

Digestione Anaerobica: valutazione costi/benefici, analisi tecnica di alcuni casi studio e prospettive di sviluppo

RES

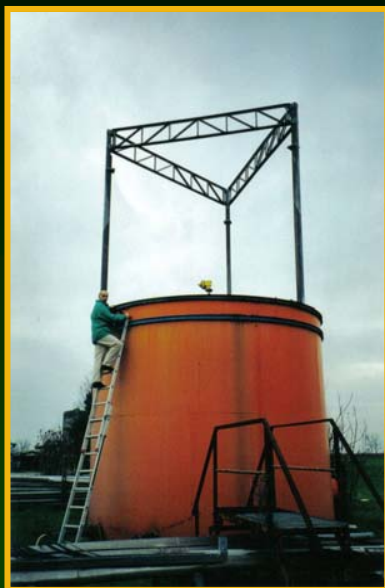
Via Filippo Re, 18
48100 Fornace Zarattini (RA)

Dott. Antonio Primante

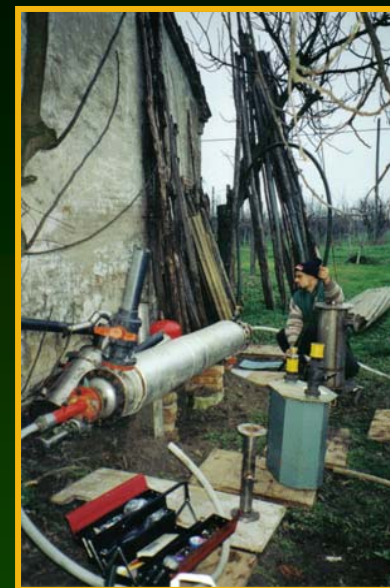


Presentazione della Cooperativa RES e del suo approccio alla valorizzazione energetica delle biomasse

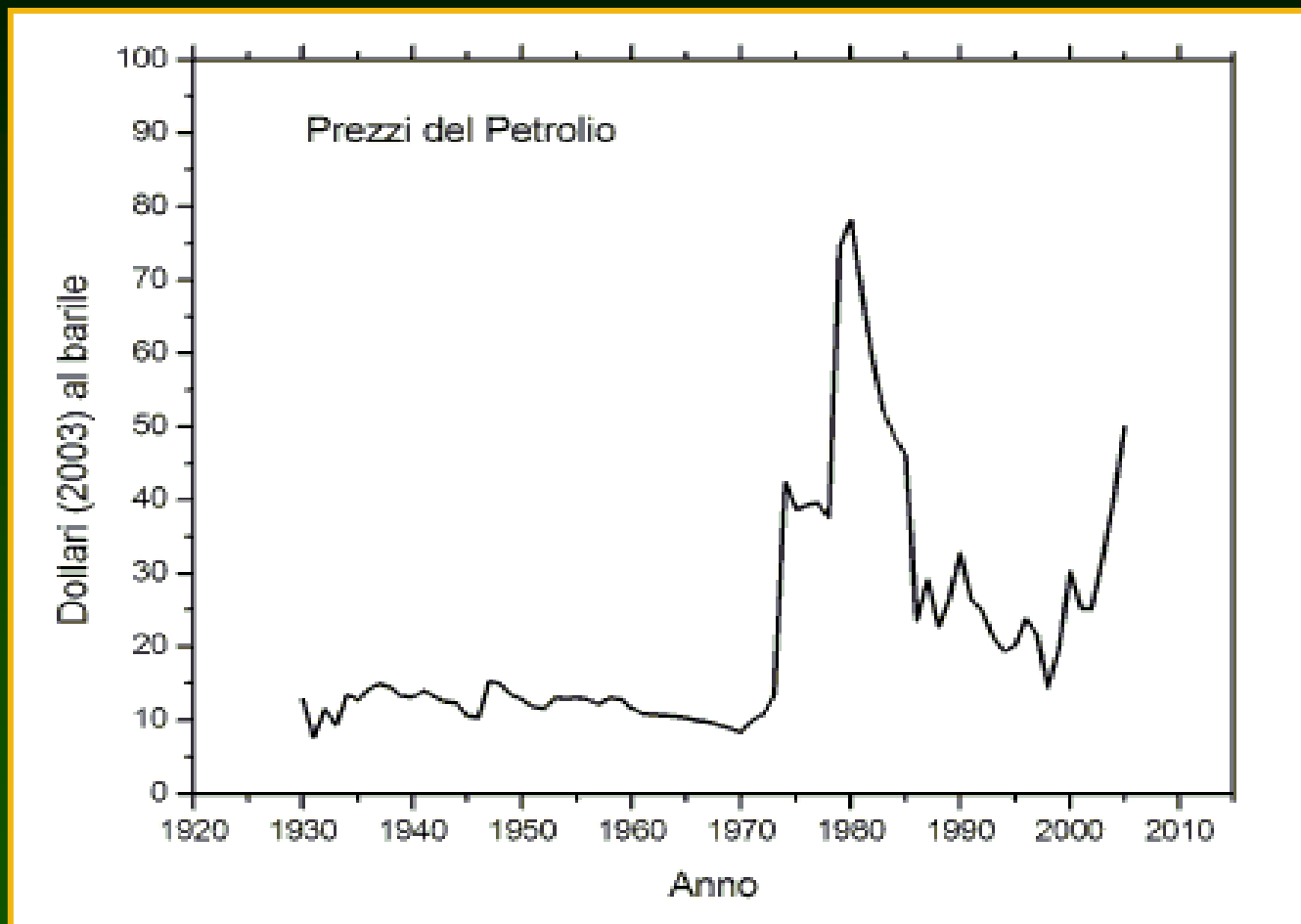




Primi passi (Gennaio 2001)



Crisi energetica primi anni '80



Crisi energetica primi anni '80

- Regione Emilia Romagna e Agip realizzano diversi impianti per la produzione di biogas da allevamenti suinicoli e avicoli.
- Problemi di corrosione dei materiali impiegati e difficoltà nello smaltimento del digestato limita lo sviluppo di questa tecnologia.

