



## Processi biologici innovativi di rimozione dell'azoto dai digestati

Politecnico di Milano, Polo di Cremona

20 Giugno 2013

# Task 1 - Separazione solido-liquido del digestato

*Francesca Malpei, Aronne Teli*



**POLITECNICO  
DI MILANO**



**MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE  
ALIMENTARI E FORESTALI**



**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE**

**DICEA**  
DIPARTIMENTO  
DI INGEGNERIA CIVILE  
E AMBIENTALE



## Introduzione

- Obiettivi del TASK 1
- Separazione solido-liquido (S/L) del digestato

## Attività sperimentale (separazione S/L)

- Descrizione delle attività svolte
- Risultati: prove a piena scala
- Risultati: prove di ottimizzazione a scala di laboratorio

## Conclusioni (separazione S/L)

- Considerazioni conclusive



## TASK 1

**Caratterizzazione dei flussi** derivanti dalla separazione del digestato in frazione semi-solida e frazione liquida e **definizione degli impatti ambientali** del ciclo di trattamento.

### Valutazioni:

- Caratterizzazione dei digestati e delle frazioni separate.
- Valutazione dell'efficienza di separazione ed ottimizzazione della separabilità solido-liquido al fine di ridurre la concentrazione di solidi sospesi (SST) nella frazione liquida per rendere applicabili i trattamenti a valle.
- Valutazione delle emissioni di  $N_2O$ ,  $CH_4$  ed  $NH_3$  durante il ciclo di trattamento.



## TASK 1

**Caratterizzazione dei flussi** derivanti dalla separazione del digestato in frazione semi-solida e frazione liquida e **definizione degli impatti ambientali** del ciclo di trattamento.

### Valutazioni:

- Caratterizzazione dei digestati e delle frazioni separate.
- Valutazione dell'efficienza di separazione ed ottimizzazione della separabilità solido-liquido al fine di ridurre la concentrazione di solidi sospesi (SST) nella frazione liquida per rendere applicabili i trattamenti a valle.
- Valutazione delle emissioni di  $N_2O$ ,  $CH_4$  ed  $NH_3$  durante il ciclo di trattamento.



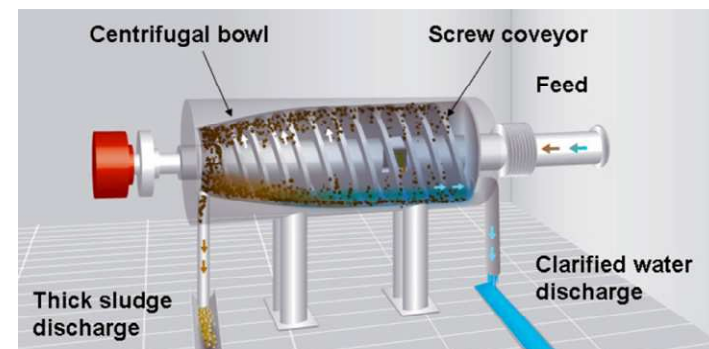
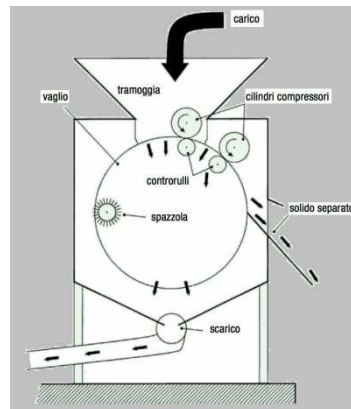
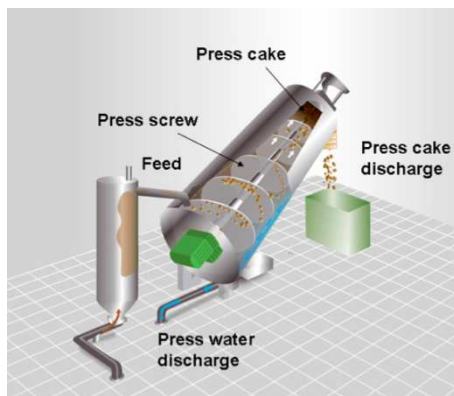
Separazione del digestato in 2 frazioni:

- **residuo semi-solido** (palabile, ricco in azoto organico a lenta mineralizzazione)
- **frazione liquida** (pompabile, ricca in azoto ammoniacale)

Residuo semi-solido	Frazione liquida
<ul style="list-style-type: none"><li>• Migliore gestione del solido (minori volumi a pari massa di solidi, maggiori tenori di N e S.O., ...)</li><li>• Utilizzo in stalla come lettiera</li><li>• Utilizzo come ammendante</li><li>• Distribuzione con spandiletame o spandicompost</li><li>• Facilità di trasporto e di trasferimento di nutrienti fuori dall'azienda</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Migliore gestione del liquido (facilità di pompaggio, minori rischi di intasamento,...).</li><li>• Possibilità di ricircolo in stalla (<i>flushing</i>).</li><li>• Impiego su colture in atto ed uso fertirriguo.</li><li>• Più semplice trattabilità per via biologica o chimico-fisica</li></ul>



Pressa a vite	Separatore a rulli contrapposti	Separatore centrifugo
Filtrazione in pressione		Centrifugazione
Medio-bassa efficienza		Elevata efficienza
Bassa qualità del chiarito		Elevata qualità del chiarito
NO Condizionamento		SI Condizionamento





## Obiettivo dello studio:

Conseguire una concentrazione di solidi sospesi totali (SST) nella frazione liquida (chiarito), idonea per i trattamenti a valle.



Sussiste un **limite di SST in ingresso per tutte le successive fasi di trattamento**

## Trattamenti biologici:

- rischio di accumulo di solidi sospesi inerti
- rischio di superamento delle concentrazioni compatibili con una buona funzionalità.



