

XXIII CONFERENZA SUL  
COMPOSTAGGIO E  
DIGESTIONE ANAEROBICA  
Sessione Tecnica

ECOMONDO 2021 - Rimini

# STUDIO SULLA STABILITÀ DI DIGESTATI DA IMPIANTI DI TRATTAMENTO DELLA FORSU

Erika Sinisgalli, Mariangela Soldano, Mirco Garuti,  
Sergio Piccinini

Centro Ricerche Produzioni Animali (CRPA)  
*CRPA Lab, Sezione Ambiente ed Energia - Reggio Emilia*



RETE ALTA TECNOLOGIA  
EMILIA-ROMAGNA  
HIGH TECHNOLOGY NETWORK



TECNOPOLO REGGIO-EMILIA



# Regolamento (UE) 2019/1009



- In vigore da *luglio 2022*
- Armonizzazione delle condizioni per la messa a disposizione sul mercato interno di concimi ottenuti da materiali riciclati o di origine organica
- Sviluppo dell'economia circolare
- Efficientamento utilizzo dei nutrienti
- Riduzione della dipendenza dell'Unione Europea da nutrienti provenienti da paesi terzi



# Regolamento (UE) 2019/1009

## ALLEGATO II

### Categorie di Materiali Costituenti (CMC)

- CMC 1: Sostanze e miscele a base di materiale grezzo
- CMC 2: Piante, parti di piante o estratti di piante
- CMC 3: Compost
- **CMC 4: Digestato di colture fresche**
- **CMC 5: Digestato diverso da quello di colture fresche**
- CMC 6: Sottoprodotti dell'industria alimentare
- CMC 7: Microrganismi
- CMC 8: Polimeri nutrienti
- CMC 9: Polimeri diversi dai polimeri nutrienti
- CMC 10: Prodotti derivati ai sensi del regolamento (CE) n. 1069/2009
- CMC 11: Sottoprodotti ai sensi della direttiva 2008/98/CE

CMC	Parametro: STABILITÀ
CMC4 – CMC5 Digestato	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>OUR Oxygen Uptake Rate</b> <math>\leq 25 \text{ mmol O}_2 \text{ kgSV}^{-1} \text{ h}^{-1}</math></li><li>• <b>RBP</b> <math>\leq 0,25 \text{ l biogas/g SV}</math></li></ul>



# Materiali e metodi

- Studio commissionato e campioni forniti dal *Consorzio Italiano Compostatori (CIC)*
- Verifica parametri *chimici* e parametri di *stabilità* di digestati provenienti da **impianti di trattamento della frazione organica di rifiuti urbani (FORSU)**;
- **7 impianti integrati** di digestione anaerobica e compostaggio aerobico;
- 3 repliche/campione → analisi dei valori medi / validazione statistica



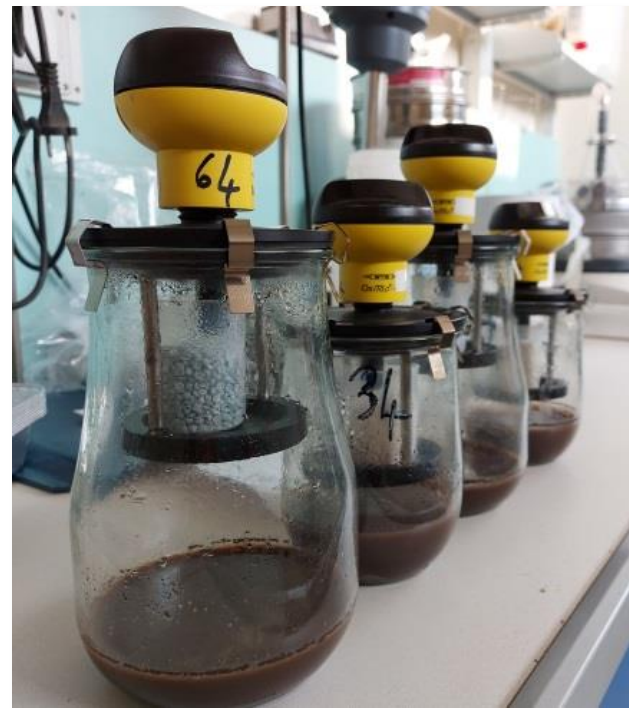


# Oxygen Uptake Rate (Test OUR)

UNI EN 16087-1:2020

Indicatore del **grado di decomposizione della sostanza organica biodegradabile in un determinato periodo di tempo.**

