



# La conversione da biogas a biometano: opportunità e criticità

**Stefania Pindozi**

**Dipartimento di Agraria - Università degli studi di Napoli Federico II**

**Sabato 30 Marzo 2019 ore 09.30/13.00**

**Napoli > Mostra d'Oltremare > Padiglione 6 > Sala Europa**



Mostra Convegno sulle Fonti Rinnovabili  
e l'Efficienza Energetica nel Mediterraneo



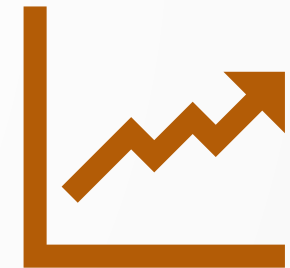
GREEN  
INNOVATIONS!

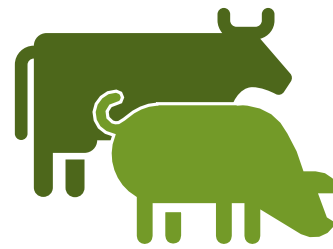
28|29|30 Marzo 2019

# Di cosa parleremo

2

- Gestione dei reflui zootecnici
  
- Dal biogas al biometano: Analisi tecnico economica applicata un caso studio





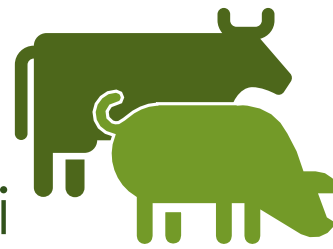
3



# Spandimento dei reflui in campo

- La designazione di ZVN ha creato condizioni di mercato disomogenee
- Il costo della gestione dei reflui zootecnici in ZVN è 2-2,5 più alto che in zone ordinarie (CRPA, 2009)
- Per gestire l'eccedenza di N, sono necessari trattamenti a basso costo (Bortone, 2009)





4



## Il trattamento dei reflui aiuta la gestione dei surplus di azoto (N)

**Gestione dei reflui zootecnici**

Trattamenti primari

Trattamenti secondari

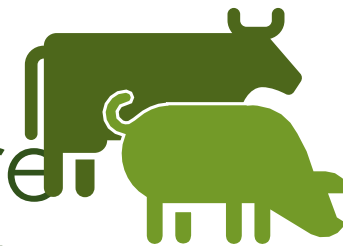
### **Digestione anaerobica:**

1. miglioramento della sostenibilità ambientale degli allevamenti,
2. integrazione di reddito dall'energia verde,
3. migliore utilizzazione agronomica dei fertilizzanti presenti nei liquami
4. Da sola non costituisce una soluzione al problema





# La digestione anaerobica come pre-trattamento per la riduzione di azoto



- In riferimento a un impianto di trattamento nitro denitro semi batch (SBR) (Bortone, 2009):
- Il costo del trattamento SBR è pari a **5-6 Euro / m<sup>3</sup>** di letame suino trattato.
- Se si introduce digestione anaerobica i costi possono essere ridotti fino al 60% (**2,4 Euro / m<sup>3</sup>**)

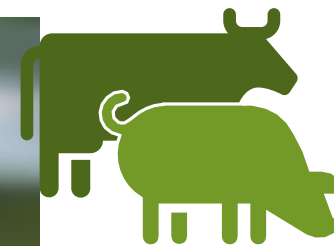
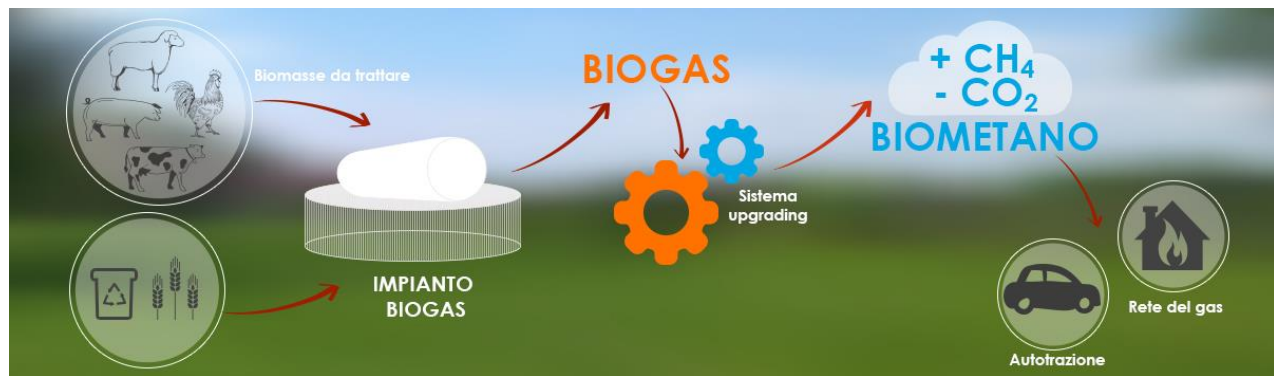
	Treatment costs (Euro/m <sup>3</sup> )	Treatment costs (Euro/kg meat)
SBR	5.0-6.0	0.18
SBR + AD	2.4	0.07