## Esempio di calcolo

### Ipotesi di calcolo

Caratteristiche dei solidi  
sospesi nella frazione liquida

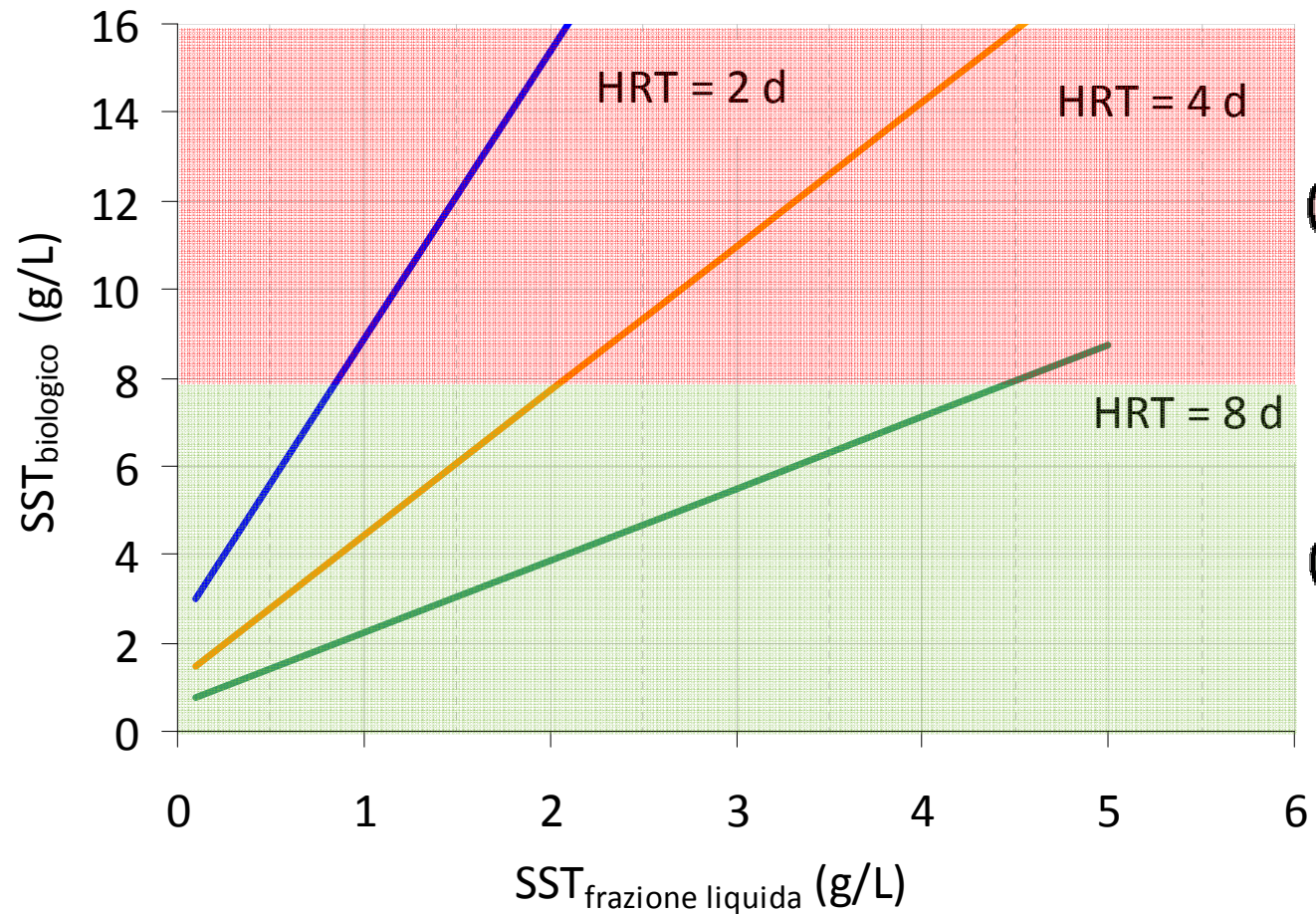
% SSV	70	%
% SSV non biodegradabili	35	%

Parametri di processo

SRT	20	d
-----	----	---

Limite di  
concentrazione di  
SST nel biologico  
( $SST_{\text{biologico}}$ )

~ 8 g/L







## Esempio di calcolo

### Ipotesi di calcolo

Caratteristiche dei solidi  
sospesi nella frazione liquida

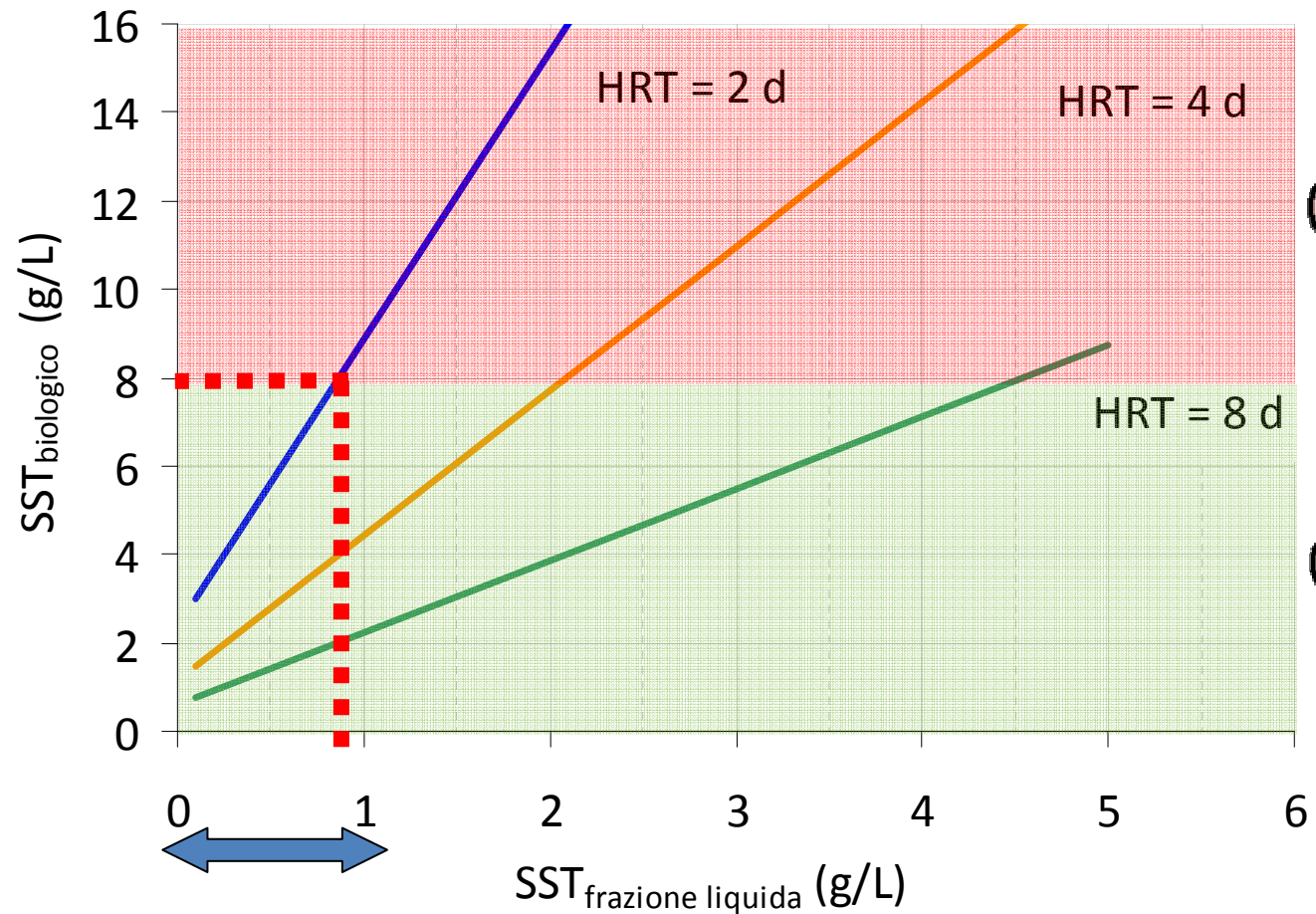
% SSV	70	%
% SSV non biodegradabili	35	%

