

## Atti del seminario

# Tecnologie per la riduzione dell'azoto nei reflui zootecnici e nel digestato *Stato dell'arte e risultati sperimentali*

31 Gennaio 2009

*Comitato Termotecnico Italiano*

e

*Regione Lombardia DG Agricoltura*



**Regione Lombardia**

*Agricoltura*

*Convegno organizzato nell'ambito del progetto "Concentratore innovativo a ridotto consumo energetico e limitati costi di gestione per il digestato da fermentazione anaerobica – ConDiFA" Regione Lombardia DG Agricoltura – Programma regionale di ricerca in campo agricolo 2007-2009*

## Introduzione

Negli ultimi anni si è osservato un crescente interesse a carico dei processi di digestione anaerobica dei reflui zootecnici, anche miscelati con biomasse dedicate, tanto che ad oggi si riscontra la presenza in tutto il bacino padano di numerosi "impianti di biogas", alcuni già in attività e altri in fase di realizzazione più o meno avanzata. Questo fenomeno è da correlare anche ad un significativo impegno di risorse messo in campo dalla Regione Lombardia per incentivare la realizzazione di tali impianti. A fronte di tutto questo però si sottolinea come alcuni problemi tecnici e normativi abbiano di fatto rallentato uno sviluppo che poteva essere ancora più evidente; tra i principali problemi l'utilizzazione agronomica del digestato, con il suo carico azotato, è ad oggi il più sentito. Per questa ragione è nato il progetto ConDiFA che, sviluppato dal Comitato Termotecnico Italiano per la Regione Lombardia, si è posto l'obiettivo di analizzare alcune tecnologie termiche per la gestione dell'azoto contenuto nella frazione chiarificata del digestato proveniente da impianti di fermentazione anaerobica. Il convegno di cui si riportano gli atti è quindi servito per presentare i risultati di tale progetto e descrivere lo stato dell'arte e altre esperienze significative in materia.

## Programma

- **Tecnologie per la riduzione dell'azoto nei reflui zootecnici e nel digestato**  
*G. Boccasile – D.G. Agricoltura-Regione Lombardia*
  
- **Introduzione al problema con particolare riferimento alle tecnologie termiche**  
*G. Riva – Comitato Termotecnico Italiano*
  
- **Progetto di ricerca "ConDiFA" della Regione Lombardia**  
*A. Panvini – Comitato Termotecnico Italiano*
  
- **Stato dell'arte delle tecnologie termiche e risultati conseguiti dal progetto di ricerca "ConDiFA"**  
*G. Toscano – Università Politecnica delle Marche*
  
- **Strippaggio a caldo dell'azoto da effluenti zootecnici – L'esperienza CRPA**  
*C. Fabbri – Centro Ricerche Produzioni Animali*



# Tecnologie per la riduzione dell'azoto nei reflui zootecnici e nel digestato

*D.G. Agricoltura – Regione Lombardia*

**Gabriele Boccasile**

31 gennaio 2009

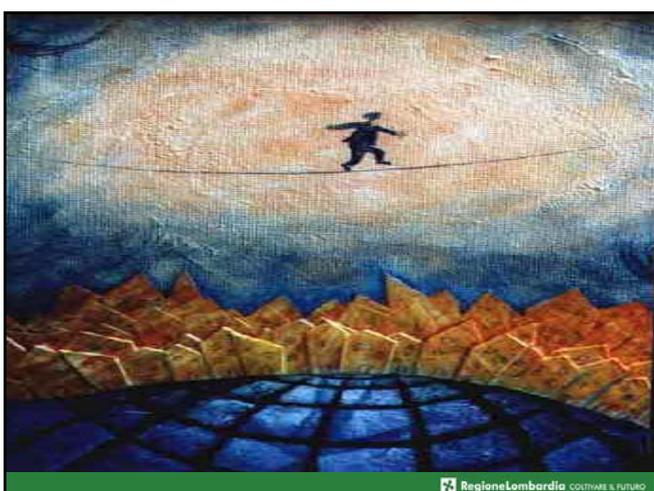


**Agroenergia = Ambiente**

*qualità dell'acqua, dell'aria, del suolo*

**una sfida e un'opportunità**

Regione Lombardia COLTIVARE IL FUTURO







LA MUSICA È  
CAMBIATA!

Do Lam7 Re7 Sol7 Do  
di-cto la canzon lanaxa Napoli e cci-tancot ghaan minga tucc'è torr... Sur - ricento Margelli na tunà'  
Do Re m  
piu-pu-llì i s'vran canzon almen in milion di voh... Mi spe-ri che se of-fendera mi - son...  
Sol7 Do Sol7 Mim  
par-chom un cin-zan-cin... O mia be-lla... che te brici- de to-  
Re7 Sol7 Do  
tan... tut...  
Sol7 Do6  
Sot-a a ti, te viv la vi - ta... ve sta mai coi man in man... Canzeta tocc' Lonan di  
Do Do9 Fa6 Fam6  
Na post in mecur... ma poc vegnerchia M... lan...  
Do Re7 Sol7 Do E1S#F Do Re7 Sol7

Regione Lombardia COLTIVARE IL FUTURO







..no, sento profumo di soldi



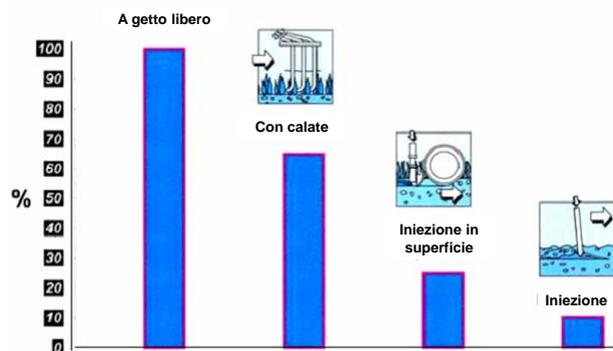
## VALORE DELL'EFFLUENTE

Contenuto del liquame per m<sup>3</sup>

N-Totale	4,9
N-minerale	2,6
N-organico	2,3
P	1,8
K	6,8
Mg	1,9
Materia secca	2,0



## Perdite di azoto ammoniacale





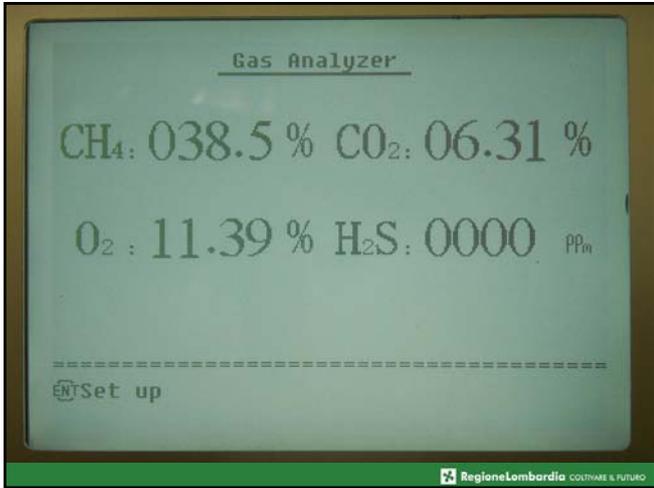
















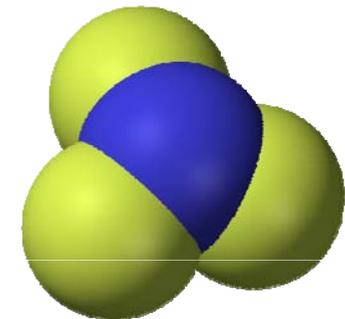




# **INTRODUZIONE AL PROBLEMA CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALLE TECNOLOGIE TERMICHE**

**Giovanni Riva**

*Comitato Termotecnico Italiano*



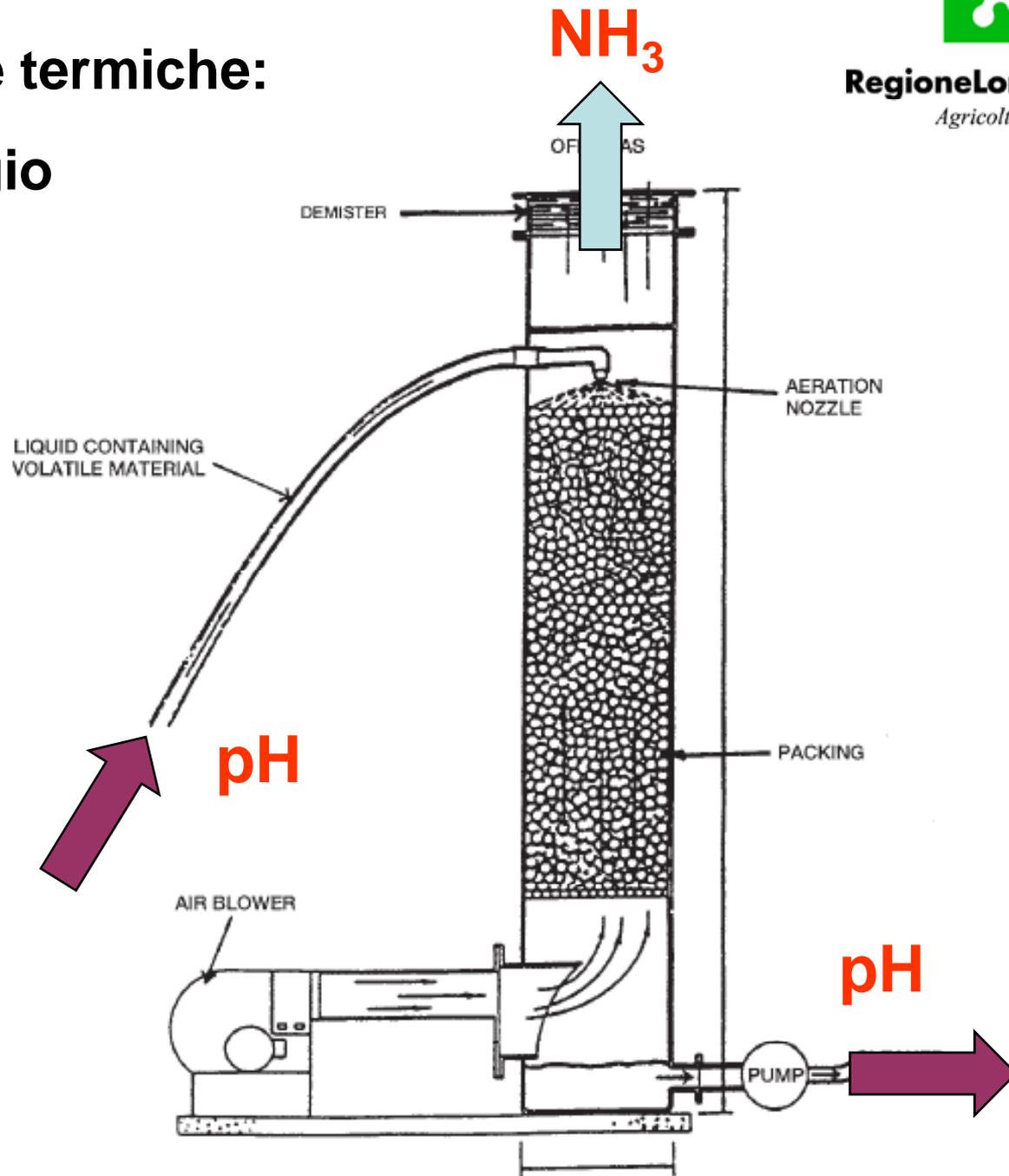
Parametro	Unità di misura	Liquame fresco			Frazione liquida fresca	Frazione liquida dopo digestione anaerobica
		Min	Max	Media		
pH		6,6	8,7	7,7	7,7	8,5
Solidi totali (TS)	g/kg	13,7	169,0	62,2	49,1	15,7
Solidi volatili (VS)	g/kg	6,4	121,3	42,3	30,9	8,6
<b>Azoto totale Kjeldhal (NTK)</b>	<b>g/kg</b>	<b>2,0</b>	<b>10,2</b>	<b>6,0</b>	<b>5,8</b>	<b>2,6</b>
<b>Azoto ammoniacale (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</b>	<b>g/kg</b>	<b>1,6</b>	<b>8,0</b>	<b>4,5</b>	<b>3,5</b>	<b>2,0</b>
<b>Azoto organico (N<sub>org</sub>)</b>	<b>g/kg</b>	<b>0,4</b>	<b>3,7</b>	<b>1,5</b>	<b>2,3</b>	<b>0,6</b>
Fosforo (P)	g/kg	0,1	6,6	1,4	1,2	0,4
Potassio (K)	g/kg	1,6	7,8	4,8	6,2	4,4

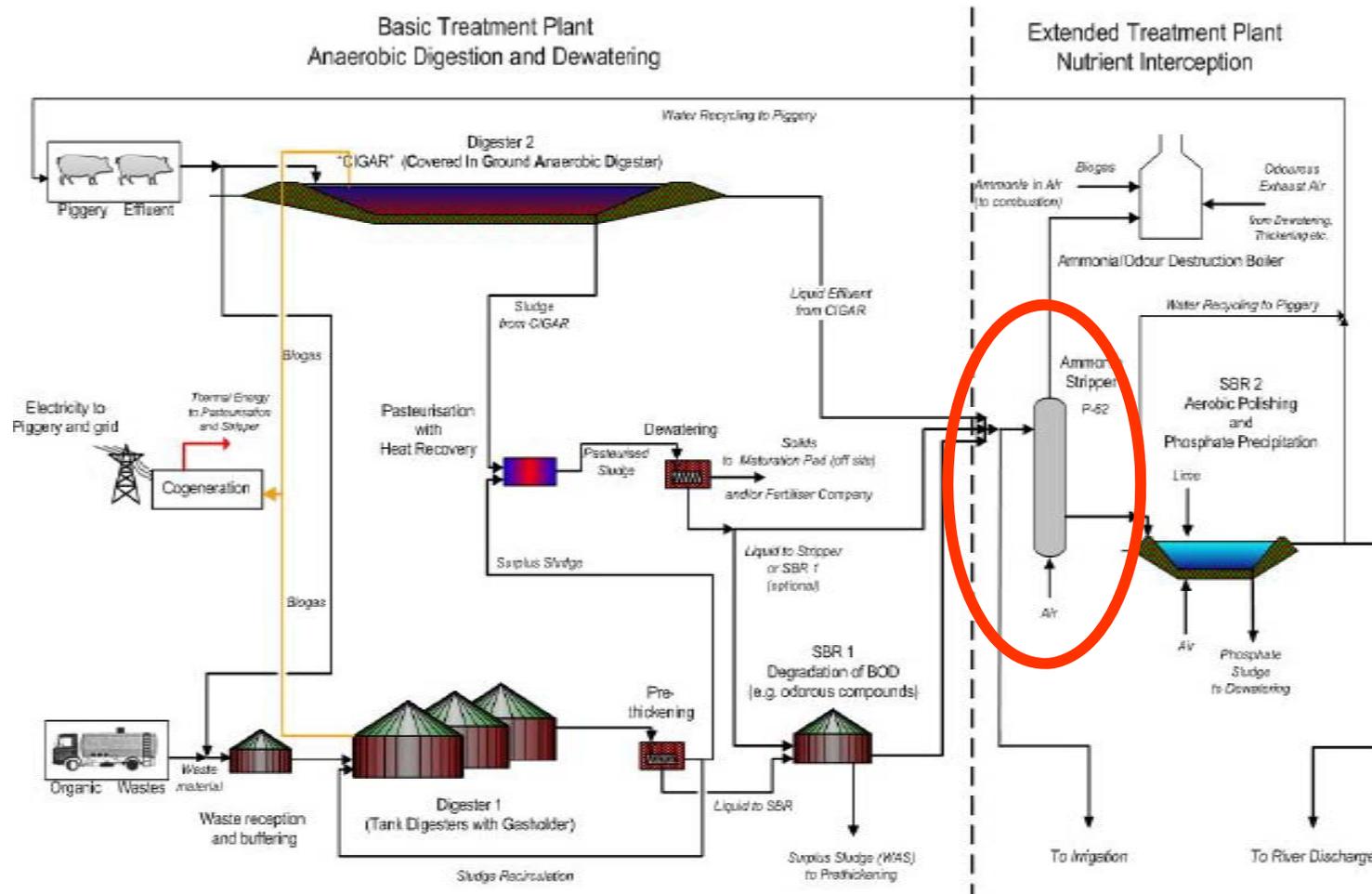
<b>TIPOLOGIA DI PROCESSO</b>	<b>TECNOLOGIA DI RIMOZIONE</b>		
<b>PROCESSI CHIMICO-FISICI</b>	<b>SEPARAZIONE MECCANICA</b>		
	<b>SEPARAZIONE CON MEMBRANE</b>		
	<b>MICROFILTRAZIONE E ULTRAFILTRAZIONE (UF)</b>	<b>OSMOSI INVERSA (OI)</b>	<b>ELETTRODIALISI (ED)</b>
	<b>PRECIPITAZIONE CHIMICA DI SALI DI AMMONIO (STRUVITE)</b>		
	<b>STRIPPAGGIO AMMONIACA</b>		
	<b>EVAPORAZIONE/ CONCENTRAZIONE</b>		
	<b>PROCESSI BIOLOGICI</b>	<b>NITRIFICAZIONE-DENITRIFICAZIONE</b>	
<b>PROCESSI BASATI SULLA OSSIDAZIONE ARRESTATI A NITRITO</b>			
<b>DIGESTIONE ANAEROBICA</b>			
<b>PROCESSI BIOLOGICI INNOVATIVI</b>			
<b>PROCESSO ANAMMOX</b>		<b>Processo Mbr</b>	



## Tecnologie termiche:

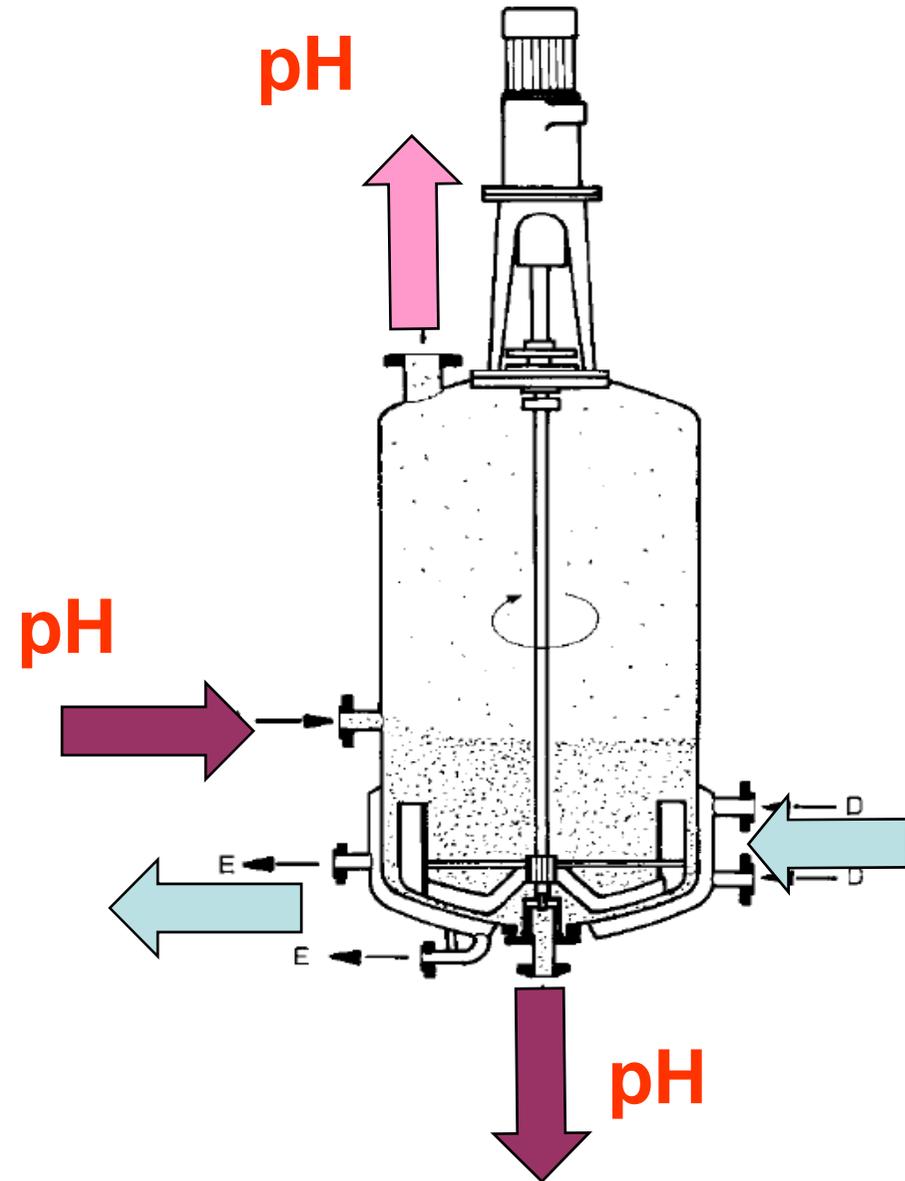
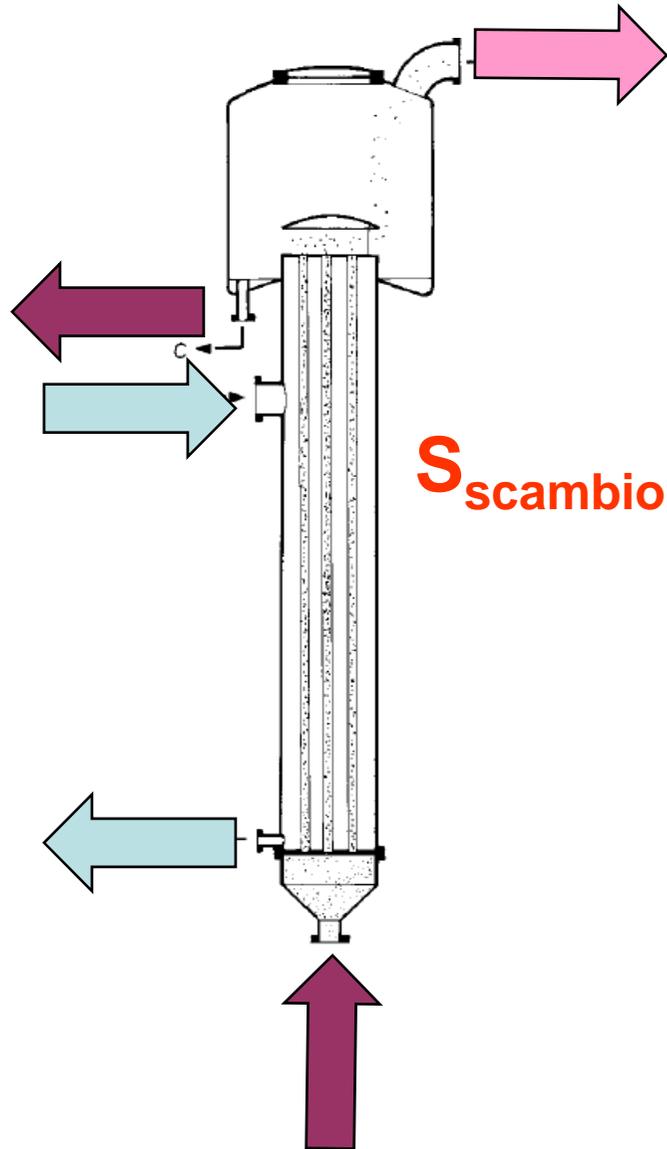
- strippaggio