Un nuovo approccio (2003)

CO-DIGESTIONE

NUOVE TECNOLOGIE A SEMISECCO

GESTIONE DIGESTATO

Impianto pilota (2003, INIZIO COSTRUZIONE)



Un anno e mezzo di co-lavori



19/03/2009

RES Società Cooperativa



Cooperativa

- L'impresa si è costituita nel 2004
- 2005 riconoscimento a livello nazionale
(2° posto nel settore dei servizi come Giovane Impresa
Innovativa - 3° Giornata dell'Economia, Roma, 09/05/2005)

Gruppo

SOC



Dott. Antonio Primante
Laureato in Scienze Ambientali



Dott. Paolo Gabici
Laureato in Fisica



Dott. Chato Della Casa
Laureato in Scienze Ambientali



Ing. Marcella Volta
Laureata in Ingegneria Ambientale



Ing. Claudio Lolli
Laureato in Ingegneria Ambientale



Ing. Davide Bersani
Laureato in Ingegneria Meccanica



Ing. Stefano Silvi
Laureato in Ingegneria Edile-Architettura

COLLABORATORI



Mission

Fornire servizi alle aziende interessate ad operare secondo il concetto di sviluppo sostenibile con competenza, professionalità e responsabilità attraverso continui aggiornamenti ed attenzione alle esigenze del cliente

Settori di intervento

- **Digestione Anaerobica**
- **Acustica**
- **Ambiente e Sicurezza**
- **Formazione**

Settore: digestione anaerobica

- **Attività di ricerca e sviluppo**
- **Test in laboratorio con Fermentatori RES**
- **Test in campo con Impianto Pilota RES**
- **Realizzazione e vendita di fermentatori di laboratorio ed impianti pilota**
- **Progettazione, realizzazione e gestione di impianti a scala reale**
- **Assistenza tecnica su impianti esistenti**

Strumentazione e attrezzature

- **Fermentatori di Laboratorio**
- **Impianto Pilota**
- **Laboratorio**



Principali concetti e parametri utili alla valutazione degli impianti di digestione anaerobica

Prodotti di reazione

La biomassa, durante il processo anaerobico, viene convertita in due fasi:

- fase gassosa (biogas)
- fase solida (digestato)

Parametri di processo

- **T** = 10 ÷ 60 °C (psicrofilia, mesofilia, termofilia)
- Digestione ad umido, a semisecco, a secco
- **pH, redox**
- Tempo di residenza della biomassa all'interno del digestore (tempo di ritenzione idraulica = **HRT**)
- Contenuto di **CH₄** nel biogas
- Contenuto di **H₂S** nel biogas
- Contenuto di **NH₃** nel reattore
- Rapporto Acidi Grassi Volatili/Alcalinità (**VFA/Alcalinità**)

Parametri di input ed output

- Portata di materiale in ingresso (in t/d = Q_{in})
- Quantità di sostanza secca nelle matrici in ingresso e nel digestato (% in peso dei solidi totali sul t.q. = $S.T.$)
- Quantità di sostanza organica nelle matrici in ingresso e nel digestato (% in peso dei solidi volatili sui S.T. = $S.V.$)
- Carico organico in ingresso all'impianto per unità di tempo e di volume del reattore anaerobico (in kg S.V./($d \cdot m^3$ reattore) = OLR)
- Contenuto degli elementi principali (C , N , P , K) e microelementi
- Produzione di biogas (in $Nm^3/d = P_{biogas}$)
- Resa in biogas della biomassa (in $Nm^3/t_{s.v.} = Y_{s.v.}$ o in $Nm^3/t_{t.q.} = Y_{t.q.}$)

Parametri impiantistici

- Volume totale del reattore (in $m^3 = V_{tot}$)
- Volume utile del reattore (in $m^3 = V_{util}$)
- Potenza installata elettrica e termica (in kW = W_e e W_{th})
- Produttività degli impianti (in Nm^3 biogas/(d*m³ di reattore) = R)
- Produzione di energia elettrica e termica (in kWh_e/y = P_e e P_{th})
- Numero stadi (n_{st})
- Tipologia impiantistica dei digestori (semplificato, CSTR, PFR, UASB, batch ecc.)
- Miscelazione (assente, meccanica, biogas ecc.), riscaldamento, separazione solido/liquido, stoccaggio del biogas (cupola polimerica, gasometro in metallo), ricircolo ecc.

Rese per alcune biomasse

Materiali	Biogas prodotto l/kg S.T.	Metano %
Letame bovino	180 – 220	55 – 57
Letame suino	170 – 450	60 – 65
Letame avicolo	300 – 450	60 – 70
Erba	450 – 530	55 – 57
Scarti macellazione	590 – 610	58 – 60

Analisi dei vantaggi e svantaggi nell'utilizzo della Digestione Anaerobica per la valorizzazione delle matrici organiche

Valorizzazione del biogas

- Generazione di energia termica
- Generazione di energia elettrica
- Cogenerazione (**CHP**) di *energia elettrica* (per autoconsumo/vendita al netto degli autoconsumi di impianto) ed *energia termica* (per consumi dell'impianto, essiccatori, riscaldamento stalle ed acqua, teleriscaldamento ecc.)
- Utilizzo nel settore degli autotrasporti come biocombustibile
- Immissione nella rete di distribuzione del gas naturale

Vantaggi della co-digestione

Tipologia di matrice	Resa in biogas l/kg S.V. elim.
Suinicola	260 – 700
Avicola	460 – 700
Bovina	290 – 340
Ovo-caprina	120 – 340

Molti reflui contengono sostanza organica di valore in termini di produzione unitaria di biogas

Vantaggi della co-digestione

Tuttavia, limitazioni nel contenuto di S.T. e/o di S.V. o una composizione sbilanciata possono ostacolare la valorizzazione di matrici singole. La co-digestione invece può rendere economicamente sostenibile l'impianto.