- Materiale analizzato sospeso in miscela di acqua, tampone, e nutrienti in un contenitore a chiusura ermetica posto in agitazione
- Misurazione della variazione di pressione nello spazio di testa del contenitore tramite sistema manometrico OxiTop® WTW
- Temperatura esecuzione test: **30 °C**
- Durata: **7 giorni** (variabili in base alla matrice)
- Dato analitico ( **$\text{mmol O}_2 \text{ kgSV}^{-1} \text{ h}^{-1}$** ): quantitativo di ossigeno assorbito per chilo di sostanza organica nell'unità di tempo  
→ indicatore di **ATTIVITA' RESPIRATORIA**

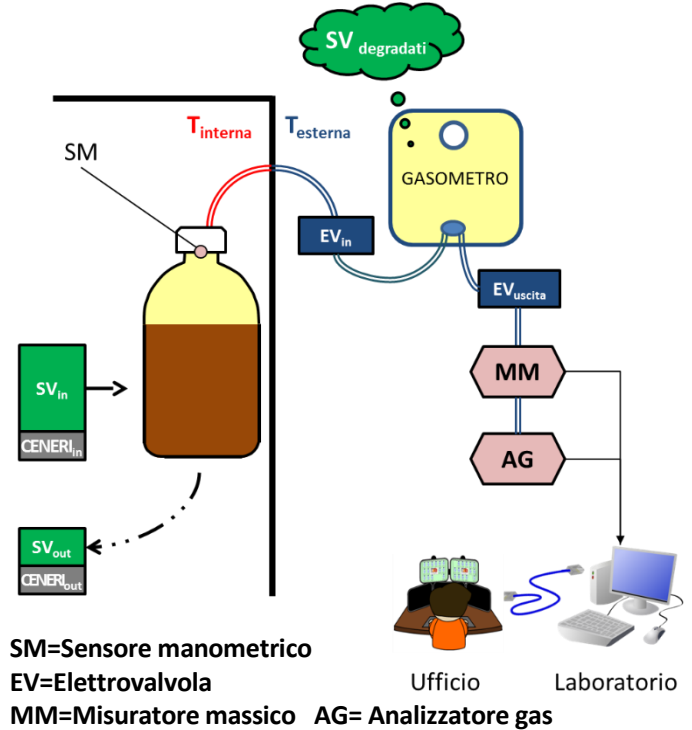




# Potenziale residuo di metano (test RBP)



CRPA  
lab







# Caratterizzazione agronomica dei digestati

Campione		ST	SV	NTK	N-NH <sup>+</sup> <sub>4</sub>	K	P
		%	%ST	%ST	%NTK	%ST	%ST
DIG 01	Media	23,12	65,43				
	Dev Std	0,94	1,16				
DIG 02	Media	38,25	65,02	2,51	26,19	0,93	0,78
	Dev Std	0,66	0,70	0,13	3,20	0,10	0,06
DIG 03	Media	22,98	60,79	3,81	40,15	2,31	0,59
	Dev Std	0,83	4,42	0,23	2,72	0,05	0,04
DIG 04	Media	17,40	48,17	3,96	42,14	4,11	0,71
	Dev Std	0,51	1,13	0,27	5,34	0,18	0,02
DIG 05	Media	23,80	60,99	3,53	38,08	2,00	0,94
	Dev Std	0,52	3,81	0,40	1,35	0,23	0,05
DIG 06	Media	25,50	56,81	2,73	50,55	4,28	0,77
	Dev Std	0,26	1,15	0,16	5,66	0,21	0,10
DIG 07	Media	28,44	61,23	4,05	27,65	1,50	0,73
	Dev Std	0,67	0,38	0,20	1,11	0,05	0,04
MIN		17	48	2,5	26	0,9	0,6
MAX		38	65	4,0	51	4,3	0,9



