Bio2Energy

Bioidrogeno e Biometano da co-digestione anaerobica di FORSU, produzione di fonti energetiche e fertilizzanti rinnovabili per l'efficientamento di impianti di pubblica utilità

Aula Magna Rettorato dell'Università di Firenze, Piazza San Marco 4
Venerdì 15 febbraio 2019

www.bio2energy.it info@bio2energy.it

Regione Toscana

Regione Toscana | FAS Fondo Aree Sottoutilizzate 2007-2013 | Repubblica Italiana

Progetto finanziato con il contributo determinante dell'accordo di programma MIUR-Regione Toscana DGRT 1208/2012- Accordo di programma quadro MIUR-MISE-Regione Toscana DGRT 758/2013 PAR FAS 2007-2013 - Linea d'azione 1.1 Bando per il finanziamento di progetti di ricerca fondamentale, ricerca industriale e sviluppo sperimentale realizzati congiuntamente da imprese e organismi di ricerca in materia di nuove tecnologie del settore energetico, fotonica, ICT, robotica e altre tecnologie abilitanti connesse bando FAR-FAS 2014

Sea Risorse S.p.A.

Alia S.p.A

Alia Servizi Ambientali

UNIFI-DIEF

Università degli Studi Firenze | DIEF Dipartimento di Ingegneria Industriale

CNR - ICCOM

Cavalzani INOX

Dal 1963 Cavalzani Inox Costruttori su Misura in Firenze

PIN S.c.r.l.

PIN Polo Universitario Città di Prato – Servizi Didattici e Scientifici per l'Università di Firenze

Bio2Energy

Regione Toscana | FAS Fondo Aree Sottoutilizzate 2007-2013 | Repubblica Italiana

PIN | POLO UNIVERSITARIO CITTÀ DI PRATO | SERVIZI DIDATTICI E SCIENTIFICI PER L'UNIVERSITÀ DI FIRENZE

Ing. Elena Albini

PIN S.c.r.l. – Polo Universitario 'Città di Prato'

« Test respirometrici dei digestati e performance di processo alla luce del nuovo regolamento fertilizzanti »

Sommario

- Introduzione
  - *L'Economia Circolare e Bio2Energy*
  - *I biofertilizzanti in Bio2Energy*
  - *Quadro normativo fertilizzanti*

- Test respirometrici
  - *Self Heating Test – Fattore di autoriscaldamento*
  - *Tasso di assorbimento dell'ossigeno (Oxygen Uptake Rate) - OUR*
  - *Indice Respirometrico Dinamico - IRD*
- Risultati del progetto
  - *Risultati a scala pilota e pre-industriale*
  - *Analisi dei digestati: caratteristiche agronomiche*

L'economia circolare e Bio2Energy

La transizione verso **un'economia circolare** è una **opportunità** per trasformare la nostra economia rendendola **più sostenibile**, contribuire agli **obiettivi climatici** e alla **preservazione delle risorse del pianeta**, **creare occupazione sul territorio** e generare vantaggi competitivi per l'Europa.

Nuova strategia di politica industriale dell'UE
PIANO d'AZIONE per l'ECONOMIA CIRCOLARE

« economia in cui il valore dei prodotti, dei materiali e delle risorse è mantenuto quanto più a lungo possibile e la produzione di rifiuti è ridotta al minimo »

ECONOMIA «LINEARE»

BENE → *SCARTO* → ***RIFIUTO***

ECONOMIA «CIRCOLARE»

BENE → *SCARTO* → ***RISORSA***

Quando un rifiuto cessa di essere tale?

END of WASTE

Cessazione della qualifica di rifiuto

L'economia circolare e Bio2Energy

Direttiva Quadro sui Rifiuti 2008/98/CE

Art. 6 – Cessazione della qualifica di rifiuto

Comma 1 - *«Taluni rifiuti cessano di essere tali quando siano sottoposti ad **un'attività di recupero, incluso il riciclaggio** e soddisfino i seguenti criteri:*

a) *La sostanza o l'oggetto **è comunemente utilizzato/a per scopi specifici**;*
b) *Esiste un **mercato** o una domanda per tale sostanza od oggetto;*
c) *La sostanza o l'oggetto soddisfa i **requisiti tecnici** per scopi specifici e **rispetta la normativa e gli standard**;*
d) *Il suo utilizzo non porterà a **impatti** negativi **sull'ambiente e sulla salute umana**.*

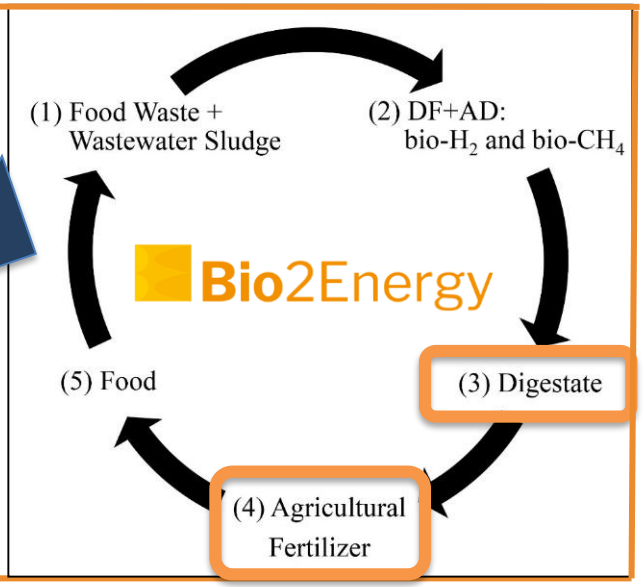
Comma 4 - *«Se non sono stati stabiliti criteri a livello comunitario, gli Stati membri possono decidere, caso per caso, se un determinato rifiuto abbia cessato di essere tale tenendo conto della giurisprudenza applicabile.*

«La Digestione Anaerobica può costituire un processo per la cessazione di qualifica di rifiuto (EoW)?»

