Università degli Studi di Napoli "Federico II"

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Corso di Laurea Magistrale in
Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Tesi di Laurea

STUDIO SPERIMENTALE FINALIZZATO ALL'OTTIMIZZAZIONE DELLA STABILIZZAZIONE ANAEROBICA DEI FANGHI DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI ACERRA

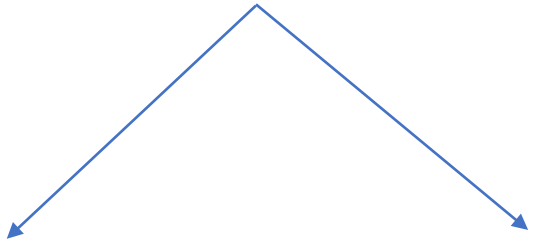
Relatore:
Ch.mo Prof. Pirozzi Francesco

Correlatore:
Ing. Scarfogliero Simona

Candidati:
Brucculeri Luigi M67/409
Lanzillo Francesco M67/430

PROBLEMA FANGHI DI DEPURAZIONE

Evoluzione più severa e restrittiva delle normative in campo ambientale



Maggiore produzione di fanghi negli impianti di depurazione delle acque

Problemi di spazio nelle discariche

ELEVATI COSTI DI SMALTIMENTO

SOLUZIONI

Pianificazione mirata al contenimento dei costi → Minimizzazione dei fanghi prodotti

Interventi sulla linea acque

- Nuove tecnologie impiantistiche;
- Metodi fisici e chimico-fisici;
- Metodi biologici.

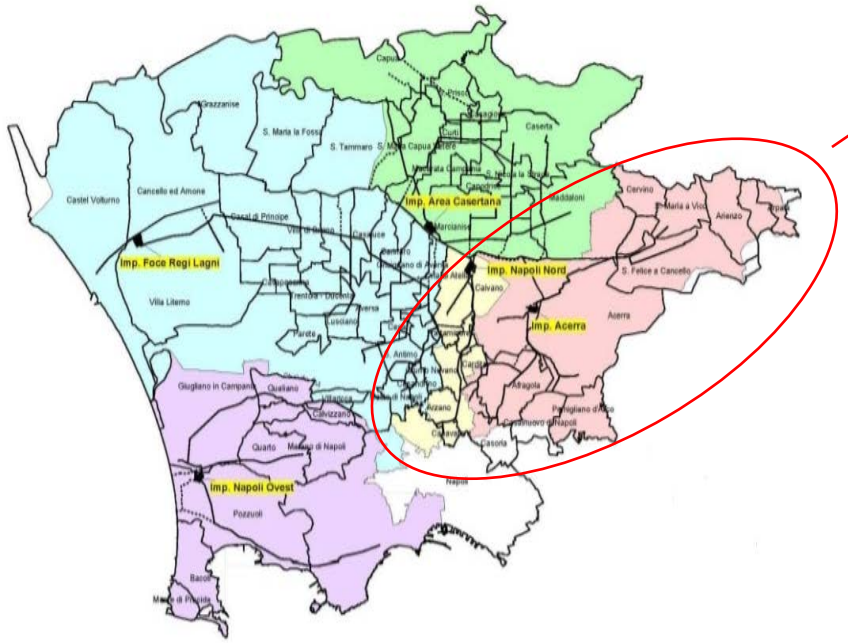
Interventi sulla linea fanghi

- Metodi meccanici;
- Metodi fisici e chimico-fisici;
- Metodi termici;
- Metodi biologici;

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Impianto di depurazione di Acerra

- Costruito nel 1978
- Località Omomorto (Caivano)
- Regi Lagni
- 300.000 A.E.



Acerra
Afragola
Aggl. Ind. di Acerra
Aggl. ind. di Pomigliano d'Arco
Caivano
Casoria Est
Pomigliano d'Arco

(NA)

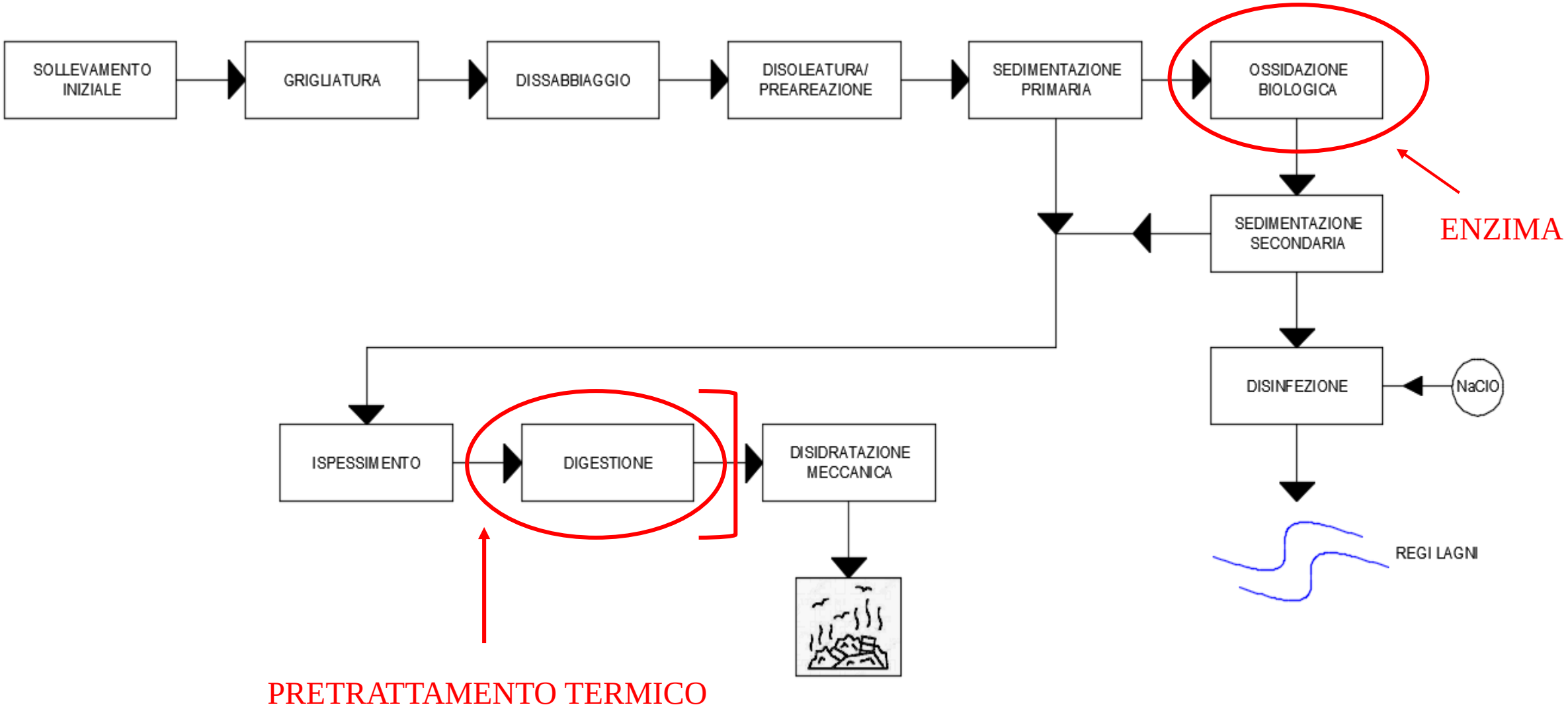
Cervino
San Felice a Cancello
Santa Maria a Vico
Arienzo

(CE)

Forchia
Arpaia

(BN)

CICLO DI TRATTAMENTO



OSSIDAZIONE BIOLOGICA

Reazioni di biodegradazione della materia organica

Per mezzo di Microrganismi aerobi

Trasformano la sostanza organica in sostanze semplici (CO_2, H_2O)

Vasche di ossidazione biologica

CINETICHE BIOLOGICHE DI REAZIONE

La velocità di utilizzo del substrato considerato (*Michaelis-Menten*):

$$\frac{dS}{dt} = -\nu X$$

$\frac{dS}{dt}$ = velocità di degradazione del substrato $\left[\frac{M}{L^3 \cdot T}\right]$;
ν = velocità di utilizzo del substrato per unità di massa di microrganismi $[T^{-1}]$;
X = concentrazione di microrganismi $\left[\frac{M}{L^3}\right]$;
S = concentrazione del substrato $\left[\frac{M}{L^3}\right]$.