Tipologia di matrice	S.T. (% t.q.)	S.V. (% S.T.)	S.V. (% t.q.)
Suini	3 - 8	65 - 75	2 - 6
Avicoli	10 - 30	70 - 80	7 - 24
Bovini	6 - 16	75 - 85	5 - 14
Ovini e caprini	15 - 35	70 - 80	21 - 28

D.A. come investimento

Gli impianti RES sono customizzati.

Sono state redatte offerte per impianti da 150, 180 e 250 kW.

I tempi di ritorno stimati rientravano nei seguenti range:

- 6 ÷ 8 anni considerando 0.22 €/kWh di incentivo
- 4 ÷ 6 anni considerando 0.28 €/kWh di incentivo.

Vantaggi socio/economici

- Possibilità di beneficiare dei Certificati Verdi o del Conto Energia per le biomasse
- Disponibilità di energia elettrica e termica per il fabbisogno aziendale (bilancio energetico nettamente positivo)
- Risparmio nello smaltimento dei reflui
- Guadagno dalla eventuale vendita dell'ammendante stabilizzato
- Adeguamento alle normative ambientali ed igienico/sanitarie con un investimento (IPPC)
- Maggiore accettabilità sociale, migliore integrazione del processo produttivo nel territorio

Vantaggi amb. ed igienico-sanitari

- Elevata riduzione dell'inquinamento olfattivo, dovuta alla degradazione della sostanza putrescibile
- Distruzione delle uova e delle larve di insetti, degli organismi patogeni e dei semi delle piante infestanti dovuta alla permanenza in ambiente privo di ossigeno
- Riduzione del rilascio di gas serra (CH_4 , N_2O ecc.)
- Produzione di energia rinnovabile
- Risparmio di energia fossile per la produzione di fertilizzanti di sintesi grazie all'utilizzo del digestato come ammendante
- Lotta alla desertificazione dei suoli riportando la sostanza organica umificata ai terreni

Svantaggi della D.A.

- Elevati costi di investimento
- Complessità impiantistica e/o di controllo del processo
- Mancanza di chiarezza normativa in merito agli iter autorizzativi