Bio2Energy

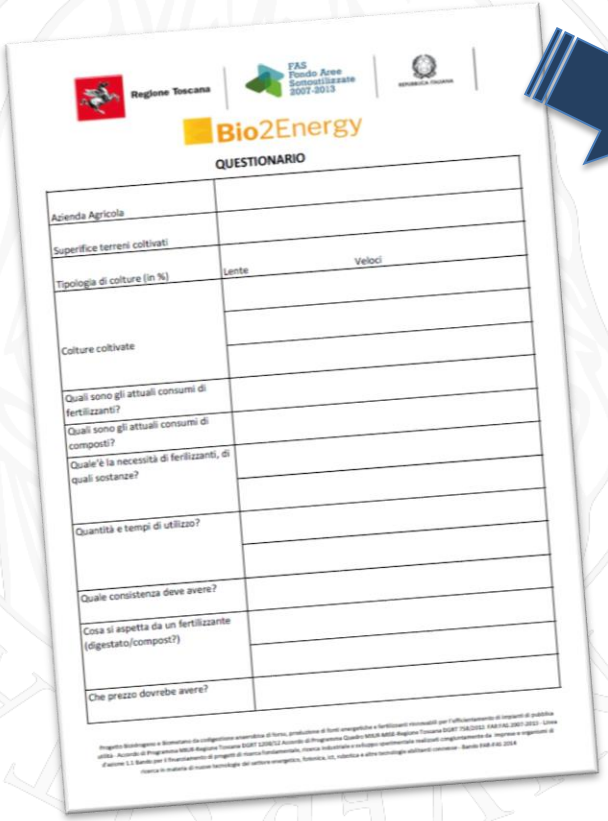
Recupero del digestato

AMMENDANTE COMPOSTATO CON FANGHI



I biofertilizzanti in Bio2Energy

Uno degli obiettivi del progetto è la caratterizzazione dei prodotti di processo e la valutazione e lo studio dei fertilizzanti. **Alia S.p.A.** ha un'esperienza ventennale sulla produzione di ammendanti compostati misti ACM, compostati verdi e della loro collocazione sul mercato tramite l'azienda partecipata **Valcofert S.r.l.** (sub-contraente del Progetto Bio2Energy).

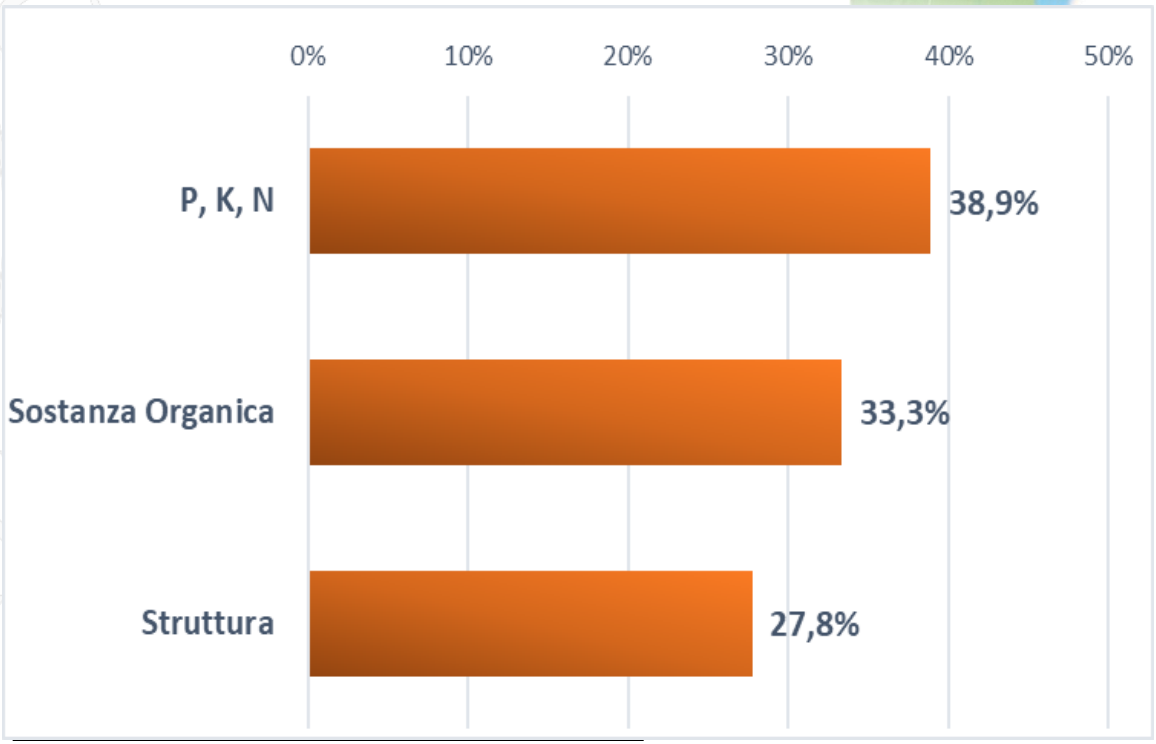

Regione Toscana

FAS Fondo Aree Sottoutilizzate 2007-2013

Bio2Energy

QUESTIONARIO

Azienda Agricola	
Superifice terreni coltivati	
Tipologia di colture (in %)	Lente / Veloci
Colture coltivate	
Quali sono gli attuali consumi di fertilizzanti?	
Quali sono gli attuali consumi di composti?	
Quale'è la necessità di fertilizzanti, di quali sostanze?	
Quantità e tempi di utilizzo?	
Quale consistenza deve avere?	
Cosa si aspetta da un fertilizzante (digestato/compost?)	
Che prezzo dovrebe avere?	



I biofertilizzanti in Bio2Energy

Il digestato è il sottoprodotto della digestione anaerobica in cui la sostanza organica più labile, che può determinare i più alti impatti ambientali, è stata degradata biologicamente durante la produzione di biogas.

Caratteristiche del digestato:

Stabilità biologica della sostanza organica in esso contenuta (materiale igienizzato con bassi carichi organici residui) → **Apporto di SOSTANZA ORGANICA stabilizzata:**
- Effetti sul suolo (fisici, chimici, microbiologici)
- Rilascio graduale di nutrienti (N)

Concentrazione di elementi nutrienti: azoto, fosforo e potassio (N, P, K) → ***Apporto di NUTRIENTI assimilabili dalle colture***

Il ritorno al suolo è quindi la sua destinazione per eccellenza perché consente di sfruttare al meglio il suo valore agronomico (sia in termini di apporto di sostanza organica che di elementi nutritivi).
Esso risulta essere un ottimo fertilizzante (solido: ammendante; liquido: concime) e un degno sostituto dei concimi di origine chimica.