La velocità di crescita netta della biomassa su un dato substrato (*Monod*):

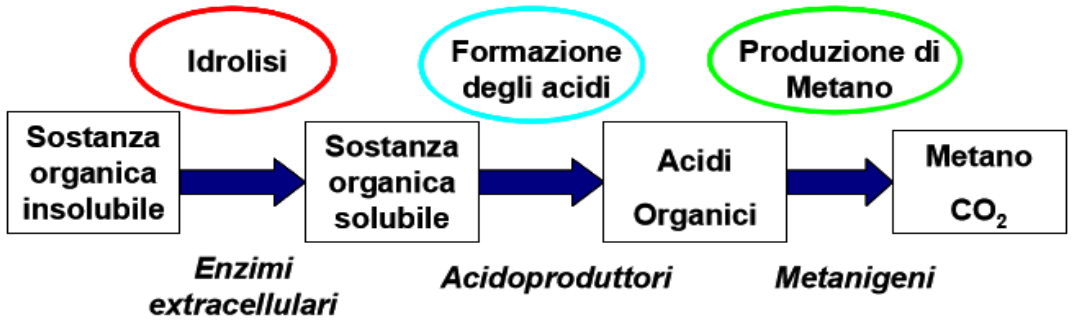
$$\frac{dX}{dt} = \mu \cdot X - k_d$$

$\frac{dX}{dt}$ = velocità di crescita dei microrganismi $\left[\frac{M}{L^3 \cdot T}\right]$;
X = concentrazione di microrganismi $\left[\frac{M}{L^3}\right]$;
μ = coefficiente di proporzionalità, è detto velocità specifica di crescita $[T^{-1}]$
K_d = coefficiente di decadimento dei microrganismi $\left[\frac{M}{L^3 \cdot T}\right]$

DIGESTIONE ANAEROBICA

Processo in digestori anaerobici:

- Idrolisi;
- Acidogenesi;
- Acetogenesi;
- Metanogenesi.



Prodotti finali:

CH_4, CO_2, NH_4^+, H_2S gas

SST residui;

TEST SULLA MISCELA AERATA

CONDUZIONE DELLE PROVE

- Prelievo fango biologico (1 L)

- Utilizzo di 100 g di prodotto enzimatico

- Caratterizzazione del fango (SSV, SST)

Vasche per ossidazione biologica

Fase di ossidazione biologica

TEST SULLA MISCELA AERATA

FASE 1

Ossidazione biologica

Reattore F1 senza prodotto enzimatico

Reattore F2 con prodotto enzimatico

FASE 2

Sedimentazione

Con successiva estrazione del surnatante e analisi del BOD

RISULTATI PROCESSO DI OSSIDAZIONE

F1- senza additivo

PRIMA DELL'OSSIDAZIONE				
pH	SS 30' [mL/L]	BOD [mg/L]	SST [mg/L]	SSV [mg/L]
6.8	740	300	6.12	4.46

DOPO L'OSSIDAZIONE				
pH	SS 30' [mL/L]	BOD [mg/L]	SST [mg/L]	SSV [mg/L]
7.0	780	90	5.41	4.11

F2 – con additivo

PRIMA DELL'OSSIDAZIONE				
pH	SS 30' [mL/L]	BOD [mg/L]	SST [mg/L]	SSV [mg/L]
6.8	740	300	6.12	4.46

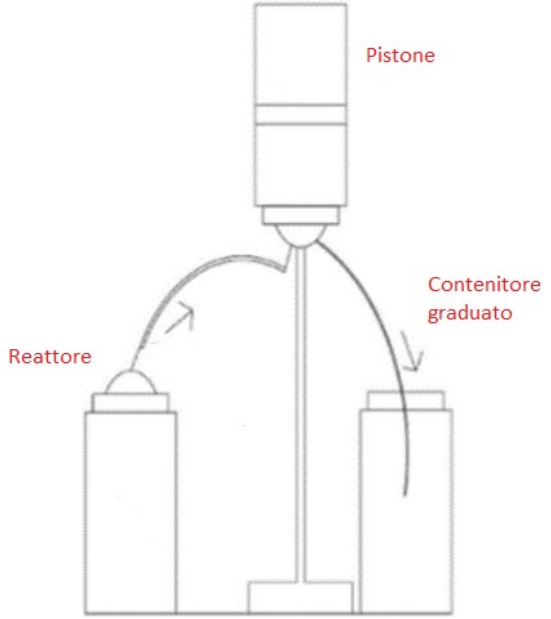
DOPO L'OSSIDAZIONE				
pH	SS 30' [mL/L]	BOD [mg/L]	SST [mg/L]	SSV [mg/L]
6.9	780	80	5.84	4.11

DIGESTIONE FANGO SEDIMENTATO

Strumentazione utilizzata

- Bottiglia in PE-LD da 2000 ml
- Rubinetto
- Tubo in lattice

Metodo volumetrico



- Reattore
- Pistone graduato
- Contenitore graduato

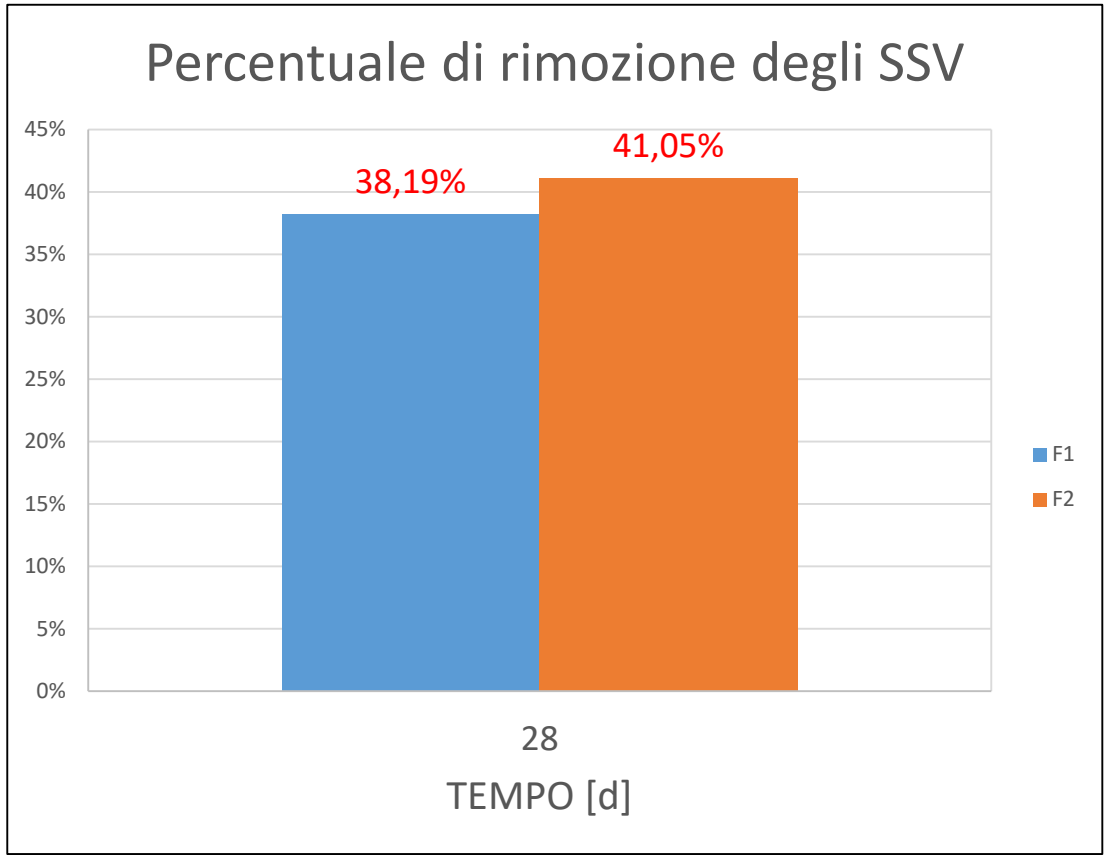
DIGESTIONE DELLA MISCELA AERATA ISPESSITA

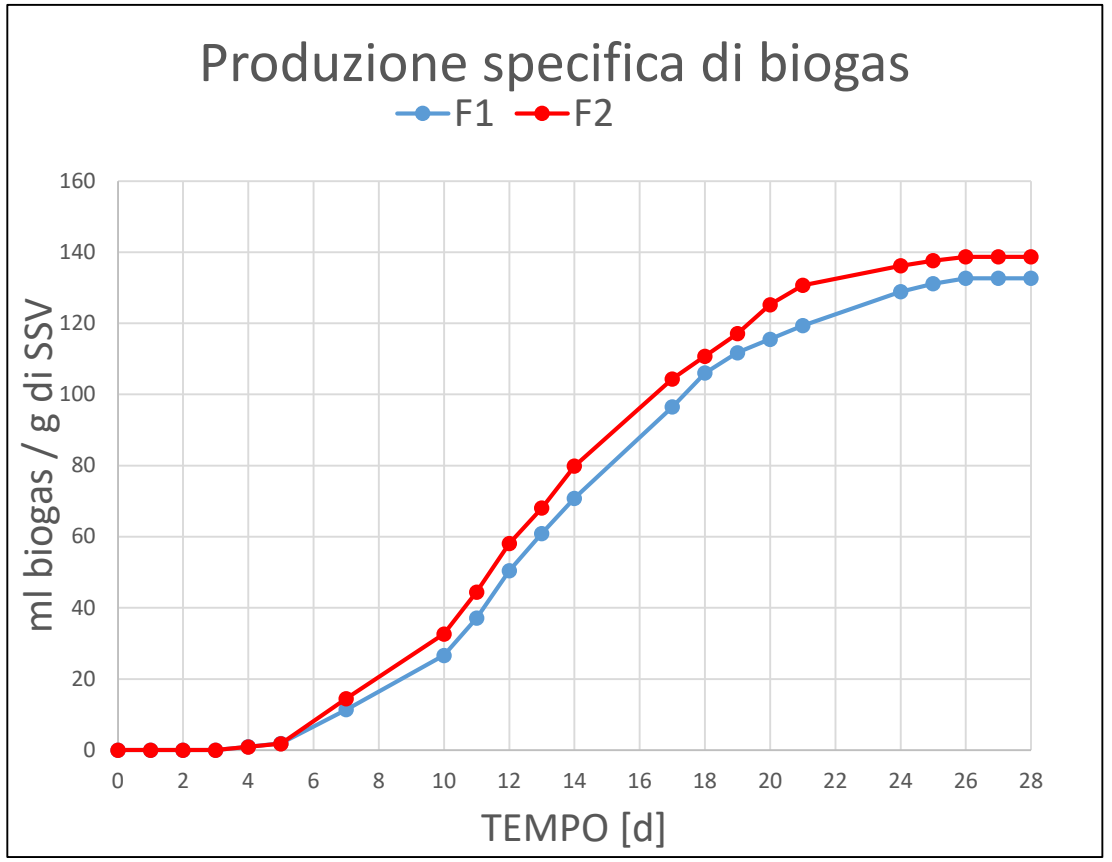
Caratterizzazione del fango → SST, SSV e pH