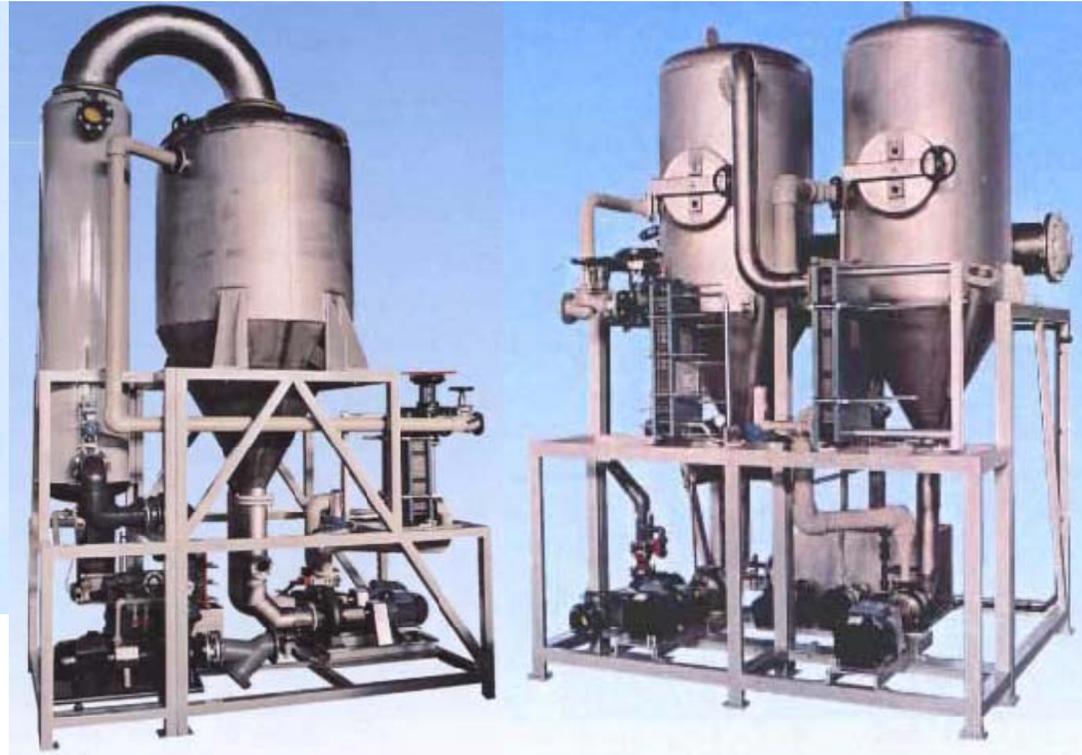
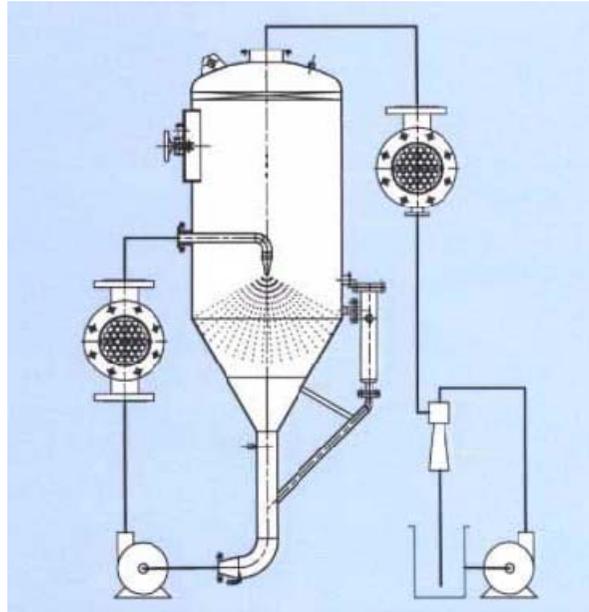
## Tecnologie termiche:

- concentrazione



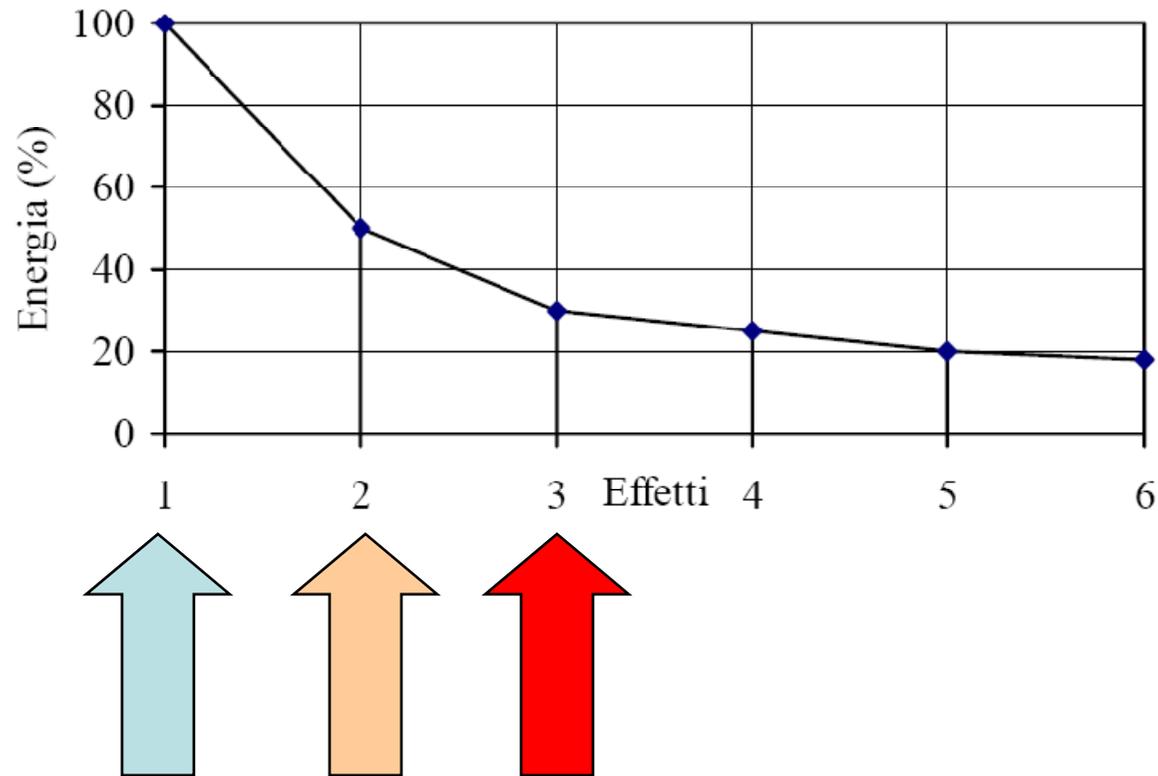
## Tecnologie termiche:

- **concentrazione**



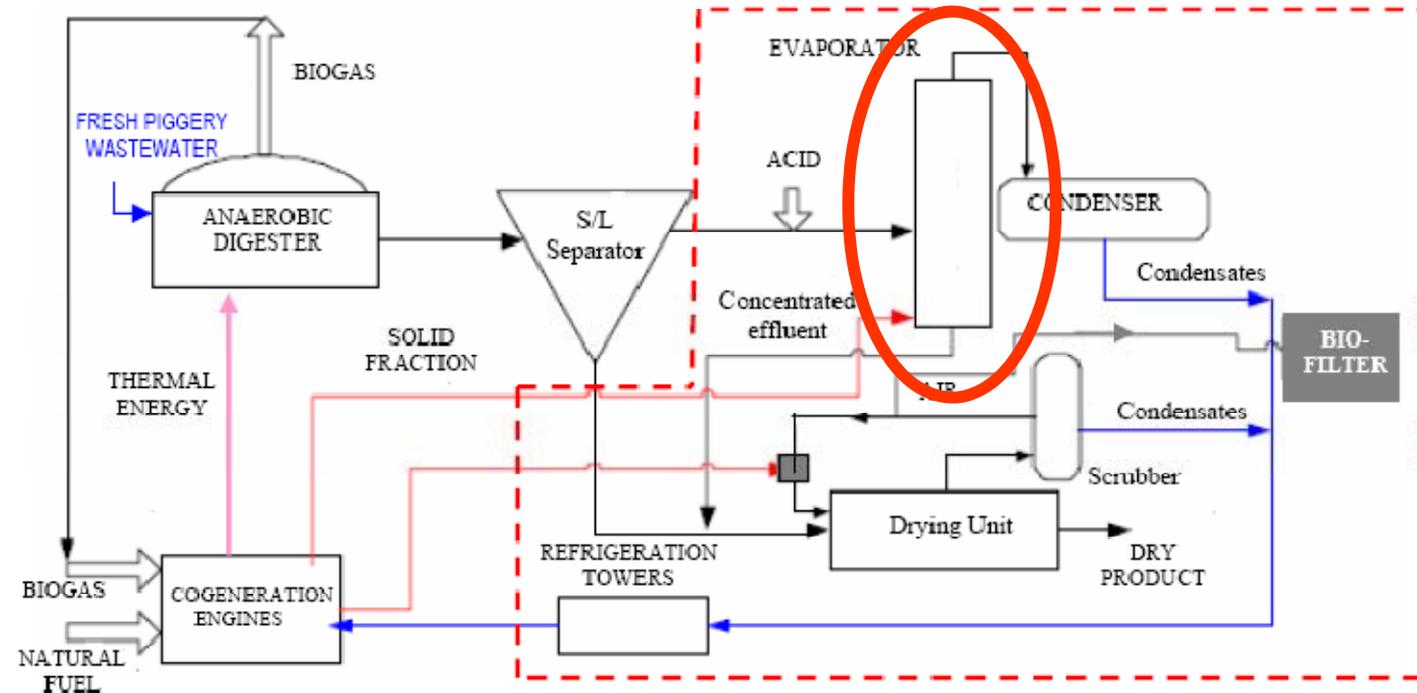
## Tecnologie termiche:

- **concentrazione**



# Tecnologie termiche:

- concentrazione



Queste tecnologie sono **interessanti se si dispone di una fonte di energia termica a buon mercato** come può essere il recupero di calore dai **gruppi di cogenerazione**

Nell'incontro di oggi si parlerà di aspetti tecnici legati alle operazioni di strippaggio e concentrazione.

**Rimane fondamentale l'integrazione di queste tecniche nel giusto contesto generale**

## Esempi:

- **gestione del solfato ammonico** che viene recuperato con lo strippaggio
- **gestione del liquame strippato** che potrebbe presentare un pH elevato
- **gestione del concentrato**
- **gestione del distillato**
- **gestione economica del cogeneratore**

## **Cogeneratore: problema della valorizzazione dell'energia elettrica**

**Oggi sono confermate due soluzioni**

- **vendita di EE e acquisizione dei CV (in totale oggi: 150-200 €/MWh)**
- **tariffa omnicomprensiva fissata a 220 €/MWh (280 o prossimamente?)**

**Le tecnologie termiche comportano un sensibile aumento dei consumi di EE (fino a 20 kWh/kg di N)**

**Va quindi scelta la forma contrattuale più conveniente per la vendita dell'EE**



**Regione Lombardia**  
*Agricoltura*

## Progetto di ricerca "ConDiFA" della Regione Lombardia

Antonio Panvini

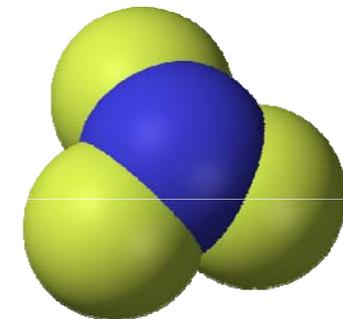
[panvini@cti2000.it](mailto:panvini@cti2000.it)

CTI - Comitato Termotecnico Italiano

[www.cti2000.it](http://www.cti2000.it)

**Convegno**

*Sabato – 31 gennaio 2009 – Vegetalia*





**Progetto di ricerca "ConDiFA" della  
Regione Lombardia**



**Regione Lombardia**  
*Agricoltura*

**CON**centratore innovativo a  
ridotto consumo energetico e  
limitati costi di gestione per il  
**DI**gestato da **F**ermentazione  
**A**naerobica



# Partner di Progetto



Regione Lombardia  
Agricoltura

## Comitato Termotecnico Italiano

Ente di normazione tecnica nel settore dell'energia e delle biomasse

- Norma UNI 10458: Impianti per la produzione e l'impiego di gas biologico (biogas). Classificazione, requisiti essenziali, regole per la costruzione, l'offerta, l'ordinazione e il collaudo.

Ente di ricerca nel settore delle biomasse, dei biocombustibili e dello sviluppo energetico sostenibile

- GASPO, BIOGEN, WISE PLANS, ASPIRE, ASIA proECO

## Dipartimento SAIFET - Università Politecnica delle Marche

Dipartimento di Scienze Alimentari, Agro-Ingegneristiche, Fisiche, Economico-Agrarie e del Territorio.

**Sezione Agroingegneria e Territorio:** laboratorio biomasse e biocombustibili, ricerca di base e applicata

# Perché un progetto sulla rimozione dell'azoto?

## Risposta **scontata**

..... per aiutare a risolvere il problema dell'azoto emerso con maggiore evidenza all'atto dell'applicazione della direttiva nitrati

## Risposta **non scontata**

..... per approfondire da un punto di vista tecnico/energetico le conoscenze in materia di rimozione/concentrazione termica dell'azoto.

Mancava e manca tuttora una reale sperimentazione scientifica in materia.

# Perché un progetto sulle tecnologie di rimozione termica?

- **Interventi sulla dieta degli animali.**
- **Separazione della fase solida.** Interventi interessanti che permettono di ridurre i volumi dei materiali da trattare ma non comportano riduzione del carico di azoto totale. La frazione solida viene inviata al compostaggio e/o alla gassificazione.
- **Trattamenti biologici e altri trattamenti chimico-fisici.** Si tratta di processi presi in prestito dal settore della depurazione dei reflui industriali che abbinano trattamenti biologici a interventi chimici che portano ad abbattimenti interessanti (70%) del carico azotato.
- **Trattamenti termici di concentrazione del digestato,** previa separazione solido-liquido, mediante processi termici di evaporazione e/o strippaggio con il reimpiego di energia termica ottenuta dallo stesso impianto di digestione.

# Il progetto ConDiFA

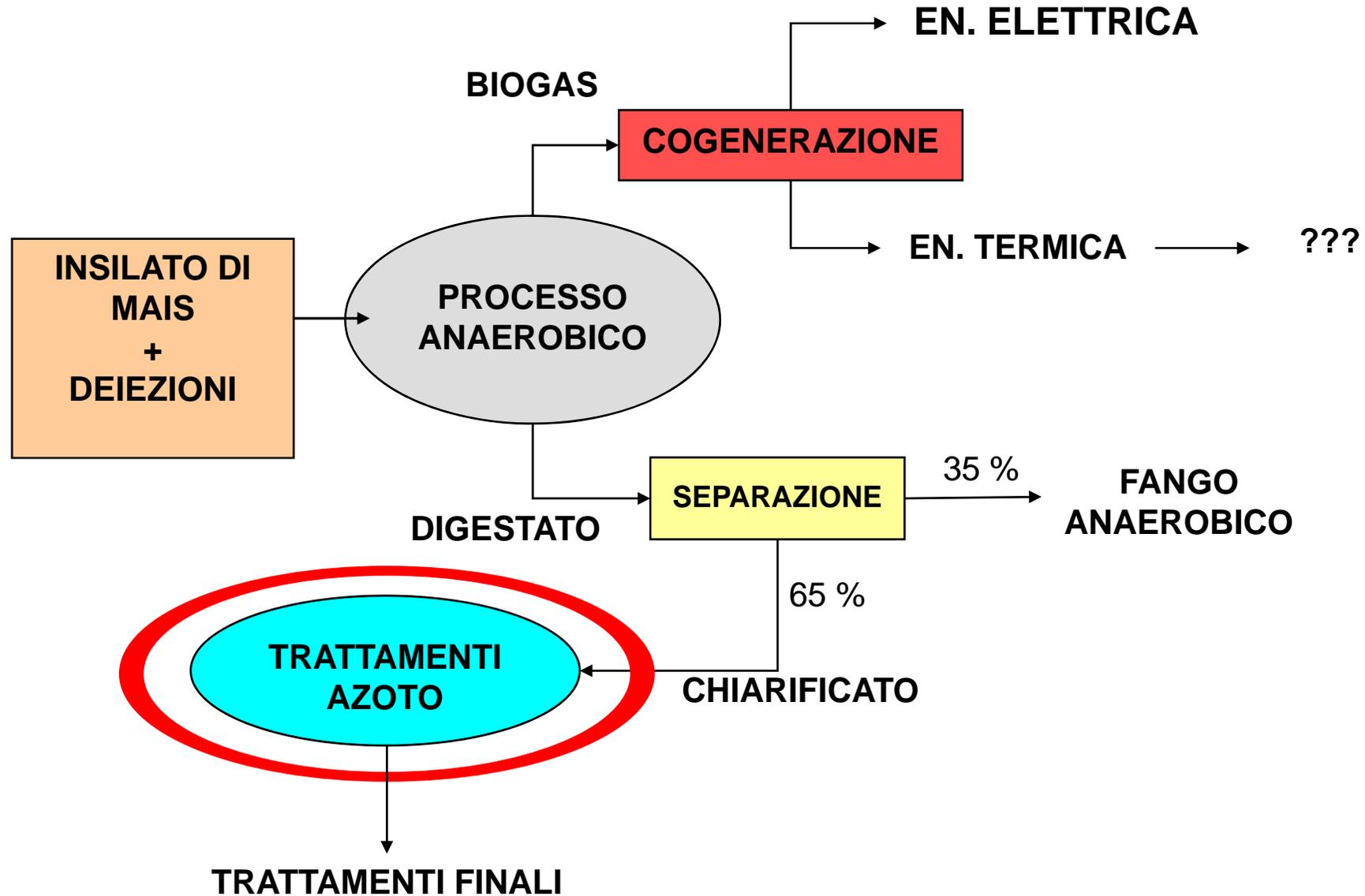
## Obiettivi del progetto

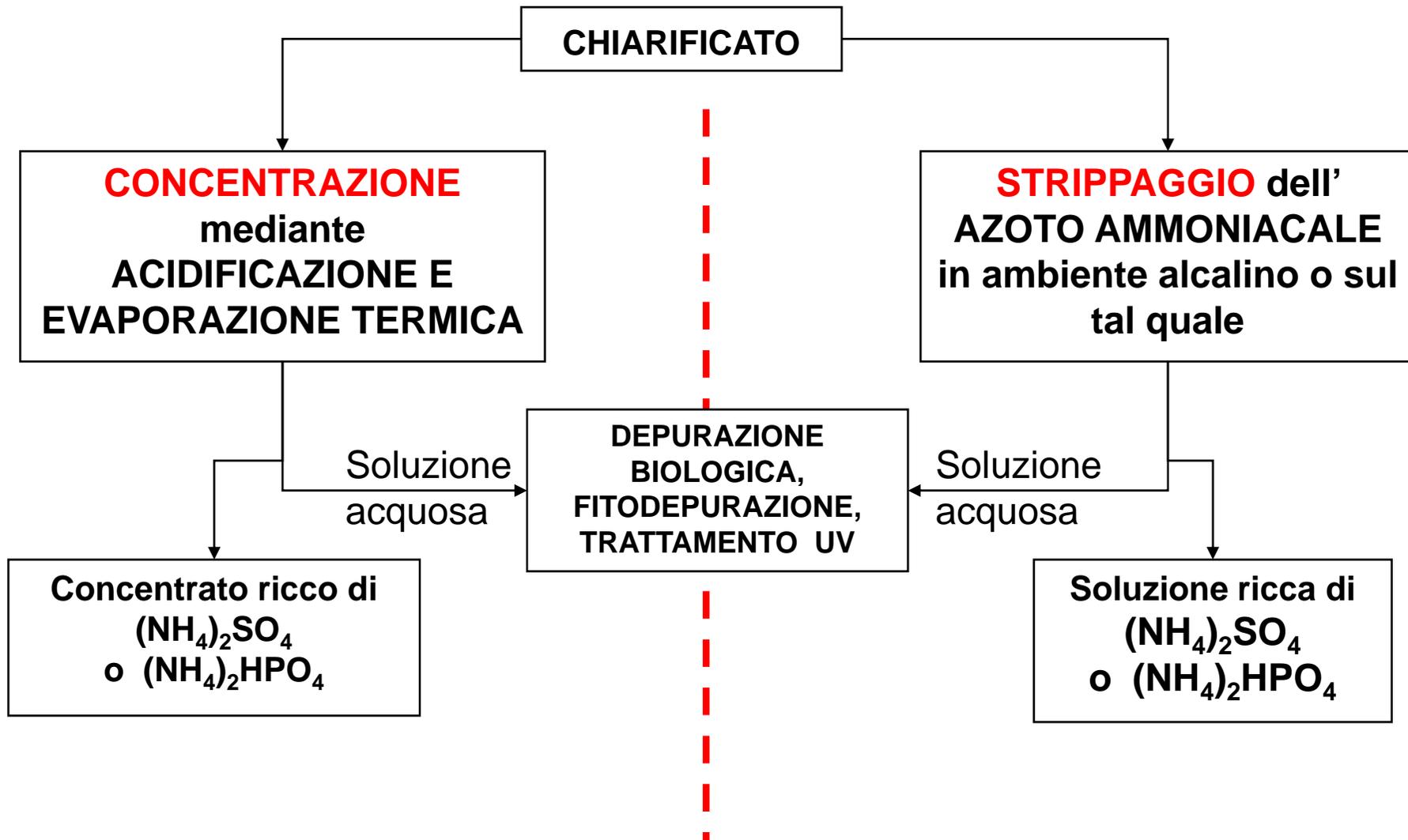
Sviluppare un programma sperimentale pilota volto a confrontare due diverse tecnologie, già applicate in altri settori industriali, per la **trattamento dell'azoto** nella frazione chiarificata del digestato e finalizzate all'ottenimento di soluzioni o concentrati liquidi di sali di ammonio (solfato d'ammonio  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  e fosfato di ammonio  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ).