Parametri di processo

SRT	20	d
-----	----	---

Limite di  
concentrazione di  
SST nel biologico  
( $SST_{\text{biologico}}$ )

~ 8 g/L



HRT=2d



## Esempio di calcolo

### Ipotesi di calcolo

Caratteristiche dei solidi  
sospesi nella frazione liquida

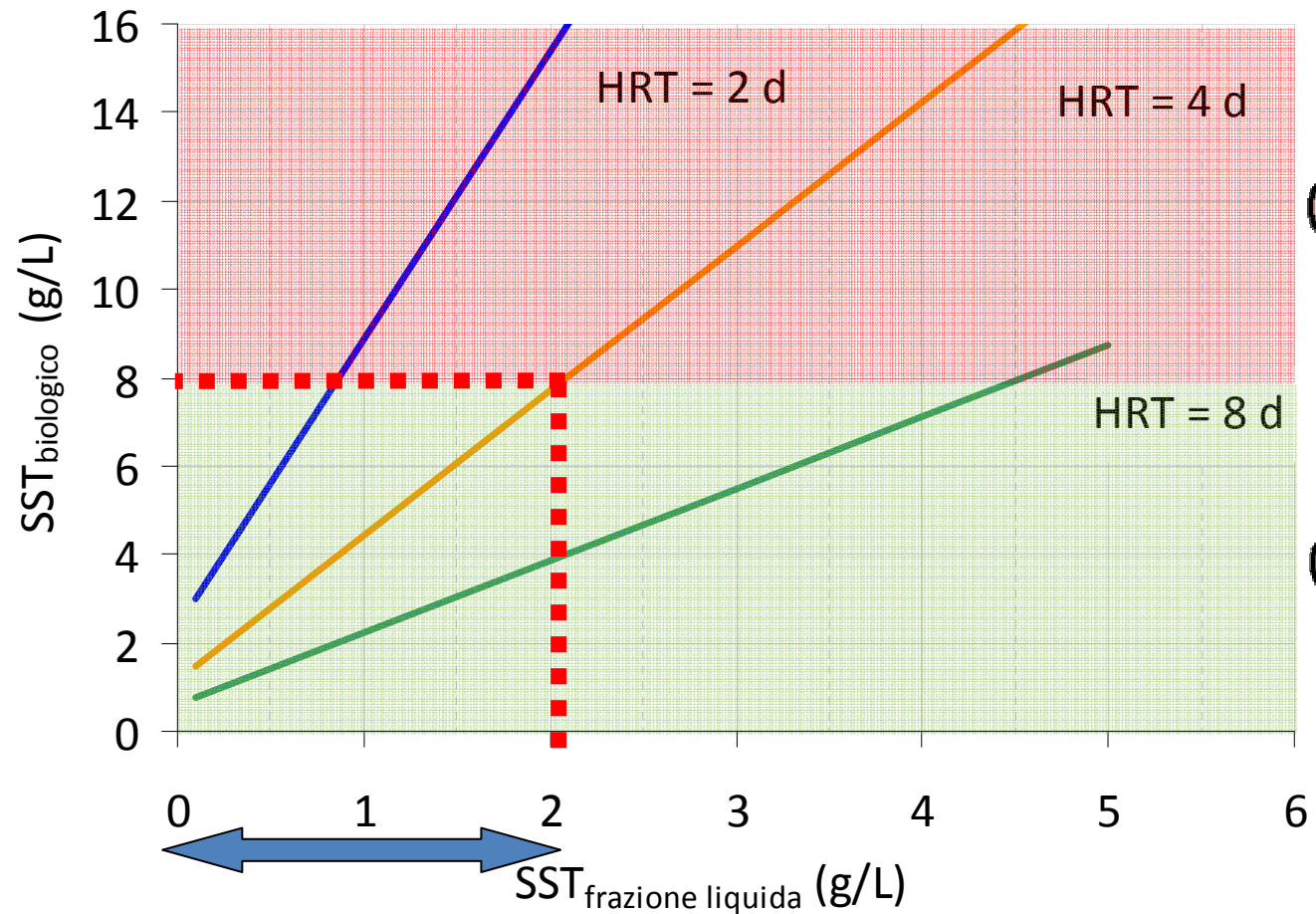
% SSV	70	%
% SSV non biodegradabili	35	%

Parametri di processo

SRT	20	d
-----	----	---

Limite di  
concentrazione di  
SST nel biologico  
( $SST_{\text{biologico}}$ )