Condizionamento del pH → Aggiunta di carbonato di sodio (Na_2CO_3) a 2 N

Condizioni mesofile (35 °C) → Bagno termostatato

CONFRONTO F1-F2

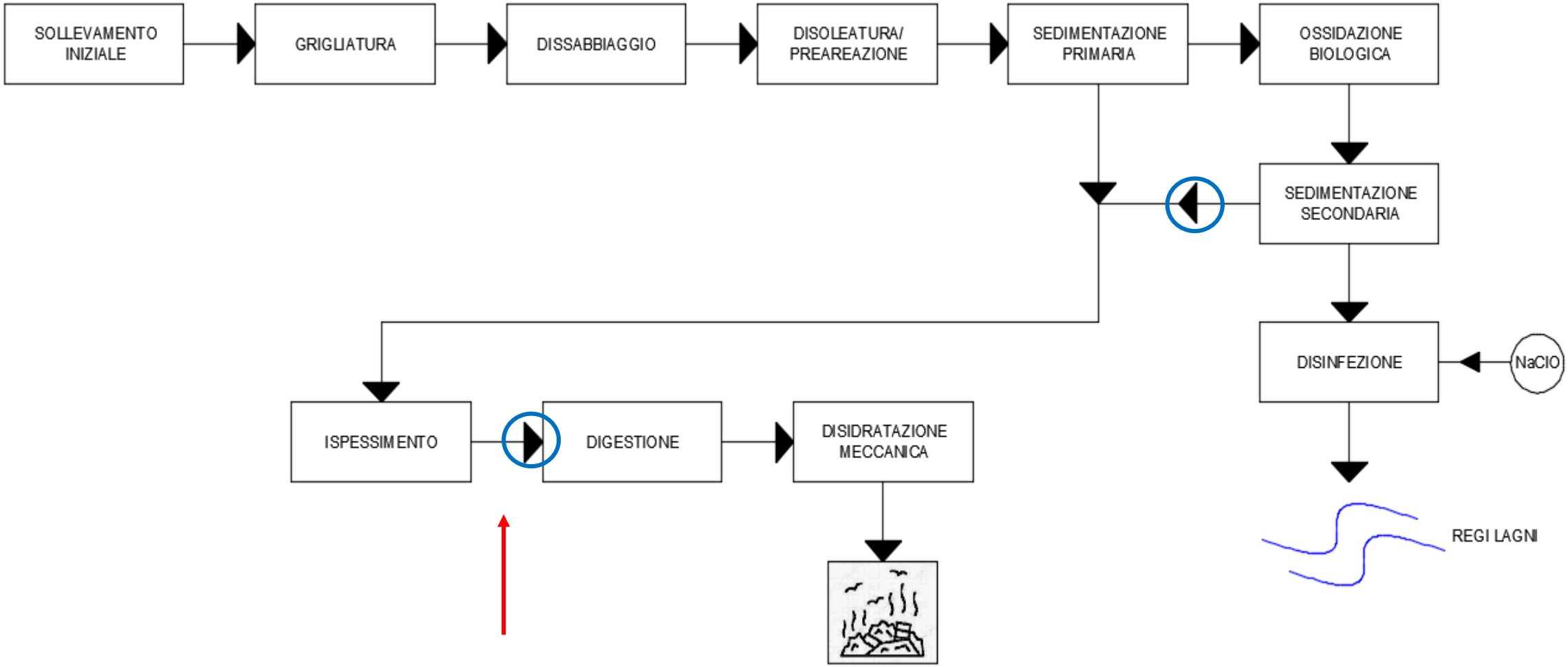




1) **Reattore F1**: fango biologico, senza prodotto enzimatico;

2) **Reattore F2**: fango biologico, con prodotto enzimatico.

CICLO DI TRATTAMENTO



TEST SUL FANGO

FANGO SECONDARIO E MISTO ISPESSITO

PRETRATTAMENTI TERMICI

FAVORIRE L’IDROLISI TERMICA

RIDUZIONE DI FANGO

TEST SUL FANGO

	SUBSTRATO	VOL FANGO	Na_2CO_3	T DI PRETRAT.	t PRETRATT.	MODALITÀ
PRIMO SET DI PROVE	secondario e misto ispessito	1500	si	65°C	30 minuti	Batch
SECONDO SET DI PROVE	secondario e misto ispessito	750 pretratt.+ 750 non tratt.	si	65°C	30, 60, 90 minuti	Semi-Batch

TEST SUL FANGO

PRIMO SET DI PROVE

Fango secondario e ispessito

1500 ml di fango nei reattori

Condizionamento a pH 8

Pretrattamento termico a 65°C	→	Bagno termostatato
Durata pretrattamento 30 minuti	→	Termostato per 30 min
Digestione anaerobica (BATCH)	→	Un sistema chiuso

Bagno termostatato

Termostato

TEST SUL FANGO

SECONDO SET DI PROVE

Fango secondario e ispessito

750 ml fango pretratt. + 750 ml fango non pretratt.

