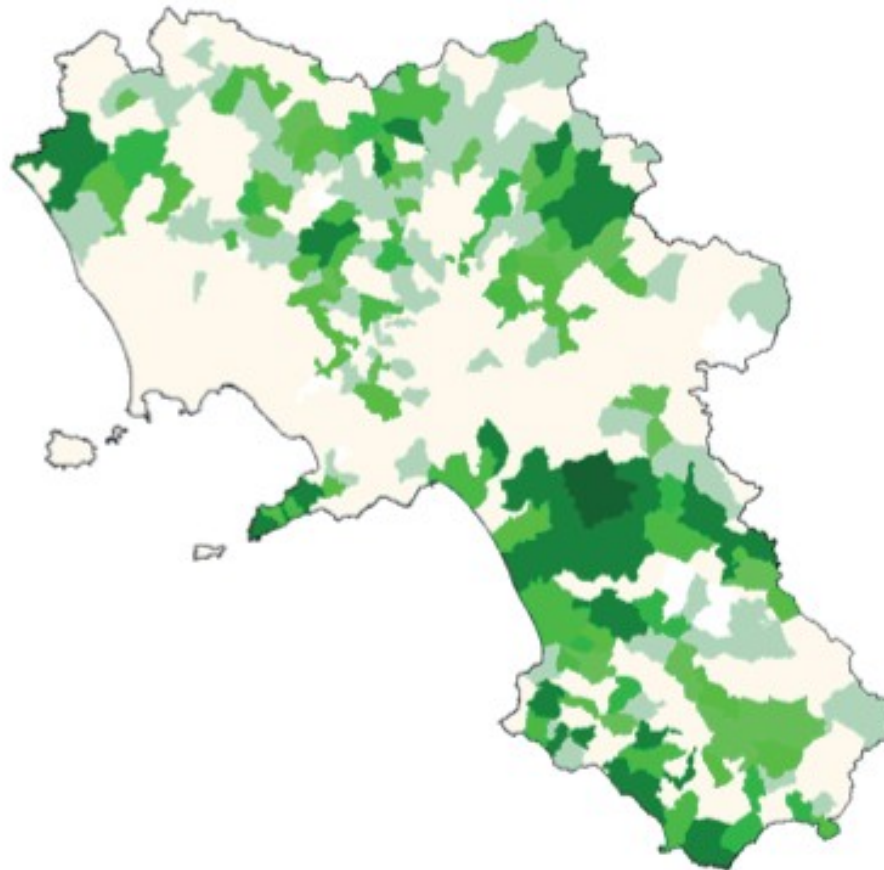
Provincia	Sansa vergine (t/anno)
Avellino	5.519
Benevento	8.298
Caserta	5.163
Napoli	2.930
Salerno	31.691
Totale Campania	75.512

- Le circa **75.000 tonnellate di sansa vergine** stimate su base annua in Campania potrebbero consentire la produzione di quasi **8 milioni di m³ di biogas l'anno** (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 76).
- Resa in biogas delle sanse vergini (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 156)

Substrato organico	Resa in biogas (m ³ /t tal quale)
Sanse vergini	145

Residui dei frantoi

- Distribuzione della sansa vergine in Campania (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 76)



Scarti vegetali mercatali

- Per trenta mercati attivi in Campania, si stima di una produzione annua di **5.465 t/anno di scarti ortofrutticoli** a fronte di un totale complessivo degli scarti (vegetali e imballaggi in plastica, cartone e legno) di 10.932 t/anno (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 77).
- Le circa 5.500 t/anno di scarti vegetali mercatali potrebbero consentire la valorizzazione energetica di **200.000 m³ di biogas l'anno** (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 77).
- **Resa in biogas per gli scarti vegetali** (Ciaravino e Sequino, 2011; p. 157)

Substrato organico	Contenuto di sostanza secca (%)	Contenuto di sostanza organica presente (%)	Resa in biogas (m ³ /t s.o.)
Scarti vegetali	5÷20	76÷90	350

Bibliografia

- Ciaravino R., Sequino V., a cura di (2011), Biomasse e agroenergia. Un modello di governance regionale attraverso l'analisi del caso Campania, INEA Istituto Nazionale di Economia Agraria.
- De Feo G., De Gisi S., Galasso M. (2012), Rifiuti solidi. Progettazione e gestione di impianti per il trattamento e lo smaltimento, Dario Flaccovio Editore, Palermo.
- Fabbri C., Labartino N. (2011), Biogas: parametri progettuali e gestionali, Medicina – 23 Marzo 2011, Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia, disponibile on-line al seguente indirizzo:
http://www.crpa.it/media/documents/SEBE/Divulgazione/Corso_23_3_2011_Medicina/Fabbri_Medicina_23_3_2011.pdf.
- Fiala Marco (2012), Energia da biomasse agricole. Produzione e utilizzo. Maggioli Editore, Sant'Arcangelo di Romagna (RN).
- Navarotto P. (2011), Impianti per la digestione anaerobica. In: Biomassa ed energia. Produzione, gestione e processi di trasformazione, a cura di Silvana Castelli, Maggioli Editore, Sant'Arcangelo di Romagna (RN).
- Rossi L. (2011), Tipologie di substrati per la produzione di biogas: effluenti zootecnici, biomasse agricole e agroindustriali. In: Biogas da agrozootecnica e agroindustria, a cura di Renato Vismara, Roberto Canziani, Francesca Malpei, Sergio Piccinici, Dario Flaccovio Editore, Palermo.
- Rossi L. (2013), L'opportunità «biogas»: le tecnologie, le biomasse per l'azienda agricola, Corso di formazione, Polo Universitario Ferrara, 18 gennaio 2013.