Casi studio: analisi problematiche e ipotesi di soluzione

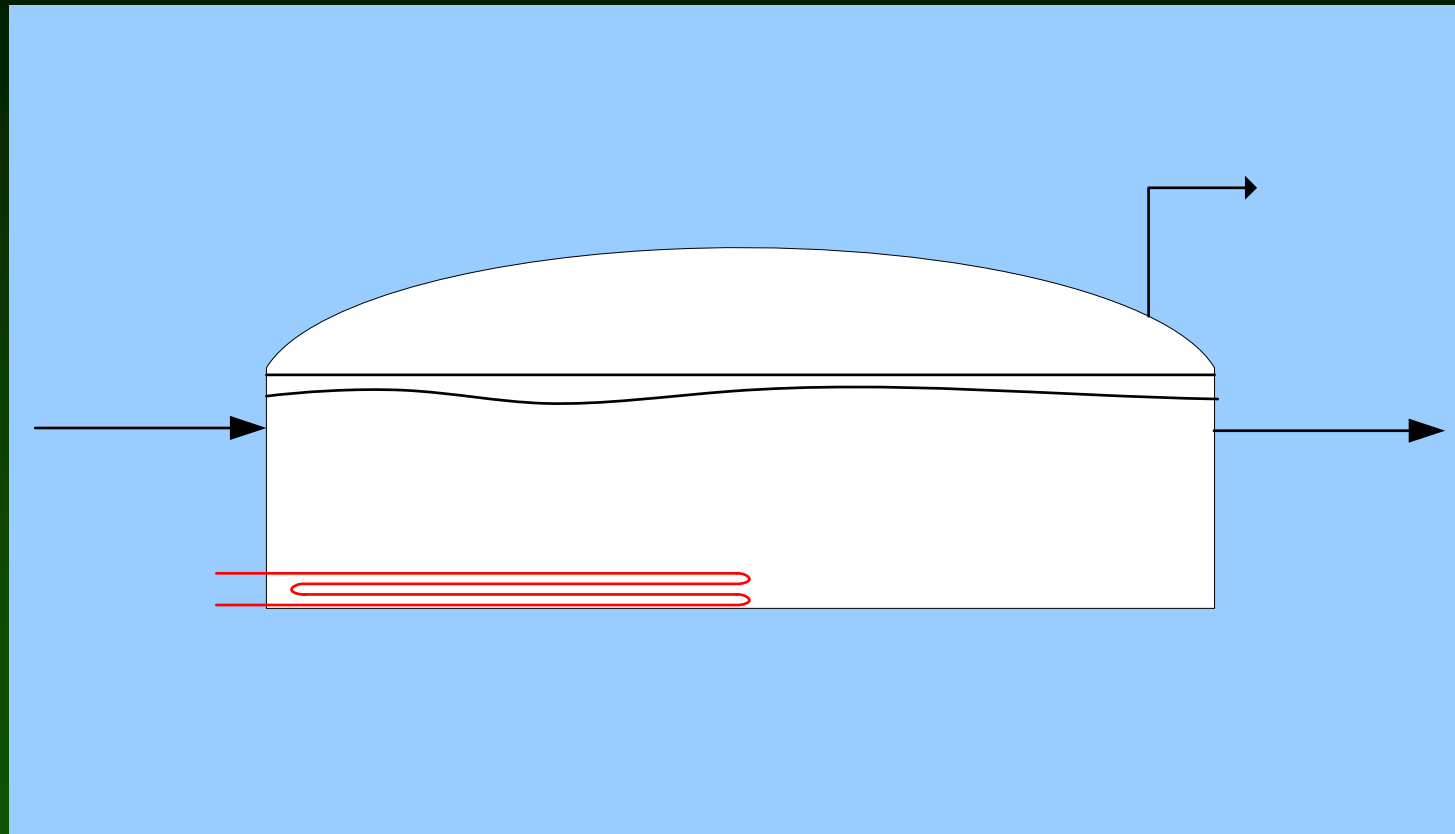
Caso studio 1 – dati tecnici

Anno di realizzazione	1991
Alimentazione	Liquame suinicoli flottati (4'000÷5'000 suini ingrasso)
Q_{in}	12÷15 t/d
n_{st}	1
Tipologia impianto	1 PFR semplif. (riscaldamento sul fondo, cupola gasometrica, no mix)
V_{tot}	450 m ³
P_{biogas}	630 Nm ³ /d → $R = 1.4 \text{ Nm}^3 \text{ biogas}/(\text{d} \cdot \text{m}^3 \text{ reat.})$
Conversione biogas	Prima CHP, ora caldaia
W_{th}	140 kW _{th}
Autoconsumo	100% (di cui 30% per riscaldamento reattore e 70% per le stalle)
T	35°C
OLR	2 kg S.V./ (m ³ reat.*d)
HRT	30÷38 d
C/N	10
Investimento	250'000 €
Gestione impianto	Interna

Caso studio 1 – foto



Caso studio 1 – tipo impianto



Reattore plug-flow semplificato

Caso studio 1 – commenti

Dall'analisi degli impianti esistenti in Sardegna sono emerse alcune problematiche correlate con quelle appena evidenziate:

- mancanza di un monitoraggio del biogas (produzione e contenuto in CH_4 , H_2S , NH_3): non permette di verificare l'idoneità del biogas alla cogenerazione e la resa del cogeneratore (rendimento elettrico in funzione della % CH_4 e dell'usura)
- mancanza di deumidificazione e di purificazione del biogas: problemi al cogeneratore
- mancanza di cogenerazione: l'impianto diventa un costo e non un investimento

Caso studio 2 – dati tecnici

Anno di realizzazione	2007
Alimentazione	Sorgo, mais, liquame bovino e scarti agroindustriali
Q_{in}	60 t/d (64% biom. ded., 27% biom. resid., 9% liqu.)
n_{st}	3
Tipologia impianto	1 PFR e 2 CSTR
V_{tot}	PFR=1'000 m ³ , CSTR=2'400 m ³ → 5'800 m ³
P_{biogas}	4'600 Nm ³ /d → $R = 0.8$ Nm ³ biogas/(d*m ³ reat.)
Conversione biogas	CHP
W_e e W_{th}	850 kW _e 1'050 kW _{th}
Autoconsumo	7.4% P_e (impianto) 20% P_{th} (impianto)
T	42°C (PFR) 35÷38°C (CSTR)
OLR	3 kg S.V./(m ³ reat.*d)
HRT	100 d
H_2S	35 ppm
Investimento	3'000'000 €
Gestione impianto	Ditta specializzata estera