## Contenuti del progetto

- sperimentazione di laboratorio delle due tecnologie individuate
- identificazione delle caratteristiche chimico-fisiche del **digestato chiarificato** di differenti tipologie di materia prima immesse nell'impianto di digestione anaerobica
- identificazione delle caratteristiche chimico-fisiche del **digestato chiarificato trattato**;

# Il progetto ConDiFA





# Lo stripping



# Qualche dettaglio



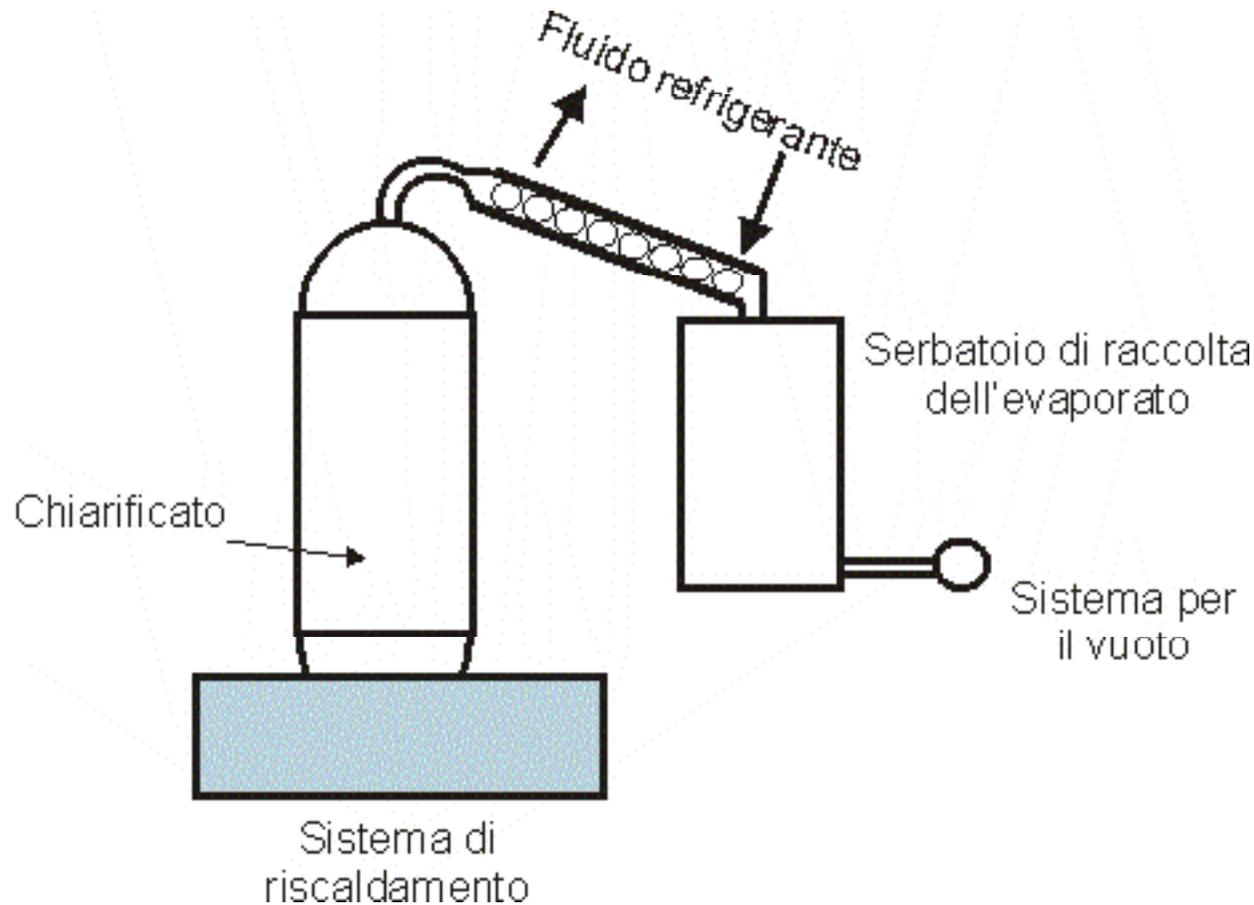
# Qualche dettaglio



# Qualche dettaglio



# Lo schema del concentratore



# Il concentratore





# I prodotti del progetto



Regione Lombardia  
Agricoltura

Documentazione scientifica sul sito  
[www.cti2000.it](http://www.cti2000.it) e  
[www.agricoltura.regione.lombardia.it](http://www.agricoltura.regione.lombardia.it)

Atti del convegno divulgativo

Materiale informativo cartaceo

# Grazie per l'attenzione



Antonio Panvini  
[panvini@cti2000.it](mailto:panvini@cti2000.it)



## Tecnologie per la riduzione dell'azoto nei reflui zootecnici e nel digestato

*Stato dell'arte e risultati sperimentali*



**Regione Lombardia**  
*Agricoltura*

# **Stato dell'arte della tecnologie termiche e risultati conseguiti dal progetto di ricerca "ConDiFA"**

Giuseppe Toscano

*Università Politecnica delle Marche*

# TECNOLOGIE DI RIMOZIONE DELL'AZOTO

## Processi chimico fisici

- Separazione meccanica
- Separazione con membrane
  - Microfiltrazione/ultrafiltrazione (UF)
  - Osmosi inversa (OI)
- Precipitazione chimica di sali d'ammonio (struvite)
- ***Strippaggio ammoniacca***
- ***Concentrazione***

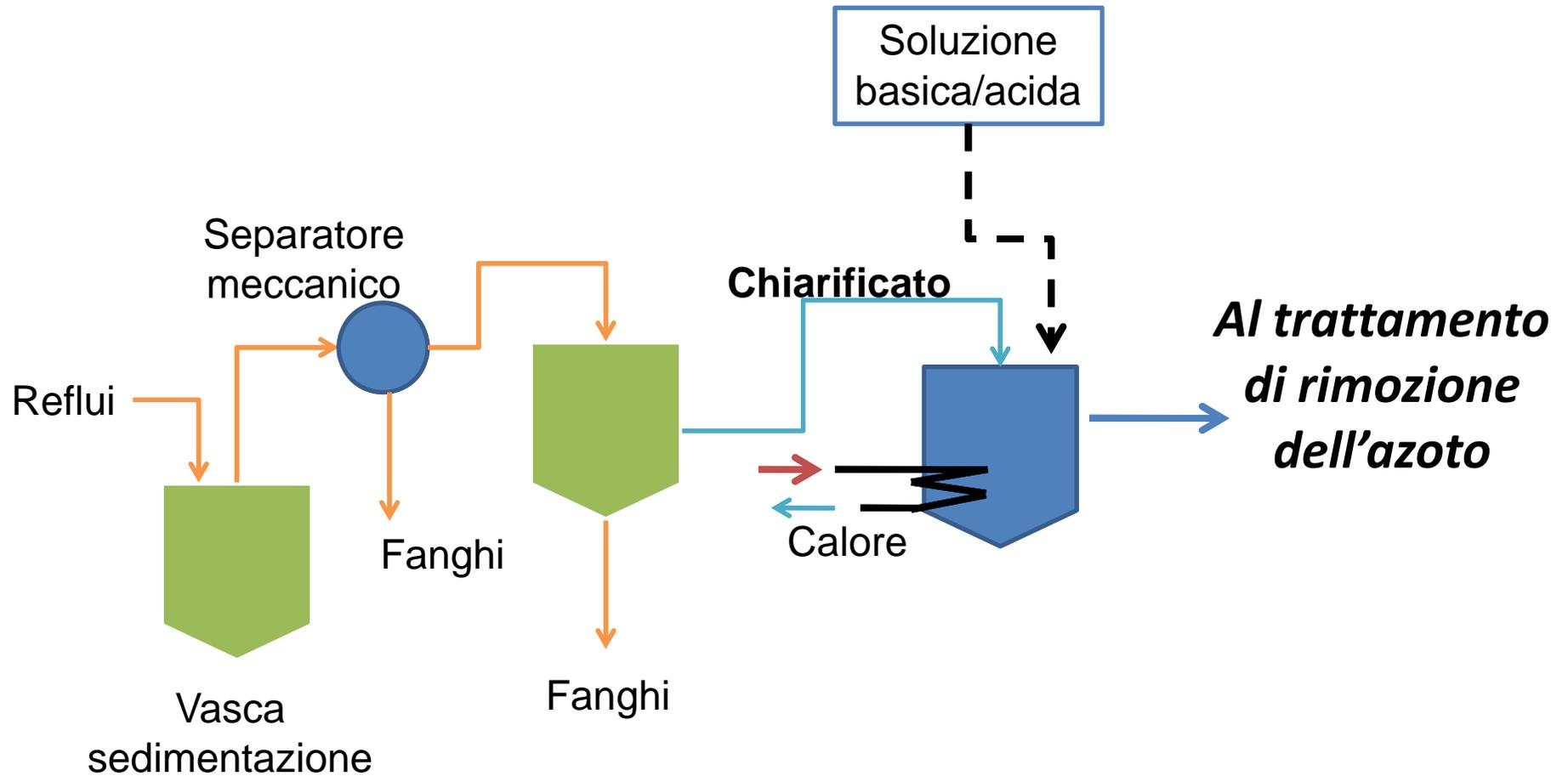
Processi  
termici



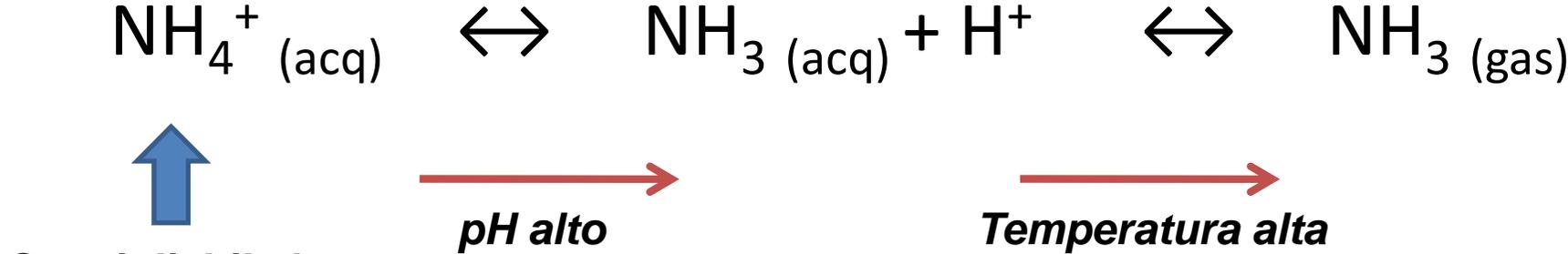
## Processi biologici

- Nitrificazione/denitrificazione (SBR)
- Ossidazione arrestata a nitrito
- Processi biologici innovativi
  - Anammox
  - Sharon-Anammox
- Digestione anaerobica

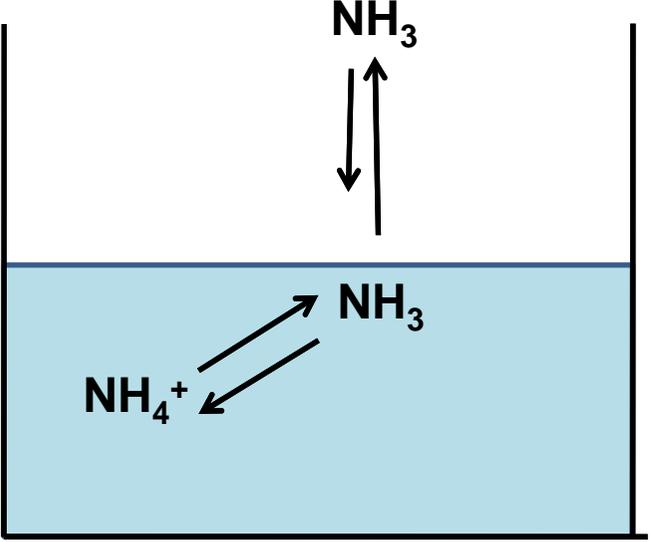
# PRETRATTAMENTO DIGESTATO



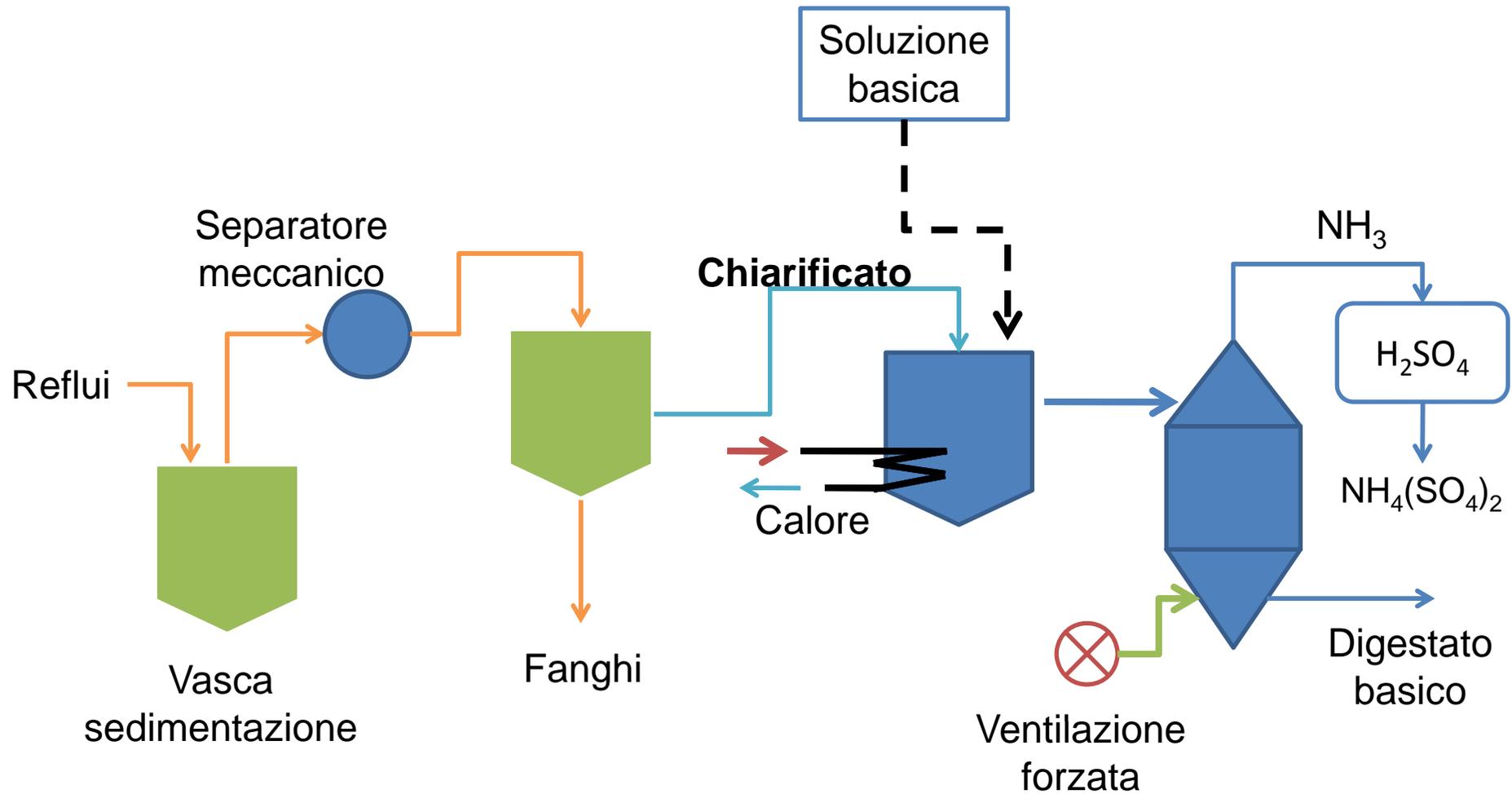
# PROCESSI TERMICI – STRIPPAGGIO AMMONIACA



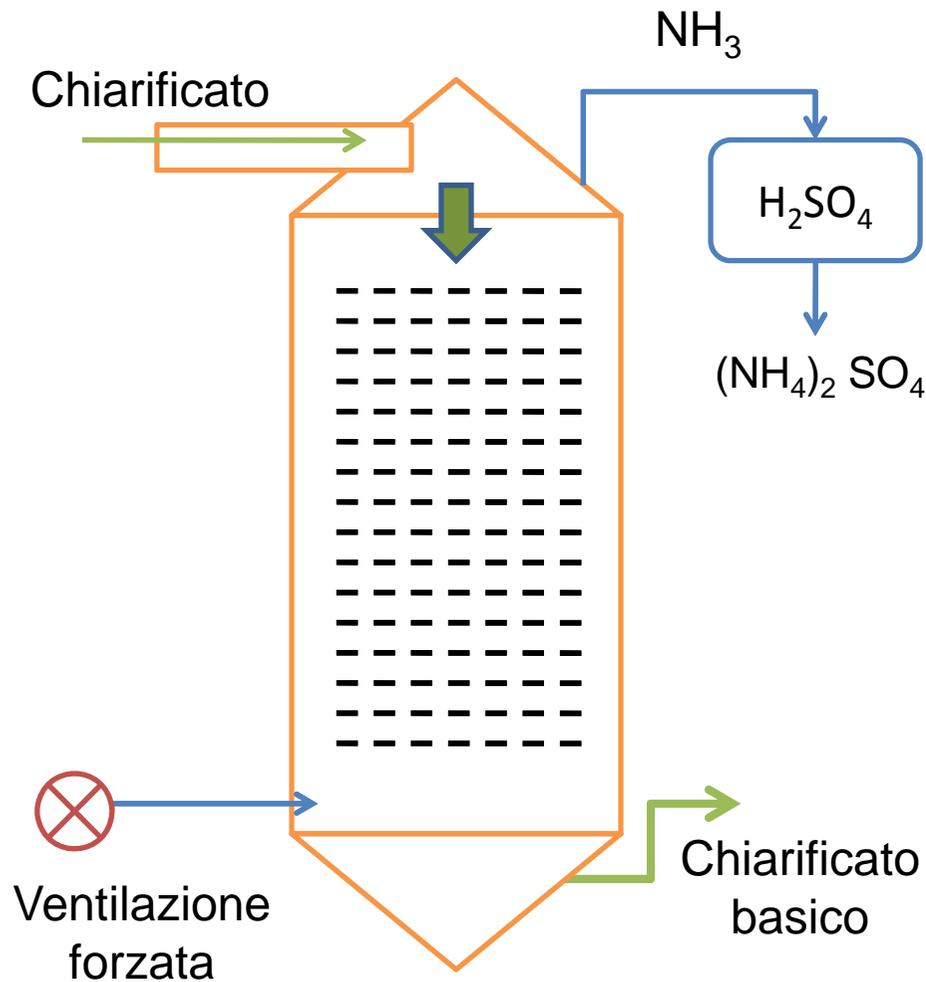
↑  
Consigliabile la  
digestione  
anaerobica



# PROCESSI TERMICI – STRIPPAGGIO AMMONIACA



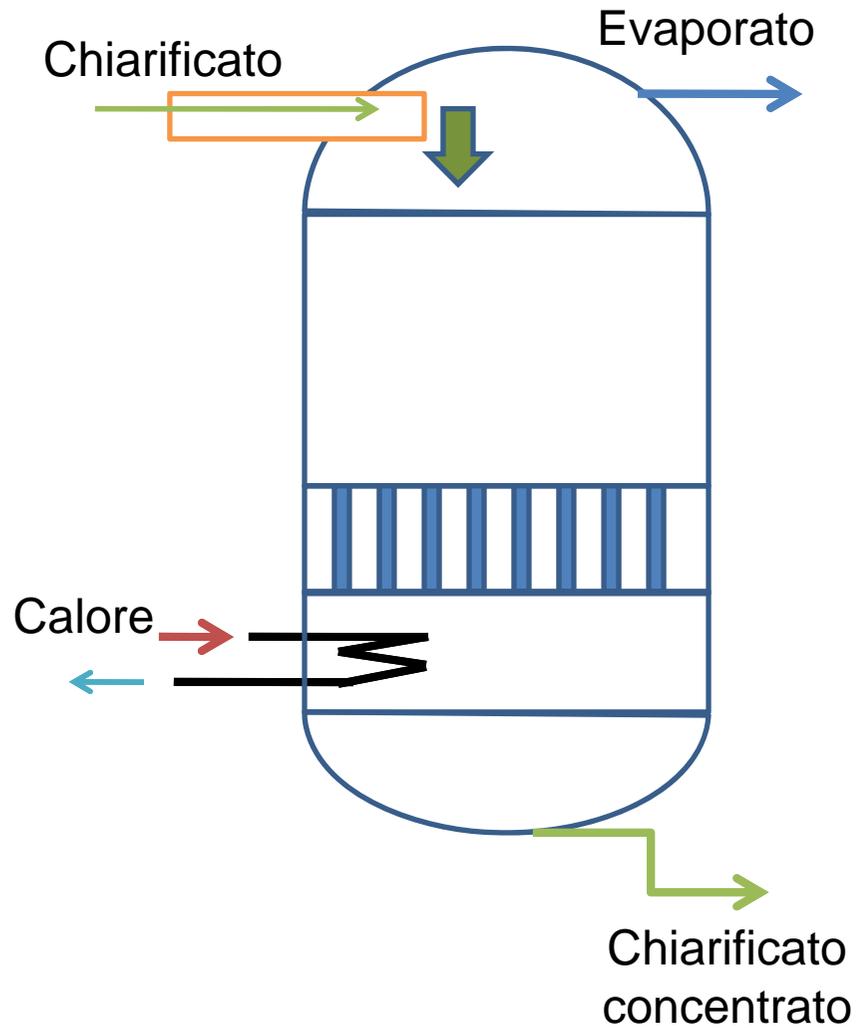
# PROCESSI TERMICI – STRIPPAGGIO AMMONIACA



## Caratteristiche / Prestazioni

- Rese rimozione azoto = 50%-80%
- Cattura ammoniacale sotto forma di sale di ammonio
- pH alto con calce o soda
- 9 – 12 €/m<sup>3</sup> di chiarificato
- possibilità uso biogas per ridurre il pH del chiarificato basico

# PROCESSI TERMICI – CONCENTRAZIONE



## Caratteristiche / Prestazioni

- Riduzioni volumi fino al 90%
- Ammoniaca rimane concentrata nel chiarificato
- Trattamento chiarificato con acido (pH 5,5 - 6)
- Forti consumi termici