~ 8 g/L



HRT=4d



## Esempio di calcolo

### Ipotesi di calcolo

Caratteristiche dei solidi  
sospesi nella frazione liquida

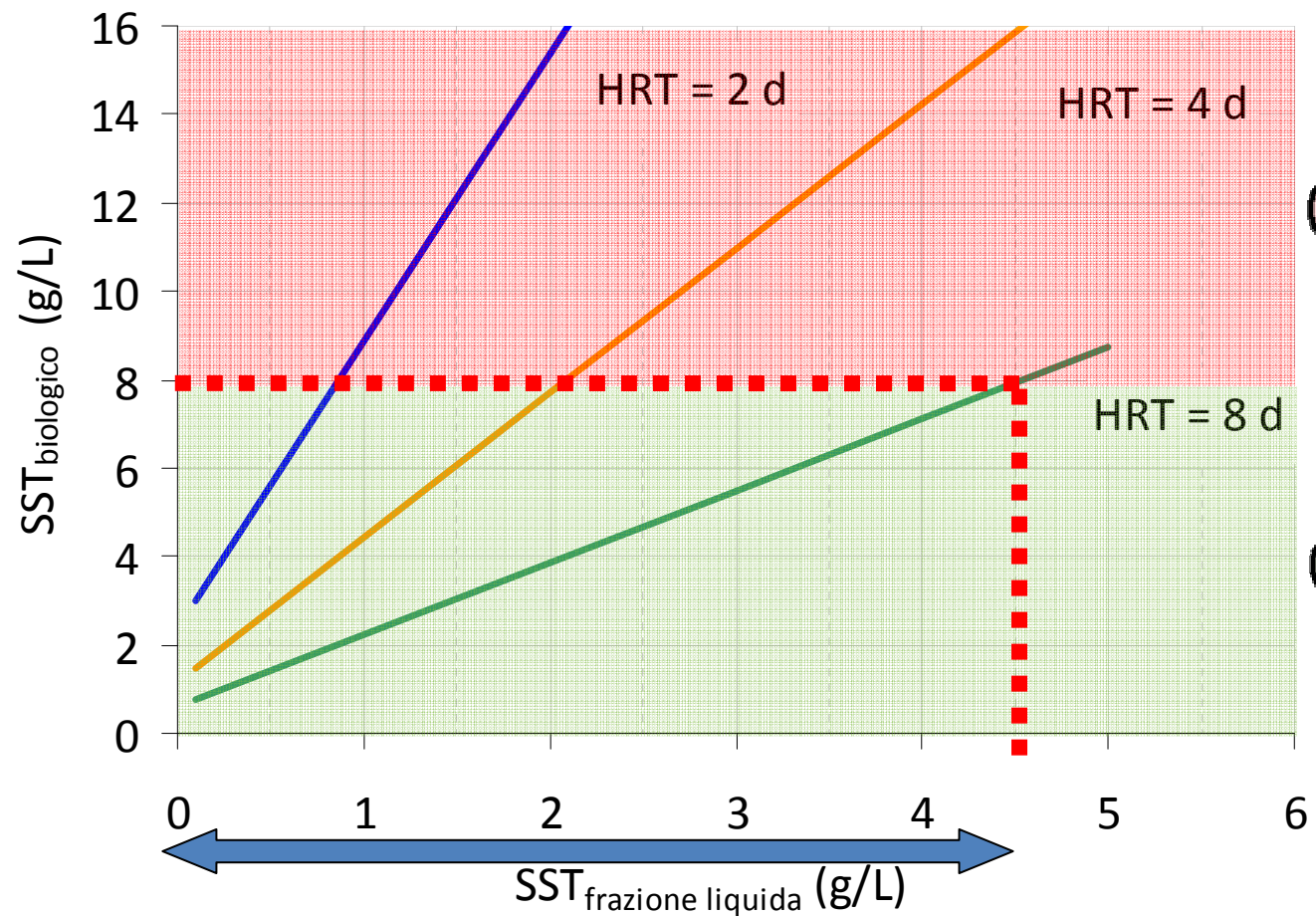
% SSV	70	%
% SSV non biodegradabili	35	%

Parametri di processo

SRT	20	d
-----	----	---

Limite di  
concentrazione di  
SST nel biologico  
( $SST_{\text{biologico}}$ )

~ 8 g/L



$HRT=8d$

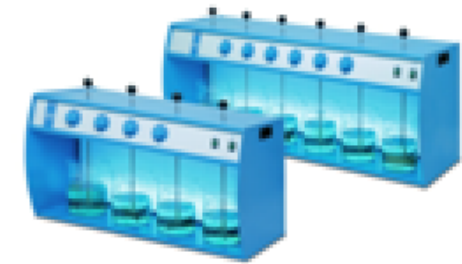


1. Valutazioni sperimentali a piena scala volte alla determinazione dell'efficienza di separazione dei principali separatori S/L;
2. Ottimizzazione della separazione S/L utilizzando additivi condizionanti per migliorare la qualità del chiarito da centrifugazione.

**Prove alla scala di laboratorio**

## Prodotti condizionanti

- 2 coagulanti:
  - Ammina Hidrofloc AP 358;
  - Policloruro di alluminio Hidrofloc PAC180.
- 1 flocculante organico cationico (Hidrofloc 8816)



**Fig. 2** – Apparecchiatura per l'esecuzione di jar test.






- 3 aziende testate;
- 2 separatori S/L:
  - pressa a vite
  - centrifuga ad asse orizzontale.

	Matrici alimentate al digestore	Separatore S/L
<b>Azienda A 1</b>	Liquame suino (62%), Triticale (24%), Mais (14%)	<b><u>Centrifuga ad asse orizzontale</u></b> (polielettrolita cationico: 40÷50‰)
<b>Azienda A 2</b>	Liquame bovino (19%), Mais (69 %), Triticale (12%)	<b><u>Pressa a vite</u></b>
<b>Azienda A 3</b>	Liquame suino (11%), Pollina (37%), Mais (52%)	<b><u>Pressa a vite</u></b>



# 1. Efficienza di separazione (dispositivi a piena scala)

## Tenori di solidi totali (ST) nelle frazioni separate

	centrifuga A1	pressa a vite A2    A3	
DIGESTATO	5,4 ± 0,3%	6,2%	5,9%
			
SEPARATO SOLIDO	22,5 ± 0,7%	30,4%	26,8%
SEPARATO LIQUIDO	0,6 ± 0,1%	4,4%	3,6%



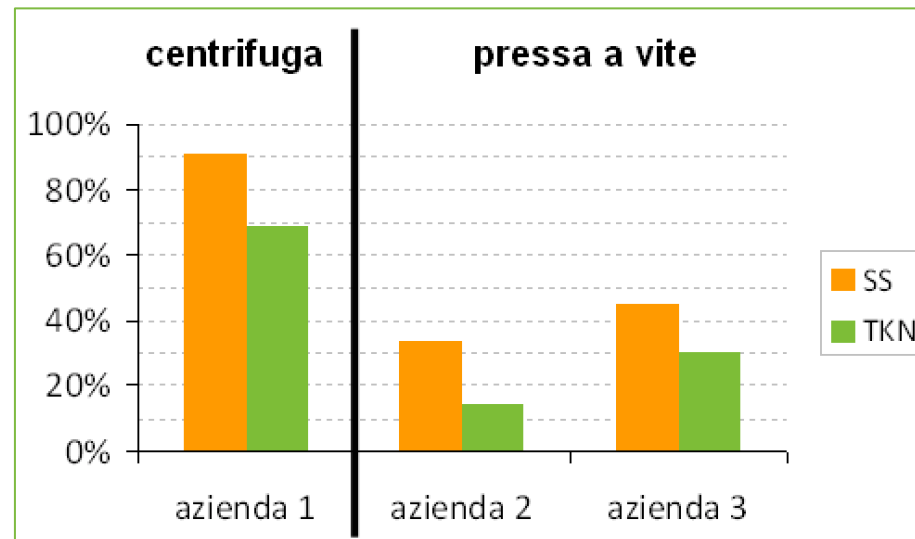
# 1. Efficienza di separazione (dispositivi a piena scala)