Caso studio 2 – foto

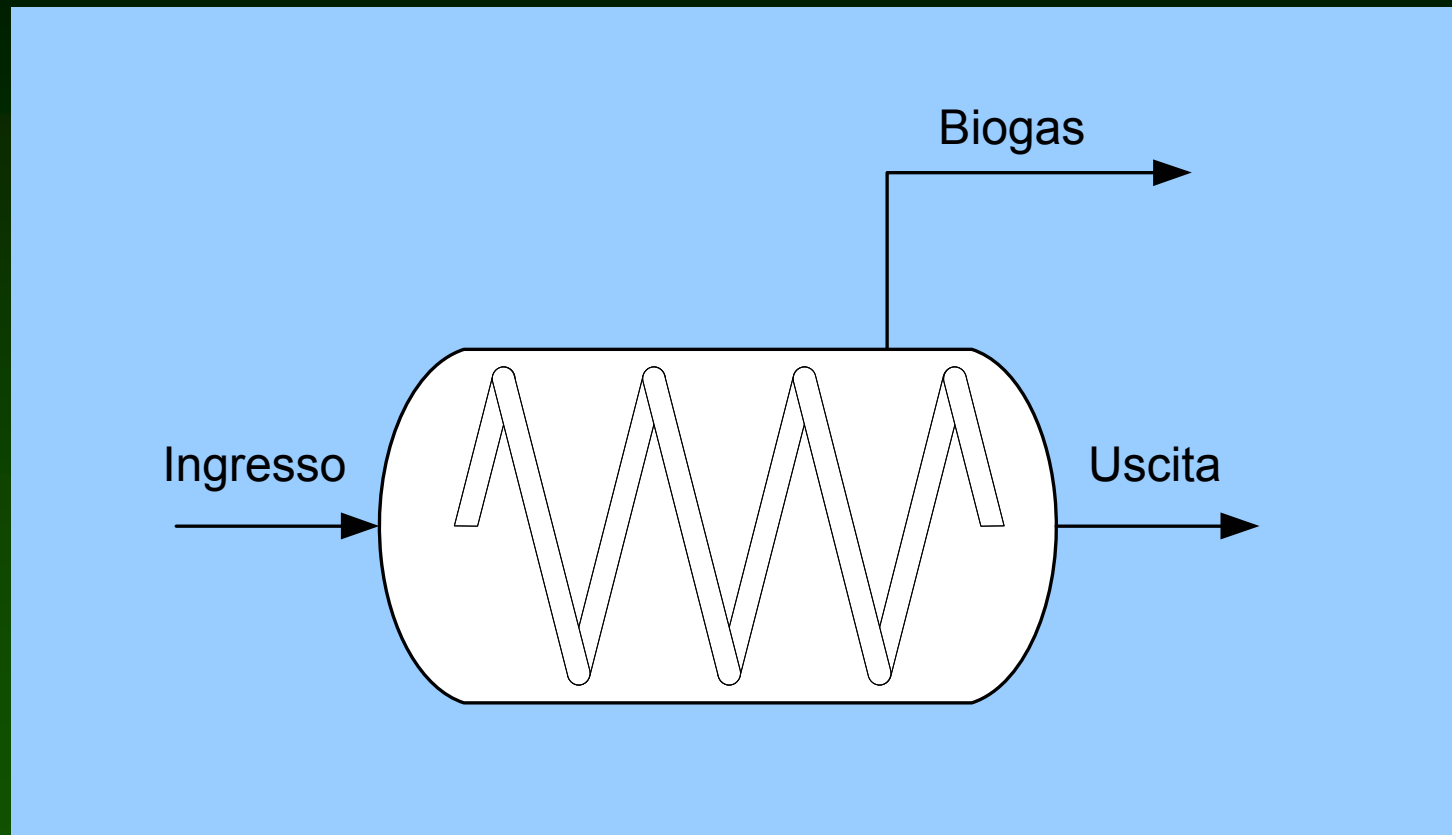


19/03/2009

RES Società Cooperativa

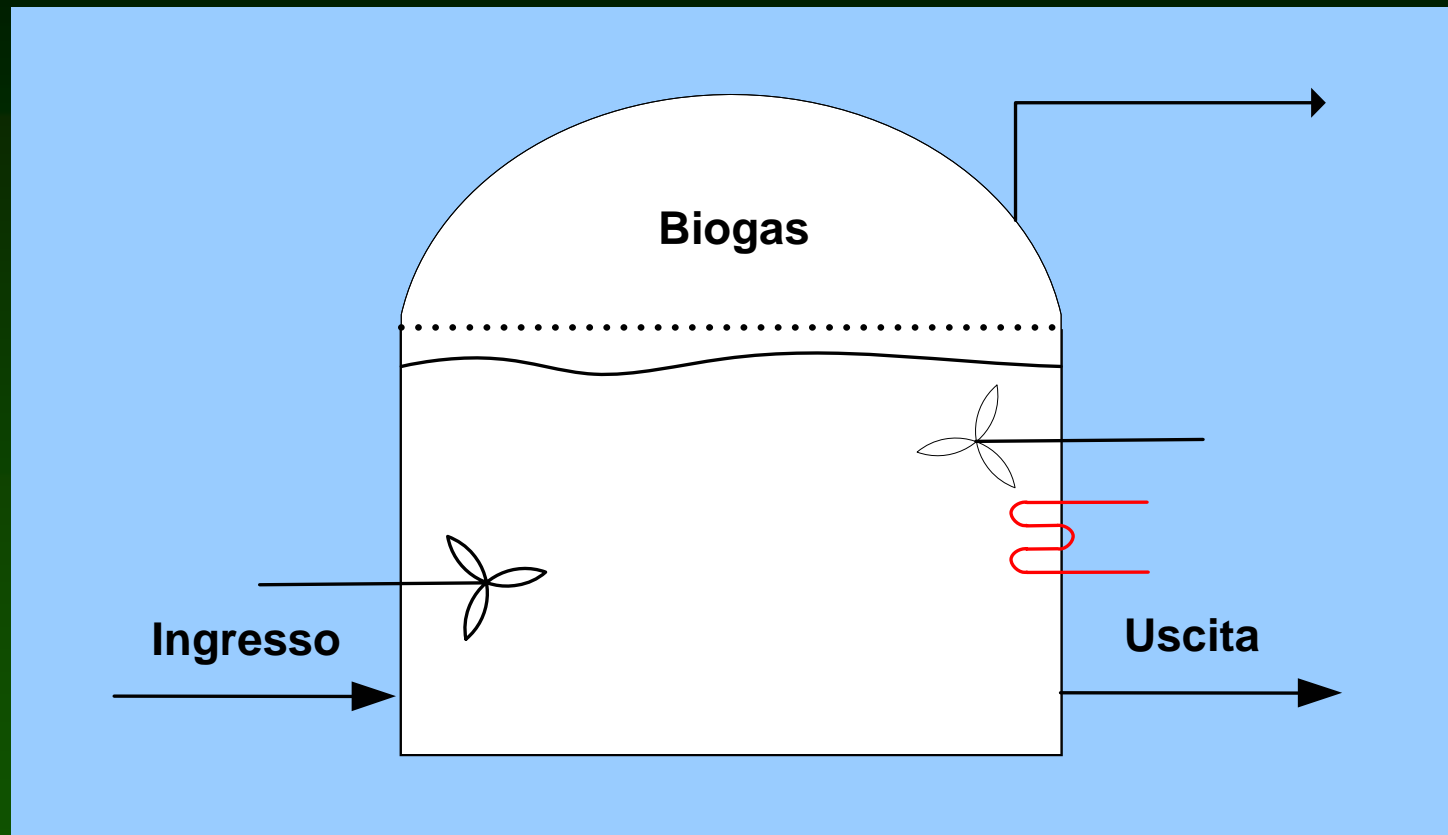


Caso studio 2 – tipo impianto



Reattore plug-flow (PFR)

Caso studio 2 – tipo impianto



Reattore completamente miscelato (CSTR)

Caso studio 2 – biomassa dedicata

Gli impianti alimentati in prevalenza o del tutto a biomasse dedicate sono esposti ad alcuni rischi ed hanno un impatto significativo sull'ambiente:

- impatto ambientale della coltivazione e dei trasporti
- incidenza economica delle colture nell'investimento
- dipendenza dal mercato e dalle sue fluttuazioni
- concorrenza alle colture FOOD.

Utilizzo di biomasse vegetali in co-digestione

BIOMASSE DEDICATE

Coltivazione/raccolta:

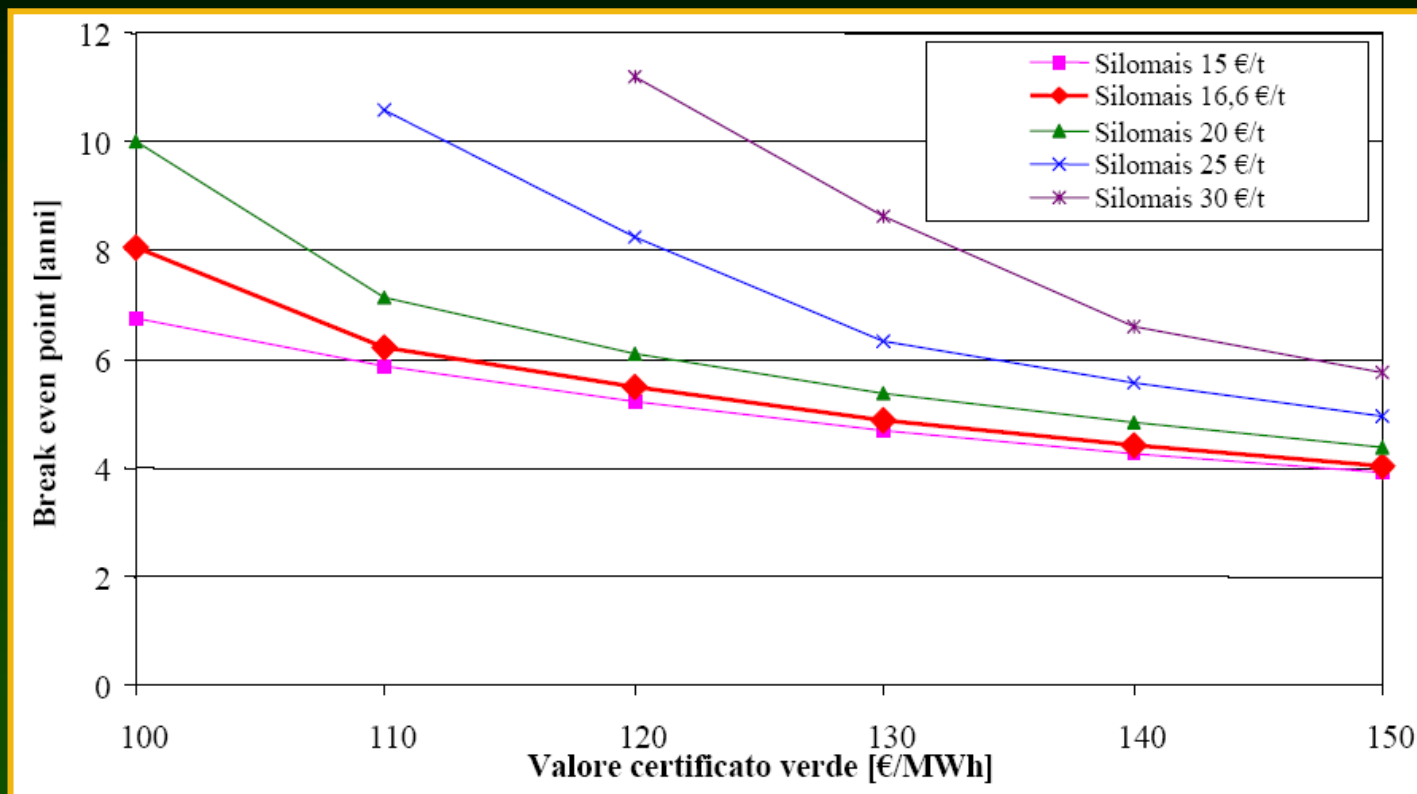
- Produzione di semi
- **Lavorazione terreno**
- Semina
- **Fertilizzazione**
- Trattamenti chimici
- **Raccolta**
- **Trasporto in azienda**
- Stoccaggio

BIOMASSE RESIDUALI

Approvvigionamento/raccolta:

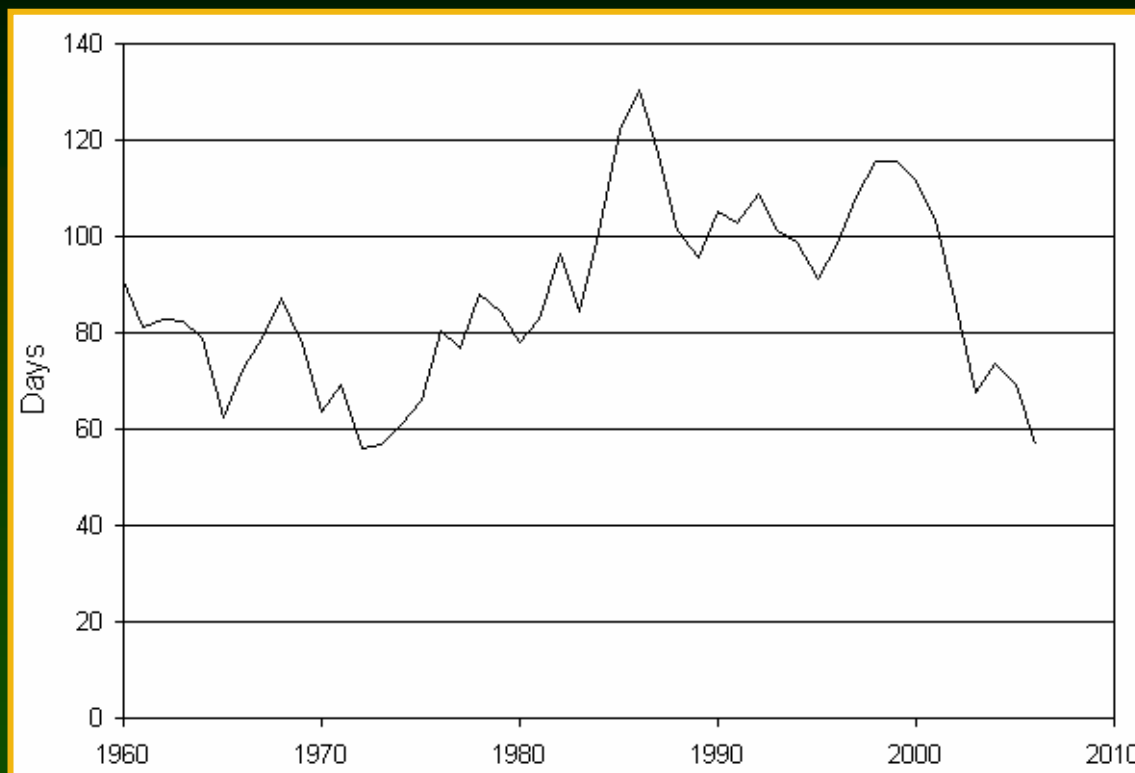
- **Raccolta**
- **Trasporto in azienda**
- Stoccaggio

Caso studio 2 – biomassa dedicata



Variazione degli anni necessari al break-even point in un impianto di circa 1 MW_e alimentato a silomais per più del 50%

Caso studio 2 – biomassa dedicata



Andamento delle scorte mondiali di cereali, in giorni di consumo (fonte: EPI). Quando le scorte scendono sotto i 60 giorni, i prezzi dei cereali cominciano ad aumentare

Caso studio 2 – commenti

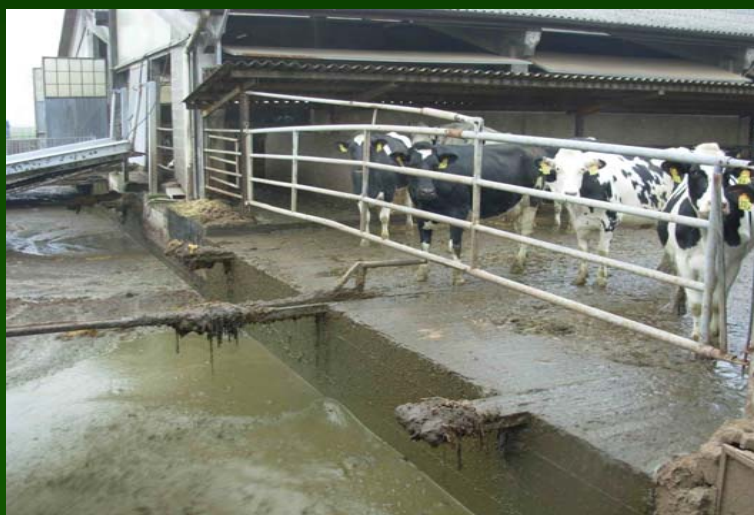
Dall'analisi degli impianti esistenti in Sardegna sono emerse alcune problematiche correlate con quelle appena evidenziate:

- sovradimensionamento del digestore anaerobico
- sovradimensionamento del cogeneratore.