Condizionamento a pH 8

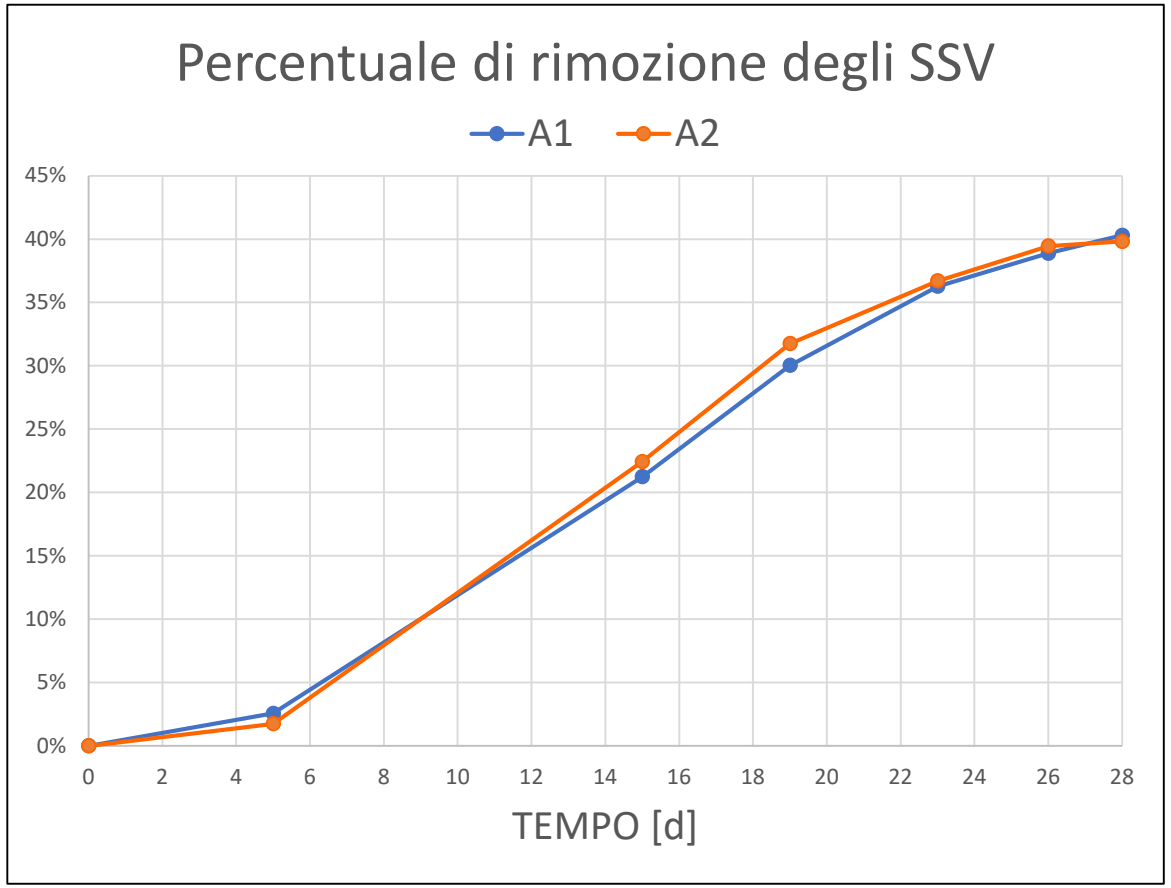
Digestione anaerobica

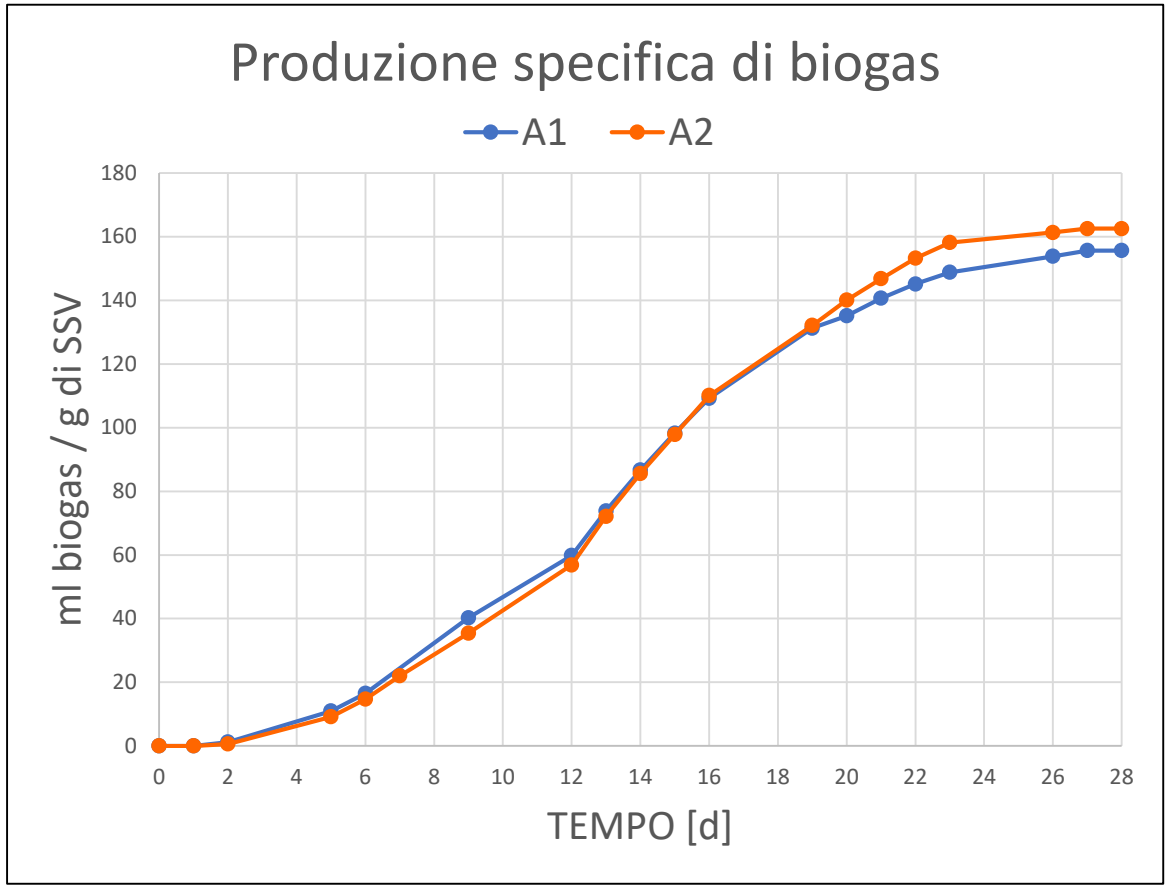
Pretrattamento termico a 65°C → Bagno termostatato

Durate pretratt.: 30, 60 e 90 min. → Termostato per diverse durate

Digestione anaerobica SEMI-BATCH → Sistema semi-aperto (semi-continuo)

CONFRONTO REATTORI I SET (A1-A2)