15

## Tenori di solidi totali (ST) nelle frazioni separate

	centrifuga A1	pressa a vite A2	pressa a vite A3
DIGESTATO	5,4 ± 0,3%	6,2%	5,9%
SEPARATO SOLIDO	22,5 ± 0,7%	30,4%	26,8%
SEPARATO LIQUIDO	0,6 ± 0,1%	4,4%	3,6%

## Efficienza di separazione





# 1. Efficienza di separazione (dispositivi a piena scala)

## Caratteristiche della frazione liquida (Solidi Sospesi Totali – SST, azoto)

		A 1	A 2	A 3
Solid/liquid Separator		centrifuga	pressa a vite	
TSS	gTSS/L	0,4 ± 0,09	36,6	31,4
TKN	gN/L	1,5 ± 0,19	3,3	3,7
NH <sub>4</sub> -N	gN/L	1,4 ± 0,19	1,3	2,0

concentrazione  
SST idonea al  
trattamento



concentrazione  
SST inappropriata



Digestati sottoposti a prove di centrifugazione con dosaggio di condizionanti (scala di laboratorio)





## 2. Ottimizzazione della separazione S/L

### Procedura sperimentale e condizionanti usati

- Jar tests:

- 1) Dosaggio coagulante, miscelazione rapida (150 rpm, 60 s)
- 2) Dosaggio flocculante, miscelazione rapida and miscelazione lenta (45 rpm, 10 min)
- 3) Separazione centrifuga (2400 g)
- 4) **Misura SST**, distribuzione granulometrica, filtrabilità (SRF, CST), viscosità



- 2 coagulanti:

- poliammina Hidrofloc AP 358;
- policloruro di alluminio Hidrofloc PAC180.

- 1 flocculante organico cationico (Hidrofloc 8816)