Quadro normativo fertilizzanti

FERTILIZZANTI NAZIONALI
D.Lgs. 75/2010

Disciplina tutte le categorie di fertilizzanti ma solo a livello nazionale (compreso l'ACF)

CONCIMI CE
Regolamento CE 2003/2003

Disciplina solo i concimi

Proposta REGOLAMENTO UE sui fertilizzanti COM(2016) 157
Disciplina tutte le categorie di fertilizzanti a livello UE

Obiettivo:
Incentivare la produzione su larga scala nell'UE di concimi ottenuti da materie prime nazionali, organiche o secondarie, conformemente al modello di economia circolare, mediante la trasformazione dei rifiuti in nutrienti per le colture.

Motivi della proposta:

- ✓ i prodotti fertilizzanti innovativi (contenenti nutrienti o materia organica riciclati da rifiuti organici) hanno difficoltà ad accedere al mercato interno a causa dell'esistenza di regole e norme nazionali divergenti;
- ✓ circa il **50% dei concimi attualmente sul mercato è escluso dall'ambito di applicazione del regolamento in vigore sui concimi**. Ciò vale per quasi tutti i concimi prodotti a partire da materiali organici.

MEN AT WORK

Quadro normativo fertilizzanti

Allegato I
Categorie funzionali del prodotto («PFC»)

- **PFC1 – Concimi**: fornire nutrimento alle piante
- **PFC3 – Ammendante**: mantenere o migliorare proprietà fisico/chimiche, struttura, attività biologica o struttura del suolo
- **PFC7 – Miscela fisica di prodotti fertilizzanti**

Allegato II
Categorie di materiali costituenti («CMC»)

- **CMC 3 – Compost**: da **compostaggio aerobico**
- **CMC 5 - Digestato diverso da quello di colture energetiche:** da **digestione anaerobica**

Quali PFC si ottengono in base alle CMC utilizzate?

CMC	PFC
CMC 3: ACM o ACV CMC 5: Solido	PFC 1 A I: Concime Organico Solido PFC 3 A: Ammendante Organico
CMC 5: Liquido	PFC 1 A II: Concime Organico Liquido
-	PFC 7: Miscela fisica di prodotti fertilizzanti

Categorie Funzionali del Prodotto		Umidità (%)	C (%)	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)
CONCIME ORGANICO	C. O. SOLIDO	<60	>15	2,5	2	2
	C. O. LIQUIDO	>60	>5	2	1	2
AMMENDANTE	A. ORGANICO	<60	>7,5	-	-	-

Quadro normativo fertilizzanti

Le Categorie di materiali costituenti («CMC») devono soddisfare almeno uno dei seguenti criteri di stabilità

CMC 3 - Compost

- ***Tasso di assorbimento dell'ossigeno***

indicatore del grado di decomposizione della materia organica biodegradabile durante un periodo di tempo determinato. Il metodo non è adatto per materiale contenente oltre il 20% di particelle di dimensioni > 10 mm

Limite: OUR ≤ 25 mmol O2/kg SV/h

- ***Fattore di autoriscladamento – Rottegrad***

temperatura massima raggiunta da un compost in condizioni normalizzate che è indice della sua attività biologica aerobica

Limite: Rottegrad ≥ III

CMC 5 -Digestato

- ***Tasso di assorbimento dell'ossigeno***

indicatore del grado di decomposizione della materia organica biodegradabile durante un periodo di tempo determinato. Il metodo non è adatto per materiale contenente oltre il 20% di particelle di dimensioni > 10 mm

Limite: OUR ≤ 50 mmol O2/kg SV/h

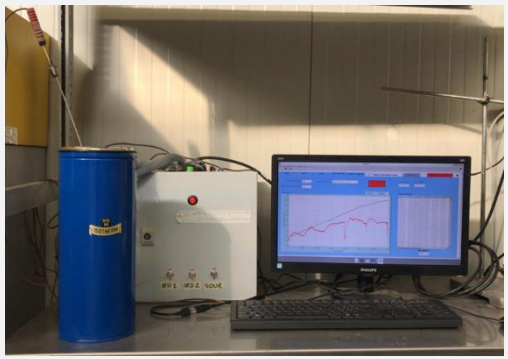
- ***Potenziale di produzione di biogas residuo***

gas rilasciato dal digestato in un periodo di 28 giorni e misurato in base ai solidi volatili contenuti nel campione