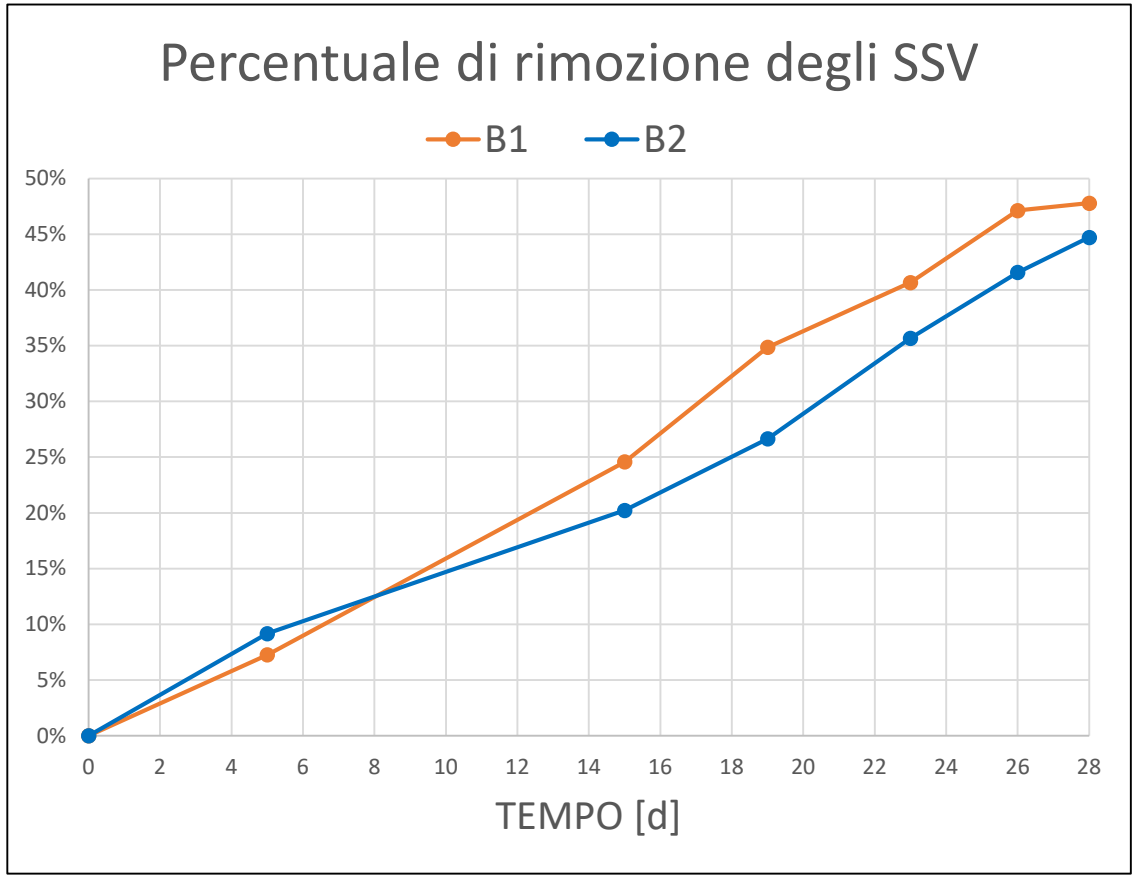


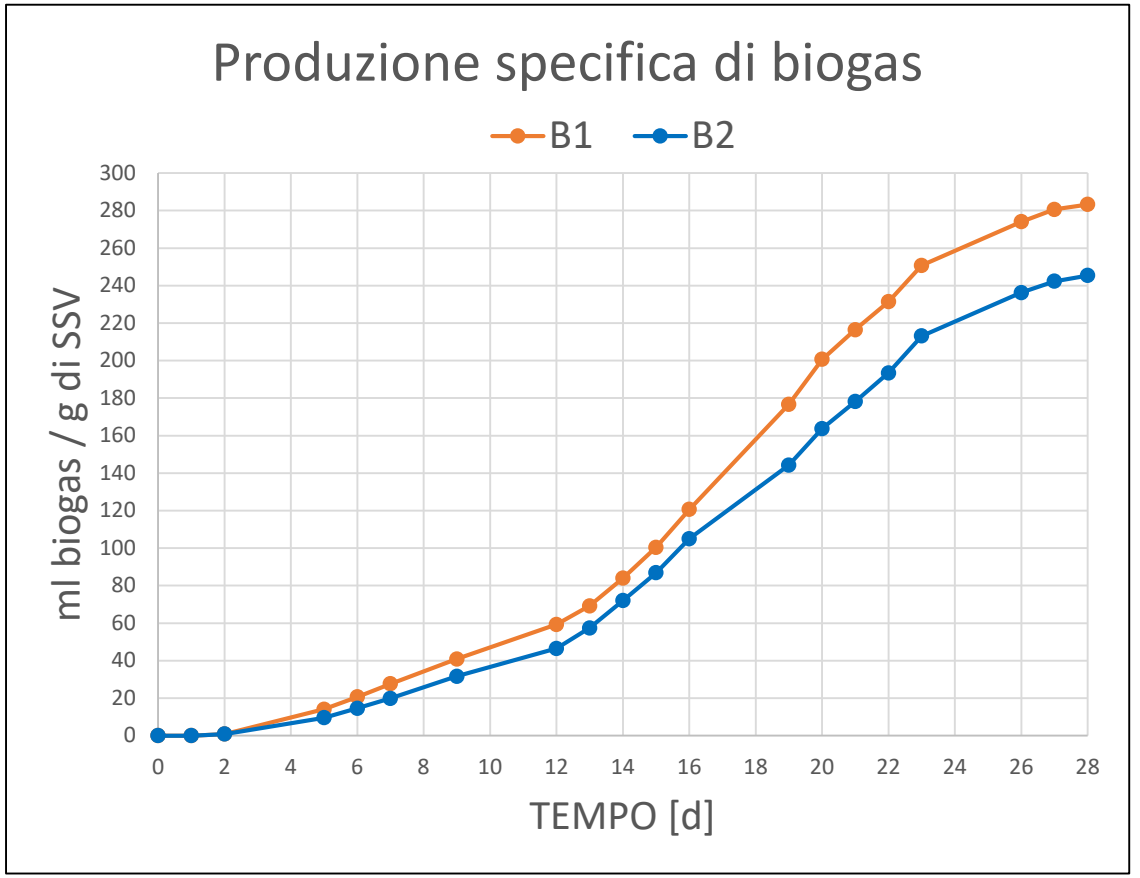


1) **Reattore A1**: fango secondario, no pretratt. termico;

2) **Reattore A2**: fango secondario, con pretratt. termico a 65°C per 30 min.

CONFRONTO PRIMO SET (B1-B2)

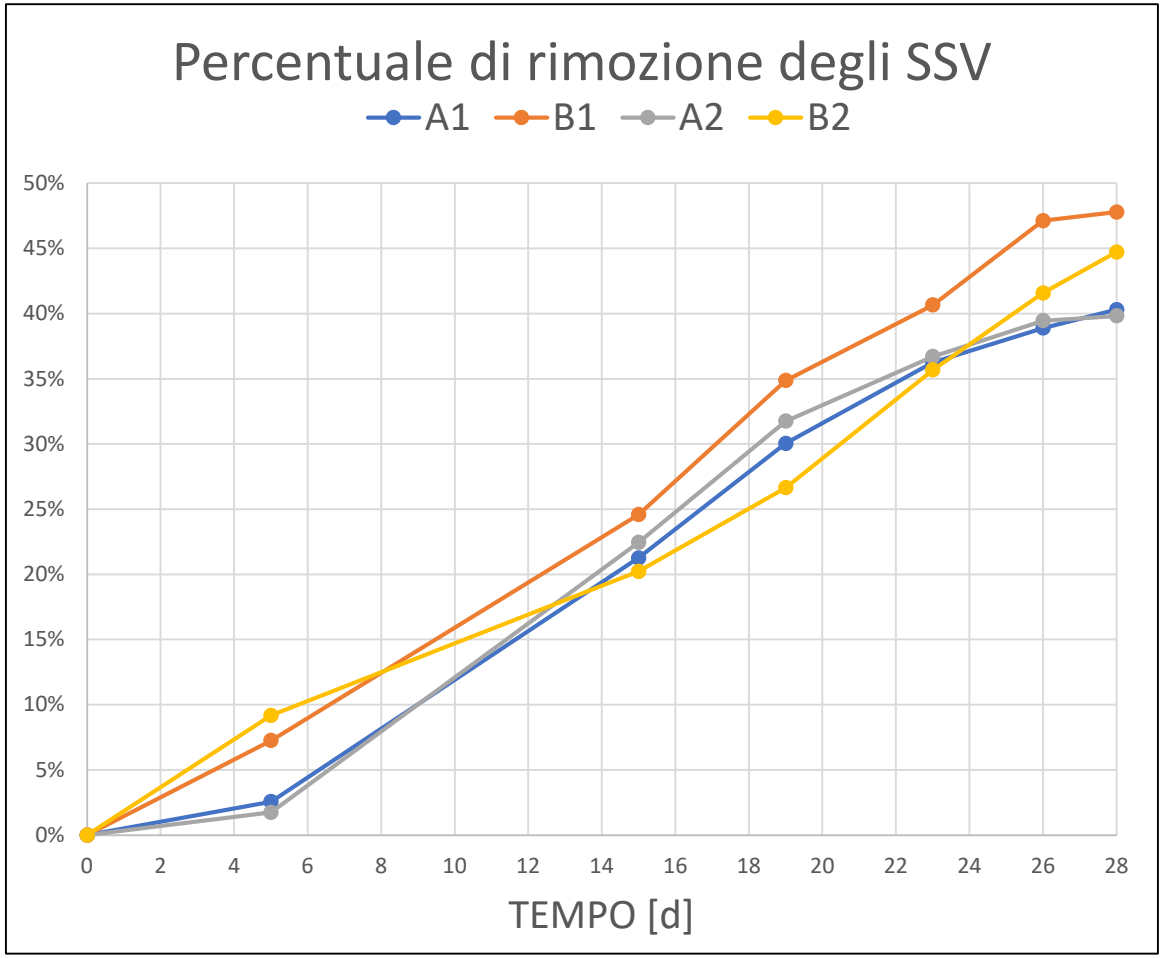


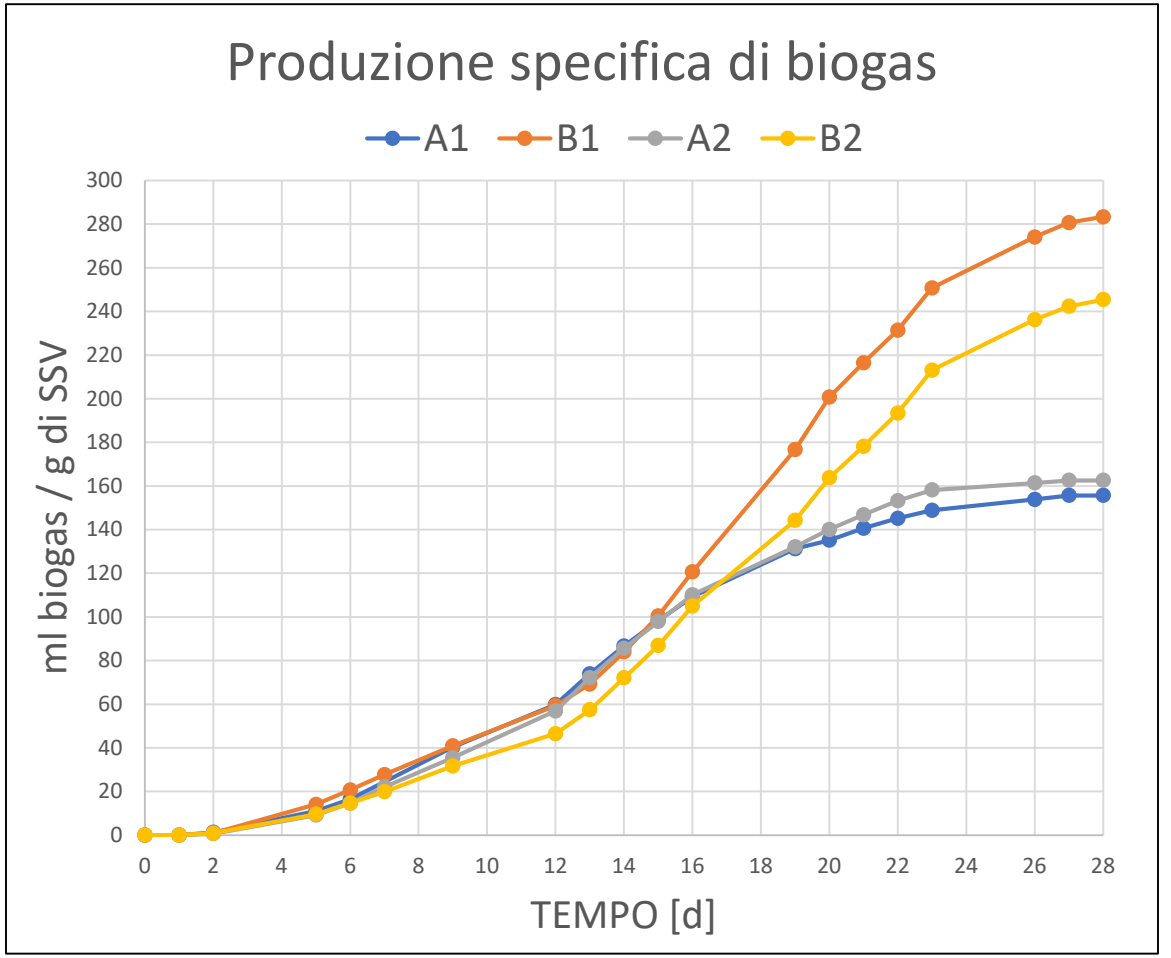


1) **Reattore B1**: fango misto ispessito, no pretratt. termico;