# Analisi dei criteri di stabilità

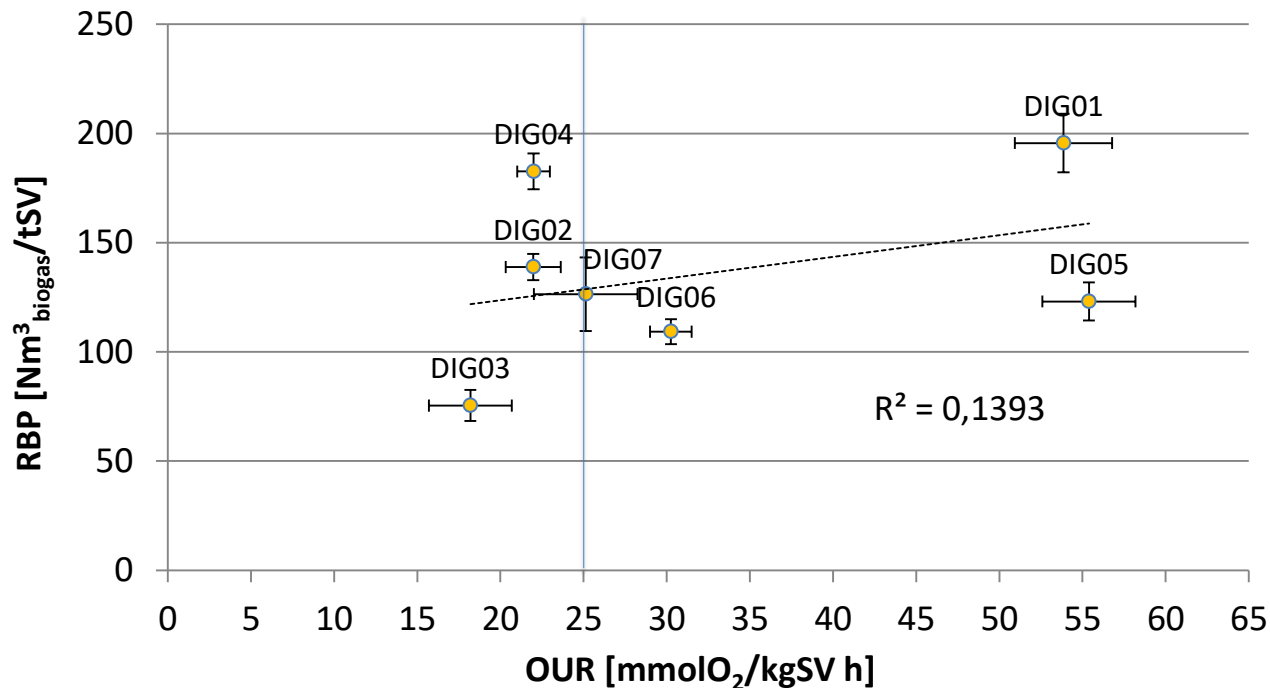
Campione	ST	SV	OUR	RBP		
	%	%ST	mmolO <sub>2</sub> /kg SV h	Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /tSV	Nm <sup>3</sup> biogas/tSV	
DIG 01	Media	23,12	65,43	53,9	120,7	195,6
	Dev Std	0,94	1,16	2,9	7,9	13,4
DIG 02	Media	38,25	65,02	22,0	91,2	138,9
	Dev Std	0,66	0,70	1,7	4,3	6,0
DIG 03	Media	22,98	60,79	18,2	49,6	75,4
	Dev Std	0,83	4,42	2,5	3,3	7,1
DIG 04	Media	17,40	48,17	22,0	119,3	182,6
	Dev Std	0,51	1,13	1,0	3,2	8,2
DIG 05	Media	23,80	60,99	55,4	89,9	123,1
	Dev Std	0,52	3,81	2,8	6,1	8,7
DIG 06	Media	25,50	56,81	30,3	69,5	109,3
	Dev Std	0,26	1,15	1,2	5,3	5,8
DIG 07	Media	28,44	61,23	25,1	78,7	126,5
	Dev Std	0,67	0,38	3,1	10,6	16,8
MIN	17	48	18,2	49,6	75,4	
MAX	38	65	55,4	120,7	195,6	