# PROGRAMMA SPERIMENTALE

## Prove sperimentali su colonna di strippaggio (impianto pilota)

*Strippaggio a media temperatura (45 °C)*

## Test sperimentali in scala ridotta

*Test di strippaggio ad alta temperatura (80 °C)*

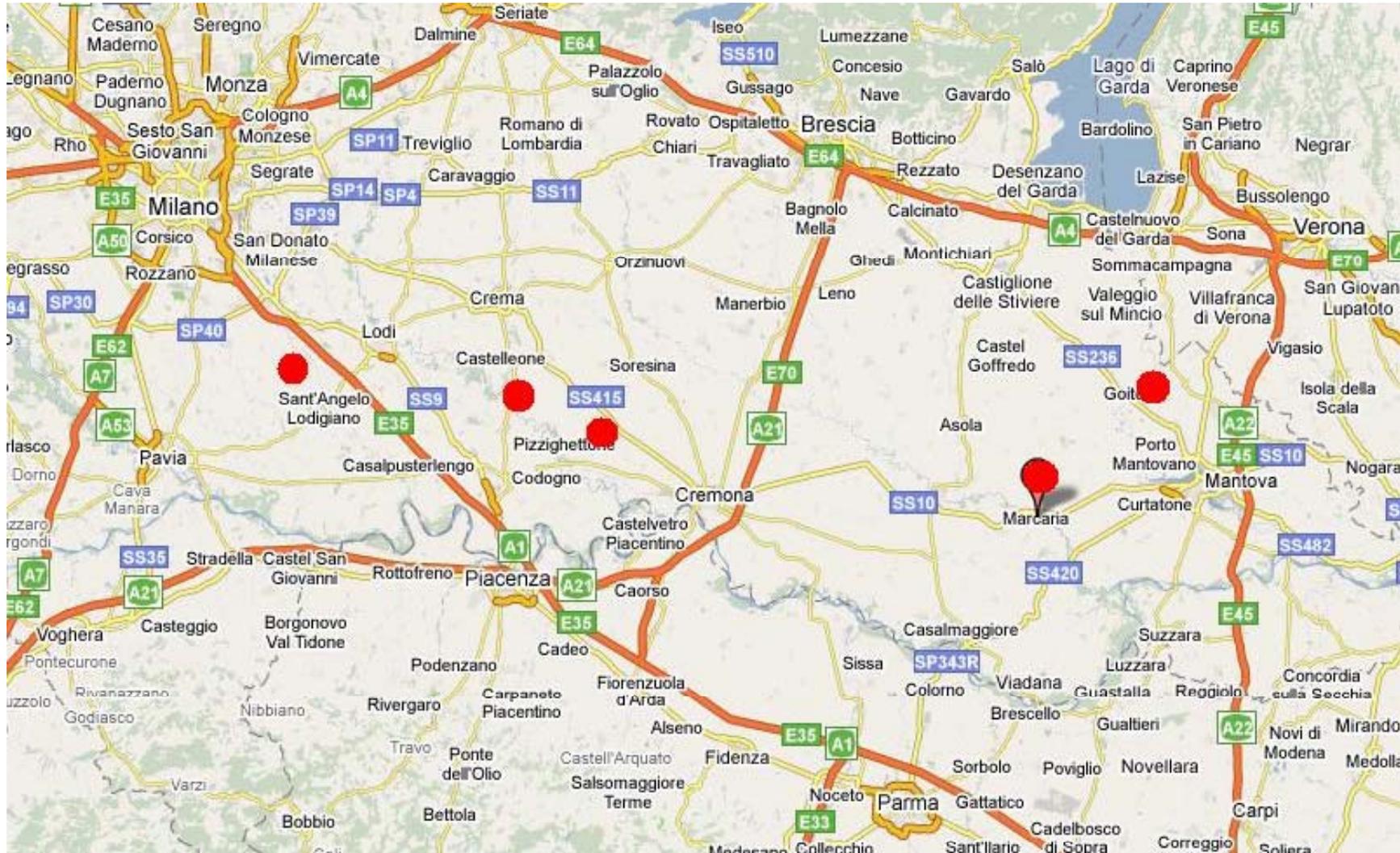
*Dealcalizzazione del digestato basico mediante CO<sub>2</sub>*

*Concentrazione mediante evaporazione*

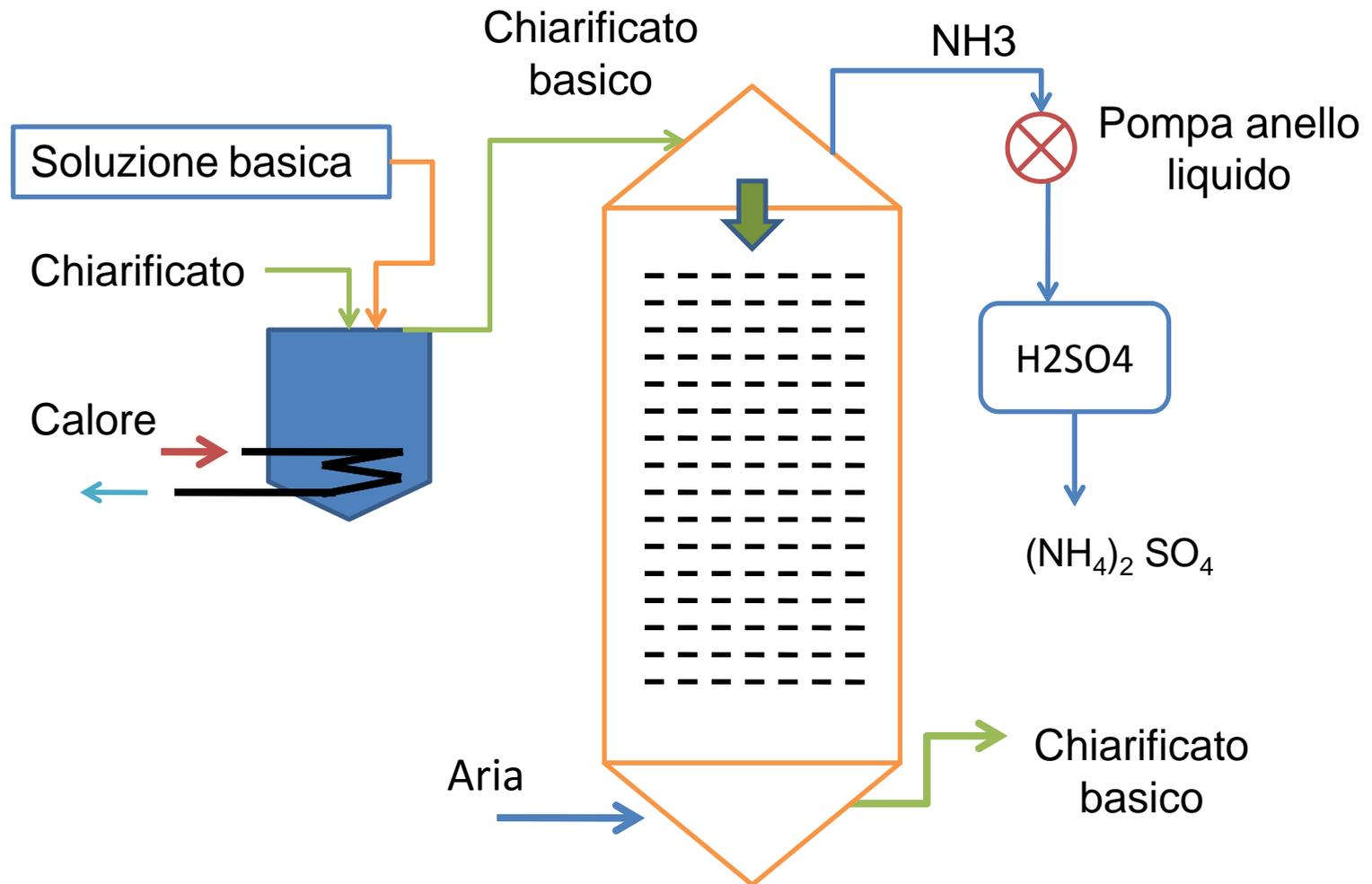
## TIPOLOGIE DI DIGESTATO

Denominazione	Azienda	Località	Tipologia digestato
<b>Digestato A</b>	Cascina Postino	Villanova di Sillaro (LO)	Liquame bovino + trinciato mais + polpa cipolle
<b>Digestato B</b>	Cascina Sant'Eurosia	Formigara (CR)	Liquame bovino + trinciato mais + trinciato triticale
<b>Digestato C</b>	Cascina Valli	Pizzighettone (CR)	Liquame suino + trinciato triticale + trinciato mais + polpa barbabietola
<b>Digestato D</b>	Cascina Sturla	Marcaria (MN)	Liquame suino
<b>Digestato E</b>	Coop. Settefrati	Rodigò (MN)	Pollina + mais ceroso + insilato erba medica

# DISTRIBUZIONE DELLE AZIENDE



# SCHEMA DELL'IMPIANTO PILOTA





*G. Toscano – Università Politecnica Marche*

*Prove sperimentali su colonna di stripping*



*G. Toscano – Università Politecnica Marche*

*Prove sperimentali su colonna di stripping*

# PIANO SPERIMENTALE STRIPPAGGIO

## *Serie di test preliminari*

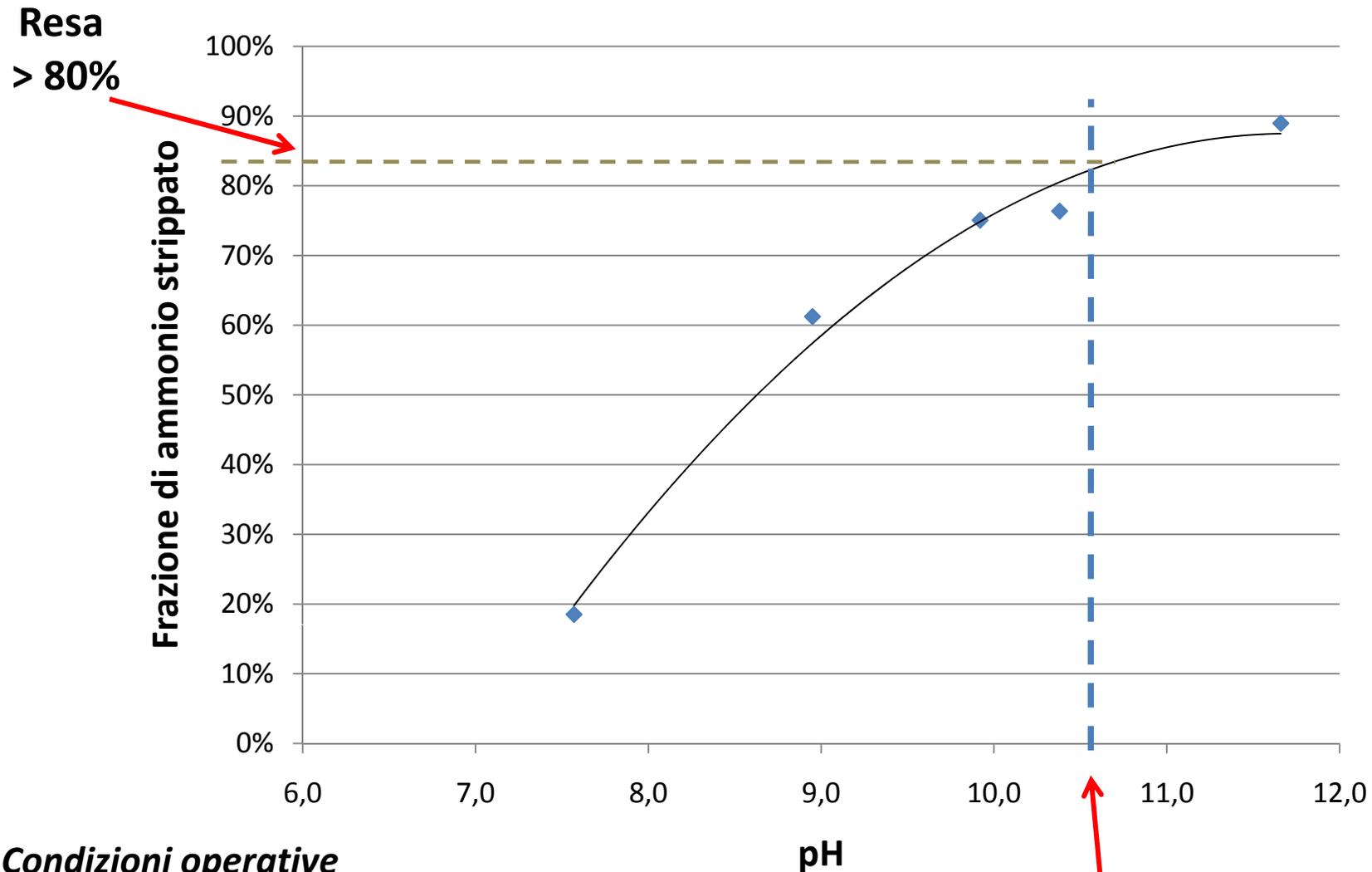
Scelta del livello ottimale del:

- pH
- temperatura

## *Serie di test con 3 livelli di temperatura media*

20°C    30°C    45°C

# Ammonio strippato in funzione del pH



pH 10,5

## Condizioni operative

Portata aria = 150 m<sup>3</sup>/h

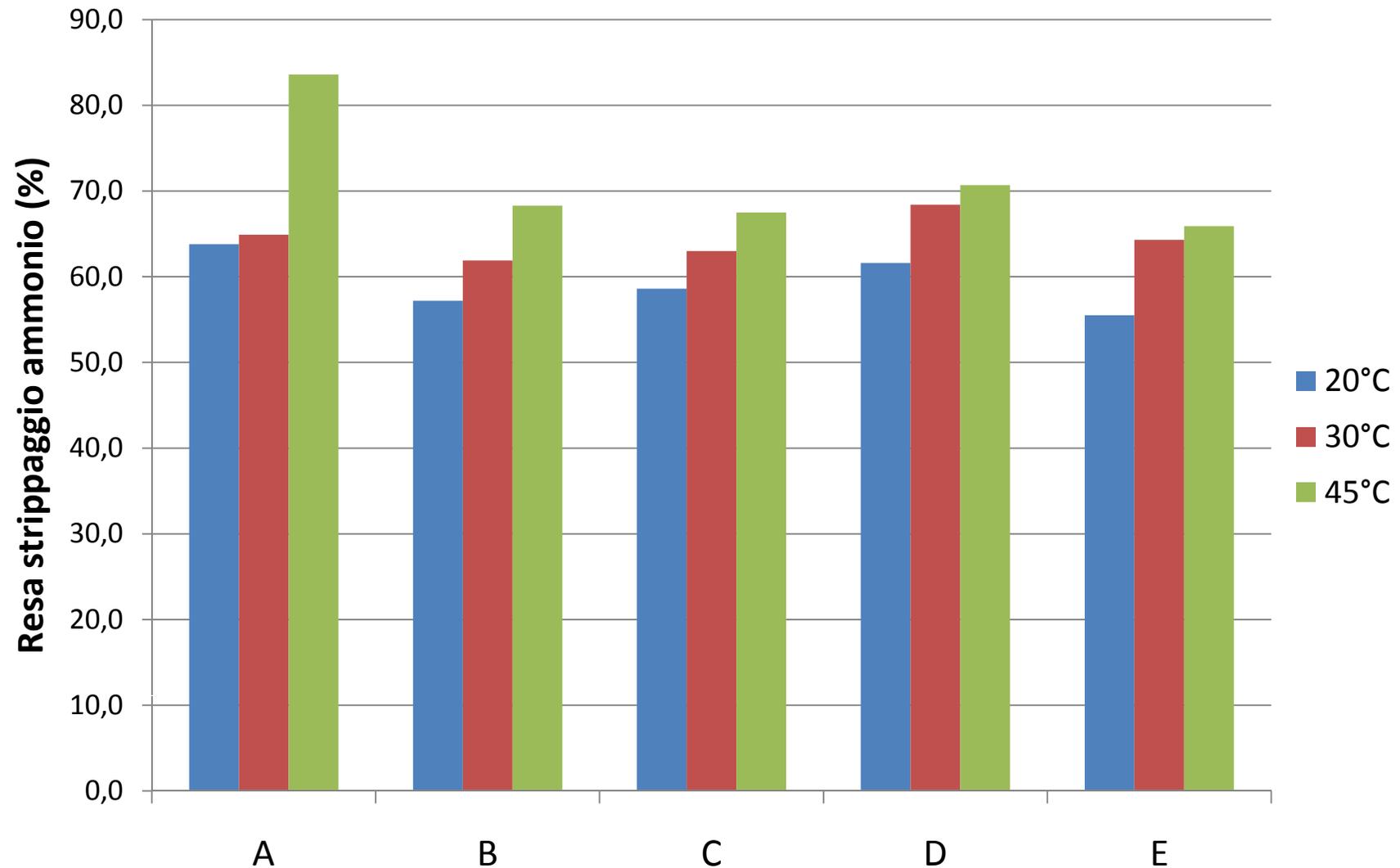
Aria / Chiarificato = circa 1000 (teorico)

Temperatura = 45°C

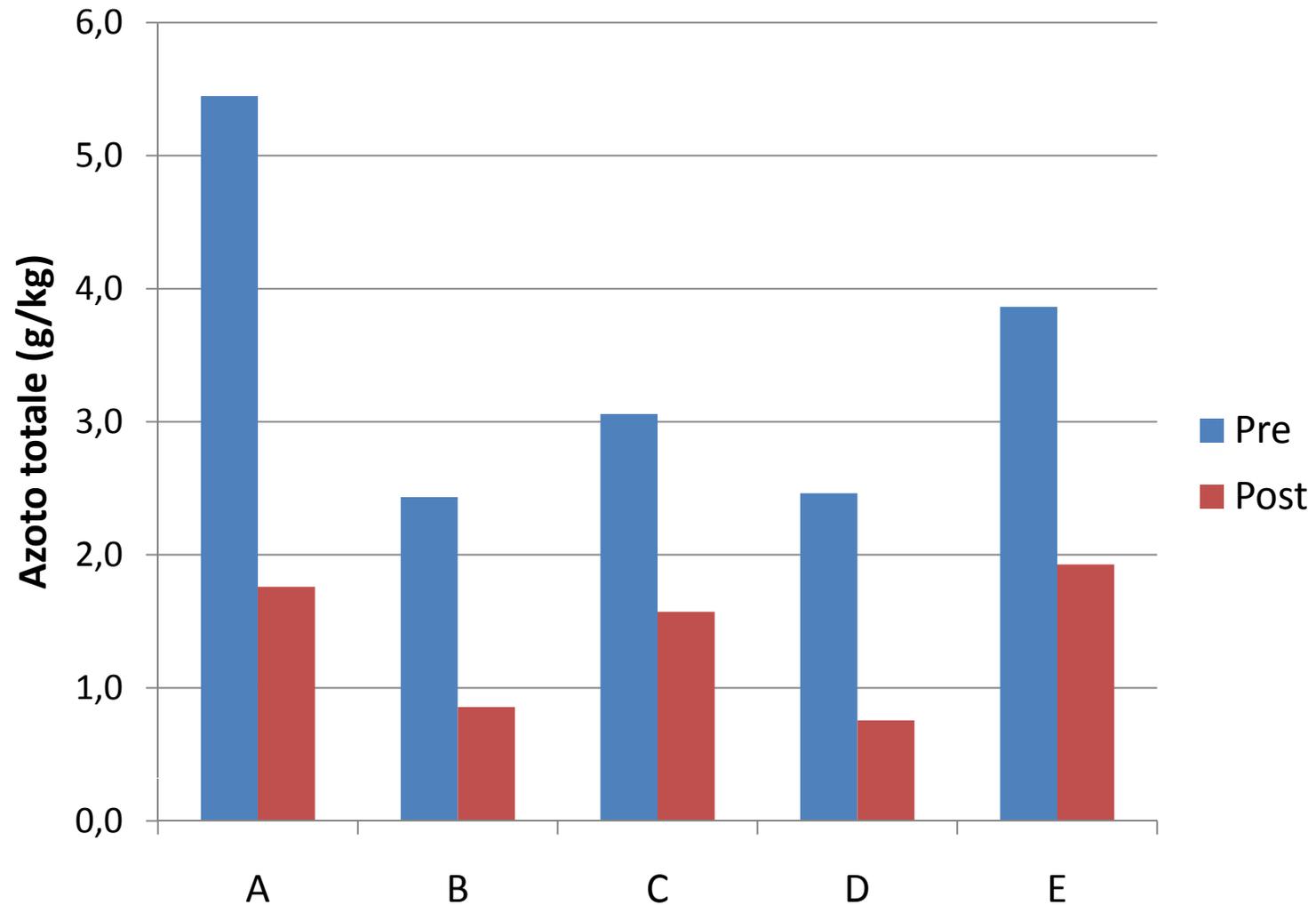
## Ammonio strippato in funzione della temperatura – pH 10,5

Temperatura (°C)	DIGESTATO	Ammonio		Ammonio strippato	
		Pre (g/kg)	Post (g/kg)	Assoluto (g/kg)	Relativo (%)
20	A	4,30	1,56	2,74	64%
20	B	2,23	0,95	1,28	57%
20	C	2,04	0,84	1,19	59%
20	D	2,34	0,90	1,44	62%
20	E	2,74	1,22	1,52	56%
} 59%					
30	A	4,58	1,61	2,97	65%
30	B	2,17	0,83	1,34	62%
30	C	2,08	0,77	1,31	63%
30	D	2,29	0,72	1,57	68%
30	E	2,83	1,01	1,82	64%
} 64%					
45	A	4,41	0,72	3,69	84%
45	B	2,31	0,73	1,58	68%
45	C	2,20	0,72	1,49	68%
45	D	2,41	0,71	1,71	71%
45	E	2,94	1,00	1,94	66%
} 71%					