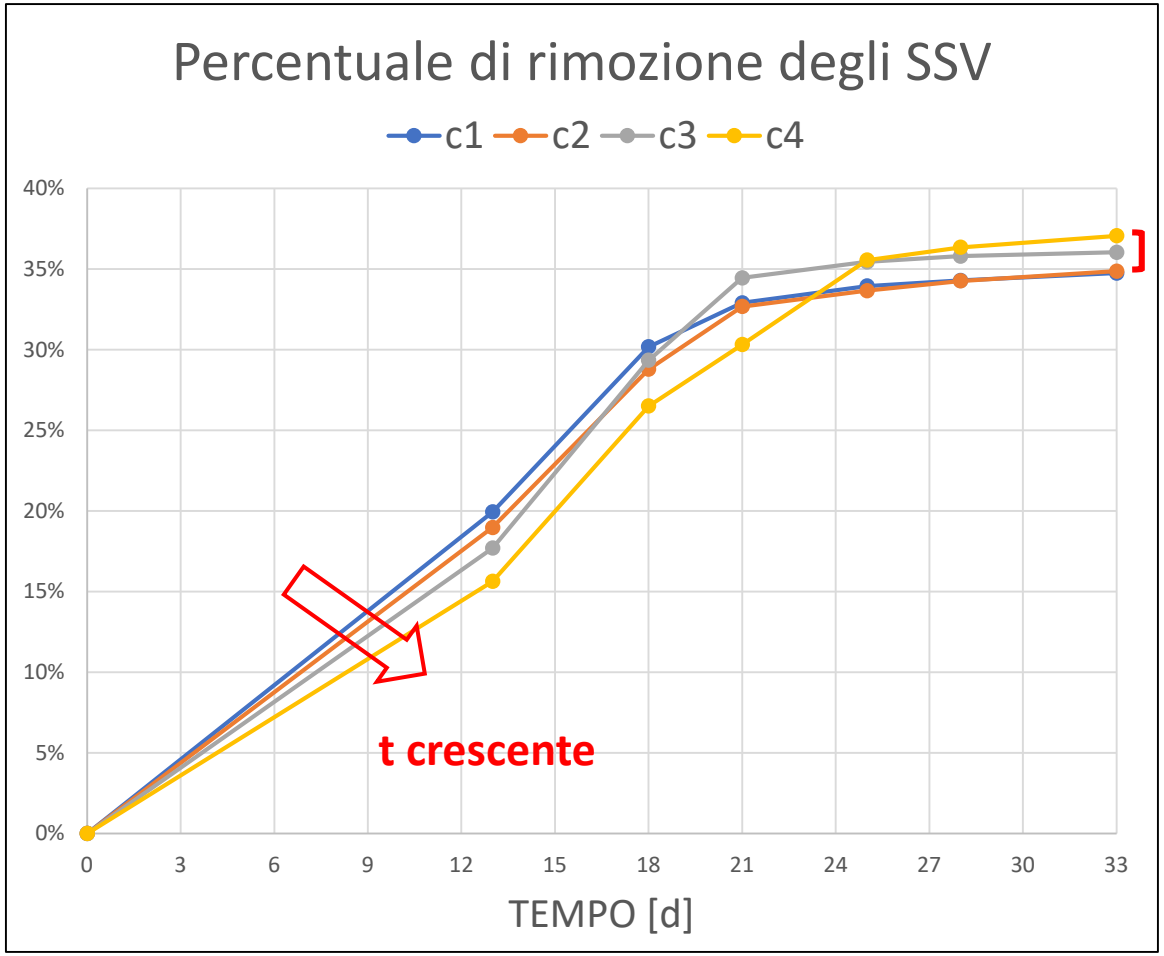
2) **Reattore B2**: fango misto ispessito, con pretratt. termico a 65°C per 30 min.

CONFRONTO TOTALE REATTORI I SET

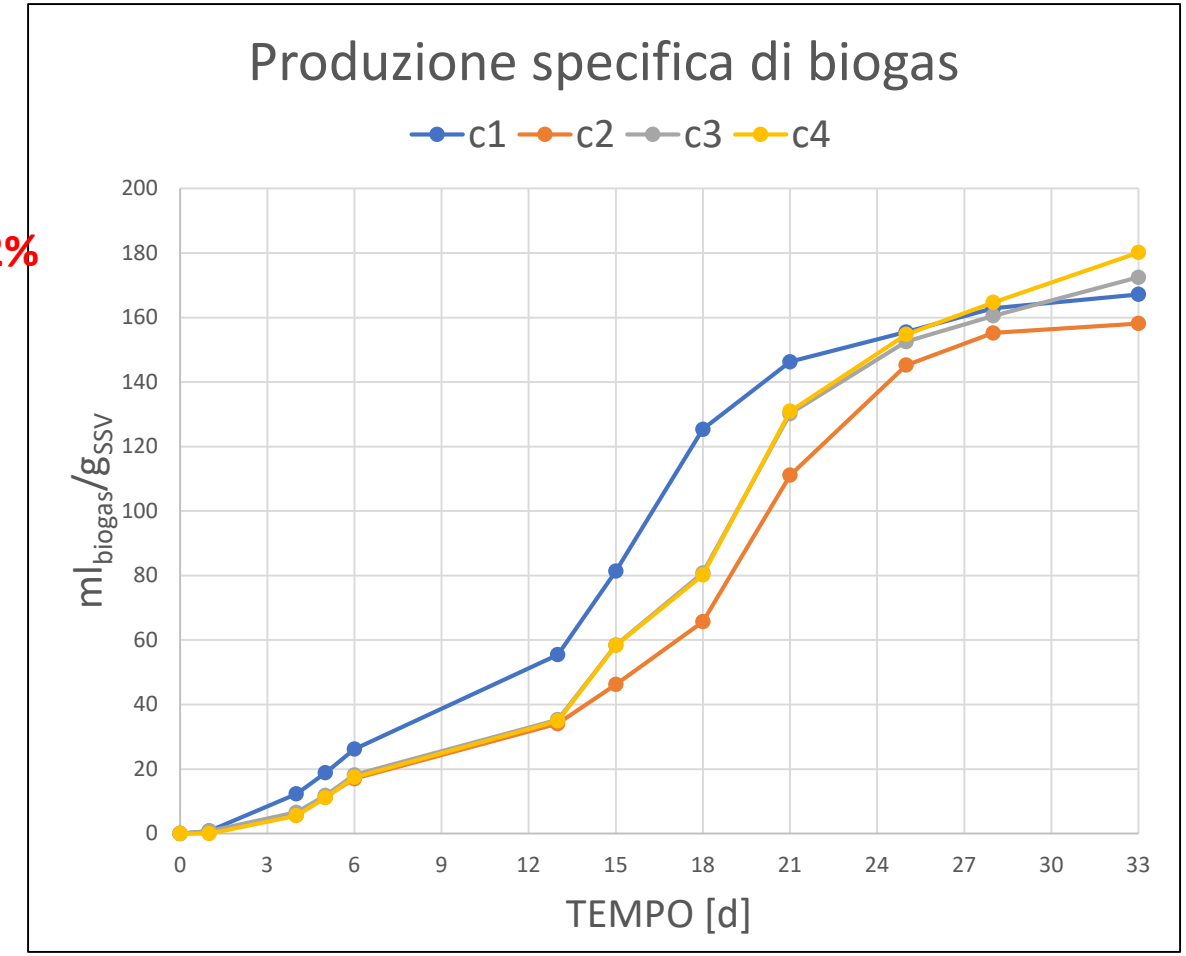




CONFRONTO REATTORI II SET (C)



] 2%



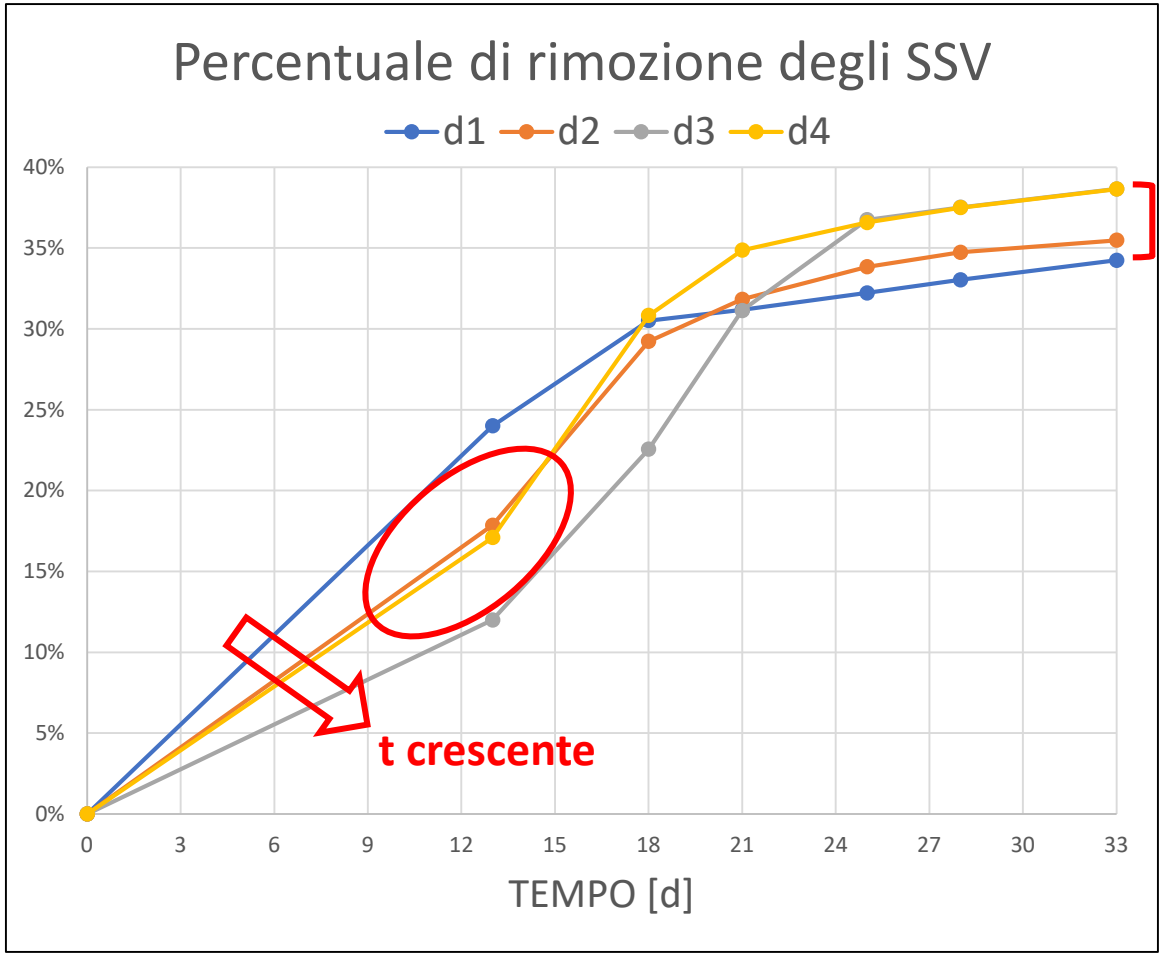
1) **Reattore C1**: f. second., no pretratt. termico;

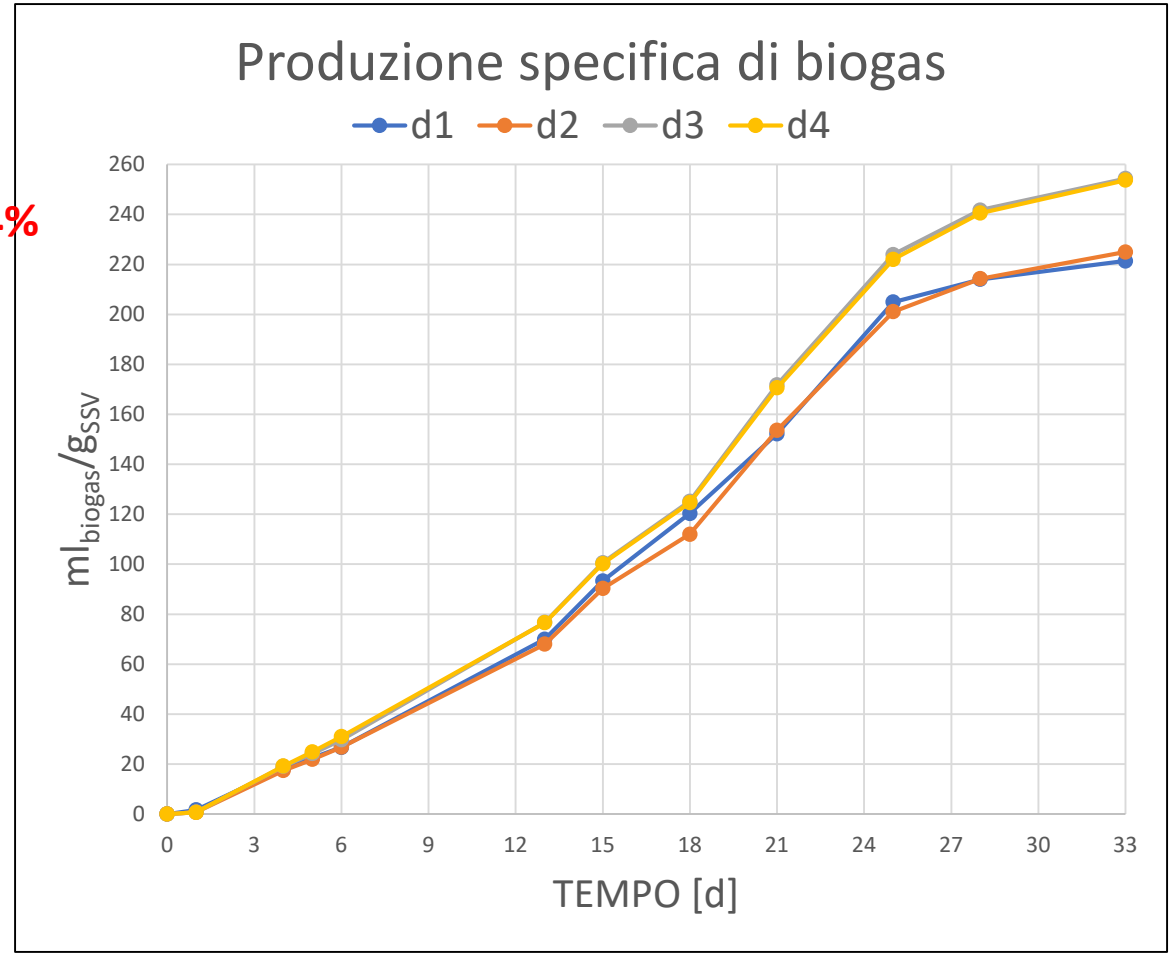
2) **Reattore C2**: f. second., con pretratt. Term. 65°C per 30 min;

3) **Reattore C3**: f. second., con pretratt. Term. 65°C per 60 min.;

4) **Reattore C4**: f. second., con pretratt. Term. 65°C per 90 min.

CONFRONTO REATTORI II SET (D)





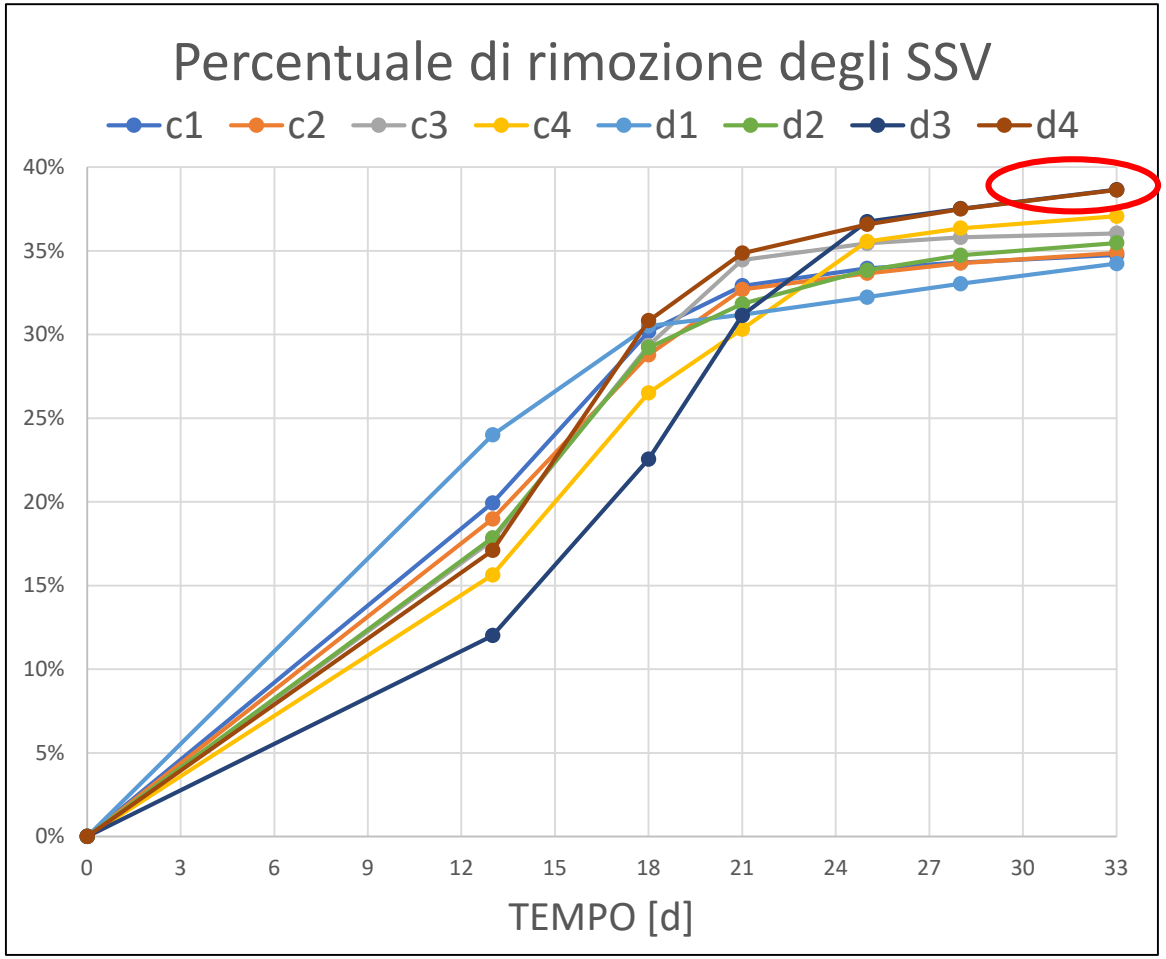
1) **Reattore D1**: f. misto isp., no pretratt. termico;

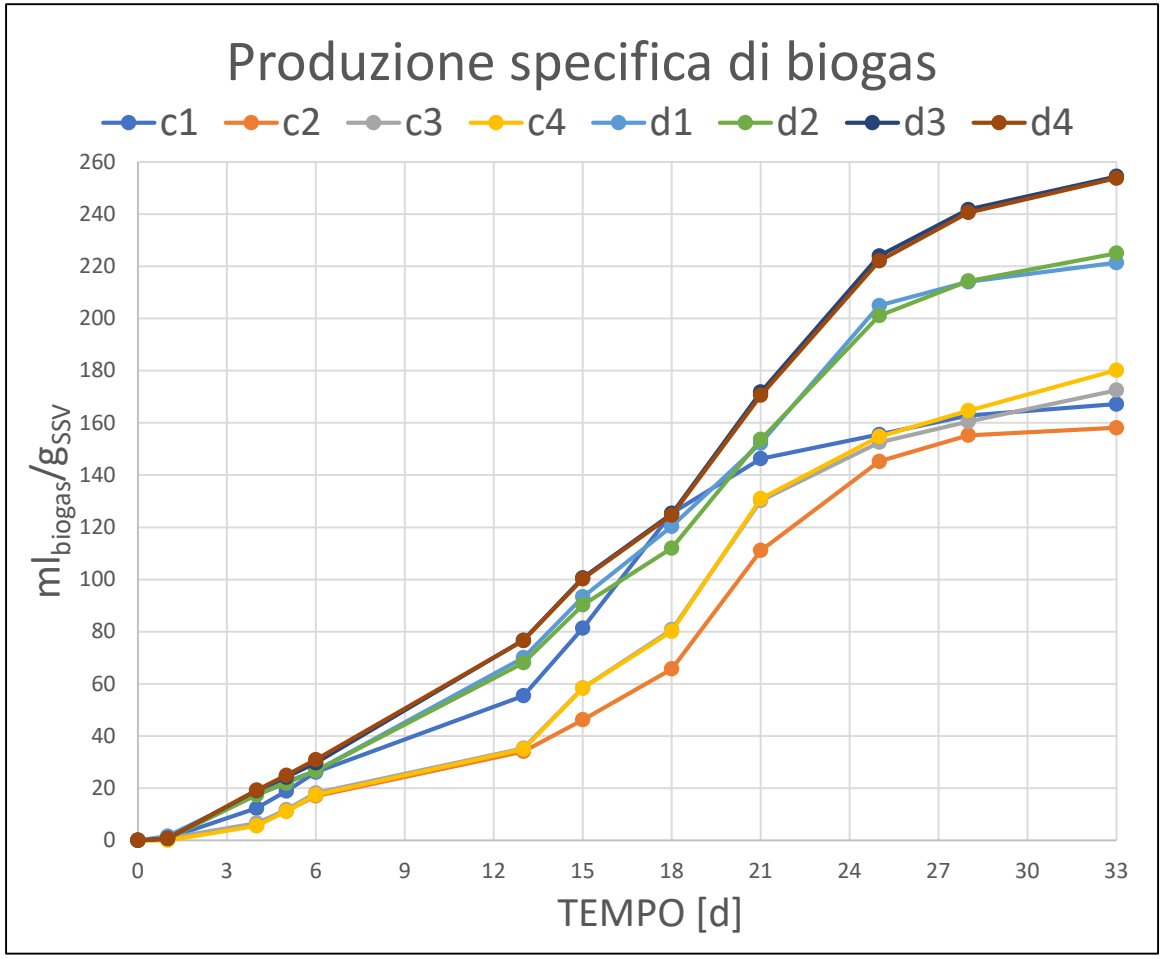
2) **Reattore D2**: f. misto isp., con pretratt. term. 65°C per 30 min;

3) **Reattore D3**: f. misto isp.., con pretratt. Term. 65°C per 60 min.;

4) **Reattore D4**: f. misto isp., con pretratt. Term. 65°C per 90 min.

CONFRONTO REATTORI SECONDO SET





RISULTATI

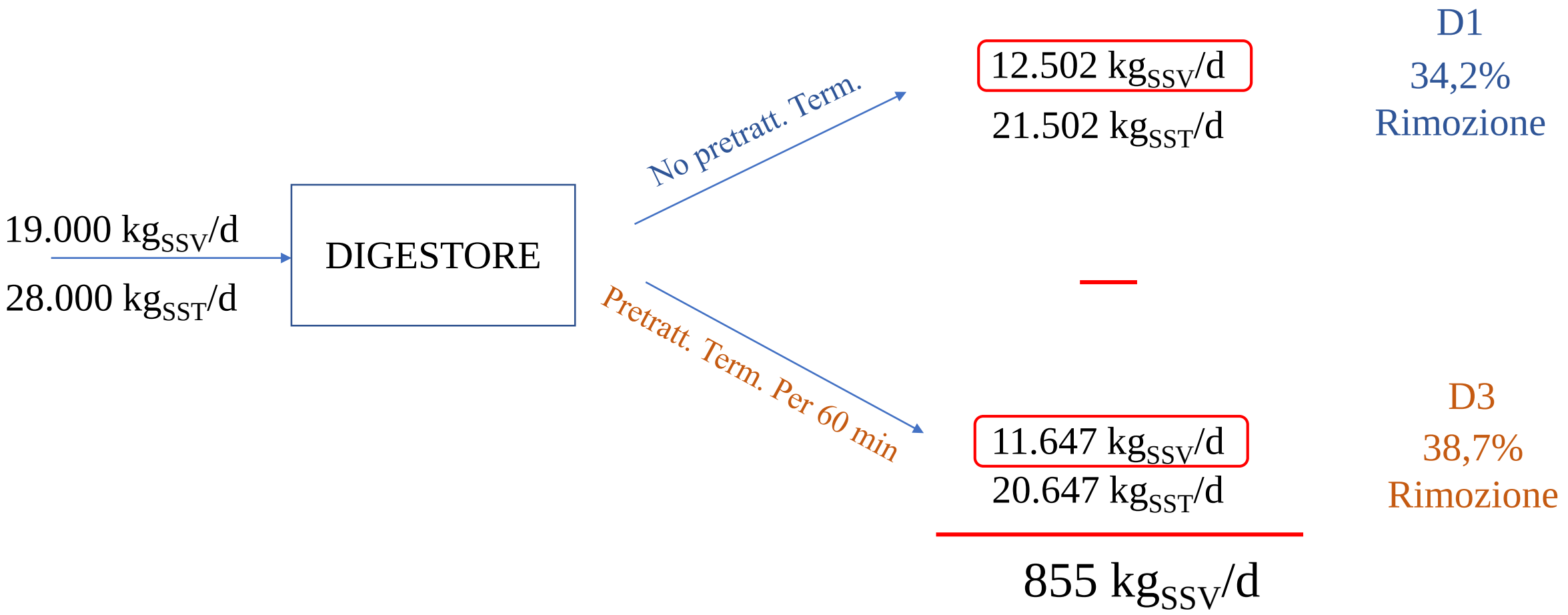
RISULTATI CON MIGLIORE EFFICIENZA DI RIMOZIONE

D3 = D4

FANGO ISPESSITO PRETRATTATO PER 60 MINUTI

FANGO ISPESSITO PRETRATTATO PER 90 MINUTI

RIDUZIONE PRODUZIONE DI FANGO



≈ 4 %

RIDUZIONE FANGO = 2.137,5 kg / d

ANALISI COSTI

costo medio di trasporto e smaltimento in discarica	120 € / tonn	+
costo medio di uso di prodotti chimici	25 € / tonn	+
costo medio di eventuali oneri per certificazioni ambientali integrative redatte dagli enti preposti	15 € / tonn	=

COSTO COMPLESSIVO ← 160 € / tonn

CONFRONTI ECONOMICI

- Umidita 60 %
- Secco 40 %

← Caratteristiche fango

costo complessivo	(Fango non pretratt.)	D1 = 8.600 €/d =	3.140.000 €/anno
costo complessivo	(Fango con pretratt. Per 60 min)	D3 = 8.250 €/d =	3.015.000 €/anno

RISPARMIO ECONOMICO = 125.000 €/ANNO

SVILUPPI FUTURI

Sarebbe opportuno effettuare nuove sperimentazioni facendo variare:

- la quantità di prodotto enzimatico da inserire nella fase di ossidazione biologica

- le quantità di fango da trattare nella digestione anaerobica in modalità semi-batch

- la temperatura di pretrattamento termico nella fase a monte della digestione

- la durata di pretrattamento termico in range di valori compresi tra 30 e 60 minuti

Grazie per l'attenzione

Depuración de Aguas del Mediterráneo

Akerus