Limite ≤ 0,45 l biogas/g SV

Test respirometrici

Self Heating Test - Fattore di Autoriscaldamento



METODO INDIRETTO

Tasso di assorbimento dell'ossigeno – Oxygen Uptake Rate

METODO DIRETTO

Indice Respirometrico Dinamico

METODO DIRETTO

Self Heating Test – Fattore di autoriscaldamento

Tipo Test: Indiretto – Statico

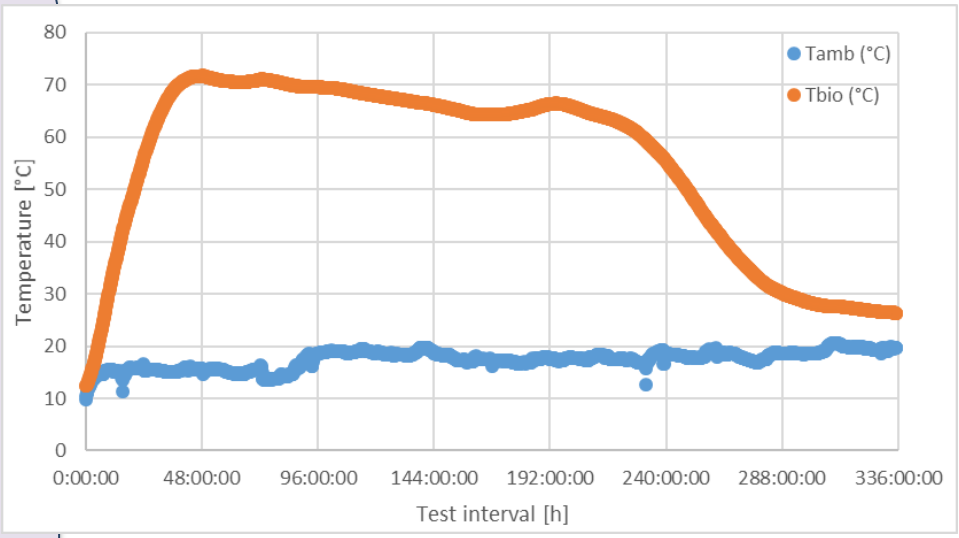
Stato campione: Solido

Peso: 1,5 L

Umidità: ottimale per lo sviluppo della biomassa

Temperatura: processo

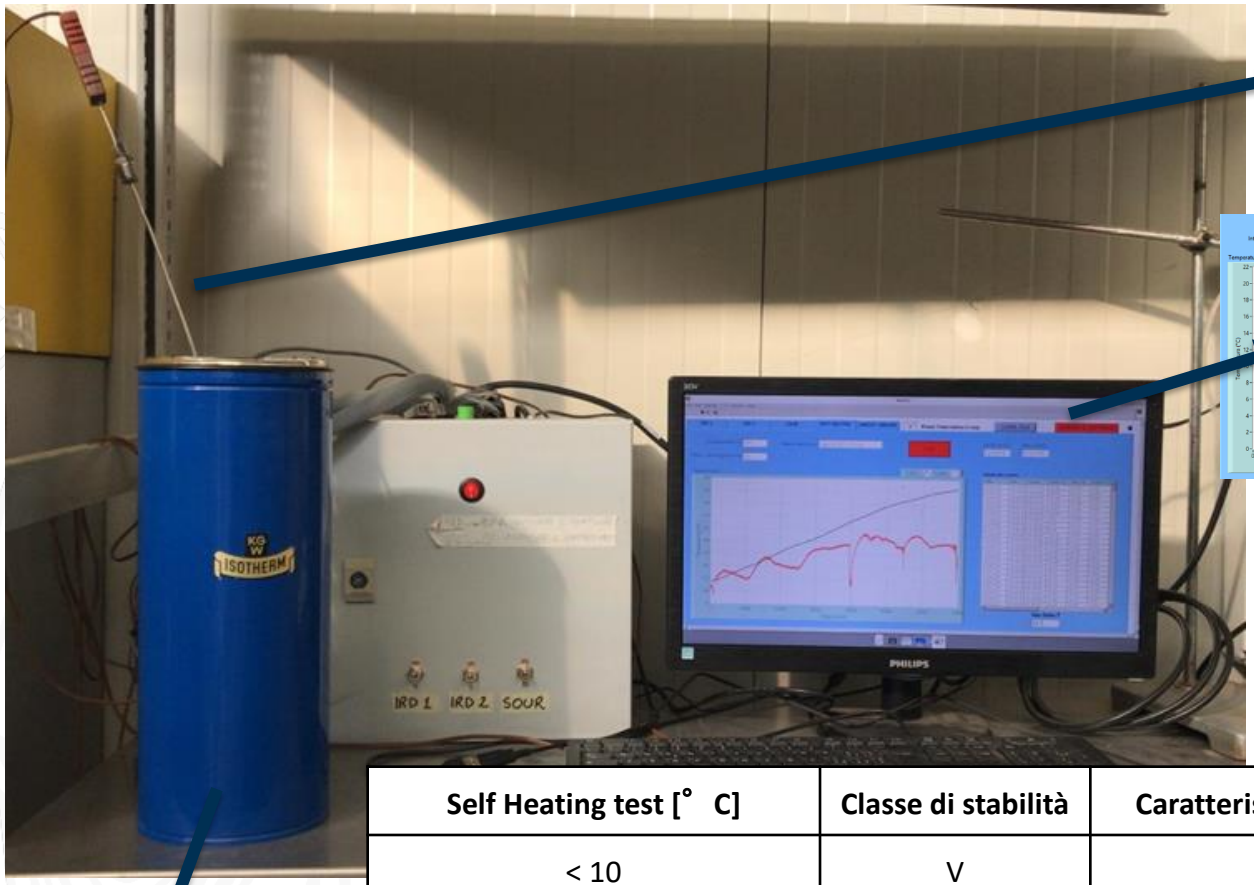
Durata prova: da 5 a 10 giorni



CMC 3

UNI/TS 16087-2:2012

Ammendanti e substrati di coltivazione. Determinazione dell'attività biologica
Parte 2: Prova di auto-riscaldamento per il compost



Termocoppie per la misura di:

- Temperatura della biomassa;
- Temperatura ambiente

Sistema di acquisizione ed elaborazione dati National Instruments

Contenitore adiabatico di volume pari a circa 1,5 litri

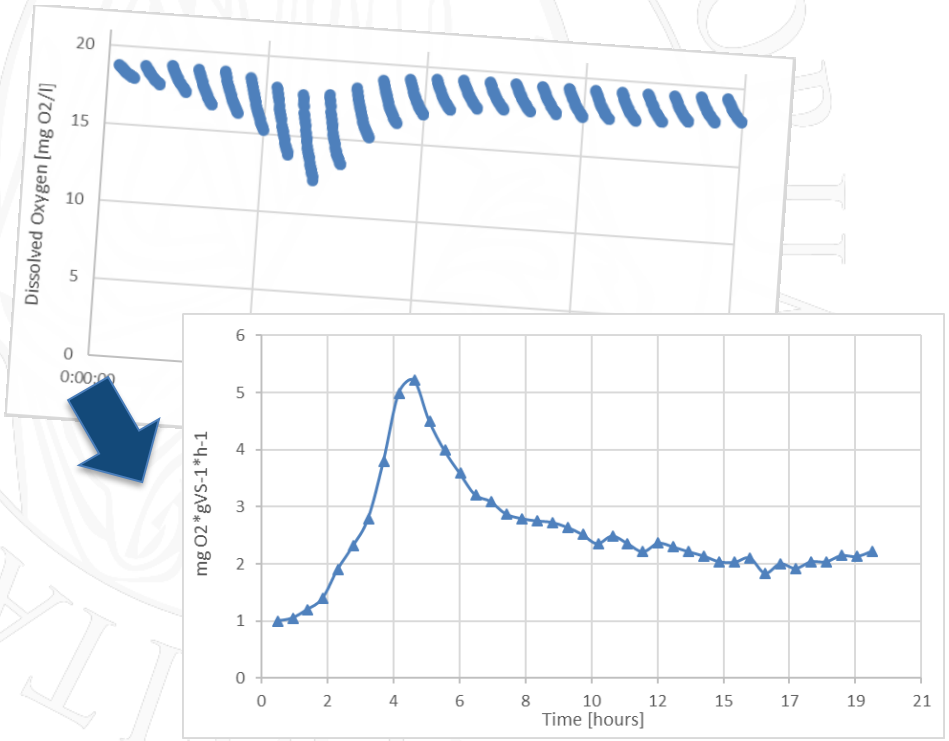
Scala di Rottegrad

Self Heating test [° C]	Classe di stabilità	Caratteristiche di stabilità biologica del materiale
< 10	V	Molto stabile
Da 10 a 20	IV	Moderatamente stabile
Da 20 a 30	III	Materiale in corso di degradazione
Da 30 a 40	II	Materiale immaturo
> 40	I	Materiale fresco

Tasso di assorbimento dell'ossigeno (OUR)

UNI/TS 16087-1:2012

Ammendanti e substrati di coltivazione.
Determinazione dell'attività biologica
Parte 1: Tasso di assorbimento dell'ossigeno (OUR)



Tipo Test: Diretto – Statico

Stato campione: Liquido

Peso: 3 - 8 gr

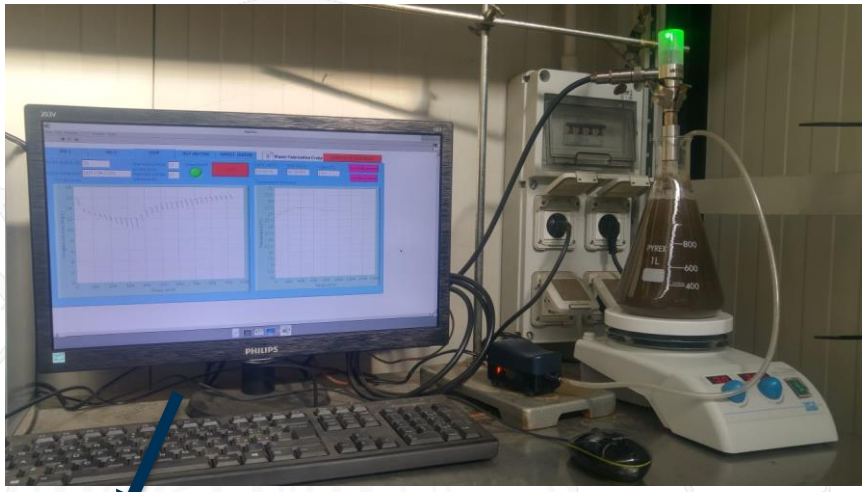
Umidità: in sospensione

Temperatura: 30° C

Durata prova: 20 h

Scaglia et al., 2007

CMC 3
CMC 5



Sistema di acquisizione dati National Instruments che misura la concentrazione di DO, la temperatura della biomassa e garantisce un'aerazione ciclica della miscela con regolazione dell'accensione della pompa

Sonda per la misura dell'Ossigeno Disciolto con misura integrata della temperatura della soluzione

Pompa ad aria necessaria per l'aerazione del materiale. La pompa è temporizzata dal software di controllo per garantire un'aerazione ciclica di 15 minuti.

La diffusione dell'aria nella soluzione è garantita per mezzo di una pietra porosa

Agitatore magnetico con possibilità di regolazione della velocità di rotazione e della temperatura del piatto

Indice Respirometrico Dinamico (IRD)

Tipo Test: Diretto – Dinamico

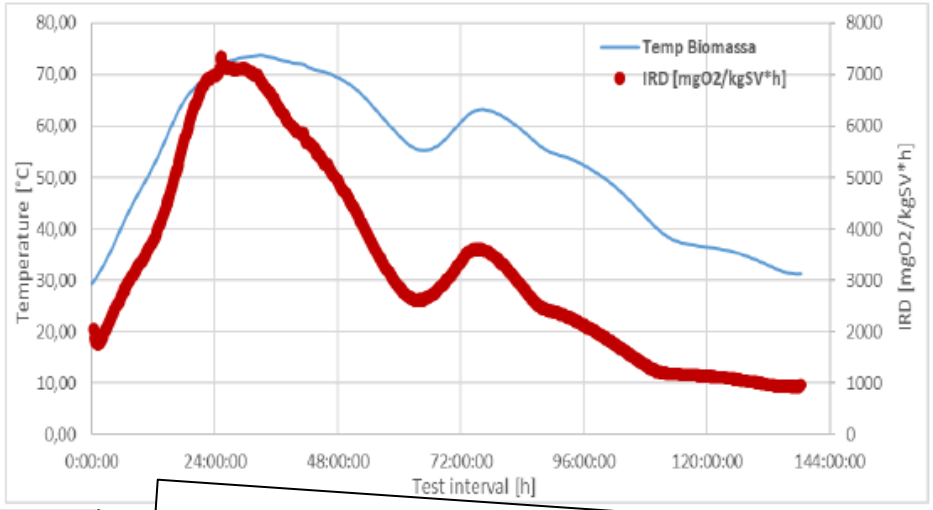
Stato campione: Solido

Peso: da pochi grammi fino a scala industriale

Umidità: normalizzazione a 750 g/kg CIM

Temperatura: processo

Durata prova: da 2 a 4 giorni



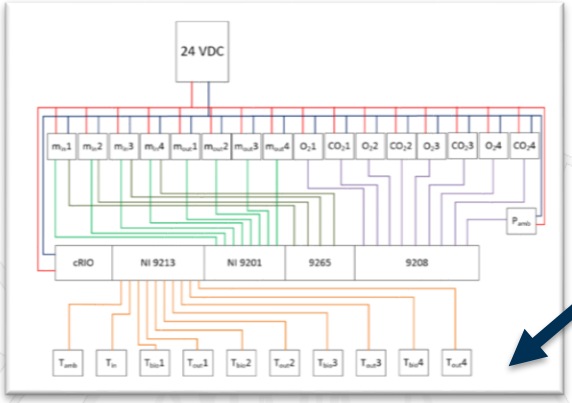
UNI/TS 11184:2016

Specifica Tecnica – Determinazione della stabilità biologica mediante l'Indice di respirazione Dinamico (IRD)