Il 100% dei digestati analizzati rientra nei limiti di stabilità previsti dal Reg. 2019/1009 per il parametro RBP mentre solo il 52% dei campioni rientra nei limiti per il test OUR





# Effetto della tipologia di matrice al carico

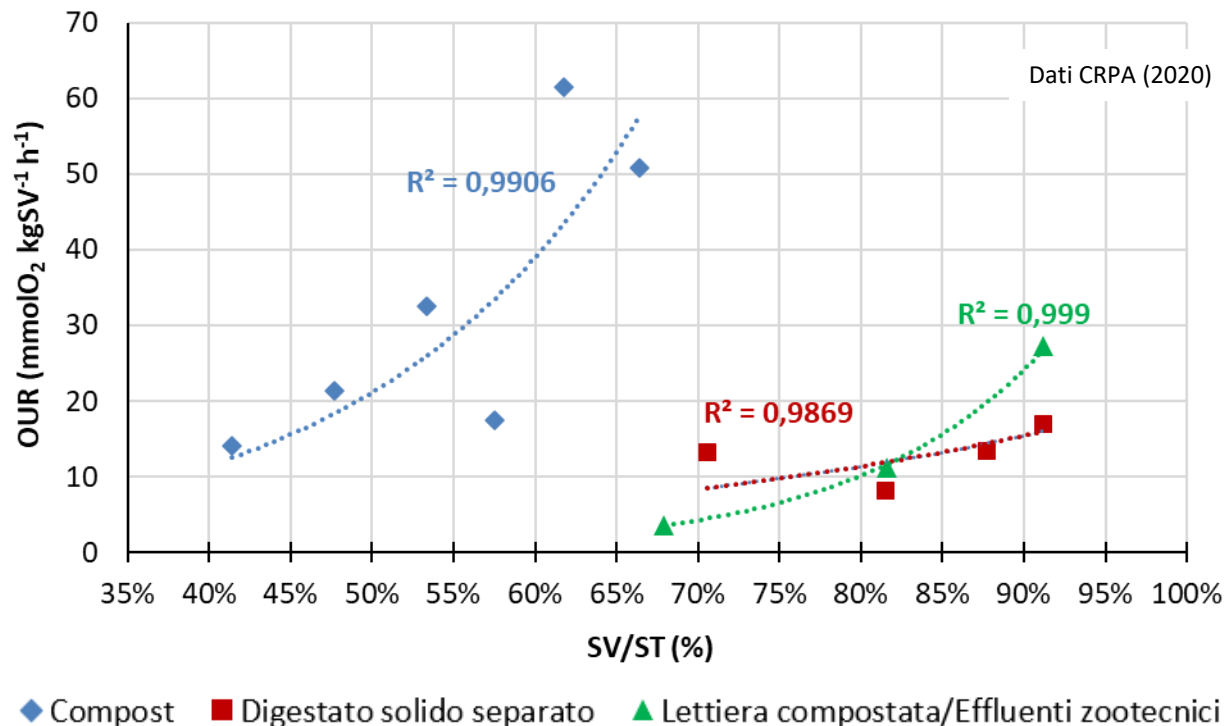