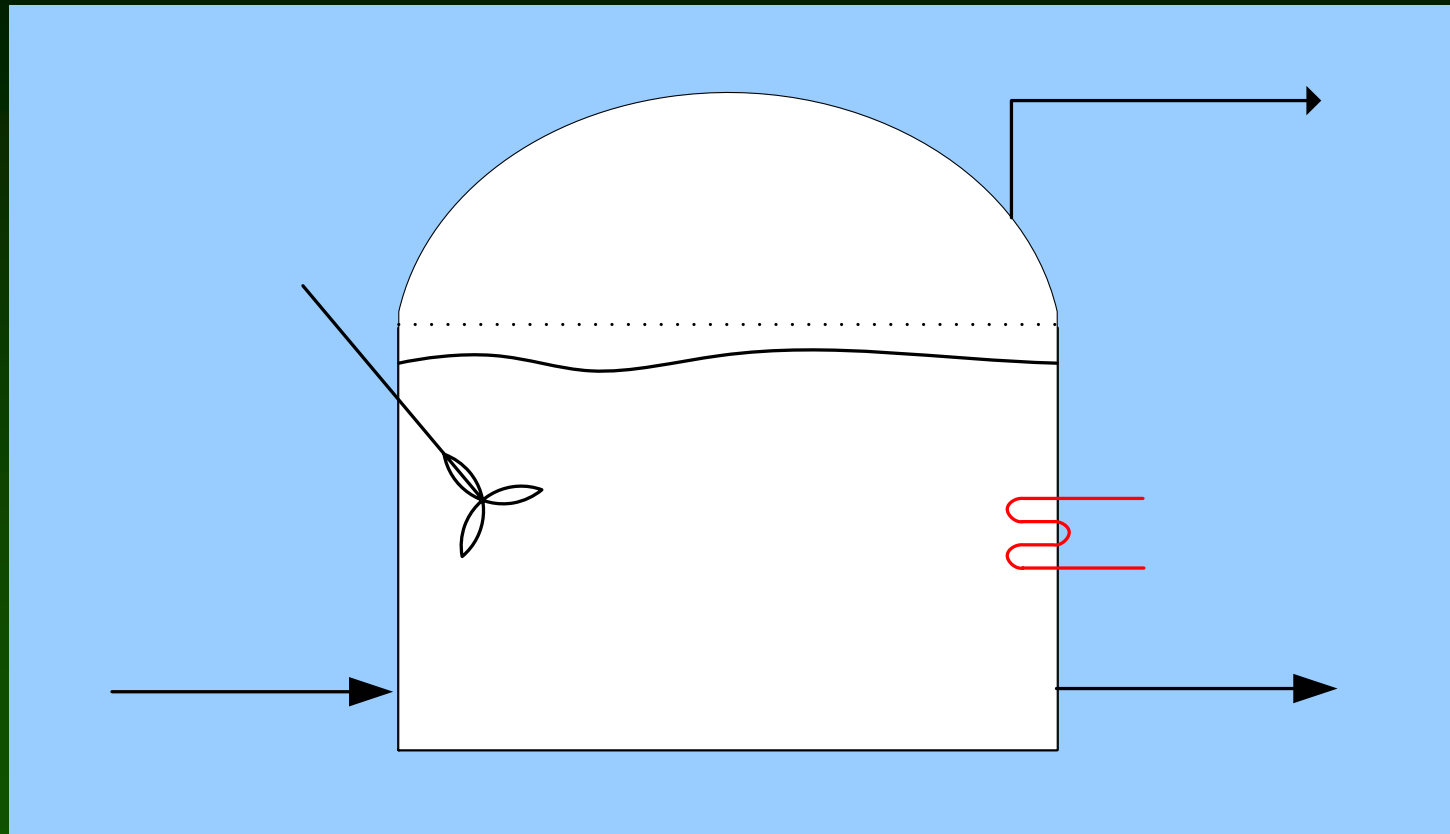
Caso studio 3 – dati tecnici

Anno di realizzazione	1995
Alimentazione	Liquame bovino e paglia di lettiera (700 bovini da latte)
Q_{in}	50 t/d
n_{st}	1
Tipologia impianto	1 CSTR
V_{tot} e V_{util}	1'100 m ³ 1'000 m ³
Conversione biogas	CHP
P_{biogas}	1'050 Nm ³ /d → $R = 1 \text{ Nm}^3 \text{ biogas}/(\text{d} \cdot \text{m}^3 \text{ reat.})$
W_e e W_{th}	100 kW _e 97 kW _{th}
Autoconsumo	80% P_e (impianto ed allevamento) 100% P_{th} (impianto e non suff.)
T	40°C estate 30°C inverno
OLR	5 kg S.V./ (m ³ reat.*d)
HRT	20 d
C/N	17
Investimento	400'000 €
Gestione impianto	Interna

Caso studio 3 – foto



Caso studio 3 – tipo impianto



Reattore completamente miscelato (CSTR)

Caso studio 3 – analisi

Aspetti positivi:

- Digestione anaerobica per il trattamento di reflui/scarti organici impattanti
- biomasse residuali prima che dedicate
- impianti efficienti, monitorati ed aggiornati
- impianto come investimento per un'integrazione del reddito (cogenerazione) delle attività agro-zootecniche e non come costo di trattamento.

Aspetti da ottimizzare:

- Elevati costi energetici di pretrattamento della paglia
- tempo di residenza basso
- mancanza separazione solido/liquido del digestato

Prospettive di sviluppo della valorizzazione di risorse organiche mediante digestione anaerobica

Prospettive a breve termine

- Investire sull'esistente per renderlo più efficiente ed economicamente redditizio
- Nuovi impianti per il trattamento delle matrici già conosciute (liquami suini e bovini) applicando il concetto della co-digestione e della valorizzazione del digestato.

Ricerca applicata

Obiettivi e ricadute

- *Testare nuove matrici/miscele ampliando i campi di applicazione del processo di digestione anaerobica*
- *ottimizzazione della resa*
- *soluzione di problemi impiantistici e di processo*
- *migliorare i pretrattamenti delle miscele in ingresso*
- *migliorare la gestione e valorizzazione del digestato*
- *diminuire la taglia minima degli impianti ($< 60 \text{ kW}_e$).*

Matrici/miscele

- Scelta di biomasse dedicate adatte al clima e coltivate il più possibile all'interno di una logica di rotazione colturale e/o di set-aside (P.R.E.A.)
- Scelta di biomasse di scarto povere e diffuse come paglia e stocchi per co-digestione con reflui zootecnici ad alto tenore di umidità in sostituzione parziale delle biomasse dedicate (AGROBIOGAS)
- FORSU, anche in co-digestione con fanghi di depurazione dove la raccolta dei rifiuti e la depurazione avvengono in aree limitrofe (FOR-BIOGAS)
- Deiezioni avicole in co-digestione con biomasse dedicate (R.E.S.P.A.C.). A riguardo è in corso un approfondimento
- Scarti di macellazione ed altri sottoprodotti di origine animale
- Scarti e reflui dell'agroindustria, della ristorazione, dell'industria lattiero-casearia, dei birrifici.

Integrazione con altre filiere

- Compostaggio
- Bioraffinerie
- Biocarburanti di II generazione

Vantaggi derivanti dall'integrazione di digestione anaerobica e compostaggio

Migliore valorizzazione della matrice organica trattata:

- bilancio energetico è positivo: si produce energia rinnovabile, in parte sfruttata per coprire i consumi impiantistici
- riduzione delle emissioni di gas serra in atmosfera
- flessibilità rispetto al contenuto di umidità della matrice organica trattata è maggiore.

La fase più incisiva di stabilizzazione della sostanza organica avviene nel digestore anaerobico, pertanto:

- riduzione delle emissioni di odori molesti e COV
- riduzione bioaerosol → maggior sicurezza dal punto di vista sanitario.

Bioraffinerie

Residuo	Bio-prodotto
Polpa di barbabietola	Vanillina
Scarti di mela, malto spento	Acido gamma-linoleico
Residui di kiwi	Laccasi

Vantaggi offerti dalle nuove tecnologie

- Garanzia di redditività dell'impianto grazie alla supervisione di personale specializzato anche da remoto (telecontrollo e telemonitoraggio)
- Riduzione delle dimensioni del digestore rispetto alla digestione anaerobica ad umido con relativa riduzione dei costi di realizzazione e dei tempi di payback
- Applicabilità a matrici organiche ad alto contenuto di sostanza secca (reflui avicoli, letame bovino, FORSU ecc.)
- Possibilità di realizzare impianti di taglia ridotta per servire singole attività (< 60 kW_e di potenza installata)
- Riequilibrio del rapporto fra i nutrienti (C, N, P, K) per effetto del processo anaerobico e dell'opportuna miscela di matrici differenti.

RES Società Cooperativa Reliable Environmental Solutions

Si ringrazia per l'attenzione e si ricorda il nostro
indirizzo e-mail per richiedere ulteriori
informazioni

biogas@resitalia.org