## Strippaggio dell'ammonio: confronto tra i diversi digestati (pH 10,5)

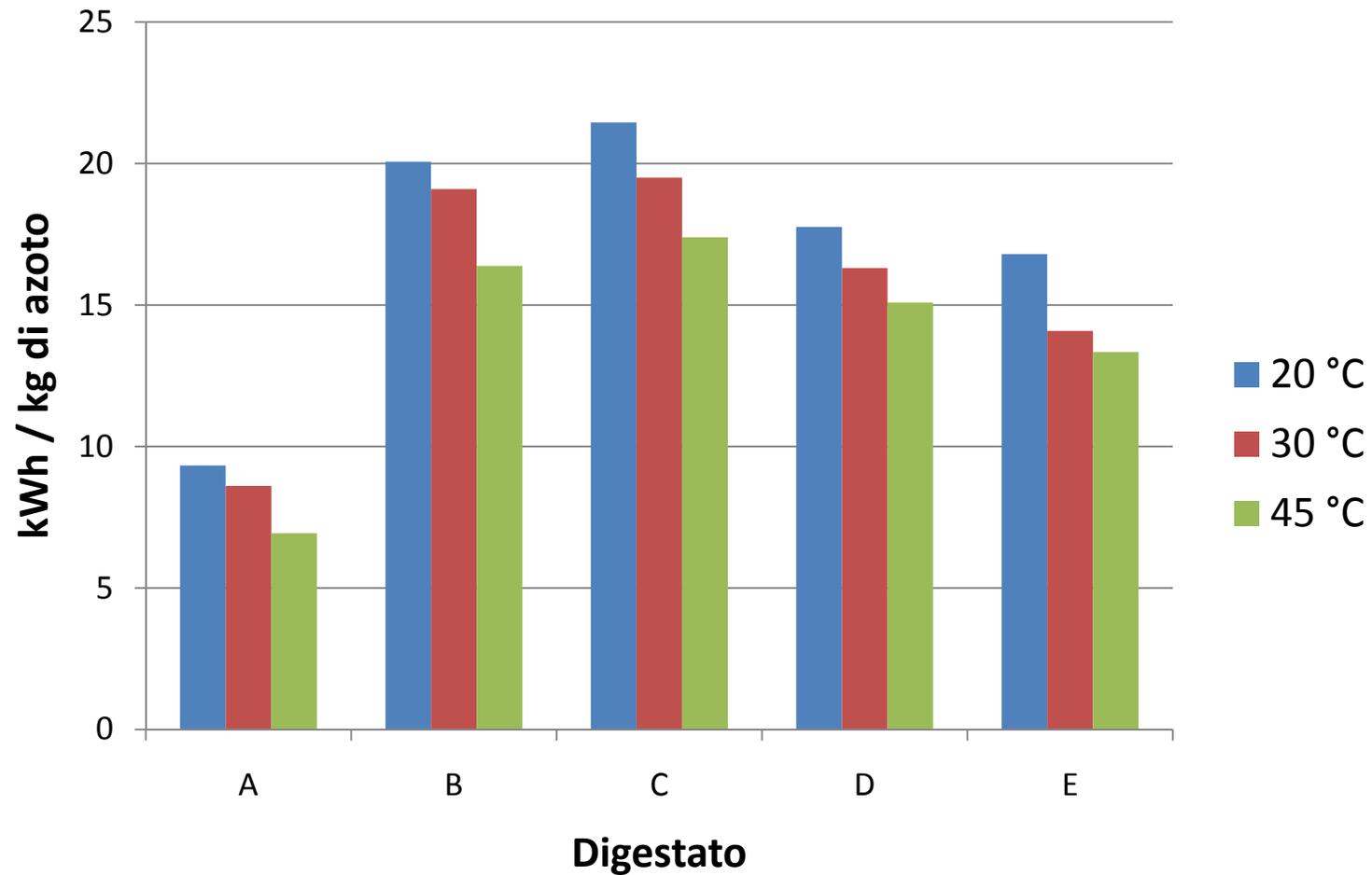


## Riduzione dell'azoto - test su colonna a 45°C (pH 10,5)



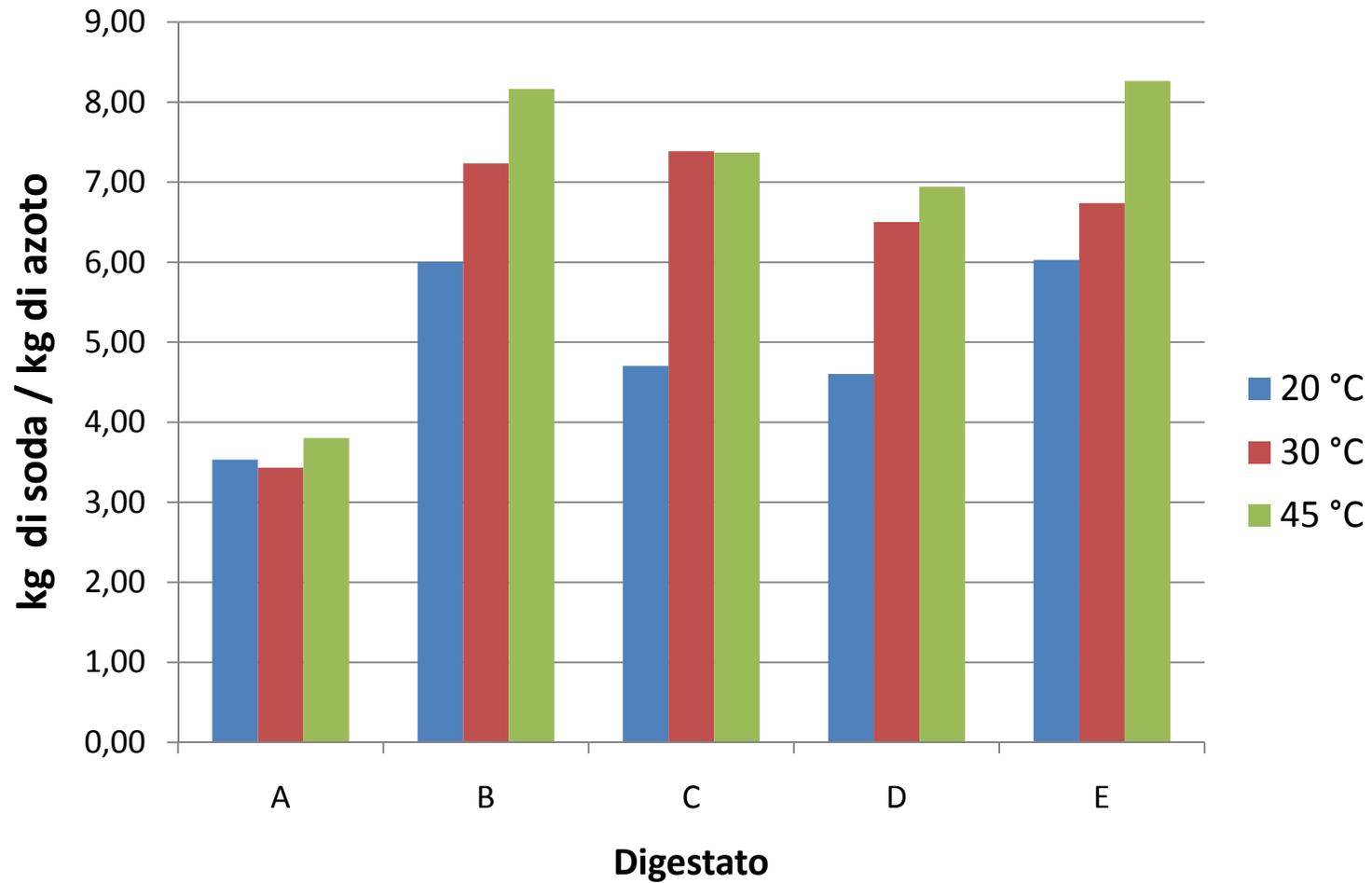
# Indice del consumo elettrico

*- Energia elettrica consumata per unità di massa di azoto strippato -*

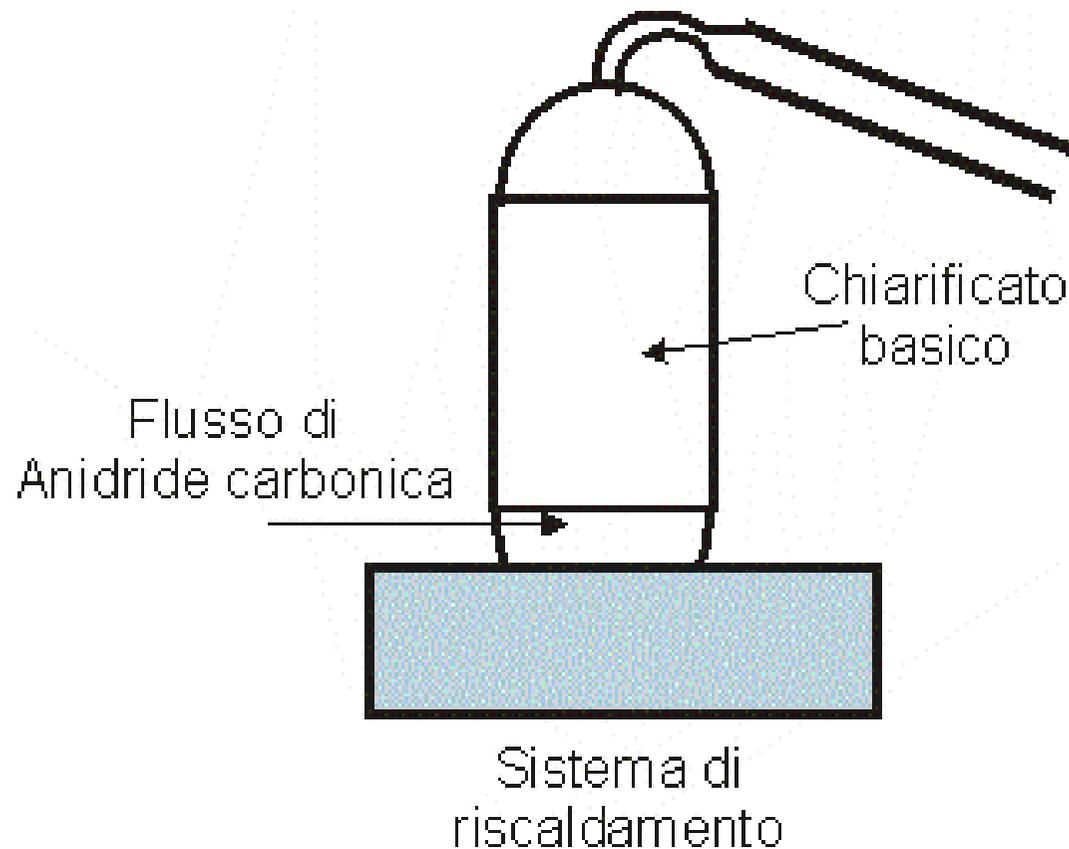


# Indici del consumo di soda

*- Massa di soda per unità di massa di azoto rimosso -*



## *Dealcalinizzazione del digestato mediante CO<sub>2</sub>*



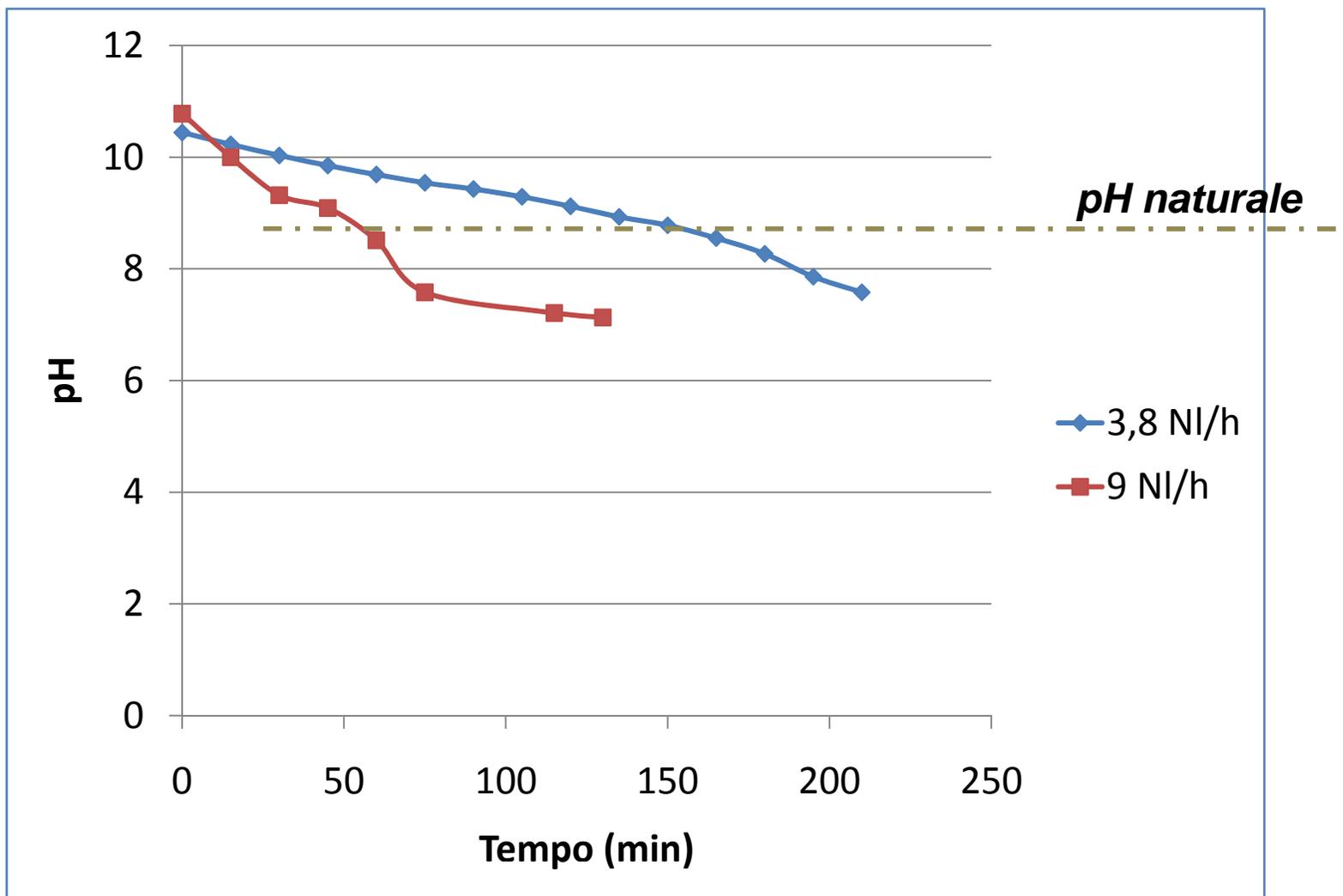
***Temperatura ambiente (20°C)***

***pH = basico***

***Flusso CO<sub>2</sub> variabile***

# Andamento del pH nel tempo con immissione di CO<sub>2</sub>

- Incidenza dei flussi di CO<sub>2</sub> sulla velocità di correzione del pH -

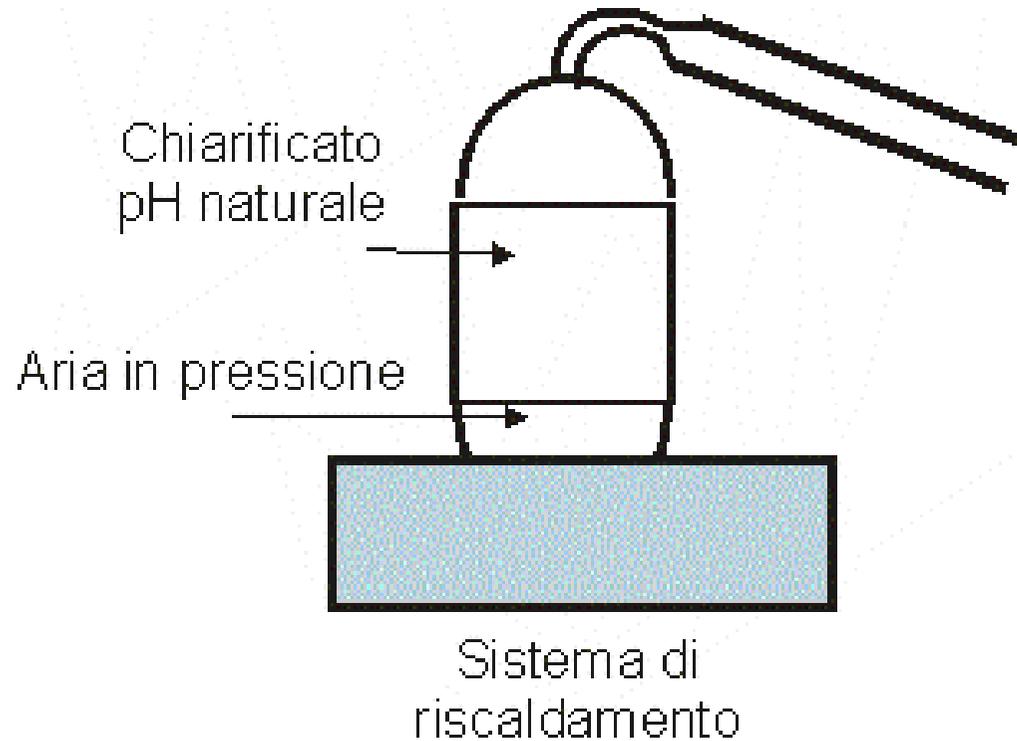


**Abbassamento del pH con immissione di CO<sub>2</sub>**  
**- Analisi specifica al metro cubo di digestato basico -**

pH 10,5  pH 8,5

<b><i>Parametro operativo</i></b>	<b><i>unità</i></b>	<b><i>Min</i></b>	<b><i>Max</i></b>
Consumi specifici CO <sub>2</sub>	(kg/m <sup>3</sup> )	40	60
Velocità riduzione pH	(h <sup>-1</sup> )	0,7	2,2
Fabbisogno biogas	(m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	80	120

## Confronto strippaggio a media ed alta temperatura (80°C)



**Temperatura: 20, 45, 80°C**

**pH = naturale**

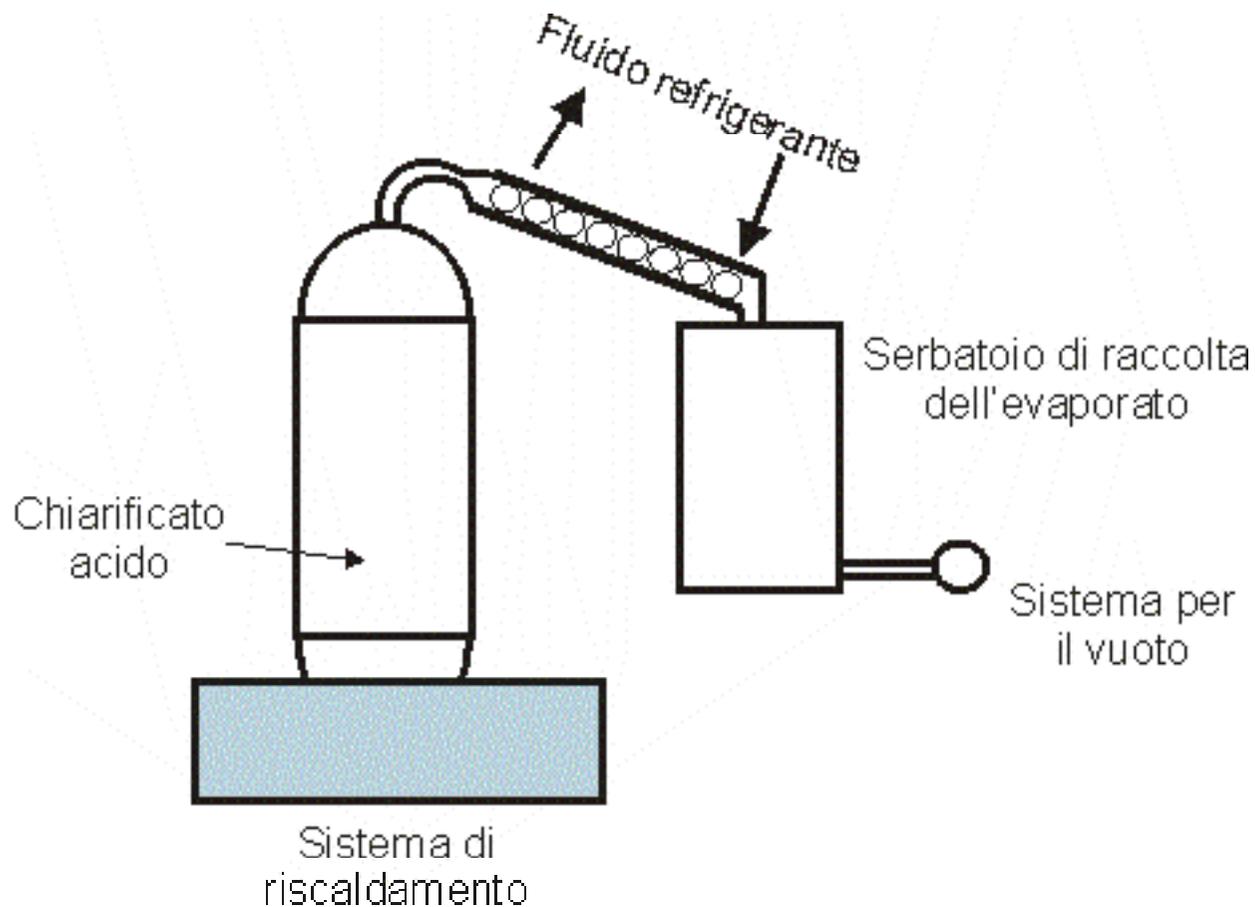
**Aria / Chiarificato = 100 - 150**

## Confronto strippaggio a media ed alta temperatura (80°C)

Parametri		Resa strippaggio
T	pH	
20	8,5	6%
20	10,5	20%
45	8,5	40%
45	10,5	80%
80	8,5	90%
80	10,5	100,0%

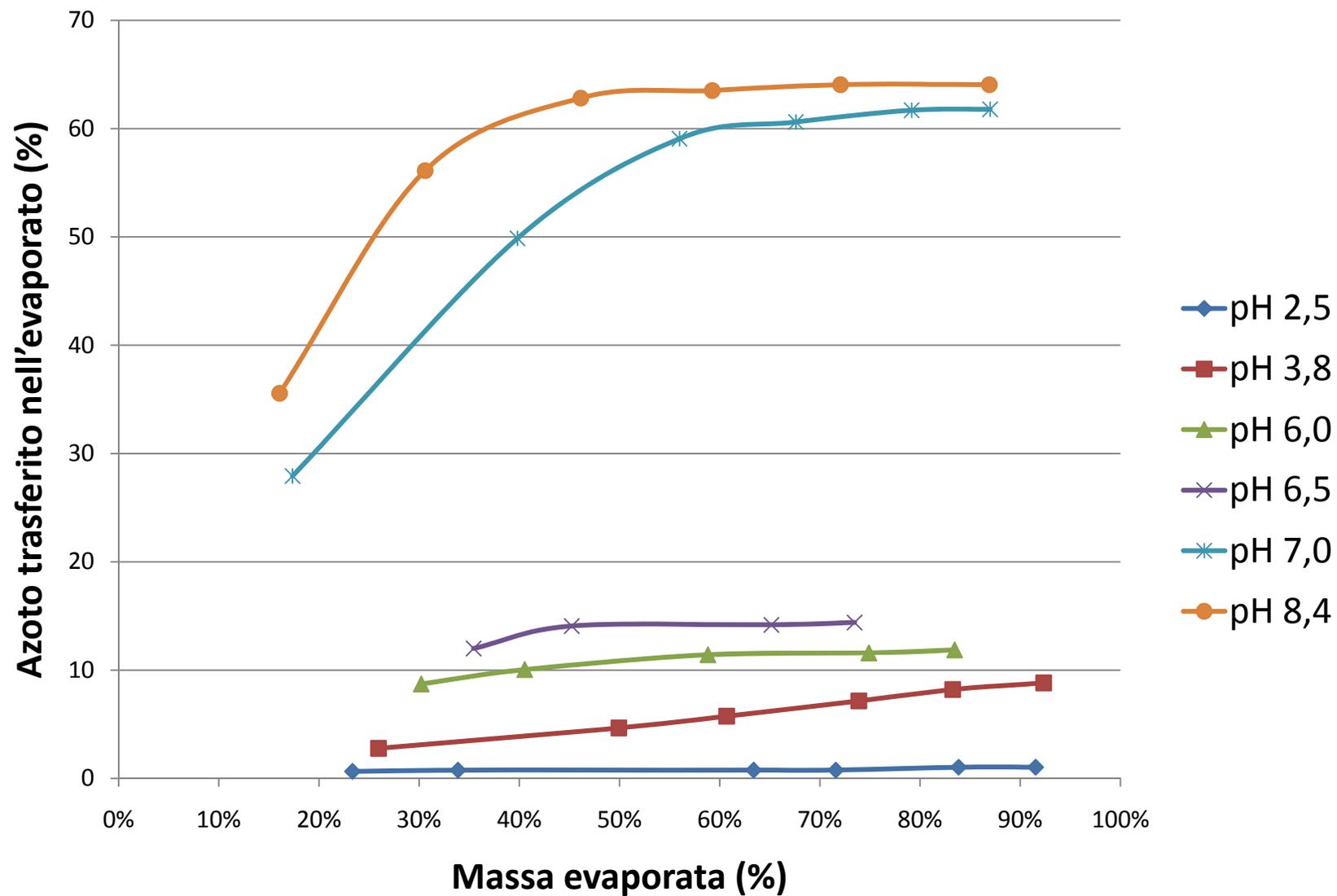


# DISPOSITIVO PER LO STUDIO DELLA CONCENTRAZIONE



**$pH = 2,5 - 3,8 - 6,0 - 6,5 - 7,0 - 7,4$**

## Frazione di azoto presente nell'evaporato ai diversi pH

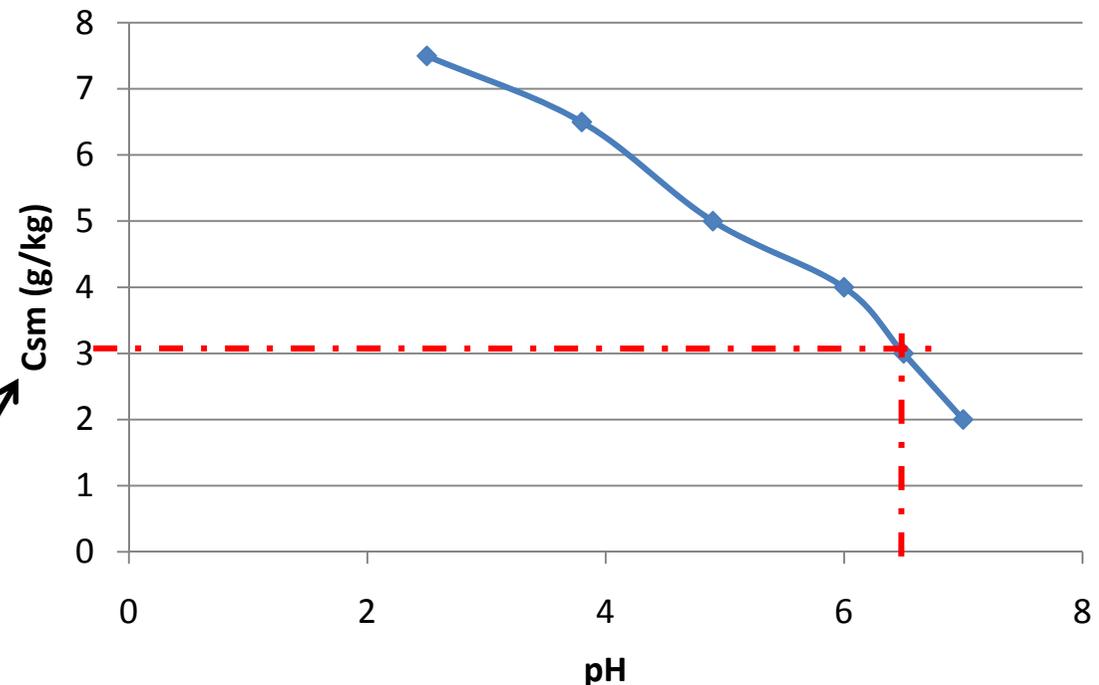


# Analisi dei consumi termici, chimici ed elettrici

Acqua evaporata (kg/kg lavorato)	Grado di concentrazione	Consumo vapore (MJ/m <sup>3</sup> )	
		A	B
0,6	2,5	675	950
0,7	3,3	775	1100
0,8	5,0	900	1250
0,9	10,0	1000	1400

Metodo	Consumo vapore (kg/kg evaporato)
A - (3 effetti)	0,44
B - (2 effetti)	0,63

Consumo specifico acido per  
unità di massa di digestato



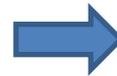
# STRIPPAGGIO A PH BASICO

## ***Carico giornaliero***

Silomais 3 t  
Pollina 1,2 t  
Letame bovino 15,5 t  
Liquame bovino 25 t



2200 Nm<sup>3</sup>  
biogas



## **Produzione energetica**

4400 kWhe  
6600 kWht = 23800 MJ



40 m<sup>3</sup>  
digestato



Ipotesi abbattimento azoto (60%)

4,0 g/kg → 1,6 g/kg



Azoto totale rimosso  
circa 100 kg

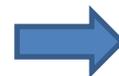


## **Dealcalinizzazione**

1800 m<sup>3</sup> biogas o  
1600 kg CO<sub>2</sub>

## **Ipotesi consumi specifici**

Consumo elettrico = 12,5 kWhe / m<sup>3</sup>  
Consumo soda = 8,8 kg di soda / m<sup>3</sup>



## **Consumo giornaliero**

500 kWhe  
352 kg di soda  
884 MJ  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 336 kg (stechiometrico)

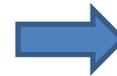
# STRIPPAGGIO A TEMPERATURA ALTA

## ***Carico giornaliero***

Silomais 3 t  
Pollina 1,2 t  
Letame bovino 15,5 t  
Liquame bovino 25 t



2200 Nm<sup>3</sup>  
biogas



## **Produzione energetica**

4400 kWhe  
6600 kWt = 23800 MJ



40 m<sup>3</sup>  
digestato



Ipotesi abbattimento azoto (70%)

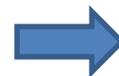
4,0 g/kg → 1,2 g/kg



Azoto totale rimosso circa 110 kg

## **Ipotesi consumi specifici**

Consumo elettrico = 11,2 kWhe/ m<sup>3</sup>  
Consumo soda = 0



## **Consumo giornaliero**

450 kWhe  
12000 MJ  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 392 kg (stechiometrico)

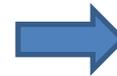
# CONCENTRAZIONE PER EVAPORAZIONE

## ***Carico giornaliero***

Silomais 3 t  
Pollina 1,2 t  
Letame bovino 15,5 t  
Liquame bovino 25 t



2200 Nm<sup>3</sup>  
biogas



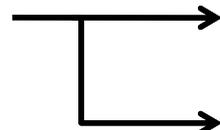
## **Produzione energetica**

4400 kWhe  
6600 kWt = 23800 MJ



40 m<sup>3</sup>  
digestato  
(4 g/kg)

## **Concentrazione a pH 6,0-6,5**



4 m<sup>3</sup> di concentrato  
36 m<sup>3</sup> di evaporato

(36 g/kg)

(0,44 g/kg)

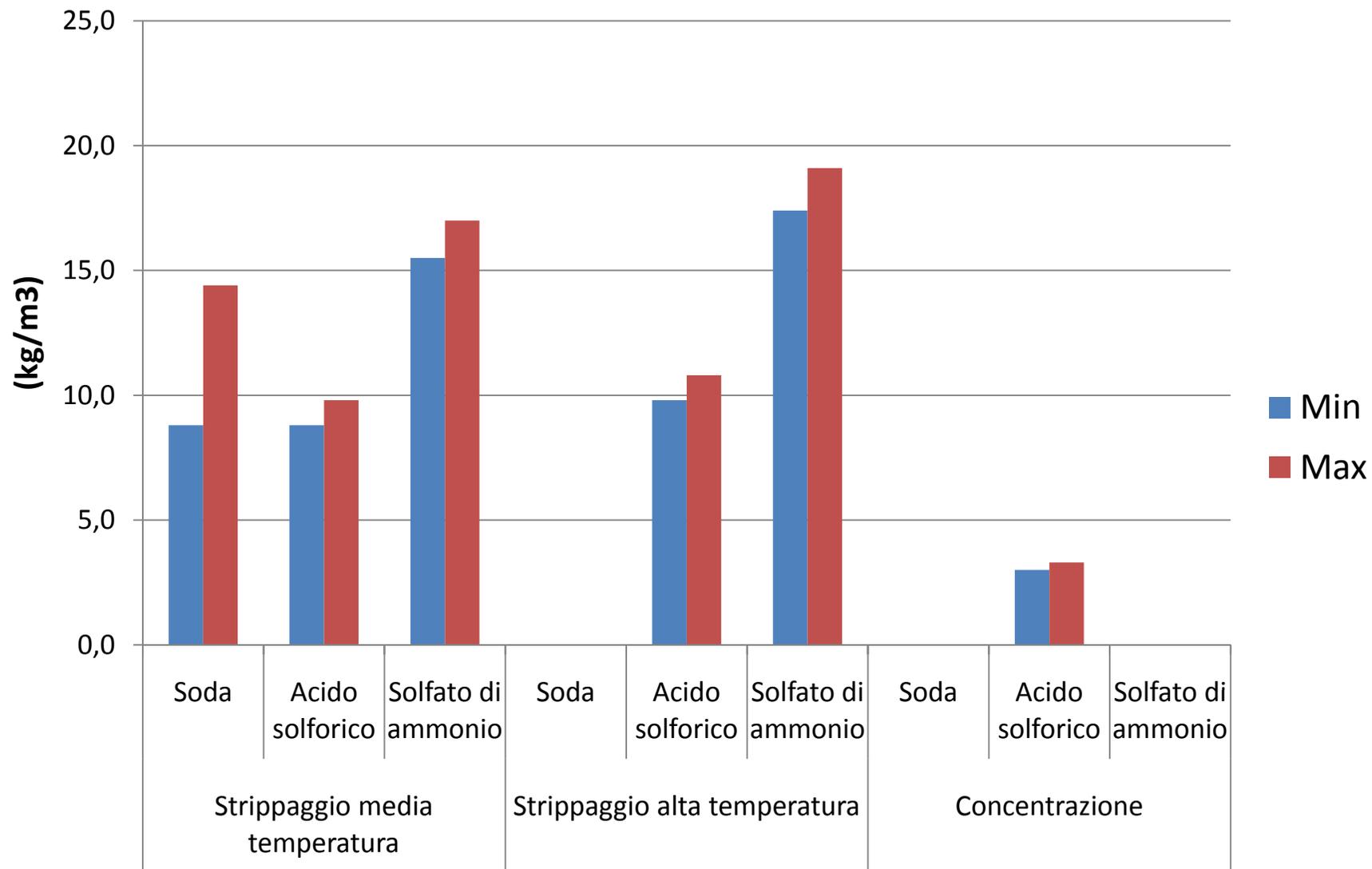
## **Ipotesi consumi specifico**

Consumo vapore = 1000 MJ/m<sup>3</sup>  
Consumo acido = 3 kg/m<sup>3</sup>  
Consumo elettrico = 12,0 kWh/m<sup>3</sup>

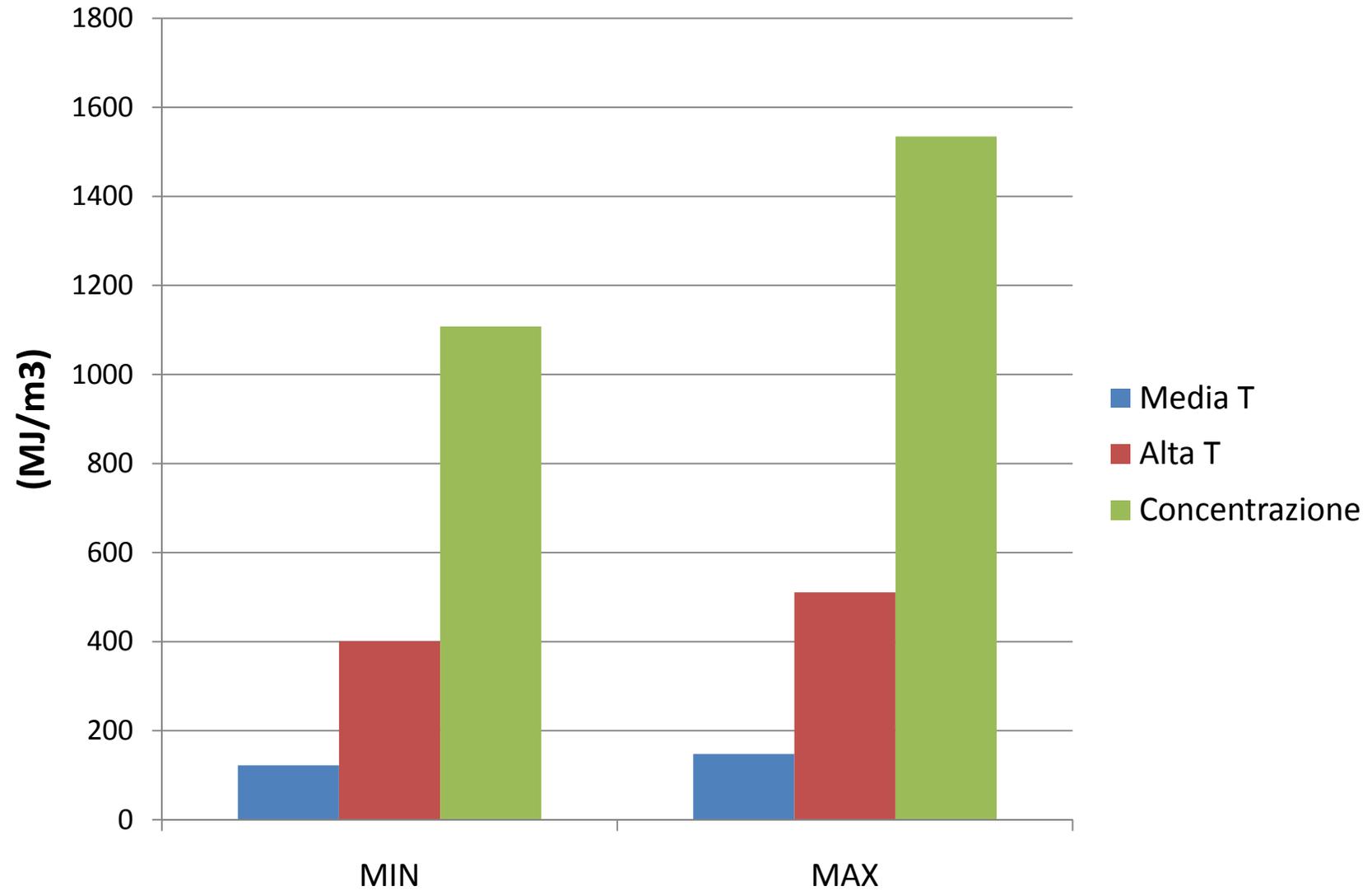
## **Consumo giornaliero**

40000 MJ  
480 kWhe  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 120 kg (stechiometrico)

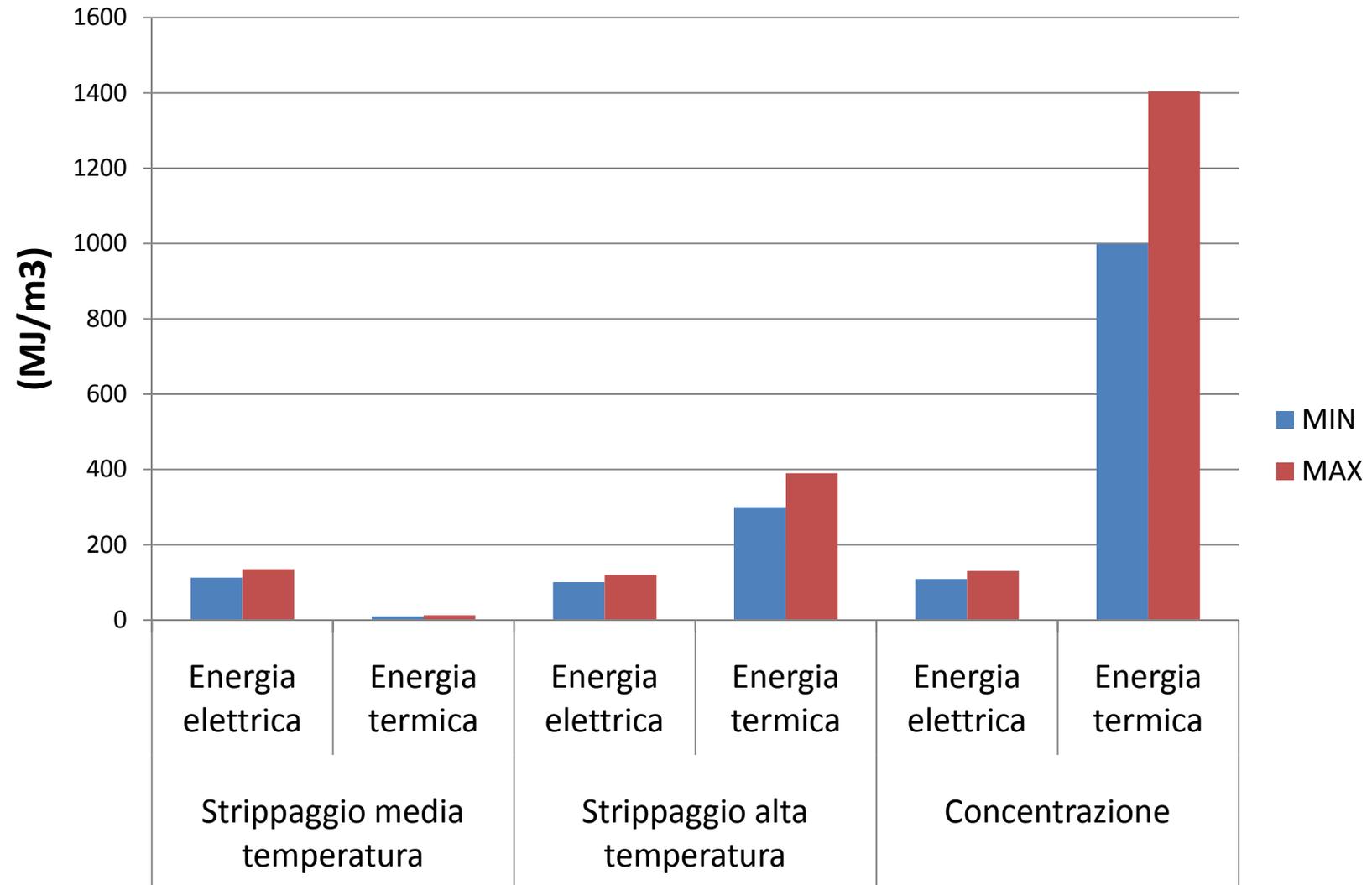
# BILANCIO DI MASSA



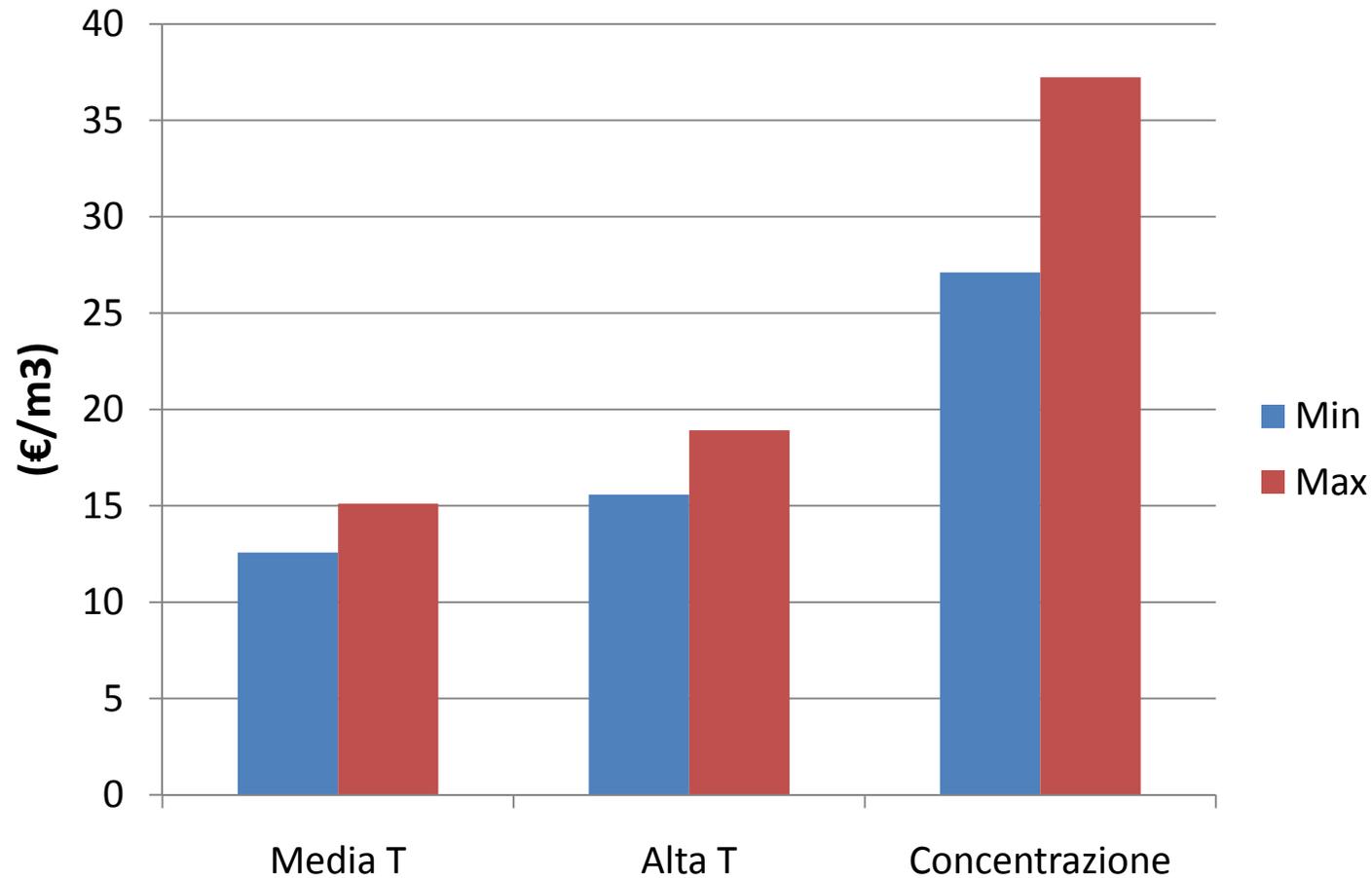
# BILANCIO ENERGETICO (energia primaria)