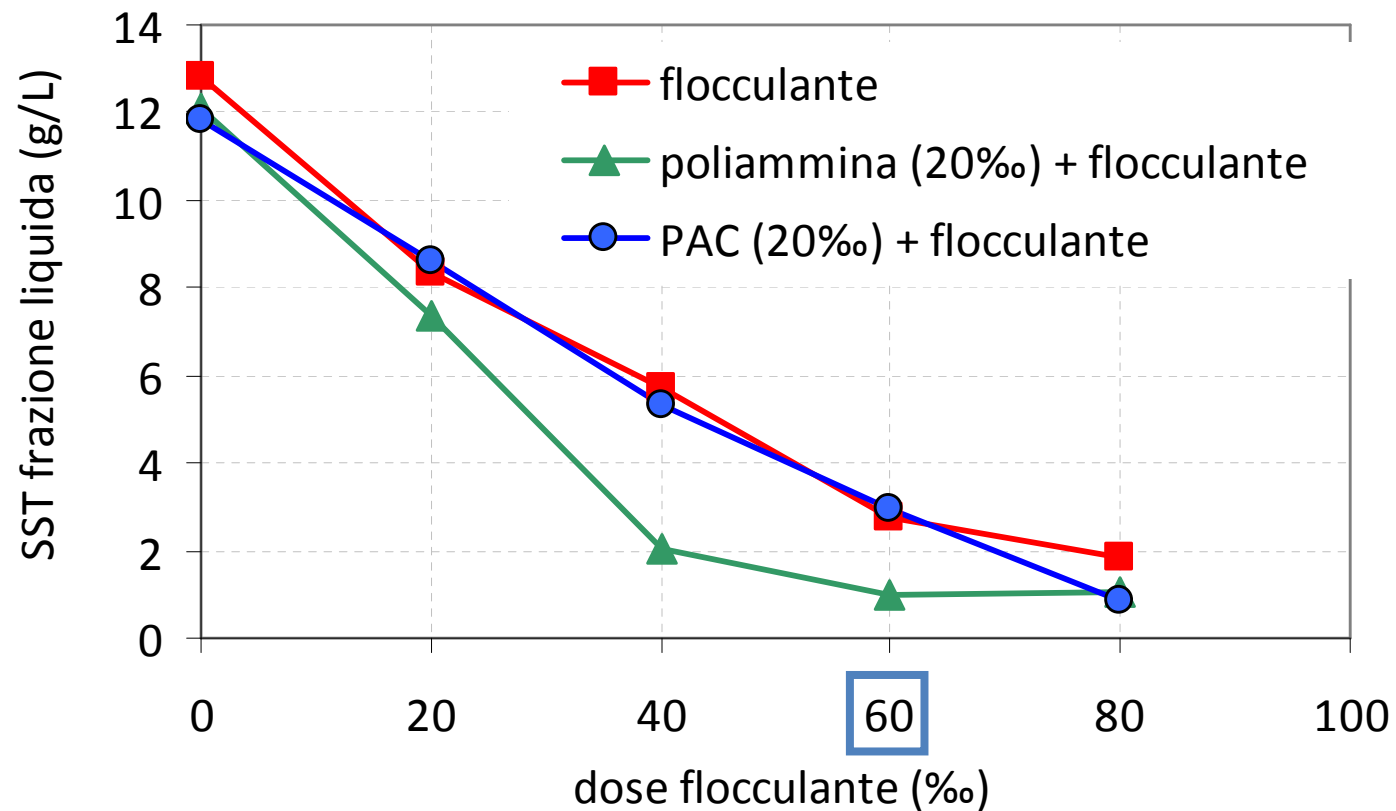
SRF - Specific Resistance to Filtration

CST - Capillary Suction Time



### Azienda A 2

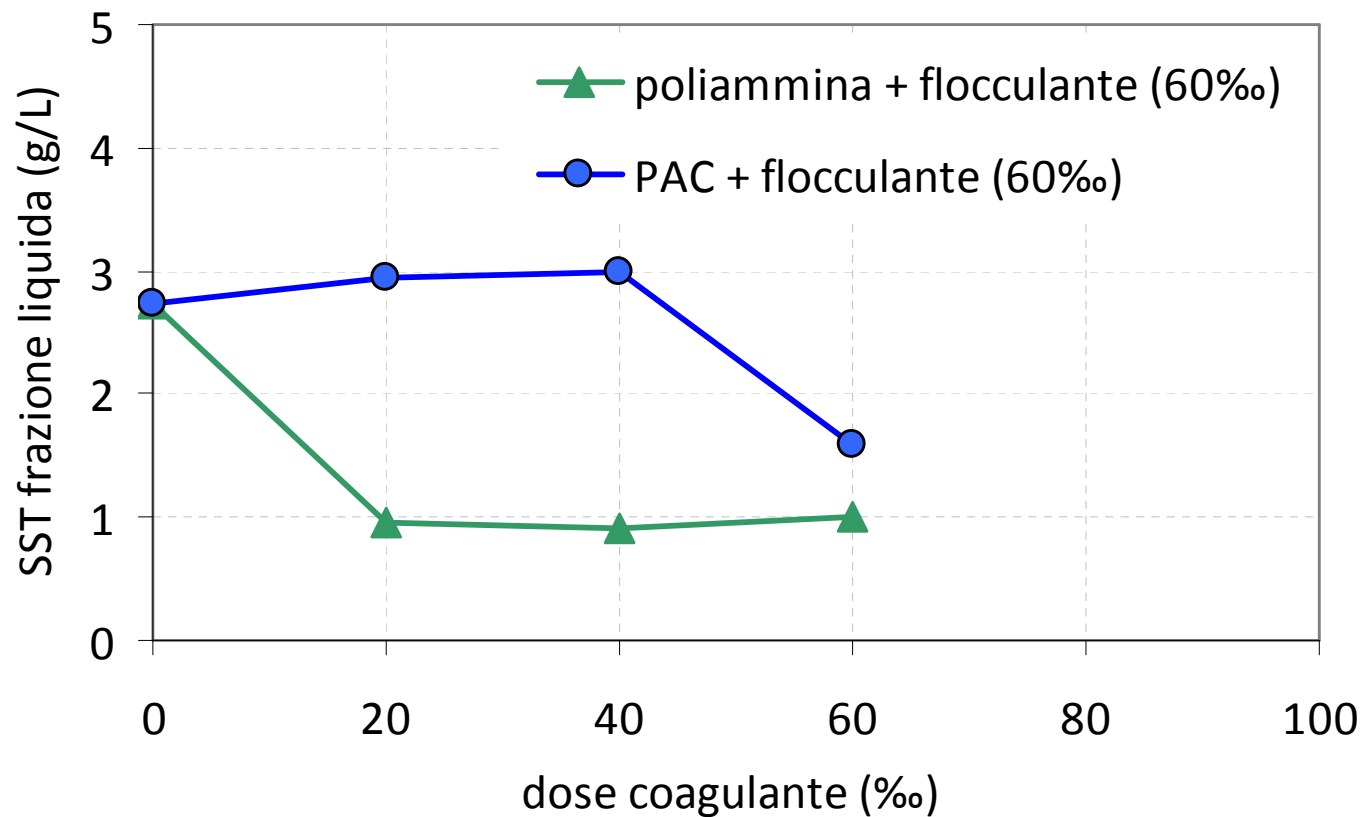
SST frazione liquida al variare della dose di flocculante...





### Azienda A 2

SST frazione liquida al variare della dose di coagulante...



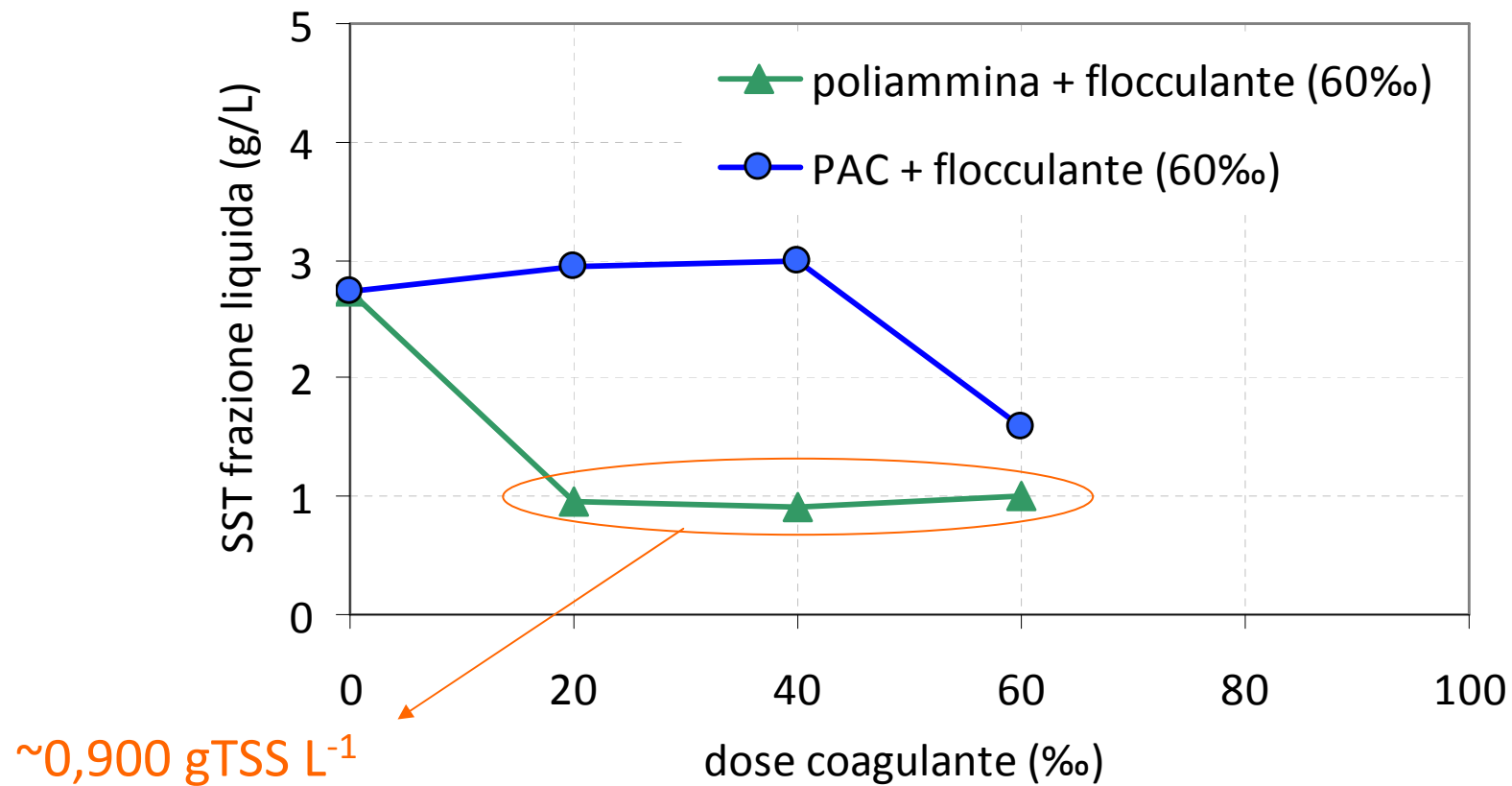


## 2. Ottimizzazione della separazione S/L

20

### Azienda A 2

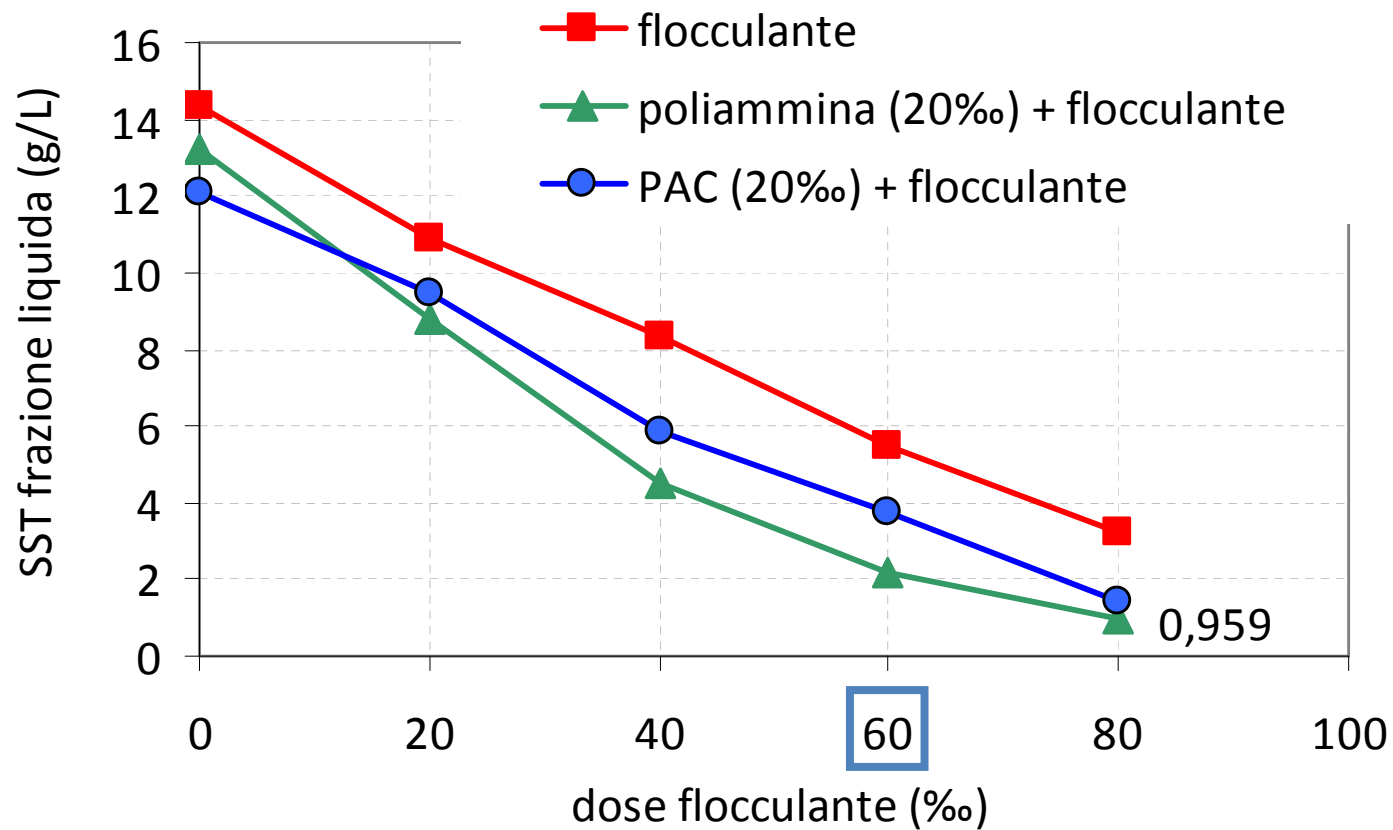
SST frazione liquida al variare della dose di coagulante...