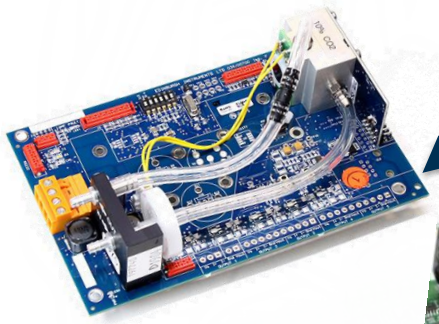
CMC 3

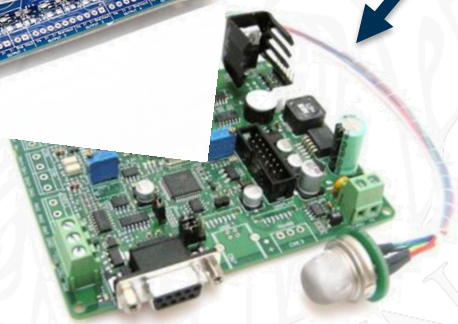
CMC 5 solido

IRDP [mg O_2 $kgTVS^{-1}$ h^{-1}]	Caratteristiche materiale in termini di stabilità biologica
< 500	Elevatissimo grado di stabilita biologica
Da 500 a 1.000	Elevato grado di stabilita biologica
Da 1.000 a 1.5000	Medio-alto grado di stabilita biologica
Da 1.500 a 3.000	Medio-basso grado di stabilita biologica
> 3.000	Bassissimo grado di stabilita biologica



Sistema di acquisizione ed elaborazione dati National Instruments





Sensoristica: sensori per la misura della concentrazione di O_2 e di CO_2 in uscita dal respirometro

Termocoppie per la misura di:

- Temperatura aria in ingresso;
- Temperatura della biomassa;
- Temperatura aria in uscita;
- Temperatura ambiente

Regolatore di flusso e misuratore portata d'aria:

- Flussimetro in ingresso con regolazione della portata in base alla concentrazione di O_2 misurata in uscita (>14%);
- Flussimetro in uscita per la misura della portata d'aria

Caduta di condensa per l'essiccazione dell'aria in ingresso e in uscita dal respirometro

Respirometro adiabatico con volume di 30 litri in acciaio INOX AISI 316 dotato di camicia ad acqua

Compressore ad aria: garantisce un flusso di aria in ingresso costante

Potenziale di produzione di biogas residuo

Tipo Test: Batch test

Volume reattore: 1 litro (volume utile 0,5 litri)

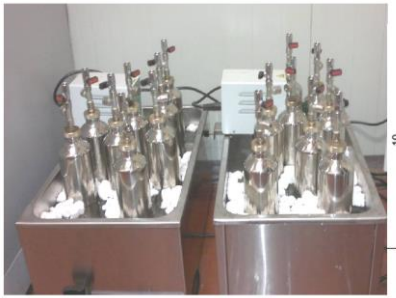
Temperatura: 37,0 ± 0,1° C

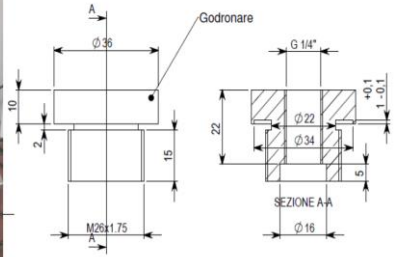
Degasaggio inoculo: da 5 a 7 giorni

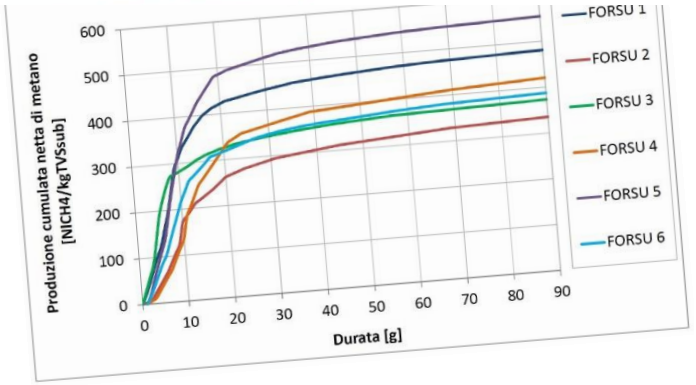
Produzione biogas: metodo manometrico

Durata prova: 28 giorni

Numero prove: triplicato







CMC 5

UNI/TS 11703:2018

Metodo per la misura della produzione potenziale di metano da digestione anaerobica ad umido