# Correlazione tra OUR e Solidi Volatili

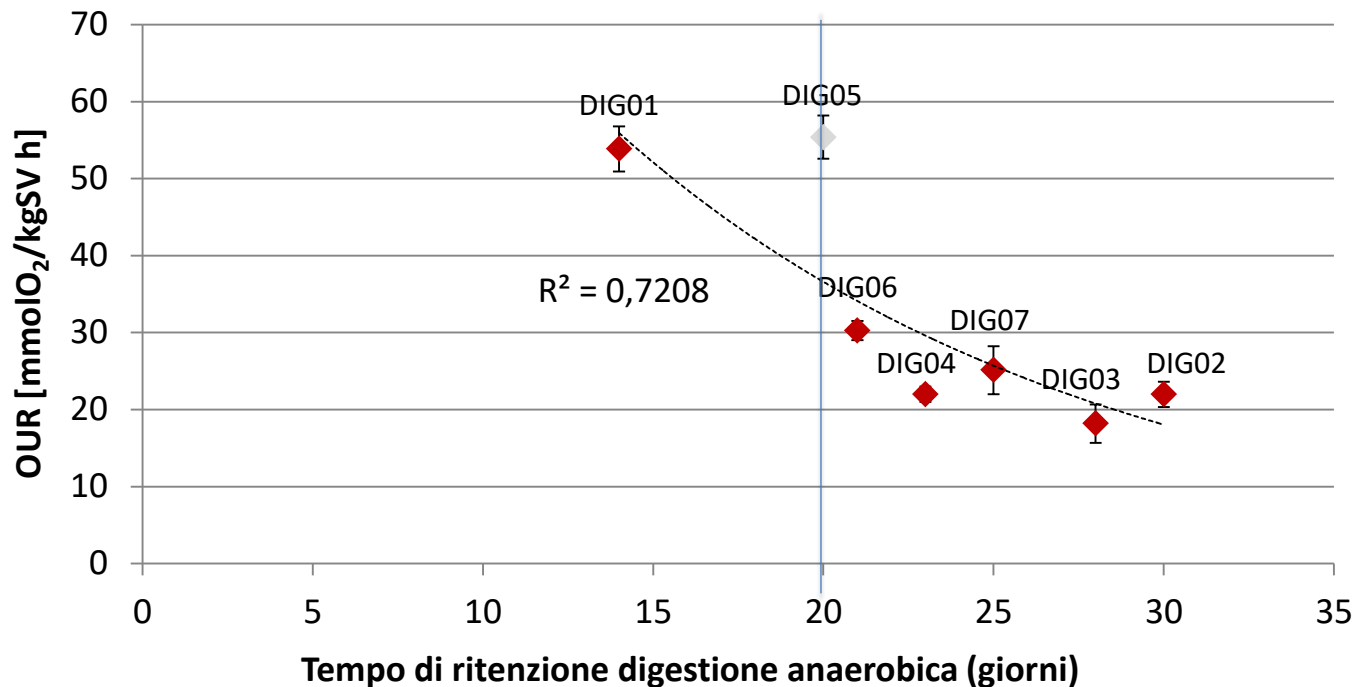
Limitata correlazione  
tra  
OUR e contenuto di  
solidi volatili (SV/ST)  
nei digestati da FORSU  
analizzati..

diversamente da  
quanto già riscontrato  
in altre matrici!



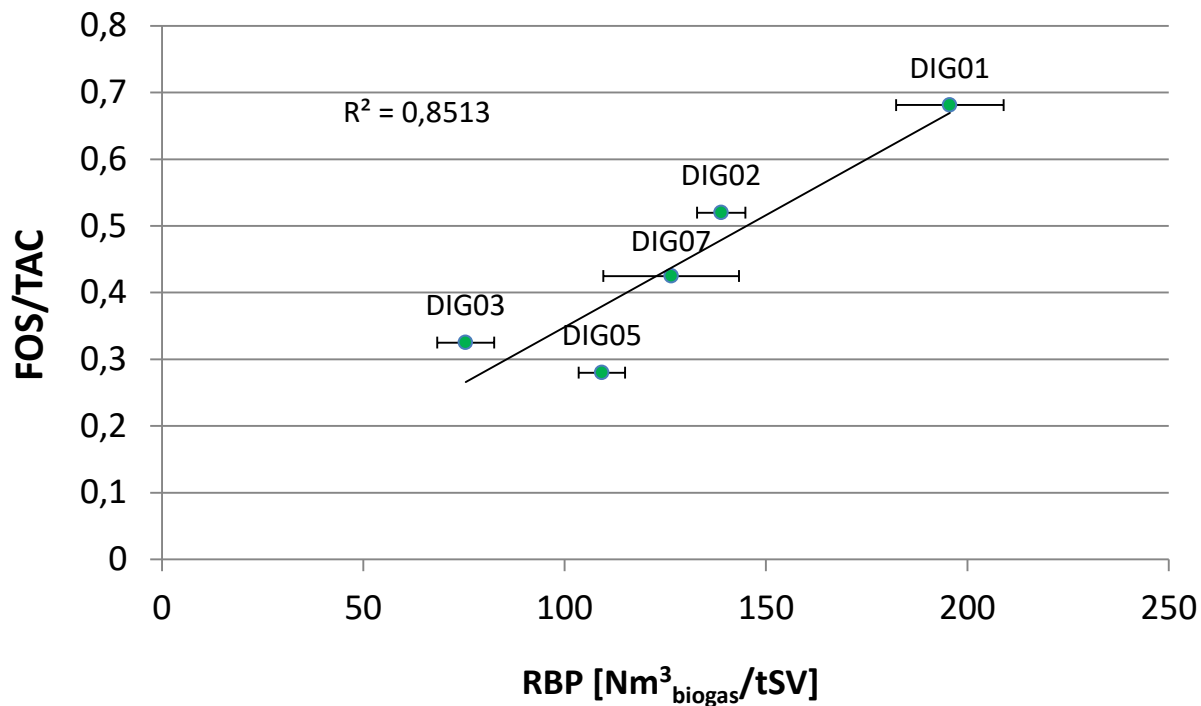


# Il tempo di DA influenza OUR del digestato





# Effetto della degradazione anaerobica su digestato





# Conclusioni – analisi chimiche

---

- I digestati analizzati provengono da impianti integrati anaerobici ed aerobici alimentati a FORSU; presentano un tenore di **solidi totali** tra il **17 - 38 %** ed un contenuto di **solidi volatili** tra **48 -65 %ST**;
- I valori di **azoto totale** si attestano tra i **2,5-4 %ST** con **azoto ammoniacale** compreso tra **26-50 %NTK**.  
Il **potassio (K)** è compreso in un intervallo di **0,9-4,3 %ST** ed il **fosforo (P)** tra **0,6-0,9 %ST**;



# Conclusioni – criteri di stabilità

- Il 100 % dei digestati analizzati rientra nei limiti di stabilità previsti dal Reg. 2019/1009 per il parametro RBP ( $< 0,25 L_{\text{biogas}}/\text{gSV}$ ) mentre solo il 52 % dei campioni rientra nei limiti per il test OUR ( $< 25 \text{ mmolO}_2/\text{kgSV h}$ );
- E' stata trovata una certa **correlazione tra il tempo di ritenzione e OUR**: maggiori sono i tempi di permanenza del substrato nel fermentatore, maggiormente i digestati risultano stabilizzati, il che si traduce anche in una minore attività di consumo di ossigeno durante il test OUR;



# Prospettive future

---

- L'effetto sul digestato dovuto alla degradazione della sostanza organica è confermato dai risultati delle analisi FOSTAC ed RBP, i quali danno un'indicazione dell'andamento biologico del processo: questo viene evidenziato da una buona correlazione tra i due parametri;
- Ulteriori correlazioni tra parametri di processo (temperatura, sostanza secca) layout impiantistico, tipologia di matrici utilizzate e stagionalità della FORSU dovranno essere riviste **alla luce di un maggiore numero di analisi.**
- **Nuova sperimentazione IN CORSO**



XXIII CONFERENZA SUL  
COMPOSTAGGIO E  
DIGESTIONE ANAEROBICA  
Sessione Tecnica

ECOMONDO 2021 - Rimini

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**

Erika Sinisgalli  
[e.sinisgalli@crpa.it](mailto:e.sinisgalli@crpa.it)