### Azienda A 3

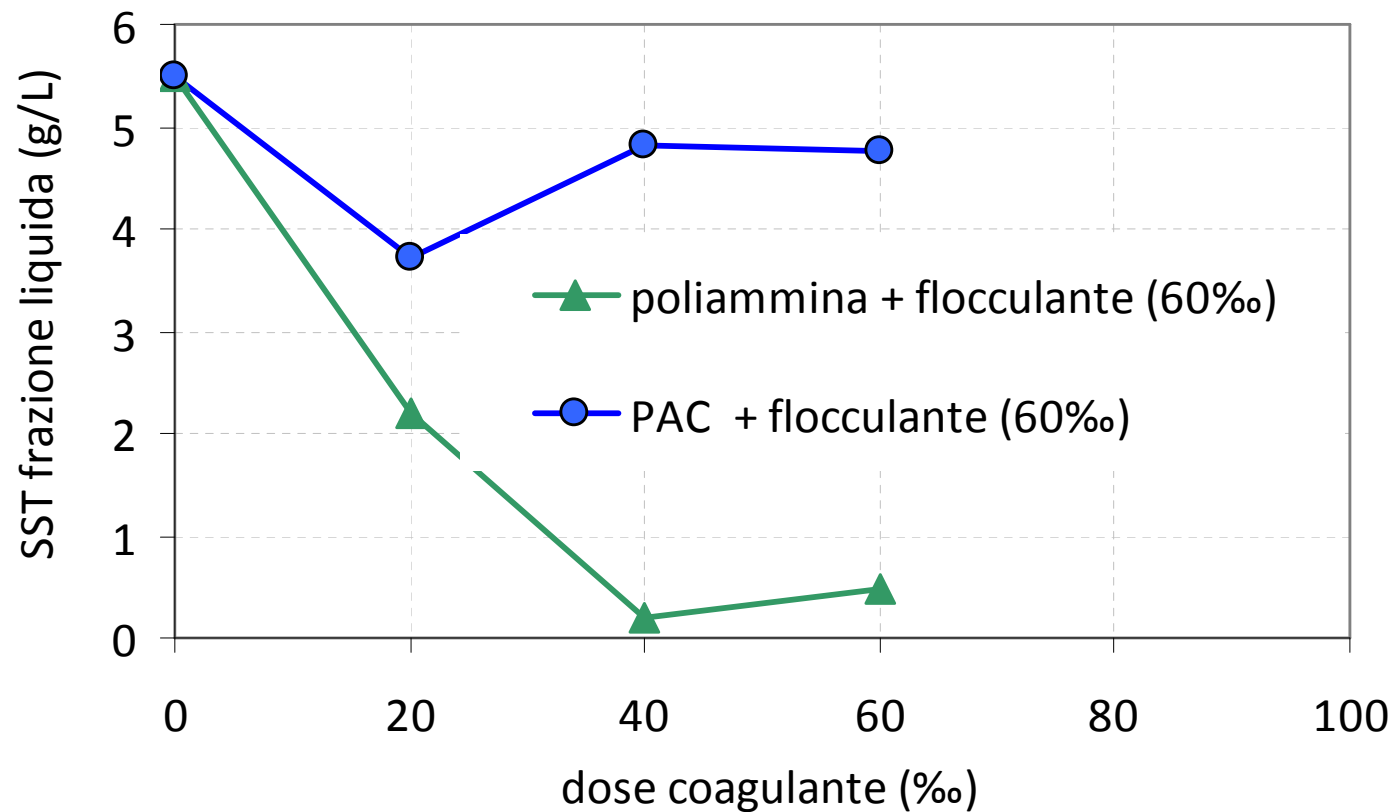
SST frazione liquida al variare della dose di flocculante...





### Azienda A 3

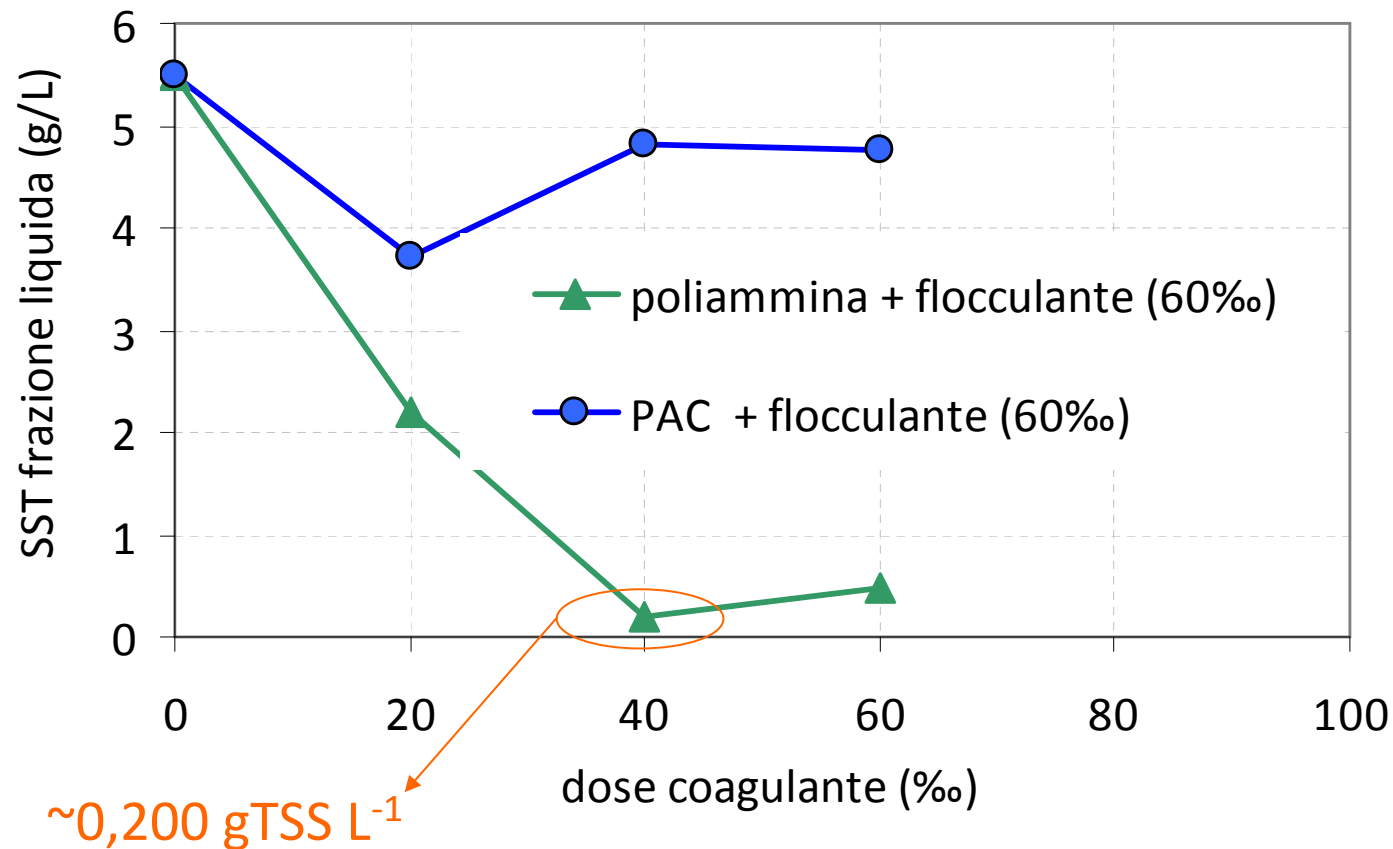
SST frazione liquida al variare della dose di coagulante...







### Azienda A 3

SST frazione liquida al variare della dose di coagulante...





- E' possibile ridurre la concentrazione di SST nel chiarito adottando **DISPOSITIVI CENTRIFUGHI AD ASSE ORIZZONTALE**   
previo condizionamento mediante **POLIELETTROLITI ORGANICI:**
  - dosaggi pari a 5-10 volte i valori tipici adottati per fanghi di depurazione di origine civile
  - costo significativo: 1,2 - 1,3 €/kg condizionante 
- **Opportunità di studiare/validare eventuali alternative:**  
**esempio:** Separazione a doppio stadio (**Sep. a media/bassa efficienza**  
+ **Sep. ad alta efficienza**)





Grazie per l'attenzione