# NUOVO DECRETO BIOMETANO

(DM del 2 Marzo 2018)



<https://biogasengineering.it/biometano/la-filiera-del-biometano/>

## Valore e durata degli incentivi per nuovi impianti e riconversioni (biometano avanzato)



Cosa accadrà agli impianti al termine dell'attuale incentivazione?





Unione Europea

Fondo europeo agricolo  
per lo sviluppo rurale:  
*l'Europa investe  
nelle zone rurali*



7



## Caso studio:

Valutazione delle possibili evoluzioni una volta terminati gli incentivi sulla produzione di energia elettrica dell'azienda zootecnica di Jesi (AN), per mantenere in funzione l'impianto di trattamento dei reflui zootecnici.

- L'obiettivo è analizzare le effettive possibilità di riconversione di un impianto di digestione anaerobica a biometano.





Unione Europea

Fondo europeo agricolo  
per lo sviluppo rurale:  
*l'Europa investe  
nelle zone rurali*



8



# OUTLINE DEL LAVORO

- **Monitoraggio della produzione di biogas dell'impianto nell'ultimo anno solare** in funzione dell'alimentazione introdotta;
- **Analisi dell'azoto totale e ammoniacale** in entrata e in uscita dall'impianto per verificare i **kg di azoto totali annui** destinati allo spandimento;
- **Analisi economica dell'ipotesi di riconversione totale dell'impianto** aziendale in produzione di biometano andando a comparare i ricavi dati dalla produzione e vendita dell'energia elettrica\*



DIPARTIMENTO di  
AGRARIA



*\*si ringrazia il prof. Luigi Cembalo per il supporto tecnico fornito*

stefania.pindozi@unina.it - 30 Marzo 2019 - [www.riagrisele.it/](http://www.riagrisele.it/)





9

## Caso studio: Azienda zootecnica Centro Italia

Allevamento vacche e  
bufale totale **340 capi**

Trasformazione del latte  
presso il caseificio aziendale

**177 ettari** di superficie  
agricola utilizzabile di cui:

- ZVN: 109 ha
- ZO: 68 ha



## Impianto di biogas EISENMANN potenza 250 kWe



### Composizione della biomassa di alimentazione del digestore:

- **Letame** :4 ton/giorno
- **Liquame**: 9 m<sup>3</sup> /giorno
- **Insilati**:4-5 ton/giorno
- **Letame di cavallo**: 0,3 ton/giorno
- **Siero**:1 m<sup>3</sup> giorno
- **Girasole**: 0,5 ton
- **Pollina, sansa e pula di riso**, vengono immessi a seconda della stagione e disponibilità.

### CONDIZIONI OPERATIVE IMPIANTO FULL SCALE

	Primo digestore	Secondo digestore
<b>Temperatura</b>	42,83C°	42,78C°
<b>Volume reattore</b>	270 m <sup>3</sup>	750 m <sup>3</sup>
<b>Tempo di ritenzione idraulica (HRT)</b>	10 gg	20 gg
<b>pH</b>	7,68	7,85
<b>Produzione biogas giornaliera tot</b>	2134,62 m <sup>3</sup>	





Sono stati monitorati nel periodo 2017-2018 i seguenti parametri, per osservare come incidono sulla **produzione di biogas e di energia elettrica**.

