

Produzione di BIOGAS da FORSU

Risultati operativi

P. P. Cella Mazzariol
P.F. Pitardi

9 Novembre 2022



25 anni di Green technology revolution

PMI INNOVATIVA

9 marchi e 12 brevetti

13 tecnologie proprietarie

102 impianti realizzati nel mondo

2½ milioni di ton di rifiuti trattate annualmente

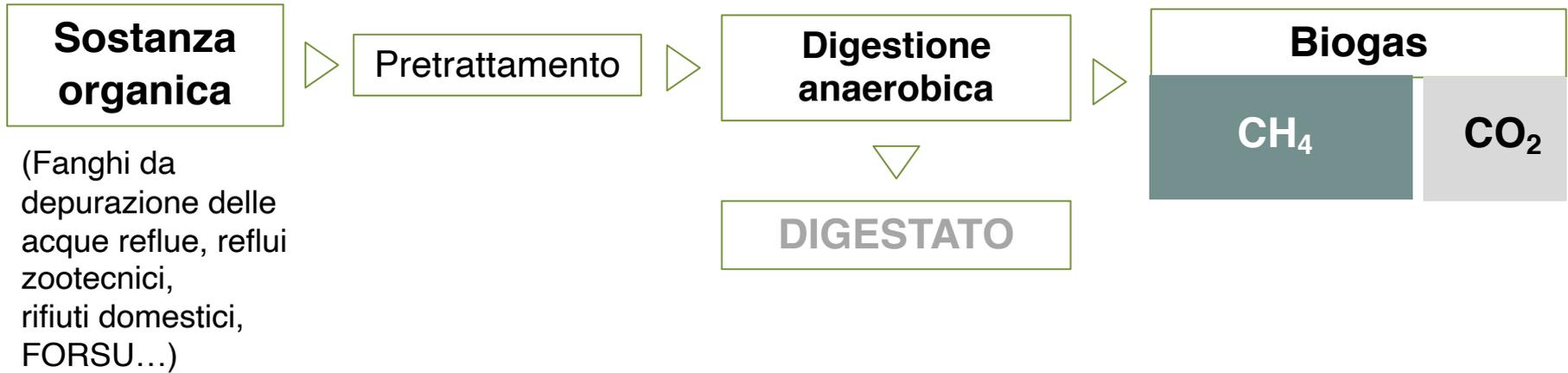
1 M€ investito ogni anno in R&S

5 impianti gestiti/supervisionati

50% dipendenti laureati



La digestione anaerobica





Scopo e parametri monitorati

Scopo del lavoro è esporre i **parametri operativi della digestione anaerobica registrati sul campo**, confrontando i risultati con quelli disponibili in letteratura in riferimento a:



Tipologia di raccolta rifiuto



Provenienza geografica
del rifiuto



Tipo di pretrattamento



RESE DI PROCESSO MONITORATE

SBP (Nm³ Biogas/ton)

Specific biogas potential

SMP (Nm³ CH₄/tonTVS)

Specific methane potential

*Le condizioni normali fanno riferimento a pressione e temperatura rispettivamente pari a 1 atm e 273 ° K.
Qualora non espressamente specificato nei paper è stata considerata una percentuale di metano nel biogas pari a 58 %.*



Rese di biogas per matrici organiche da Rifiuti Solidi Urbani (RSU)*

Frazione organica da:

selezione
meccanica RSU

grandi
utenze

provenienza
domestica

SMP, m₃CH₄/ton VS

160-370

450-490

370-400

Le frazioni organiche selezionate alla fonte sono caratterizzate da una **maggiore produzione specifica di metano per tonnellata di solido volatile**, dovuta alla migliore selezione del materiale alla fonte.

*Tabella tratta con modifiche dal rapporto APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici) [1].



Caratteristiche della FORSU*

Paesi	SMP (Nm3 CH4/tonTVS)	SBP (Nm3 biogas /ton)	Efficienza raccolta differenziata** (%)
Belgio	319,00	132,00	65 %
Danimarca	509,13	215,69	50 %
Germania	528,00	204,83	62 %
Irlanda	529,00	255,38	35 %
Italia	522,04	213,06	60 %
Spagna	221,50	69,51	10 %
Regno Unito	402,00	168,66	45 %

La variabilità della produzione specifica di biogas e biometano dipendono fortemente dall'area geografica di provenienza del rifiuto. Ad eccezione di Irlanda e Belgio nei paesi dove la raccolta differenziata funziona, la FORSU è un substrato più adatto alla digestione anaerobica.

*Tabella tratta con modifiche tratta da Campuzano et al. [2] con modifiche.

**L'efficacia della raccolta differenziata del rifiuto solido urbano come da rapporto dell'European Environment Agency (EEA) [3]



Tipologie di pretrattamento

lacerazione sacchi

rimozione metalli

separazione plastiche e inerti:

vagliatura a disco

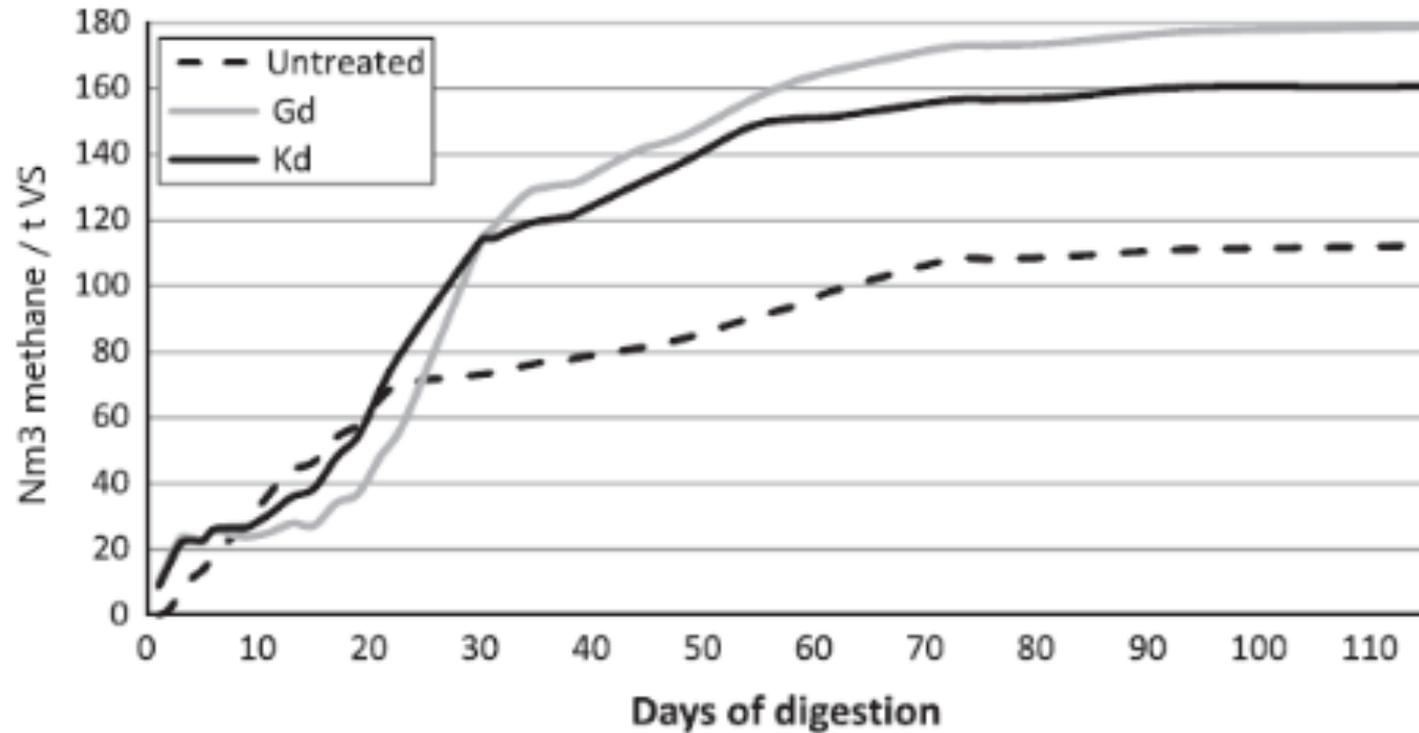
vaglio a tamburo rotante

vibrotaglio





Effetti del pretrattamento



Le prove di digestione anaerobica su **insilato di mais** mostrano come un **pretrattamento** che produca una **riduzione granulometrica** renda il substrato più disponibile all'attacco microbico.

TERRITORIO E RISORSE - Santhià (VC) – Italia

Impianto compostaggio e digestione anaerobica



Società	Territorio e Risorse S.r.l.
Capacità	50.000 t/a 80.000 t/a da 2023 in poi
Rifiuto trattato	FORSU frazione organica da raccolta differenziata
Prodotto finale	<ul style="list-style-type: none">• Compost di alta qualità per agricoltura: fino a 10.000 t/a• Biogas: fino a 4,500.000 m³/a, da cui si ottiene fino a 2,750.000 m³/a di Biometano da immettere in rete• CSS da plastiche residue: fino a 3.000 t/a
Start up	Compostaggio: dal 2009 Digestione anaerobica: dal 2020 Digestione anaerobica digestore aggiuntiva : da inizio 2023
Impianto	Compostaggio e Digestione anaerobica
Bacino servito	Fino a 730.000 abitanti
Personale	14
Ampliamento	Autorizzato nel 2021, attualmente in costruzione, avviamento previsto ad inizio 2023 (capacità dell'impianto 80.000 tpa)

TERRITORIO E RISORSE - Santhià (VC) – Italia

Impianto compostaggio e digestione anaerobica



Società	Territorio e Risorse S.r.l.
Capacità	50.000 t/a 80.000 t/a da 2023 in poi
Rifiuto trattato	frazione organica da raccolta differenziata
Prodotto finale	<ul style="list-style-type: none">• Compost di alta qualità per agricoltura: fino a 10.000 t/a• Biogas: fino a 4,500.000 m³/a, da cui si ottiene fino a 2,750.000 m³/a di Biometano da immettere in rete• CSS da plastiche residue: fino a 3.000 t/a
Start up	Compostaggio: dal 2009 Digestione anaerobica: dal 2020 Digestione anaerobica digestore aggiuntivo: da inizio 2023
Impianto	Compostaggio e Digestione anaerobica
Bacino servito	Fino a 730.000 abitanti
Personale	14
Ampliamento	Autorizzato nel 2021, attualmente in costruzione, avviamento previsto ad inizio 2023 (capacità dell'impianto 80.000 tpa)

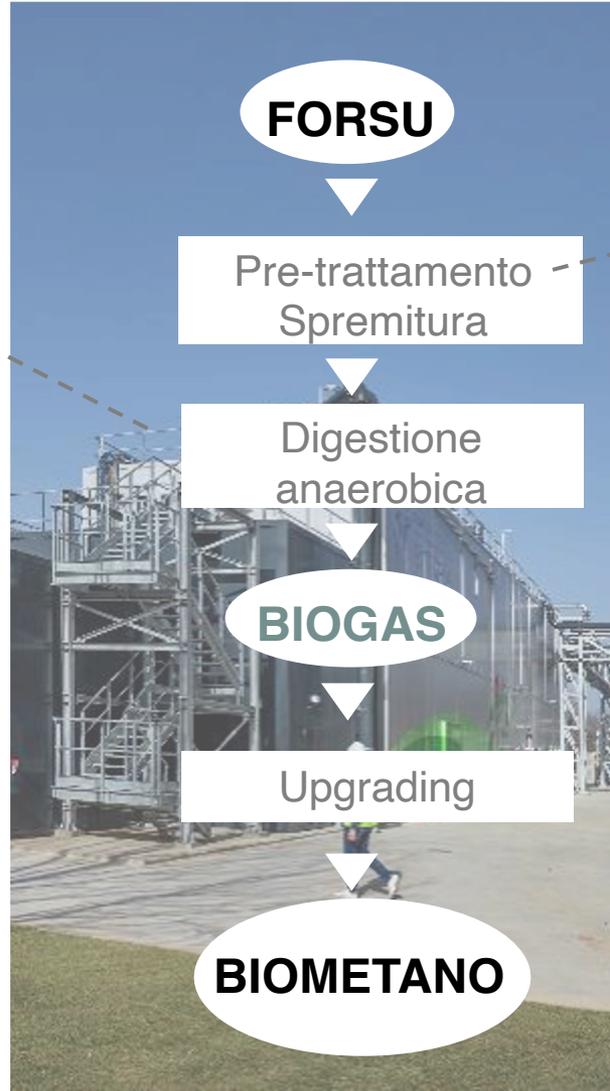


Il sistema di trattamento FORSU Entsorga

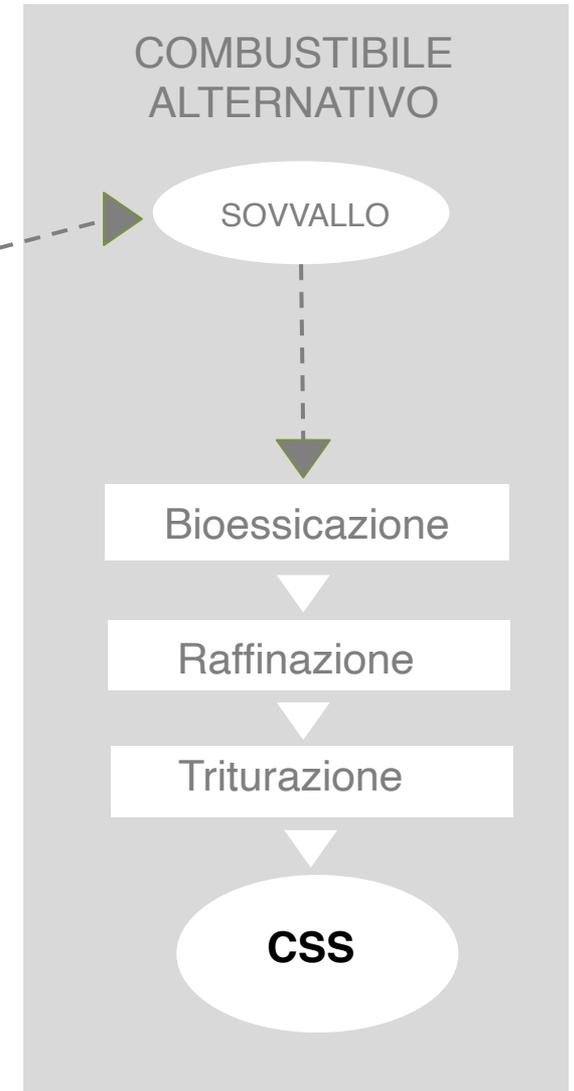
COMPOSTAGGIO



DIGESTIONE ANAEROBICA



COMBUSTIBILE ALTERNATIVO





La sezione di Digestione anaerobica



Il **pretrattamento** prevede l'**apertura** dei sacchi, deferrizzazione, e la **spremitura** della parte organica.



L'alimentazione dei digestore con **pompe e tubazioni** evita sversamenti, manutenzioni e blocchi



Il digestore è un **Semi Dry Plug Flow** con agitatore assiale e riscaldamento ad alta efficienza con iniezioni di vapore.



Il sistema di **upgrading** prevede **torre di lavaggio, carboni attivi e membrane**



Risultati operativi a un anno dall'avviamento

Mese	CH4 (%)	H2S (ppm)	Produzione biogas (Nm3 biogas / ton ingestato)	Produzione Metano (Nm3 metano / ton VS)
giu-21	60,61	361	88,31	224,32
lug-21	60,39	338	177,53	467,27
ago-21	58,77	342	177,35	447,67
set-21	58,15	348	195,38	495,64
ott-21	58,70	512	211,63	535,94
nov-21	58,68	639	200,95	497,66
dic-21	58,43	538	226,36	546,30
gen-22	57,96	512	208,70	469,49
feb-22	56,59	352	201,48	444,40
mar-22	57,81	440	201,95	487,72
apr-22	58,16	438	209,09	504,24
mag-22	61,80	463	210,18	583,31
MEDIA	58,84	440	200,46	494,30

Le quantità misurate si riferiscono a quantità di biogas umide.



I due fattori determinanti per la resa

La particolare efficienza di produzione di biogas dalla digestione anaerobica registrata nell'impianto di Santhià è risultata superiore a quella di molti impianti europei ed anche italiani. Questo è dovuto soprattutto a alcuni fattori determinanti quali il pretrattamento ed la digestione anaerobica semi-dry plug flow.



FORSU

La **FORSU** costituisce un buon substrato per la reazione perché:

- possiede **nutrienti bilanciati**
- richiede **meno operazioni di separazione**
- garantisce **più ricavi** dovuti alla valorizzazione del biogas, a parità di rifiuto trattato



INGESTATO

Il **PRETRATTAMENTO** produce un substrato simile ad una purea, disponibile per l'attacco di microorganismi responsabili della degradazione della sostanza organica. Le macchine, inoltre, permettono un recupero molto spinto della sostanza organica 85% rispetto alla FORSU alimentata, con un minimo trascinarsi di sostanza organica nel sovrappiù (circa il 7 %).



Bilancio del carbonio biogenico

La valutazione di un processo in termini di recupero di carbonio biogenico può essere eseguita attraverso un **bilancio di materia** complessivo dell'impianto e del **carbonio organico**. Occorre:

1

Individuare le quantità in **ingresso** e in **uscita** dal processo, differenziando questi ultimi come **scarti** ed **End of Waste (EoW)**

2

Stimare la **quantità di sostanza organica** presente in ciascuna corrente

3

Stimare la quantità di **carbonio** presente all'interno della sostanza organica in ogni corrente.

$$\text{Organic Carbon Recovery OCR (\%)}: \frac{C_{EoW} \text{ (ton)}}{C_{ingresso} \text{ (ton)}}$$



Recupero del carbonio biogenico

Bilancio di massa del carbonio organico e risultati			
Corrente	Categoria	Quantità (ton)	C (ton)
FORSU	Input	1850	168
VERDE	Input	863	232,8
Compost	EoW	490	141
CSS	EoW	248	40,4
Biometano	EoW	97	72,2
Risultati			
Totale input (ton)		2713	400,8
Totale EoW (ton)		835	253,6
OCR (%)		31	63,3

Il recupero del carbonio negli EoW è così ripartito:

- Compost: 35 %;
- Biometano: 18 %;
- CSS: 10 %.

Le quantità riportate in tabella sono riferite ad un mese di funzionamento in impianto.



GRAZIE!

ENTSORGAFIN S.P.A
ENTSORGA ITALIA S.P.A.

Strada Provinciale per
Castelnuovo Scrivia, 7/9
15057 Tortona (AL) - Italy
PH +39 0131 811383
www.entsorga.it
info@entsorga.it

ENTSORGA INC.
100 Saunders Rd. Suite 150
Lake Forest, IL 60045
Ph: +1 (847) 574-7859



BIBLIOGRAFIA

- [1] 'APAT Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici'. [Online]. Available: www.apat.it
- [2] R. Campuzano and S. González-Martínez, 'Characteristics of the organic fraction of municipal solid waste and methane production: A review', *Waste Management*, vol. 54. Elsevier Ltd, pp. 3–12, Aug. 01, 2016. doi: 10.1016/j.wasman.2016.05.016.
- [3] European Environment Agency, *Bio-waste in Europe turning challenges into opportunities*.
- [4] J. Lindmark, N. Leksell, A. Schnürer, and E. Thorin, 'Effects of mechanical pre-treatment on the biogas yield from ley crop silage', *Appl Energy*, vol. 97, pp. 498–502, 2012, doi: 10.1016/j.apenergy.2011.12.066.