SCALE UP STRATEGY

OO1

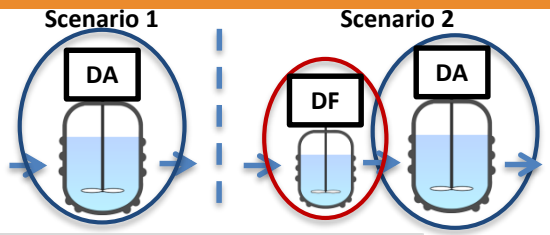
OO2.3

OO2.4

OO2.4

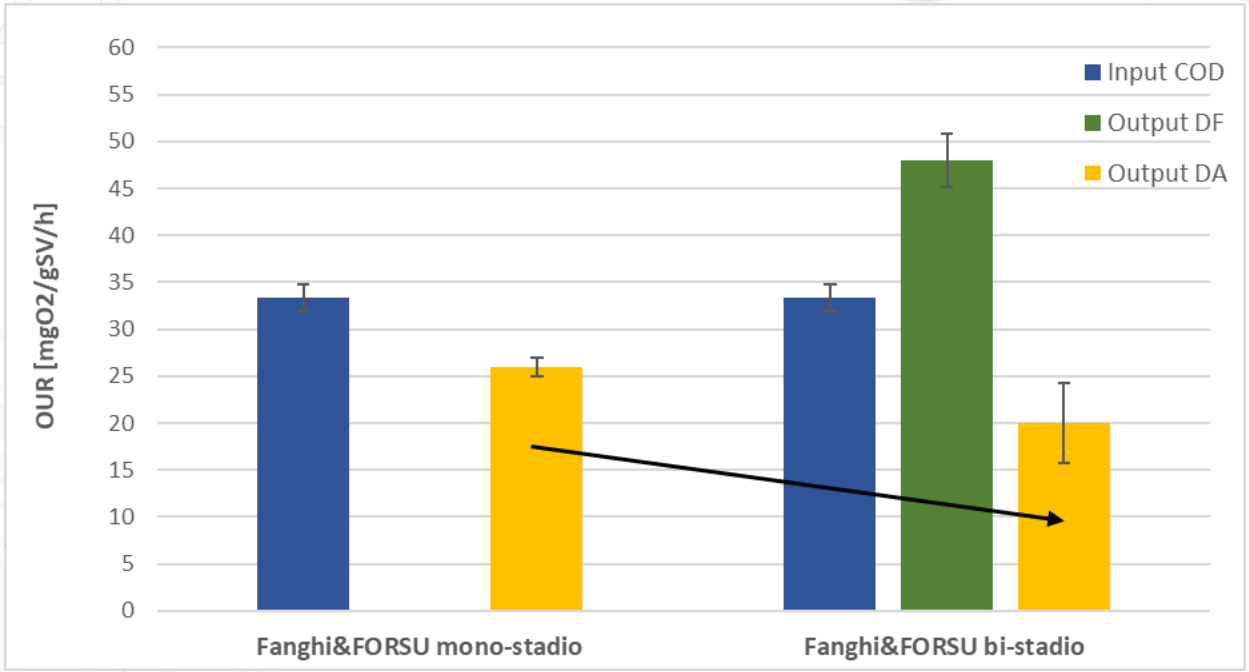
1 litro >> 20 litri >> 600 litri >> 3000 m^3

Risultati a scala pilota



OO2.3

20 litri



	*OUR [mg O_2/gVS*h]*	*ηSV (%)*
Input - PUREA F&F	33 ± 1	-
Scenario 1 - DA	26 ± 1	61,0 ± 1,2
Scenario 2 -DF	48 ± 3	54,5 ± 4,1
Scenario 2 –DA	20 ± 4	69,4 ± 2,9

Risultati a scala pre-industriale

OO2.4

OO2.4

600 litri >> 3000 m³

1. **Input – PUREA FANGHI/FORSU**
2. **Output reattore 600 litri**
3. **Output reattore 3,000 m³**

	GS [NL biogas/gVS]	
Input – PUREA F&F	0,50 ± 0,06	n = 10
Output 600 litri	0,07 ± 0,00	n = 7
Output 3,000 m³	0,12 ± 0,00	n = 10

Efficienza di processo sul reattore a 600 litri pari all'86 %

Efficienza di processo sul reattore da 3,000 m³ pari a circa il 76 %

Durata prove = 28 giorni
Triplicato

Risultati a scala pre-industriale

OO2.4

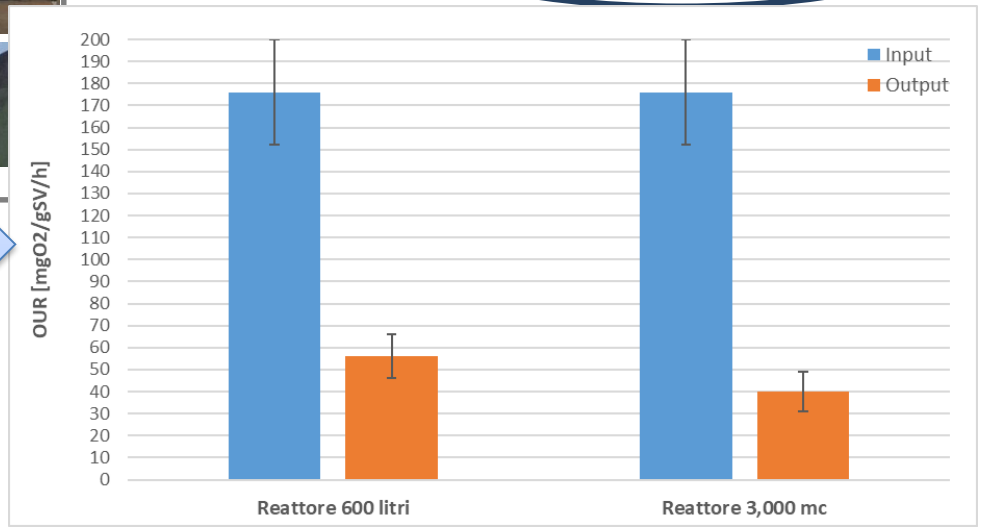
OO2.4

600 litri >> 3000 m³

	OUR [mg O2/gVS*h]	
Input – PUREA F&F	176 ± 24	n = 10
Output 600 litri	56 ± 10	n = 7
Output 3,000 m³	40 ± 9	n = 10

Aumento della stabilità del 68% sul reattore da 600 litri

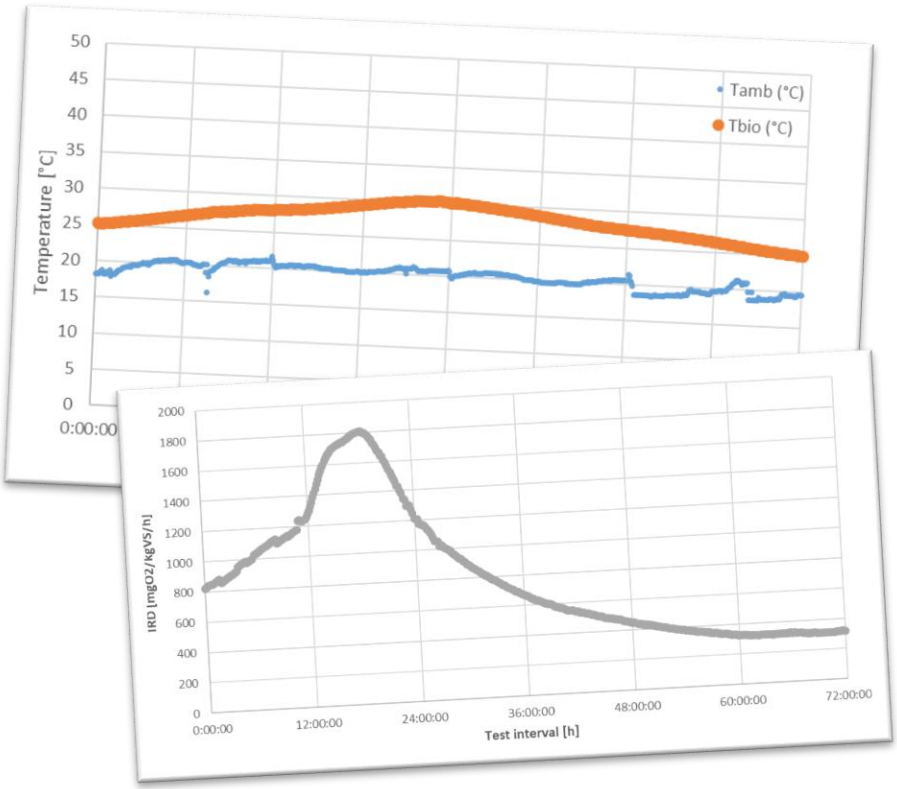
Aumento della stabilità del 77% su 3,000 m³