ALIMENTAZIONE IMPIANTO

PRODUZIONE DI BIOGAS

PRODUZIONE DI E.E

pH

TEMPERATURA

COMPOSIZIONE DEL BIOGAS

Dati rilevati giornalmente

Dati rilevati una volta al mese

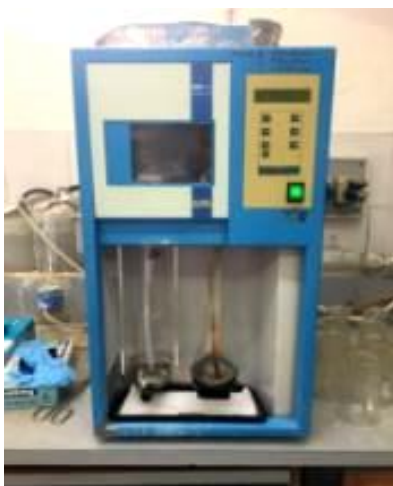
Dati rilevati 3 volte l'anno





2. Sono stati prelevati in azienda dei campioni delle diverse matrici in ingresso e in uscita dall'impianto.

**AZOTO TOTALE E AMMONIACALE :**  
per andare a stimare la produzione  
di azoto annua dell'azienda.



**DISTILLAZIONE**



**TITOLAZIONE**

**SOLIDI TOTALI E SOLIDI VOLATILI:**  
per verificare la relazione tra  
produzione di biogas e solidi volatili  
immessi.



- “residuo secco”, determinato dopo essiccamento alla temperatura di 105°C;
- “solidi totali fissi”, determinati dopo incenerimento a 550°C.





IN										OUT
Silo mais 6,1 t	Altri substrati 0,5 t	Girasole 0,5 t	Letame 4 t	Liquame 9 m <sup>3</sup>	Siero 1m <sup>3</sup>	Dig solido 6 t	Letame Cavallo 0,3 t	N tot in 27,3 t	Tot KN digestato 27,3 t	N tot out
kgN/d	kgN/d	kgN/d	kgN/d	kgN /d	kgN/d	kgN/d	kgN/d	kgN/d	kgN/d	kgN/d
23,66	13,93	15,39	19,8	25,8	1,31	31,02	2,23	<b>133,09</b>	118,52	<b>118,52</b>

### Limite max di azoto per lo spandimento

$$ZVN = 109 \text{ ha} * \frac{170 \text{ kgN}_{max}}{\text{ha}} = 18.530 \text{ kgN/anno}$$

$$ZO = 68 \text{ ha} * \frac{340 \text{ kgN}_{max}}{\text{ha}} = 23.120 \text{ kgN/anno}$$

$$ZVN + ZO = 41.650 \text{ kgN}$$

### Digestato liquido:

$$\text{kgN} = \left( 19,66 \frac{\text{kg}}{\text{giorno}} * 4,25 \frac{\text{kgN}}{\text{t}} \right) * 365 = 30.497,58 \frac{\text{kgN}}{\text{anno}}$$

### Digestato solido:

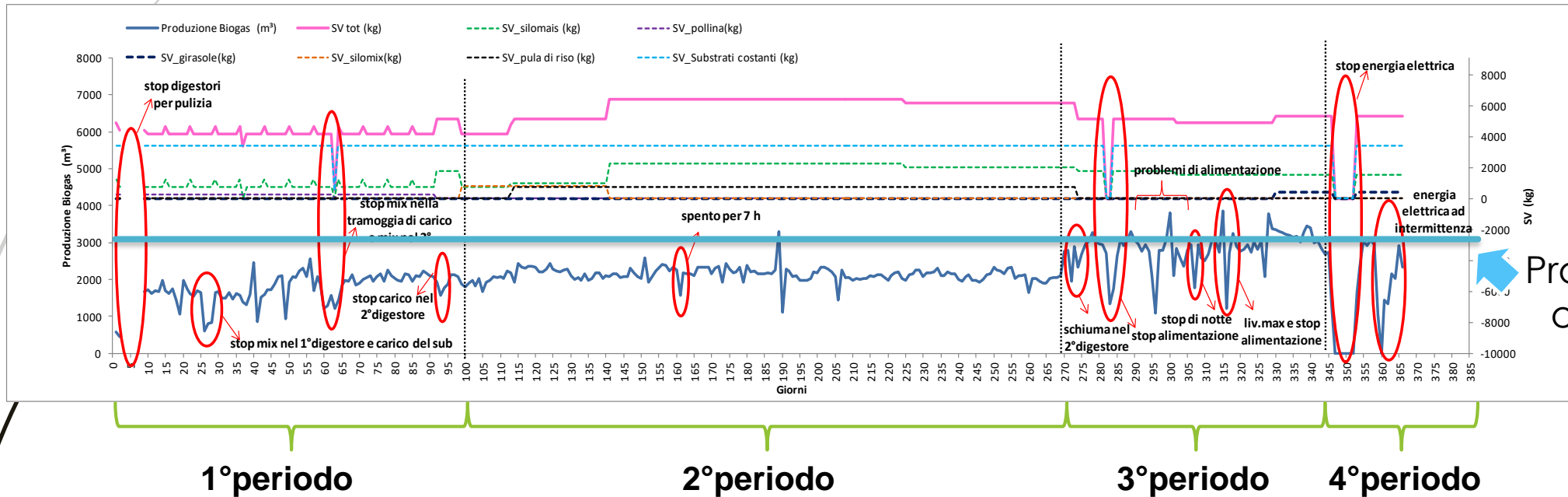
$$\text{kgN} = \left[ \left( 7,34 \frac{\text{kg}}{\text{giorno}} - 6 \frac{\text{kg}}{\text{giorno}} \right) * 5,31 \frac{\text{kg}}{\text{t}} \right] * 365 = 2.597,12 \frac{\text{kgN}}{\text{anno}}$$

### Totale azoto prodotto:

$$\text{totN} = 30.497,58 \frac{\text{kgN}}{\text{anno}} + 2.597,12 \frac{\text{kgN}}{\text{anno}} = 33.094,7 \frac{\text{kgN}}{\text{anno}}$$



Sono stati monitorati e diagrammati la **produzione di biogas (m<sup>3</sup>/giorno)** in relazione alla quantità di **SV (kg/giorno)** che vengono immessi all'interno dell'impianto. L'anno di riferimento è stato suddiviso in 4 periodi diversi in base all'andamento della produzione per renderne più facile la lettura.



La **media** di produzione di biogas nel corso dell'anno è stata di **2140 m<sup>3</sup> al giorno**, contro i 3000 m<sup>3</sup> al giorno di produzione ottimale.

**L'impianto non è condotto al massimo delle potenzialità!**



3. Sono stati messi a confronto due possibili scenari: **continuare a produrre energia elettrica senza incentivi** e **riconversione totale dell'impianto per la produzione di biometano**, ipotizzando un sistema di up-grading a membrane.

**Flussi di cassa** attualizzati.

$P_n$  = flusso di cassa attualizzato

$i$  = saggio di interesse

$n$  = anno di vita dell'impianto

$$P_n = CF_n / (1 + i)^n$$

**Analisi costi benefici per la produzione di energia elettrica periodo 2022-2026**

2022-  
2025

$$INCOME = [(ITO * kWh/d) * 365 gg]$$

$$OPEX = MO + MS + CA + EA$$

2026

$$INCOME = \left[ \left( \frac{kWh}{g} * 365 \right) \right] * PMG$$

$$OPEX = MO + MS + CA + EA$$

**INCOME= ricavi**

**OPEX= costi operativi**

ITO = incentivo tariffa omnicomprensiva (0,28 €/kWh)

MO = manutenzione ordinaria

MS = manutenzione straordinaria

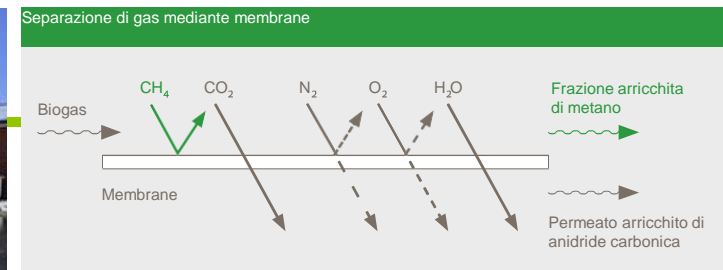
EA = energia autoconsumata

CA = costo di alimentazione

PMG = prezzo minimo garantito (0,093 €/kWh)

## Analisi costi benefici per la produzione di biometano dal 2022 al 2031:

Il sistema di separazione a membrane a membrana tecnologia **Envithan** è stato ritenuto il più funzionale e performante per la produzione di biogas aziendale.



$$INCOME = \left[ 375 \frac{\text{€}}{\text{CIC}} + (PB * m^3 BM/g) \right] * 365$$

PB = prezzo vendita biometano  
BM = biometano prodotto

con un alimentazione basata sul 70 % da sottoprodotti e 30% da insilato di mais viene assegnato:

- 1 CIC ogni **5 Gcal** di biometano immesso in consumo da **sottoprodotti**
- 1 CIC ogni **10 Gcal** di biometano immesso in consumo da **culture energetiche**.

$$CAPEX = LA + PG + UG + CRM$$

**CAPEX= costi di investimento**

LA = linea di allacciamento

PG = pretrattamento gas

UG = upgrading

CRM = cabina RE.MI per immisione in rete

$$OPEX = PG_E + UG_E + UG_M + CRM_E + CRM_M + CA$$

PG<sub>E</sub> = pretrattamento gas, costo di esercizio

UG<sub>E</sub> = impianto di upgrading, costo di esercizio

UG<sub>M</sub> = impianto di upgrading, costo di manutenzione

CRM<sub>E</sub> = cabina RE.MI, costo di esercizio

CRM<sub>M</sub> = cabina RE.MI, costo di manutenzione



### Analisi costi benefici per la produzione di energia elettrica periodo 2022-2026, ipotizzando una produzione di biogas con i valori medi dell'anno 2017-2018

ANNO	CAPEX	OPEX	INCOME	OPEX attualizzati	INCOME attualizzati	FC	FC ATTUALIZZATO
2022							-
2022							
2023							
2024							
2025							
2026							

Dati in corso di pubblicazione

### Analisi costi benefici per la produzione di energia elettrica periodo 2022-2026, ipotizzando una produzione di biogas ottimale

Anno	CAPEX	OPEX	INCOME	OPEX attualizzati	INCOME attualizzati	FC	FC ATTUALIZZATO
2022							+
2022							
2023							
2024							
2025							
2026							

Dati in corso di pubblicazione





Fondo europeo agricolo  
per lo sviluppo rurale:  
*l'Europa investe  
nelle zone rurali*

Unione Europea



18

## Analisi costi benefici per la produzione di biometano periodo 2022-2031, ipotizzando una produzione con i valori medi dell'anno 2017-2018

ANNO	CAPEX	OPEX	INCOME	Costi attualizzati	INCOME attualizzati	FC	FC attualizzati
2022							
2022							
2023							
2024							
2025							
2026							
2027							
2028							
2029							
2030							
2031							

Dati in corso di  
pubblicazione

I costi di investimento e operativi superano di molto i ricavi dati dagli incentivi e vendita biometano.







### Analisi costi benefici per la produzione di biometano periodo 2022-2031, ipotizzando una produzione ottimale

ANNO	CAPEX	OPEX	INCOME	Costi attualizzati	INCOME attualizzati	FC	FC ATTUALIZZATO
2022	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
2022							
2023							
2024							
2025							
2026							
2027							
2028							
2029							
2030							
2031							

Dati in corso di  
pubblicazione



Considerando invece i valori massimi di produzione appare che i flussi di cassa siano positivi ma **non abbastanza da giustificare l'esistenza dell'impianto.**



# CONCLUSIONI

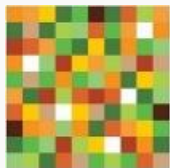
- ▶ L'andamento della produzione è influenzata dai solidi volatili immessi e da guasti meccanici dell'impianto
- ▶ Alla luce dei calcoli effettuati, **al termine degli incentivi** continuare a **produrre energia elettrica non è più conveniente** e la riconversione in produzione di biometano non è conveniente per i costi troppo alti della tecnologia di upgrading. Quindi **la vita dei piccoli impianti è fortemente a rischio** e le possibili soluzioni possono essere:
  - ▶ Ampliamento impianto esistente
  - ▶ Produrre biometano con altri agricoltori per ammortizzare i costi e avere una produzione maggiore
  - ▶ Utilizzare sottoprodotto che abbiamo una resa di biogas maggiore



Fondo europeo agricolo  
per lo sviluppo rurale:  
*l'Europa investe  
nelle zone rurali*



Unione Europea



**PSR14-20**  
Campania



21



# Gruppo di lavoro del Dipartimento di Agraria

## Grazie per l'attenzione

stefania.pindozi@unina.it - 30 Marzo 2019 - [www.riagrisele.it/](http://www.riagrisele.it/)





**Contatti:**

**[stefania.pindoizzi@unina.it](mailto:stefania.pindoizzi@unina.it)**

**[salvatore.faugno@unina.it](mailto:salvatore.faugno@unina.it)**

**[elena.cervelli@unina.it](mailto:elena.cervelli@unina.it)**

**[ester.scottodiperta@unina.it](mailto:ester.scottodiperta@unina.it)**