# BILANCIO ENERGETICO (energia primaria)



# BILANCIO ECONOMICO



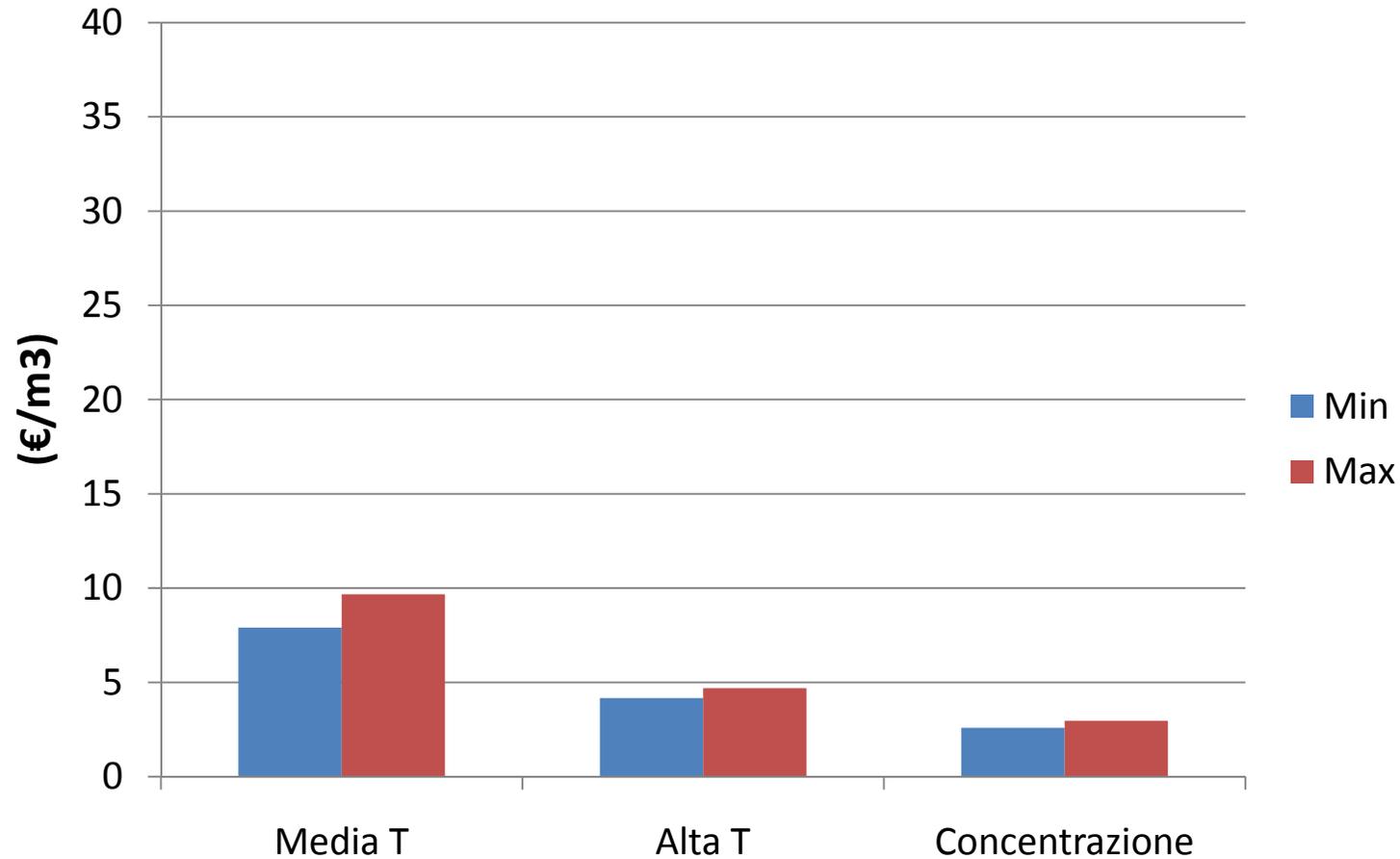
**Costo energia elettrica = 0,16 €/kWh**

**Nessun recupero energetico**

**Scarsa efficienza impianto**

*G. Toscano – Università Politecnica Marche*

# BILANCIO ECONOMICO



**Costo energia elettrica = 0,09 €/kWh**

**Recupero energia termica**

**Valorizzazione del solfato di ammonio**

# CONSIDERAZIONI

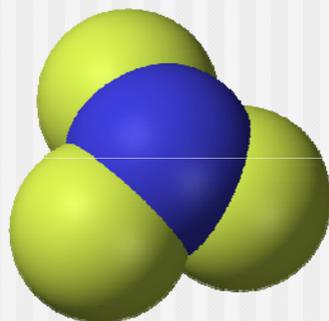
- La possibilità di ridurre il consumo termico nei processi di stripping è condizionata dall'uso di prodotti chimici
- In tutti i processi rimane aperta la problematica della collocazione dei prodotti finali
- E' basilare lavorare sul miglioramento delle efficienze
  - Impiantistiche (rapporti tra rimozione azoto e consumi)
  - Recupero termico (da cogeneratore)

## Strippaggio a caldo dell'azoto da effluenti zootecnici

---



C.R.P.A. S.p.A. - Reggio Emilia



## L'esperienza CRPA

***Claudio Fabbri***

Centro Ricerche Produzioni Animali

Cremona

31 Gennaio 2009

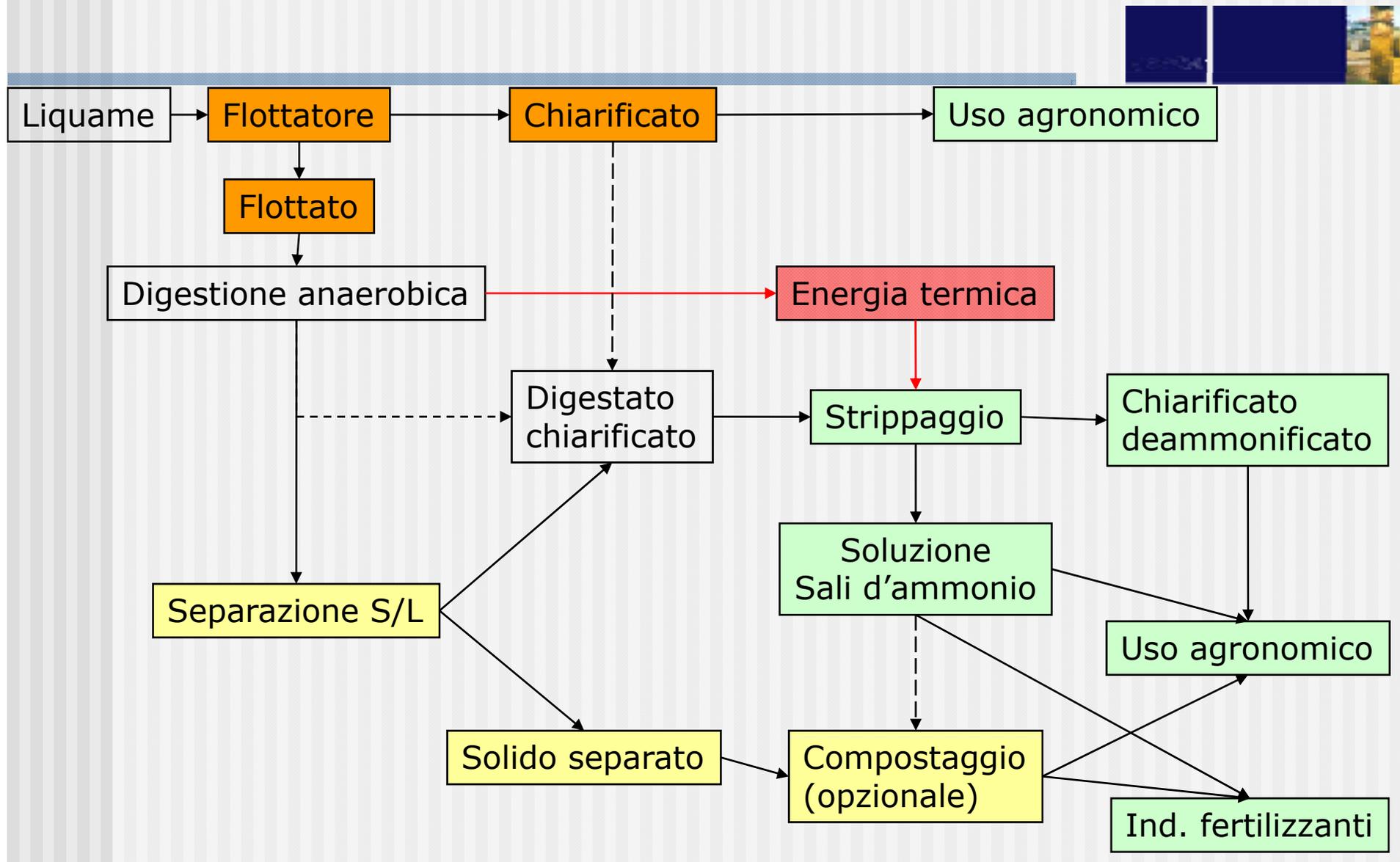
## Criteri per verificare l'applicabilità

---

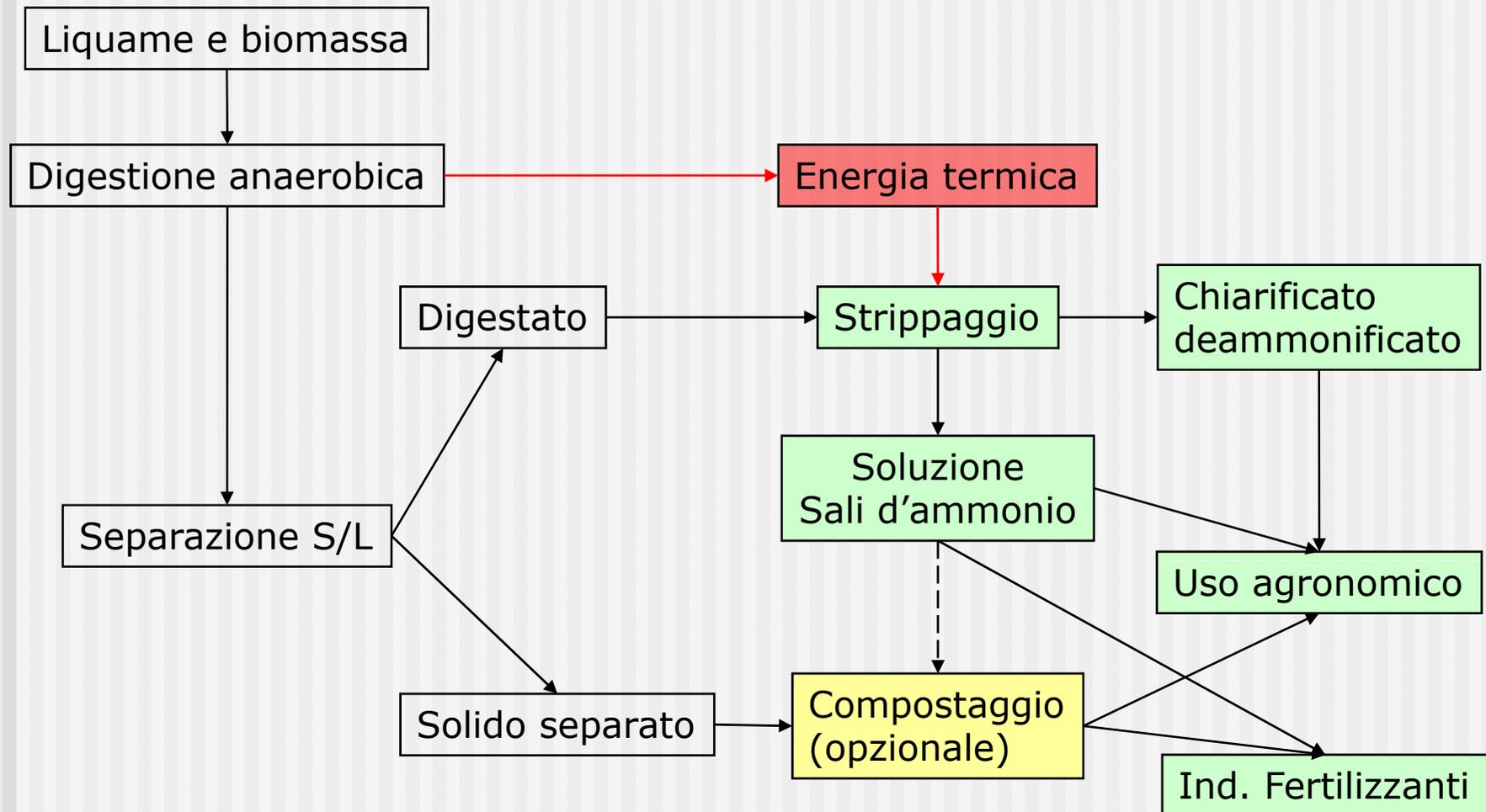


- Concentrazione di azoto ammoniacale elevata
- Concentrazione di sostanza secca bassa
- Energia termica disponibile gratuitamente

# Lo schema del trattamento con strippaggio di digestato da solo effluente zootecnico (suino)

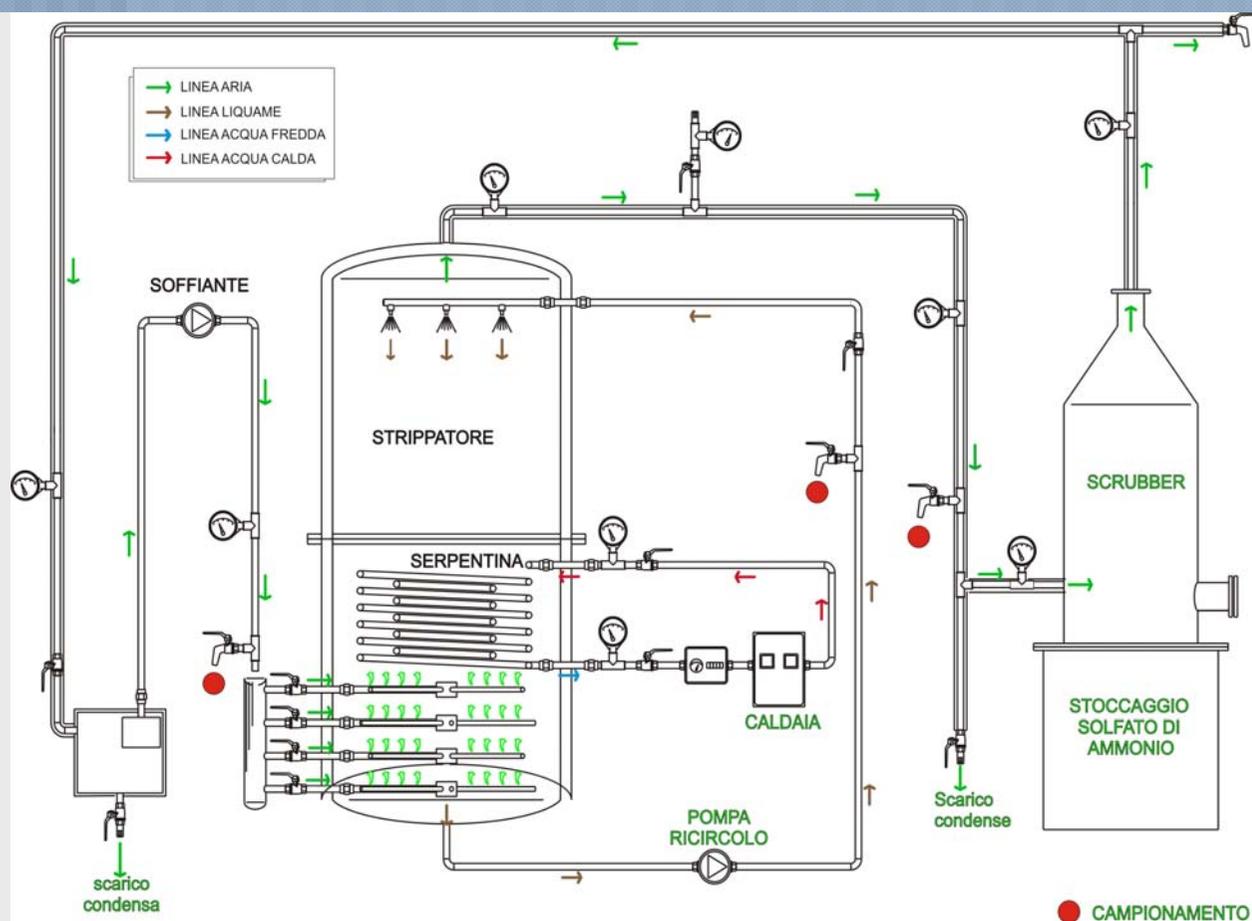


# Lo schema del trattamento con strippaggio di digestato da co-digestione (suino+biomasse)



# Il dispositivo pilota di strippaggio a caldo

*realizzato in collaborazione con ROTA GUIDO srl*



## Caratteristiche

- Ciclo chiuso
- SemiBatch
- Scrubber acido
- Temp: 50-70°C
- HRT: 4-6 ore
- $Q = 150-200 \text{ m}^3/\text{m}^3/\text{h}$

# Il dispositivo pilota realizzato *in collaborazione con ROTA GUIDO srl*



**Distributori aria**



**Sistema antischiuma**



**Serpentina riscaldamento**

## Attività condotte

---



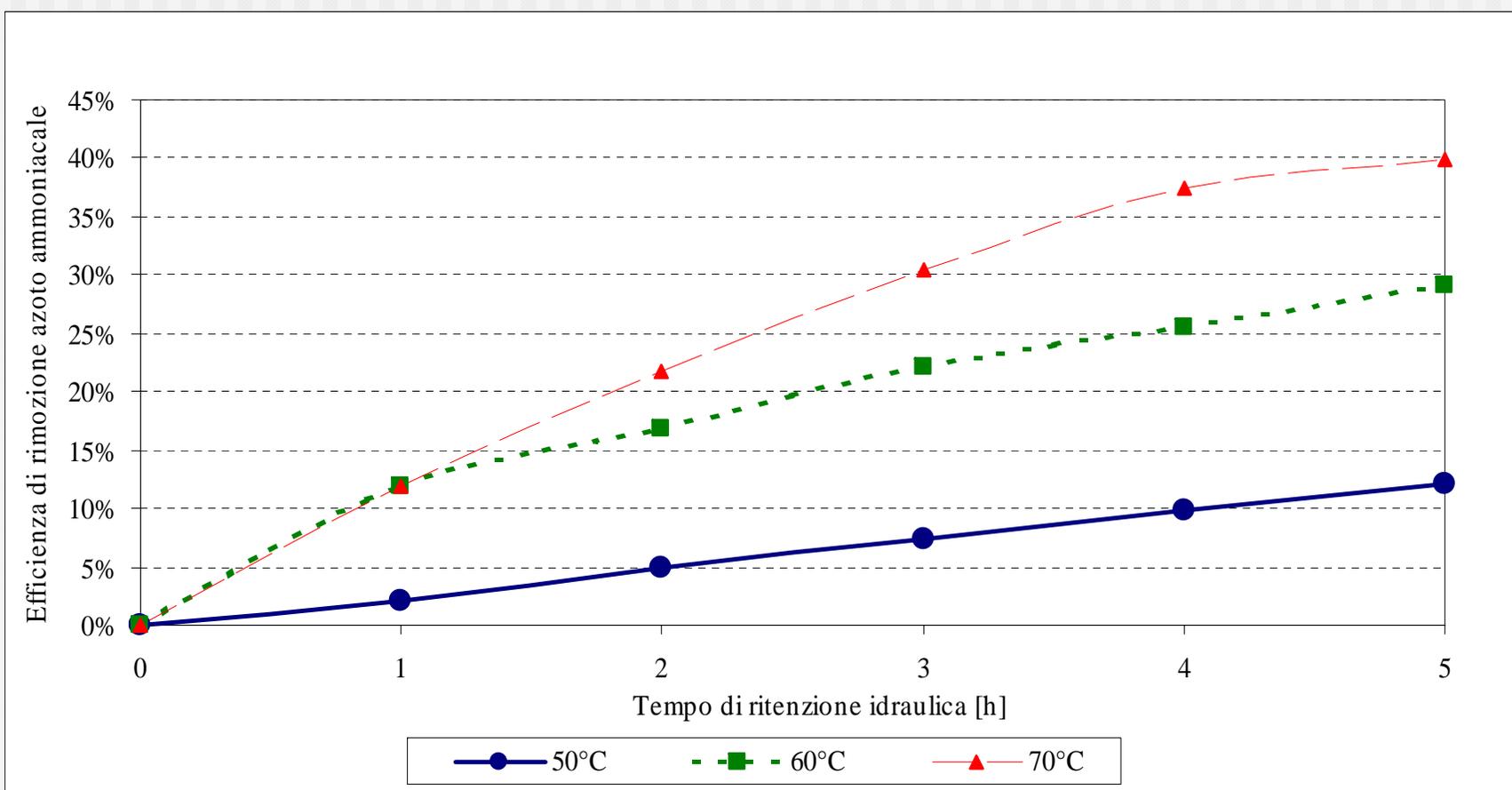
- Strippaggio su liquami suinicoli separati non trattati anaerobicamente
- Trattamento termico con 3 livelli: 50, 60 e 70 °C
- Durata massima trattamento 6 ore
- Portata di insufflazione: 150-200 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>/h

# Risultati: caratteristiche effluenti utilizzati ed efficienza di strippaggio



Tesi	pH	Concentrazione N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> iniziale	Concentrazione N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> finale	Efficienza di strippaggio
		[mg/kg tq]	[mg/kg tq]	[%]
<b>50°C</b>	<b>8,1</b>	<b>1.436±57</b>	<b>1.253±54</b>	<b>12,7 ±0,6</b>
<b>60°C</b>	<b>8,0</b>	<b>1.678±180</b>	<b>1.221±98</b>	<b>27,0 ±3,6</b>
<b>70°C</b>	<b>8,1</b>	<b>1.405±55</b>	<b>841±156</b>	<b>40,0 ±13,1</b>