Risultati a scala pre-industriale

OO2.4

OO2.4



3000 m³

Output 3,000 m³			
IRD [mg O2/kgVS*h]	**1,044 ± 326**	*Medio-alto grado di stabilità*	**n = 4**
Self Heating Test [°C]	**11 ± 4**	*Classe di stabilità IV Moderatamente stabile*	**n = 4**

Risultati a scala industriale - Valcofert

OO2.4

3000 m³

VALCOFERT

Art. 211 - Autorizzazione alla sperimentazione

ACV

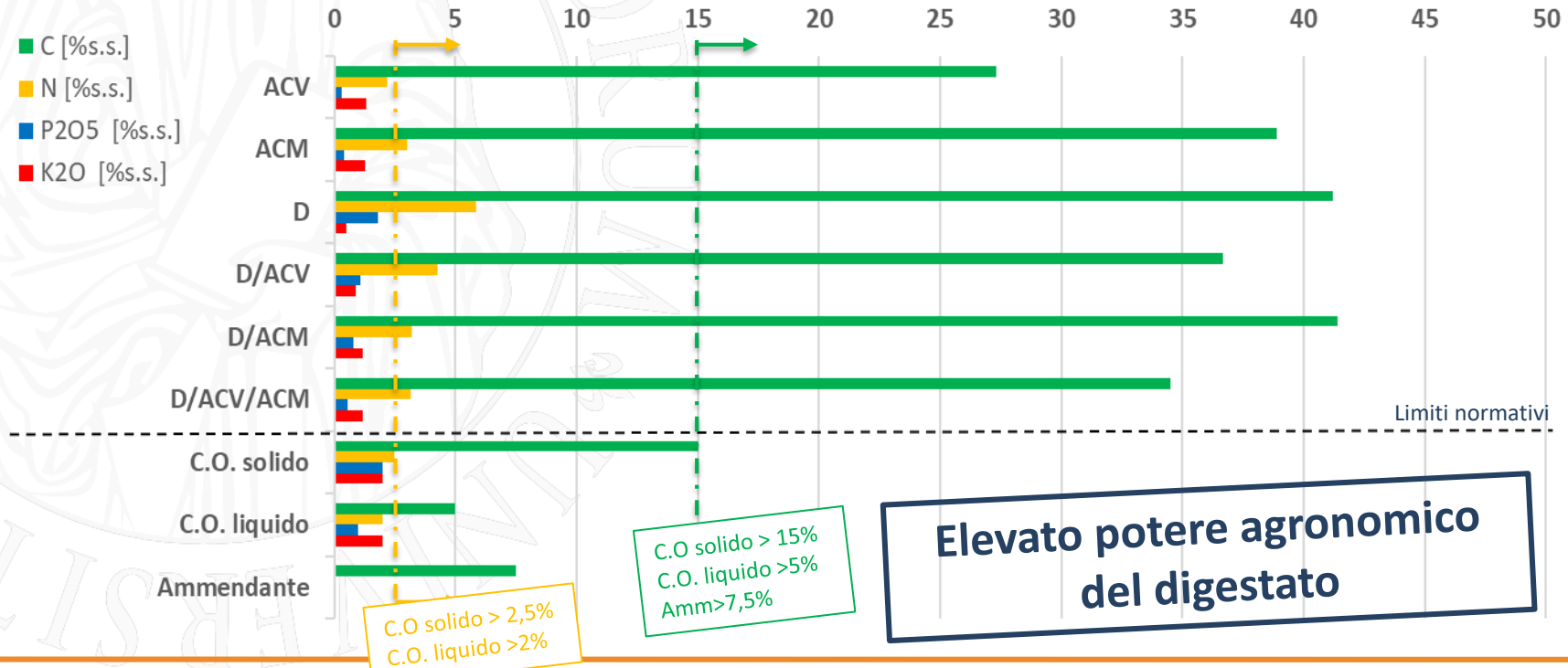
ACM

Digestato - D

	Miscele
D/ACV	50% D – 50% ACV
D/ACM	50% D – 50% ACM
D/ACV/ACM	33% D – 33% ACV – 33% ACM

Caratteristiche agronomiche

	ACV	ACM	D	D/ACV	D/ACM	D/ACV/ACM
Umidità (%)	56,9	16,0	78,0	73,0	49,8	49,6
C (%)	27,3	38,9	41,2	36,7	41,4	34,5
N (%)	2,2	3,0	5,9	4,3	3,2	3,1
P_2O_5 espresso in P (%)	0,3	0,4	1,8	1,1	0,8	0,5
K_2O espresso in K (%)	1,3	1,3	0,5	0,9	1,2	1,2



Bio2Energy

Regione Toscana

FAS Fondo Aree Sottoutilizzate 2007-2013

REPUBBLICA ITALIANA

Grazie per l'attenzione!

SEA risorse

DAL 1963 CAVALZANI INOX COSTRUTTORI SU MISURA IN FIRENZE

Alia SERVIZI AMBIENTALI

ICOM

PIN POLO UNIVERSITARIO CITTÀ DI PRATO SERVIZI DIDATTICI E SCIENTIFICI PER L'UNIVERSITÀ DI FIRENZE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE

DIEF DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE