



POLITECNICO
MILANO 1863



«FANGHI Di DEPURAZIONE: GESTIONE e IMPLICAZIONI NORMATIVE»
ComoNext, 28 ottobre 2016

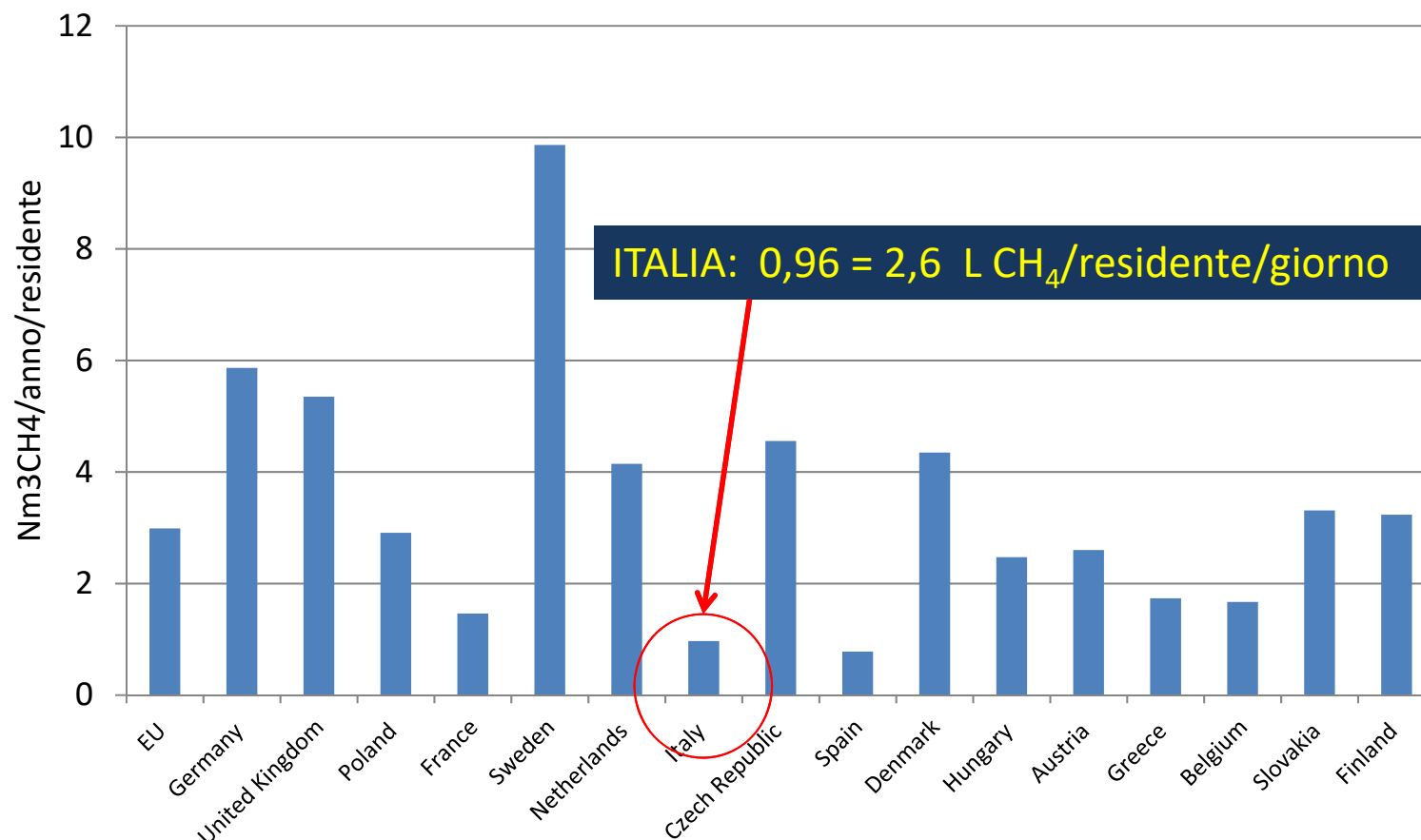
Digestione anaerobica dei fanghi: misure e metodi per ottimizzare il processo

Francesca Malpei, Arianna Catenacci

POLITECNICO DI MILANO

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale - Sezione ambientale

Produzioni medie nazionali di biogas (come metano) da fanghi, per residente (elaborazione su dati Euroobserver Biogas Barometer – 2013)



Energia da biogas da fanghi in Italia

GSE 2017

136,4 GWh_{elettrici}/anno generati;

+ 13 % rispetto al 2013;

+ 6,1 % rispetto al 2016;

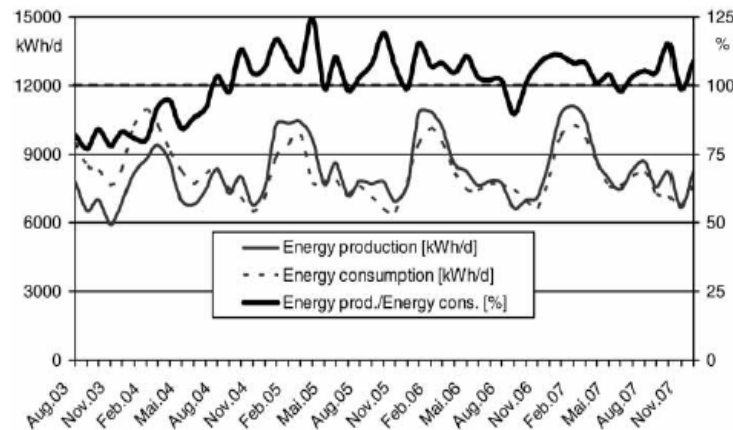
= 54 – 67 x 10⁶ Nm³CH₄/anno (per $\eta_{\text{elettrico}}$ 25 > 20%)

= 0,82 – 1,05 Nm³CH₄/(anno per residente)

= 2,2 – 2,9 L/(AE·d)

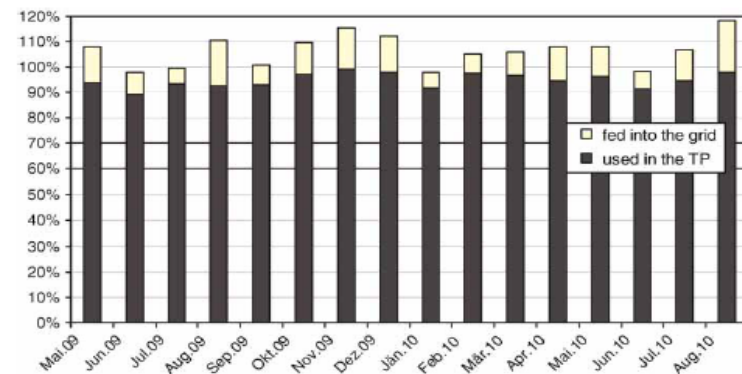
Benchmark austriaco

(Novak O. et al., 2011)



Strass WWTP, Impianto 146.000 AE, N/C= 0,07,
 Primario + 2 stadi aerobici (**SRT < 14 d**),
 anammox su surnatanti

SRT digestione: 36 d
21,4 kWh_{elettrici}/AE/anno
15,6 L CH₄/AE/d



Ischl WWTP, Impianto 50.000 AE, N/C= 0,09,
 primario + aerobico (**SRT < 12 d**),

SRT digestione = 80 d
20,6 kWh_{elettrici}/AE/anno da DA

Benchmark svizzero

BUWAL, Swiss Federal Ministry for Environment (1994)

Digestione mesofila fanghi deve conseguire:

$$\eta_{SSV} = 40 - 45\%$$

equivalenti a:

0,21 m³_nCH₄/kgSSV alimentato al digestore

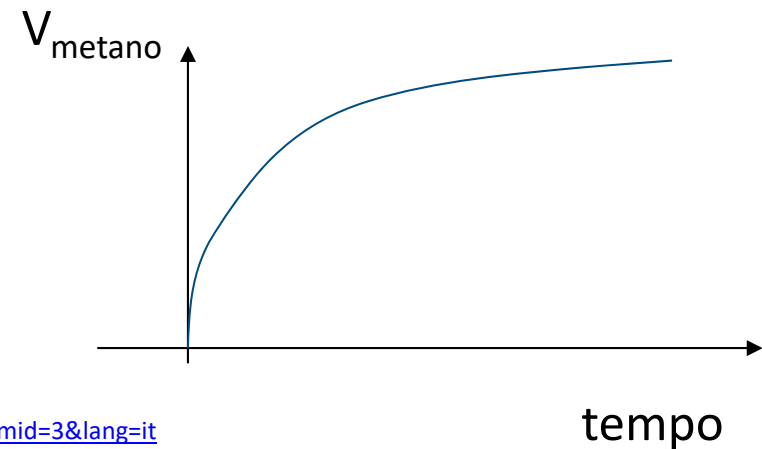
0,676 kWh_{elettrici}/kgSSVin (ηCHP = 35%)

Ottimizzare il funzionamento digestore: è un **beneficio** e una **necessità**

- Maggiore produzione specifica di metano e biogas
- Maggiore riduzione del secco
- Maggior abbattimento patogeni (HRT, T° e sua costanza, corretta miscelazione)
- Minori emissioni di CH₄ da post-ispessimento e conseguente rispetto dei vincoli di sostenibilità del biometano ai sensi UNI/TS 11567.
- Migliore sostenibilità economica ed ambientale

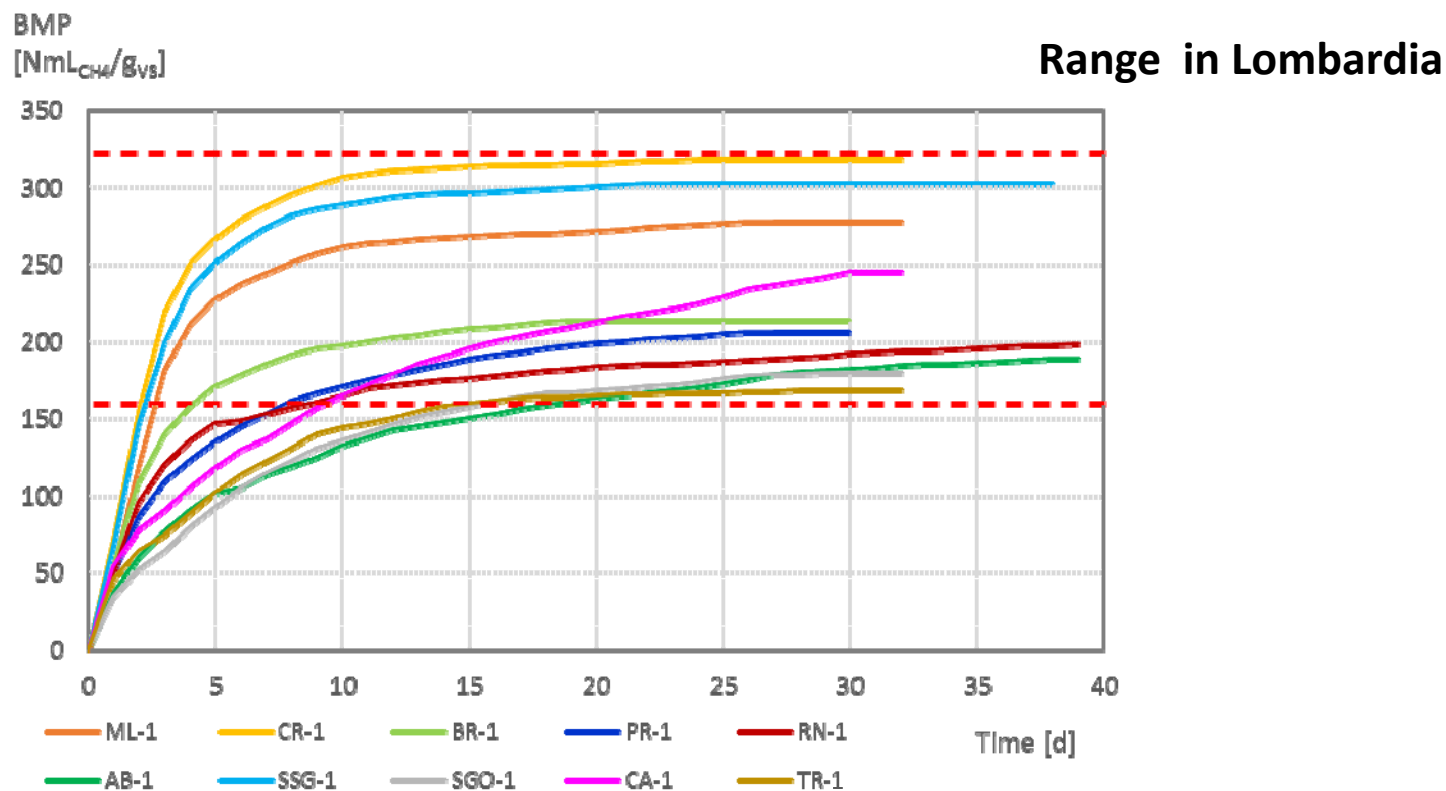
La misura della degradabilità anaerobica: il BMP (Biochemical Methane Potential)

- *Definizione:* La **produzione di metano** che si osserverebbe dopo un tempo di **degradazione infinito** ed in **condizioni ottimali** (inoculo acclimatato, assenza di inibizione, condizioni ambientali ottimali – quali: miscelazione, temperatura, pH – ottimali).
- E' il **corrispondente anaerobico** del **BOD_{ultimo}** (Biochemical Oxygen Demand) e fornisce **sia la produzione possibile** che la **cinetica del processo**
- Il **metodo** (per degradazione ad umido) **è stato recentemente pubblicato** (UNI/TS 11703, febbraio 2018)



http://www.fabbricabioenergia.polimi.it/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=3&lang=it

Fanghi primari: quanto producono ?

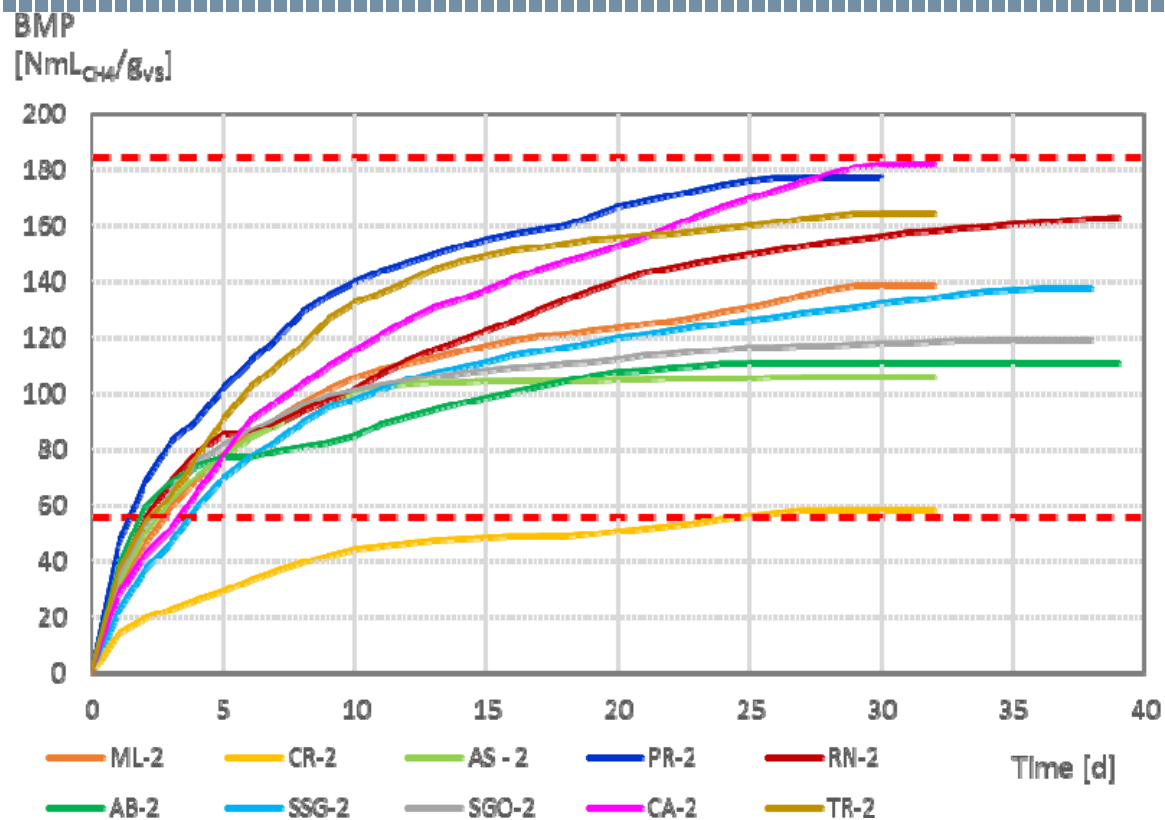


Fonte: Fabbrica della Bioenergia

www.fabbricabioenergia.polimi.it/index.php?lang=i

170-320 NL_{CH₄}/kg_{VS}

Fanghi secondari: quanto producono ?

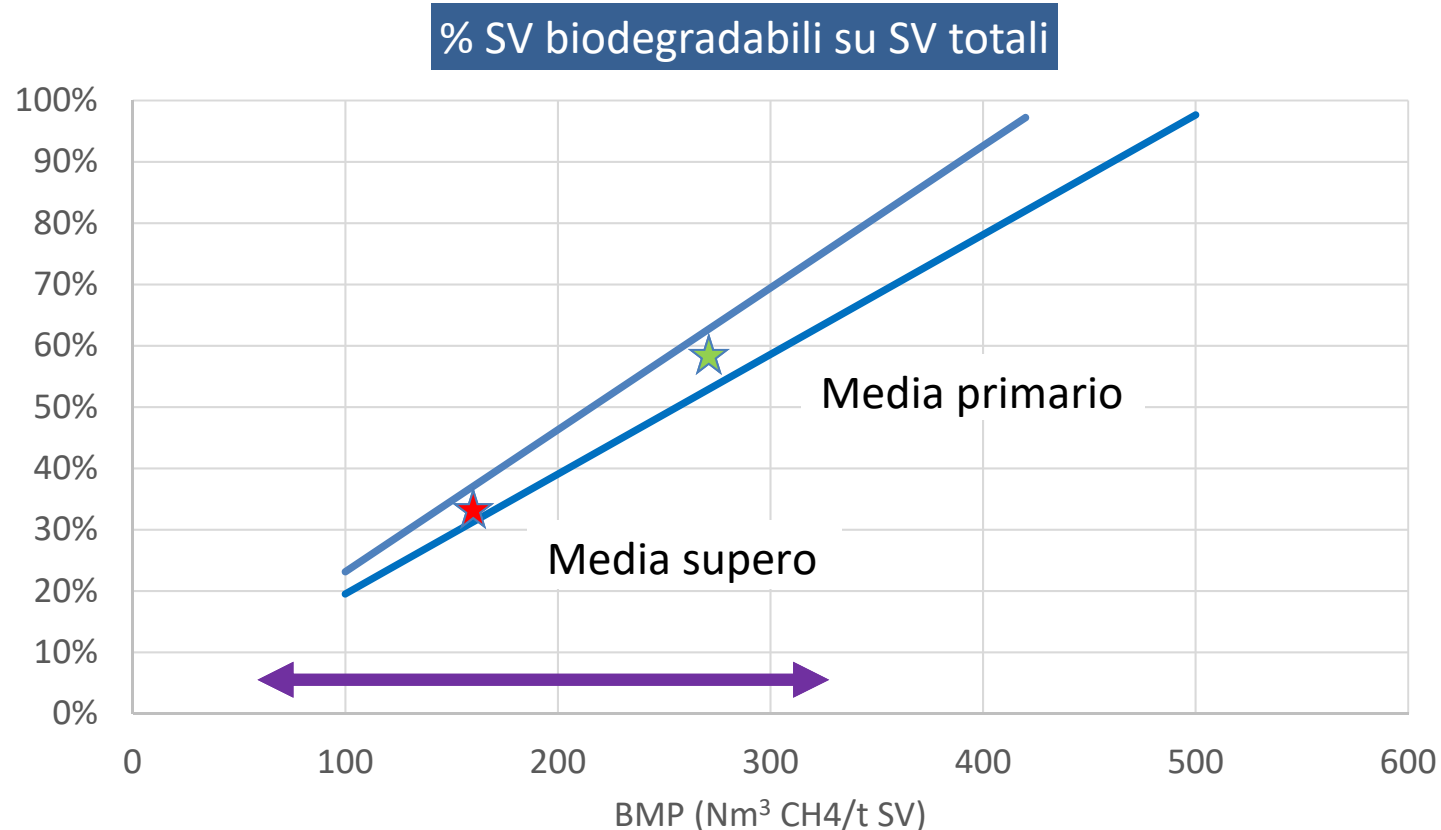


Fonte: Fabbrica della Bioenergia

www.fabbricabioenergia.polimi.it/index.php?lang=i

≈ 100 - 180 NL_{CH₄}/kg_{VS}

BMP fanghi: la misura di quanto i solidi volatili del fango siano degradabili



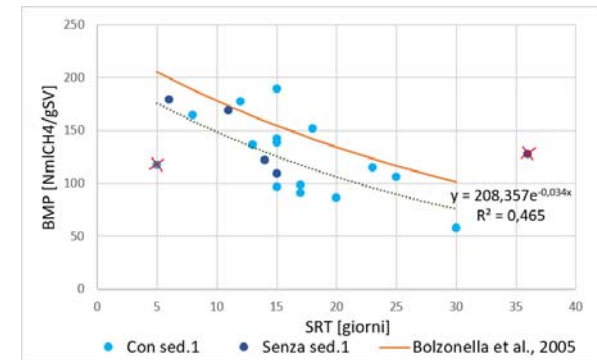
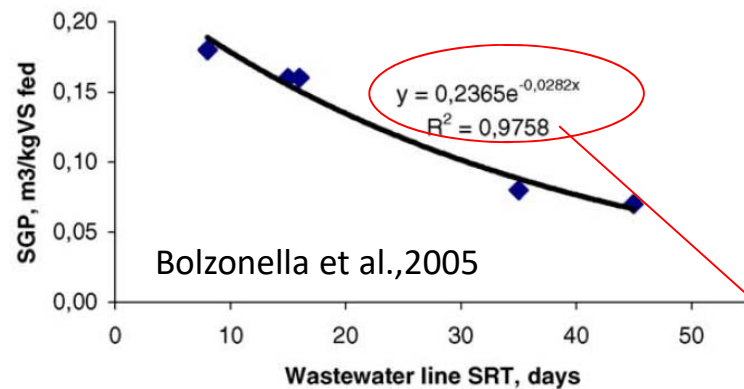
Obiettivo:
Aumentare il BMP del fango

Come:

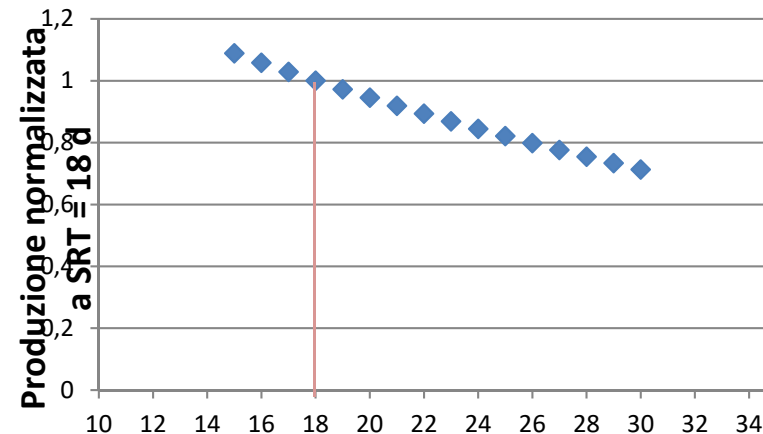
- *Ridurre SRT biologico*
- *Ridurre permanenza fanghi in tramoggia sedimentatori*
- *Pre-trattare*

Fanghi supero: degradabilità anaerobica vs. SRT linea acque

Dipendenza produzione di biogas (m^3/kgSV alimento) dall'SRT dei fanghi attivi

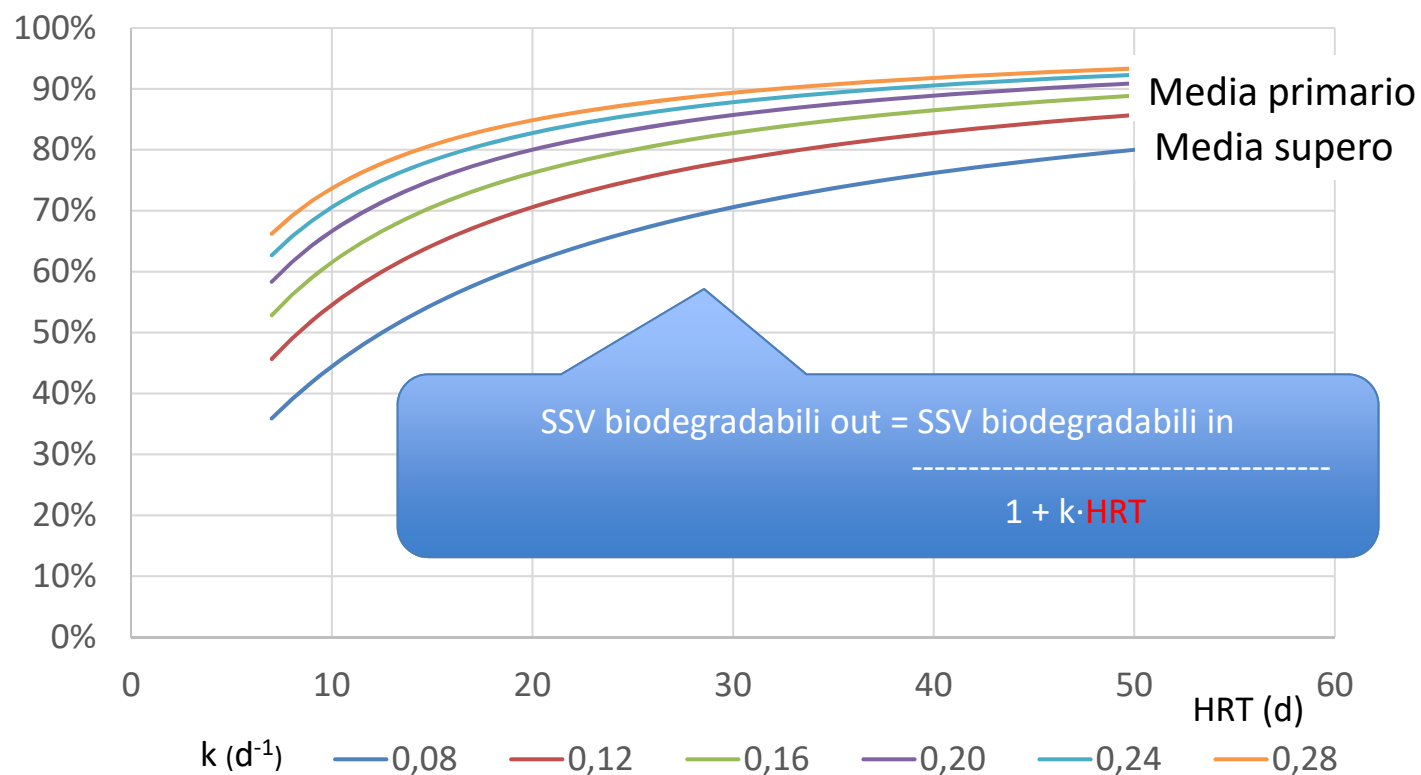


Operare all'SRT che garantisce nitrificazione STABILE....ma NON oltre !



Quanto è importante l'HRT per ottenere elevate degradazioni ?

Resa rimozione SV degradabili vs. HRT

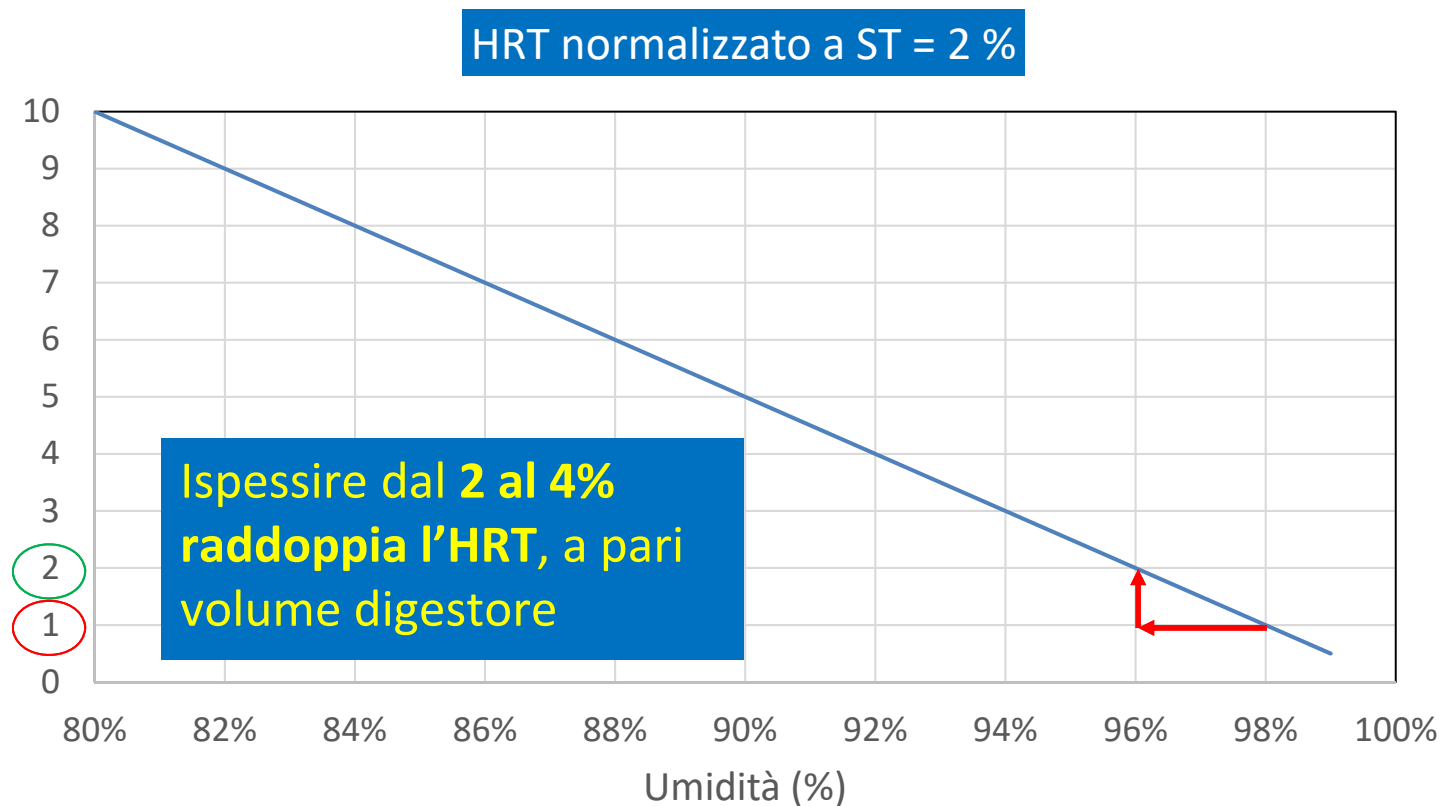


Obiettivo:
*Aumentare
HRT o cinetica*

Come:

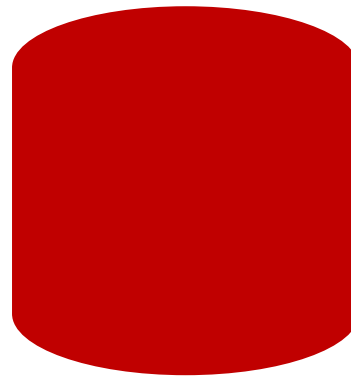
- *Ispessire di più*
- *Usare tutti i digestori disponibili*
- *Passare a termofilia*
- ...

Quanto è importante ispessire, per aumentare HRT ?



Metodi verifica prestazioni del processo (= il fango è ben digerito?): il BMP residuo

I dati che servono:

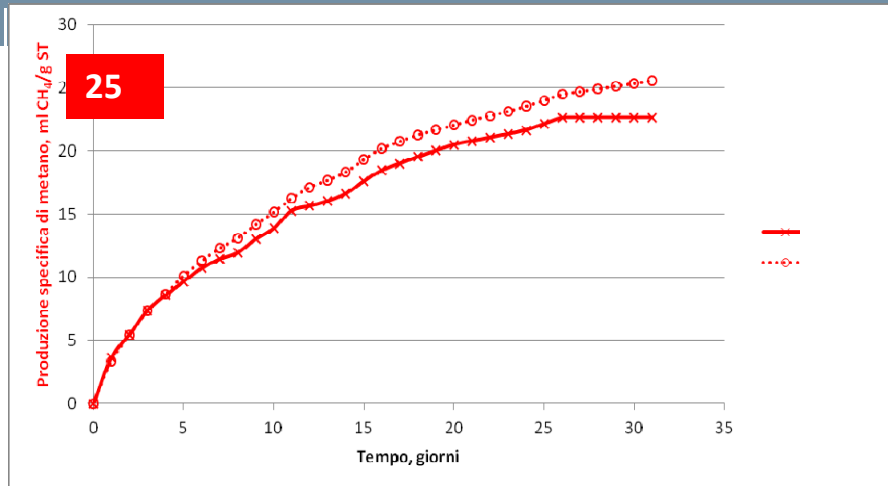


- $\text{BMP}_{\text{residuo}} \text{ (m}^3_{\text{n}} \text{CH}_4/\text{kgSV}_{\text{out}}\text{)}$

Le informazioni che si ottengono:

- La biodegradazione è completa ?
- Il fango è ben stabilizzato ?

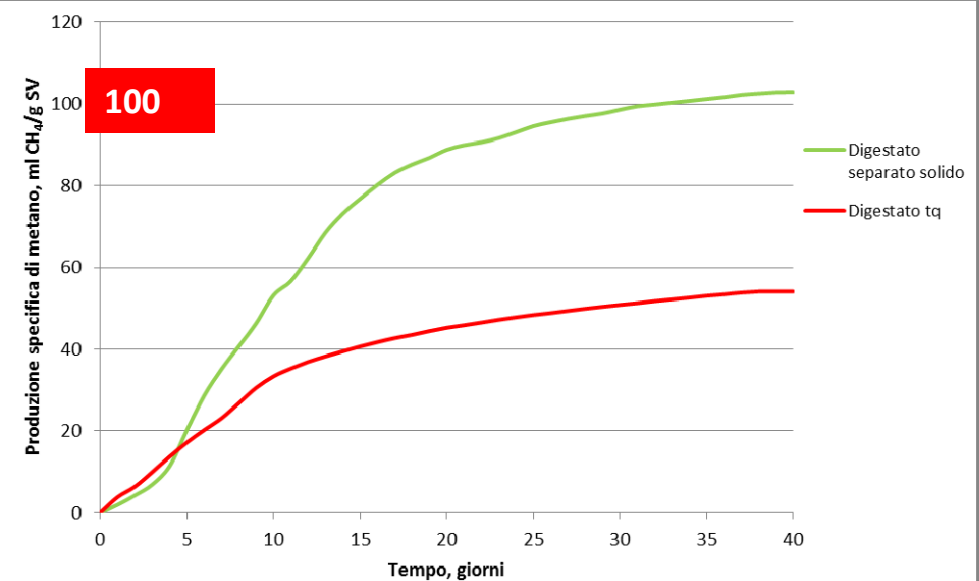
Metodi verifica prestazioni del processo (= il fango è ben digerito?): esempi di BMP residuo



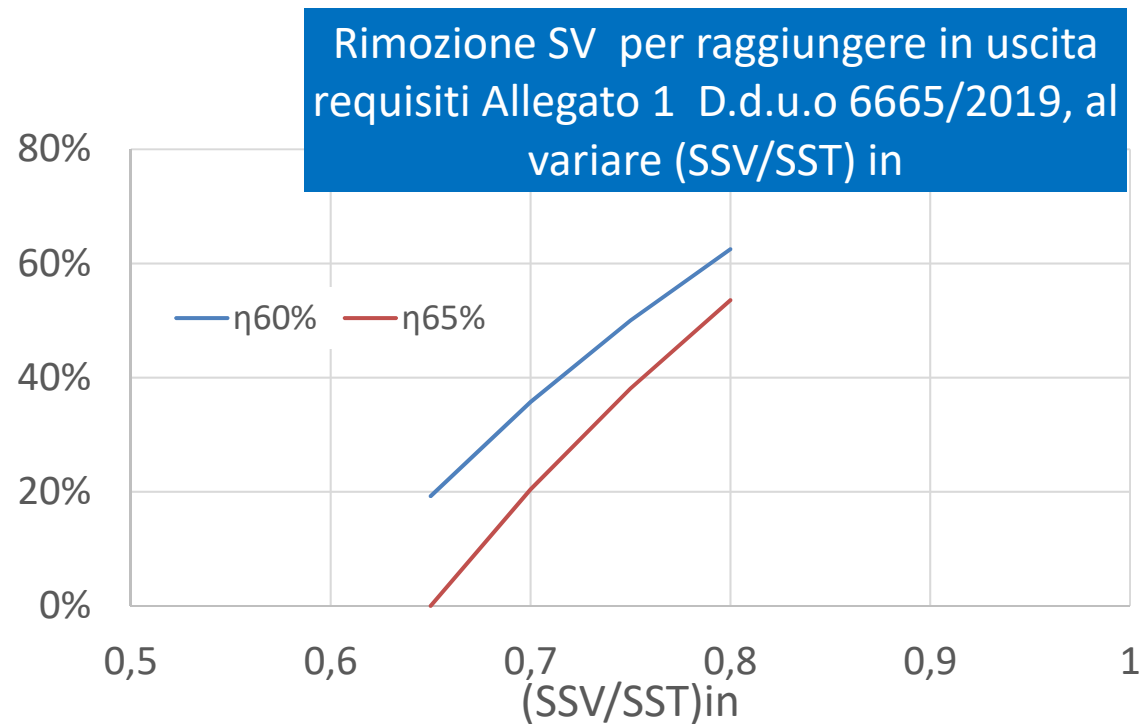
BMP_{residuo} basso
digestione già
completa

Effettuato il BMP del fango in alimento e il BMP residuo, è possibile calcolare per via **matematica** la rimozione ottenuta degli SV degradabili

BMP_{residuo} alto =
digestione da ottimizzare



Metodi verifica prestazioni del processo (= il fango è ben digerito?): **SSV/SST**



Fango alta qualità (SSV/SST = 0,6)
E' un limite raggiungibile e cautelativo?
Dipende dal BMP ed SSV/SST iniziali del fango !!

I rendimenti di degradazione degli SSV degradabili necessari

BMP (Nm ³ CH ₄ /tSV)	150	200	250	300	350	400
ηSSV degradabili per (SSV/SST) _{in} = 0,65	62%	46%	37%	31%	26%	23%
ηSSV degradabili per (SSV/SST) _{in} = 0,70	114%	86%	69%	57%	49%	43%
ηSSV degradabili per (SSV/SST) _{in} = 0,75	160%	120%	96%	80%	69%	60%
ηSSV degradabili per (SSV/SST) _{in} = 0,8	200%	150%	120%	100%	86%	75%

	CORRETTO
	NON CAUTELATIVO
	IMPOSSIBILE

Conclusioni e raccomandazioni

Ottimizzare la digestione anaerobica è una necessità, oltre che un beneficio. E' **OGGI** uno dei tasselli fondamentali per conseguire minori consumi energetici per la depurazione e per ridurre i fanghi da smaltire.

Manca una approfondita ricognizione delle prestazioni dei digestori a livello italiano (benchmark italiano). Va quindi promossa a tutti i livelli

Una prima analisi in questo senso, limitata ad alcuni impianti lombardi, delinea un quadro di BMP e prestazioni molto diversificato, confrontabili o superiori ai migliori benchmark europei in alcuni casi, ma ben inferiori in altri.

Conclusioni e raccomandazioni

L' ottimizzazione delle prestazioni parte dall'analisi dello stato di fatto: la variabilità riscontrata suggerisce molteplicità di cause, da indagare caso per caso ed in maniera specifica, al fine di individuare le soluzioni più opportune.

L'analisi dello stato di fatto e la definizione di criteri di qualità del fango digerito deve avvalersi delle informazioni ricavabili dai BMP, in sinergia con bilanci di massa (solidi, COD, metano, ..), nelle varie sezioni dell'ID.

L'analisi dello stato di fatto deve considerare anche la linea acque, e in particolare l'SRT della fase biologica, quale parametro da ottimizzare, anche in relazione alla produzione potenziale di metano e alla riduzione del fabbisogno di ossigeno.



Grazie per l'attenzione
francesca.malpei@polimi.it
www.fabbricabionergia.polimi.it