# Risultati: curve di strippaggio



## Risultati: principali problematiche

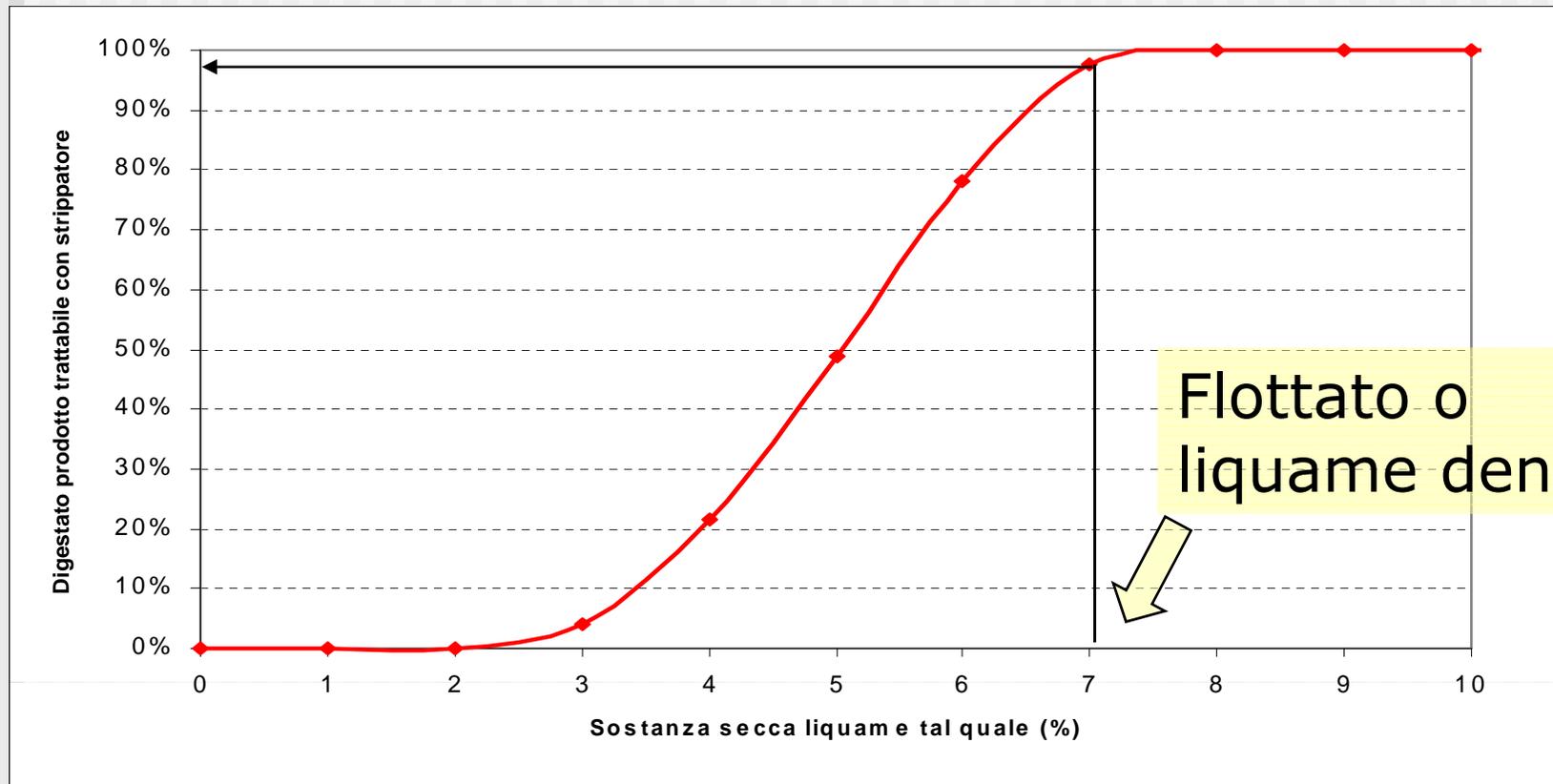


- Formazione schiume (ben controllate con dispositivo installato)
- Condensazioni di vapori acidi: problemi di usura delle attrezzature e delle pompe
- Diluizione della soluzione di solfato d'ammonio

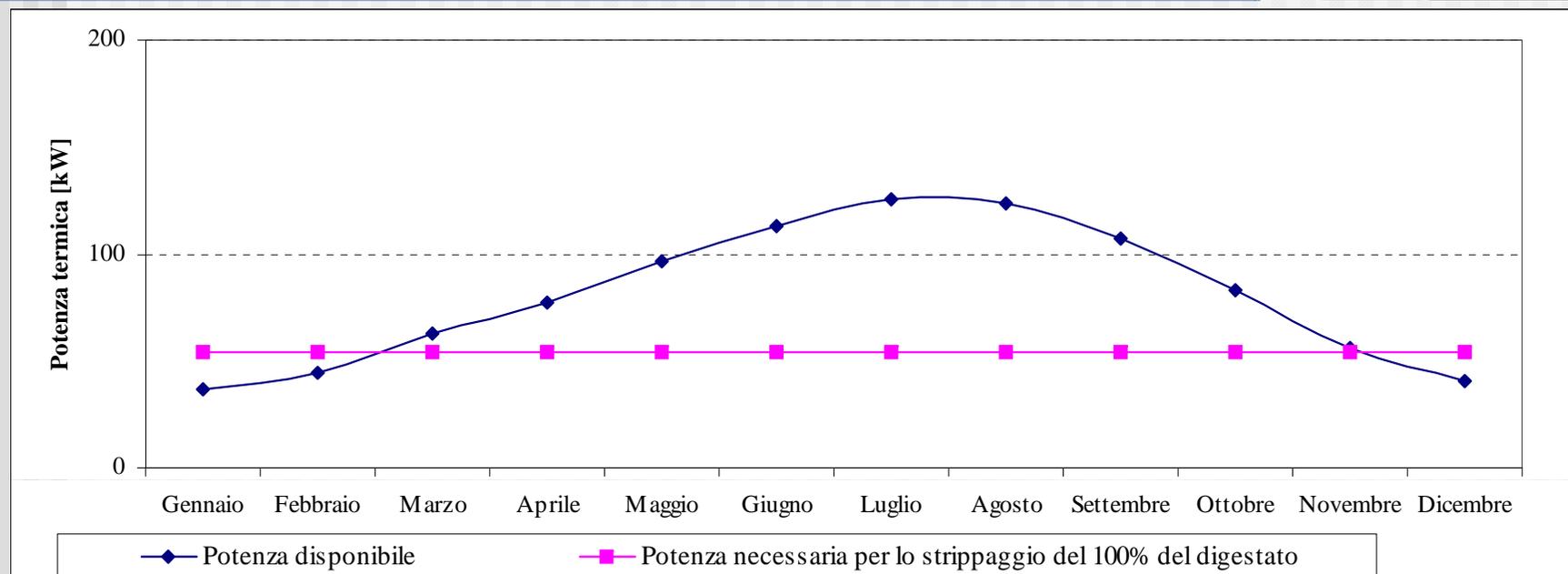
# Sostenibilità energetica: strippaggio digestato dalla frazione flottata di effluenti suinicoli (30% del liquame disponibile)



Correlazione fra concentrazione in sostanza secca al carico del digestore anaerobico e percentuale di digestato riscaldabile a 70°C

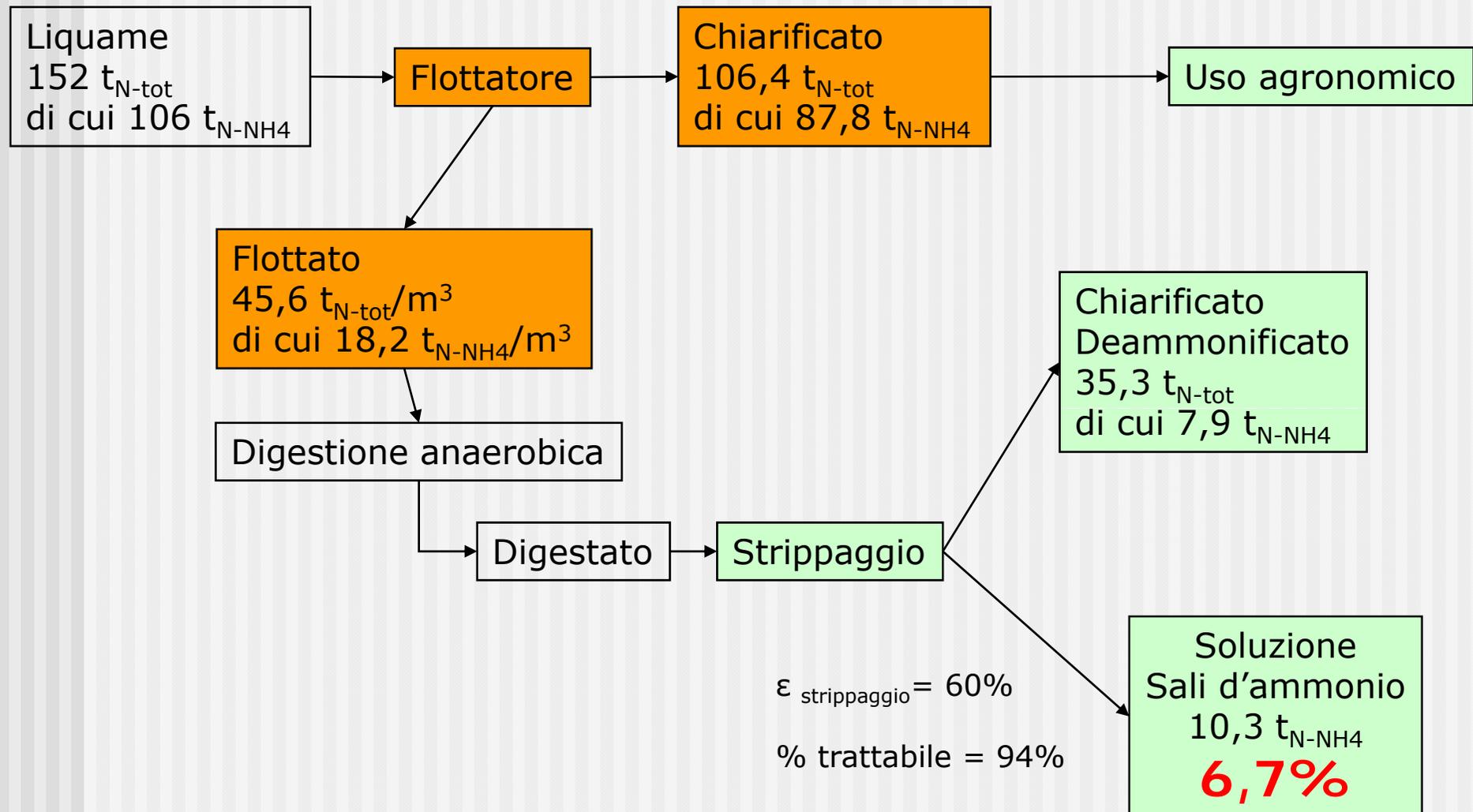


# Sostenibilità energetica: strippaggio digestato dalla frazione flottata di effluenti suinicoli (30% del liquame disponibile)

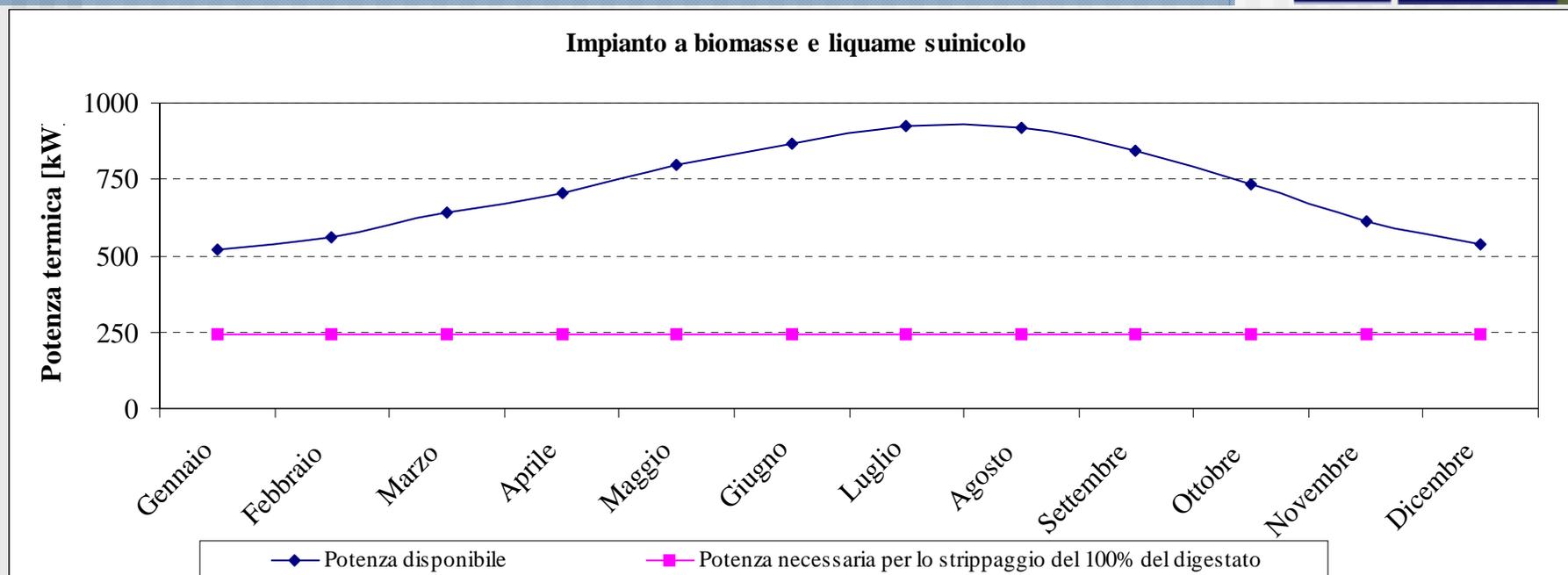


Liquame	<b>130 t/gg</b> (12-13.000 suini grassi)
Liquame flottato (8% di ST)	<b>40 t/gg</b>
Potenza elettrica	<b>100 kW</b>
Flottato digestato trattabile a 70 °C	<b>94%</b>

# Bilancio dell'azoto: stripping digestato dalla frazione flottata di effluenti suinicoli (30% del liquame disponibile)

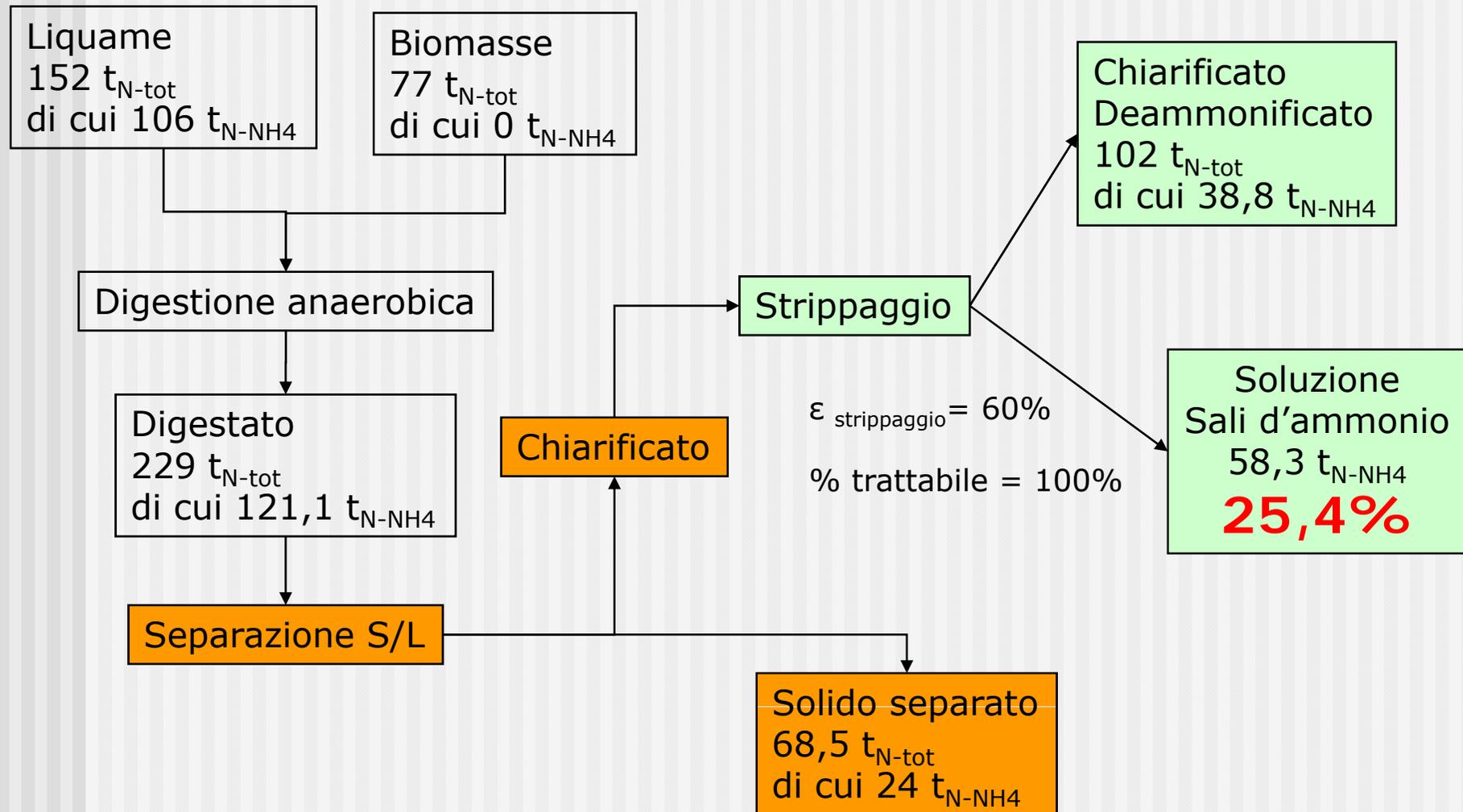


# Sostenibilità energetica: strippaggio digestato da effluenti suinicoli e biomasse dedicate



Liquame	<b>130 t/gg (12-14.000 suini grassi)</b>
Insilati	<b>50 t/gg</b>
Potenza elettrica	<b>1000 kW</b>
Digestato trattabile a 70 °C	<b>100%</b>

# Bilancio dell'azoto: strippaggio digestato da effluenti suinicoli e biomasse dedicate

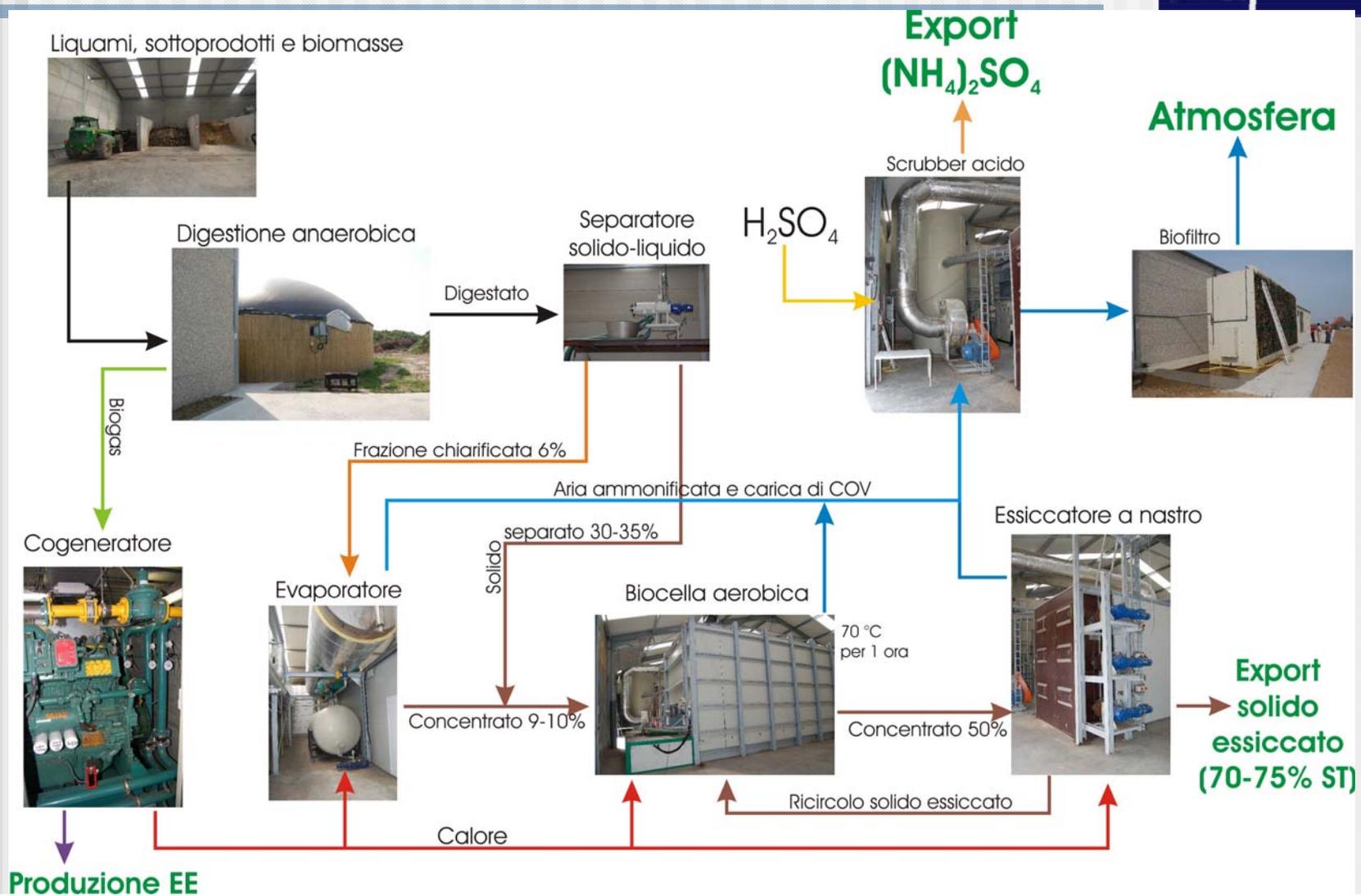


# Conclusioni



- E' necessario abbinare la digestione anaerobica per avere energia termica gratuita
- La sola digestione di effluenti non dispone di sufficiente energia termica per raggiungere efficienze di strippaggio significative
- L'utilizzo di colture dedicate aumenta la disponibilità termica ma anche le quantità di azoto da gestire in azienda
- Occorre individuare un destino per il prodotto ottenuto (fertilizzante? Compostaggio?....)

# Un caso in Belgio



# Grazie per l'attenzione

---



C.R.P.A. S.p.A. - Reggio Emilia

[www.crpa.it](http://www.crpa.it)  
[c.fabbri@crpa.it](mailto:c.fabbri@crpa.it)

