

# Gestione e valorizzazione dei reflui zootecnici

**P. BALSARI, E. Dinuccio**  
Università degli Studi di Torino  
D.I.S.A.F.A - Meccanica Agraria  
e-mail: [paolo.balsari@unito.it](mailto:paolo.balsari@unito.it)



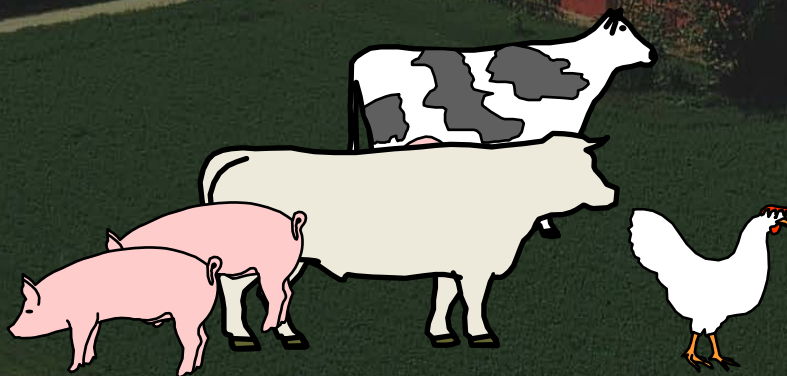
# Il patrimonio zootecnico italiano

(6° Censimento generale dell'agricoltura)

- 167 milioni di avicoli
- 9,6 milioni di suini
- 7,4 milioni di ovi-caprini
- 5,6 milioni di bovini

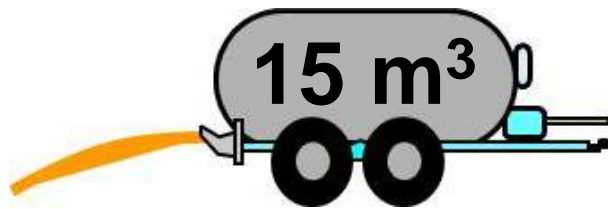


≈ **150** milioni di t  
di deiezioni anno



# I reflui zootecnici

## Liquame



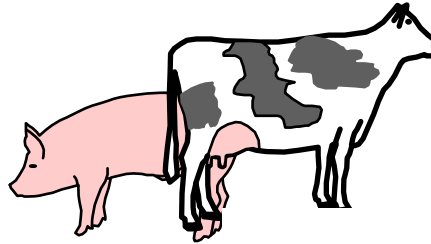
- **Valore fertilizzante:**



N (Urea) = 50-200 kg

P (Perfosfato t.) = 40-150 kg

K (Cloruro di K) = 30-120 kg



## Letame



- **Valore fertilizzante:**



N (Urea) = 100-250 kg

P (Perfosfato t.) = 30-150 kg

K (Cloruro di K) = 80-200 kg

# Il patrimonio zootecnico italiano

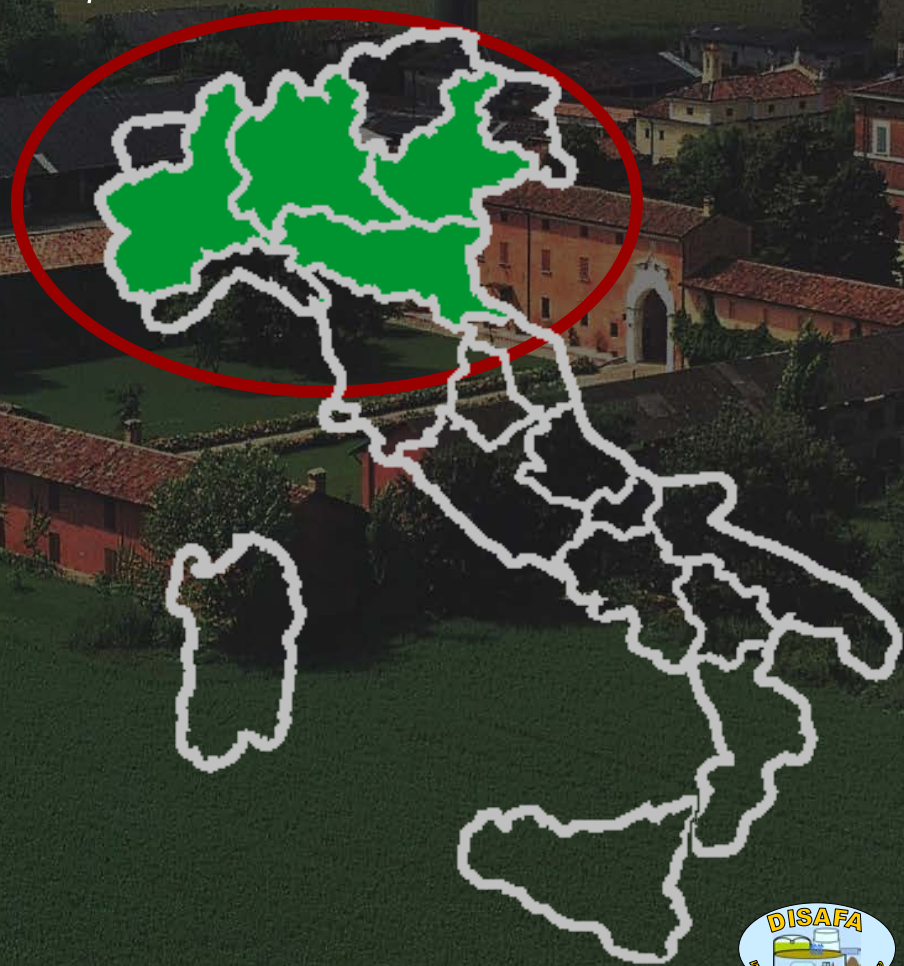
≈ **70 %** dei capi (bovini, suini, avicoli) è concentrato in 4 regioni (Piemonte, Lombardia, Veneto, Emilia Romagna)



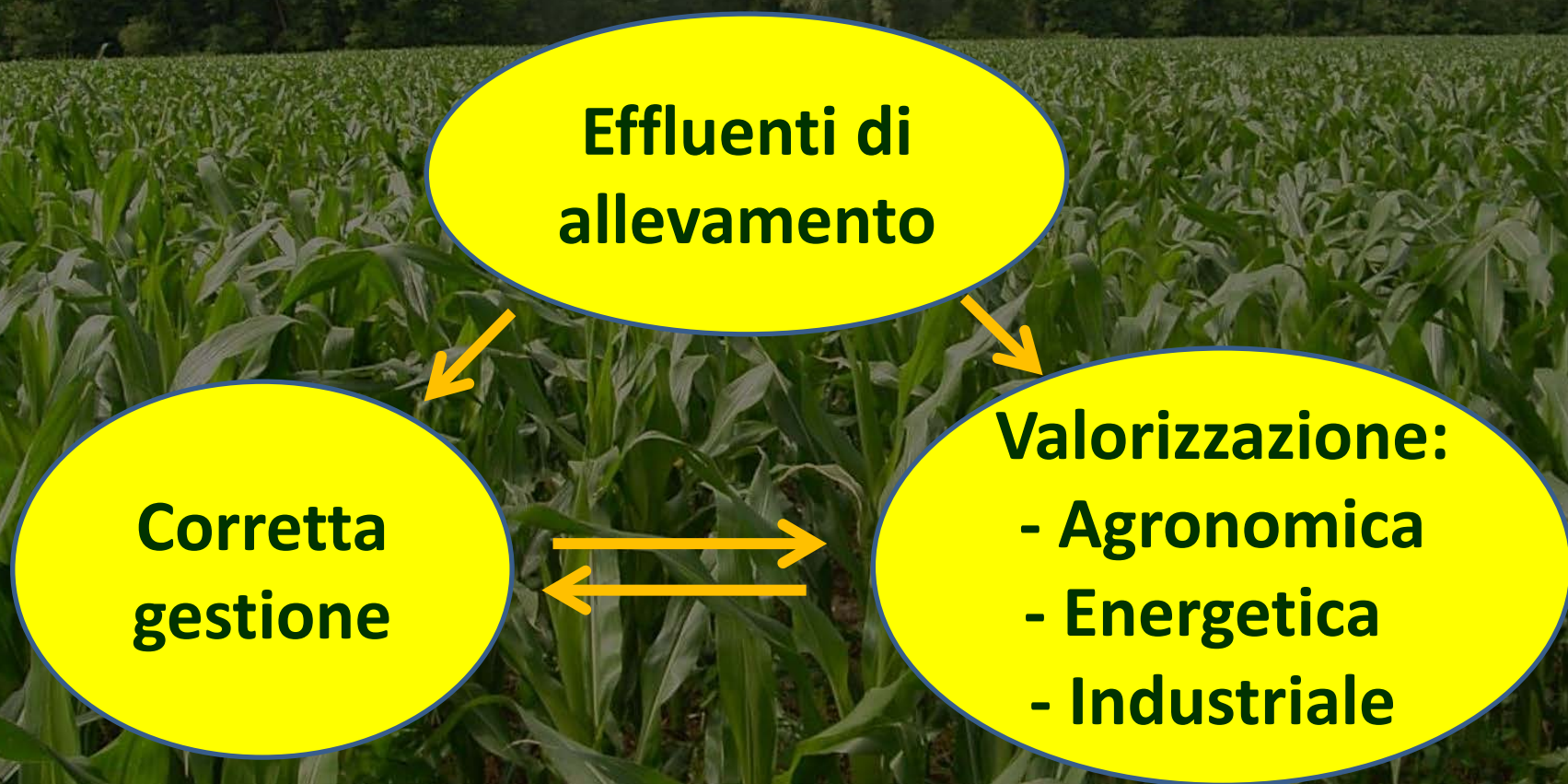
Grandi quantità di nutrienti da gestire rispetto alla superficie disponibile



Difficoltà nel far fronte ai vincoli normativi vigenti (Direttiva Nitrati, Leggi Regionali)



# Corretta gestione e valorizzazione dei reflui



è innanzitutto importante garantire una corretta gestione dei reflui zootecnici



la valorizzazione è un obiettivo importante che però non può prescindere dalla corretta gestione

# Le principali fasi gestionali da considerare

## 1) PRODUZIONE



## TRASPORTO



## 2) STOCCAGGIO



## 3) UTILIZZAZIONE AGRONOMICA

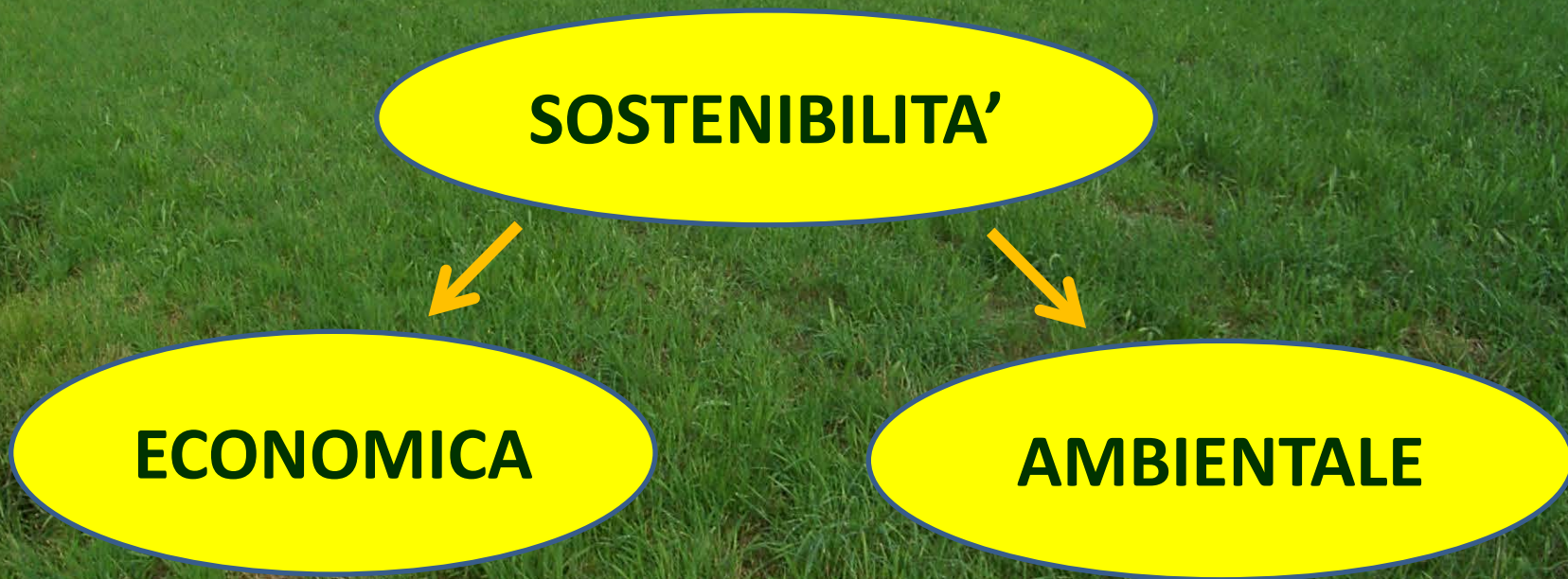


## TRATTAMENTO

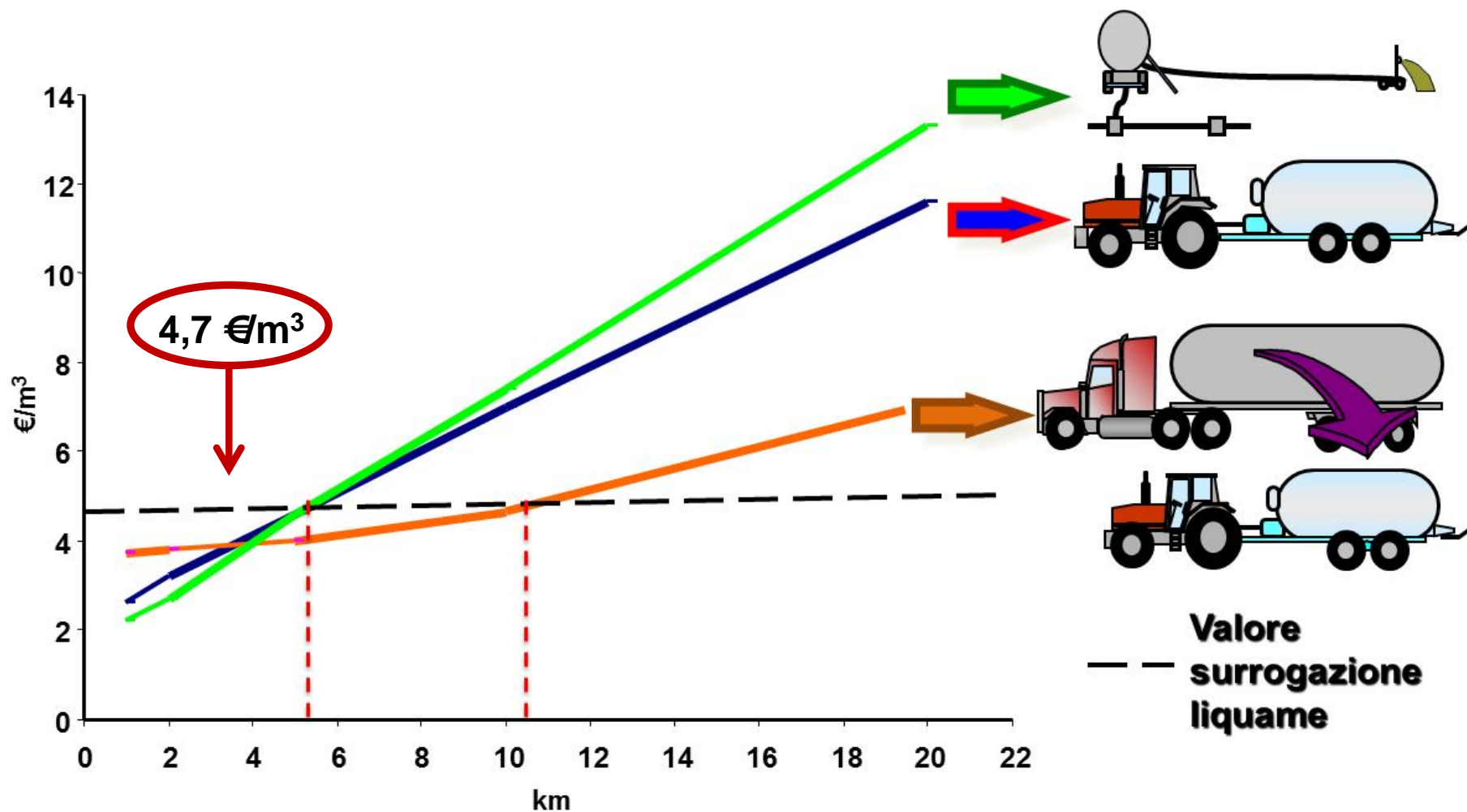


Indipendentemente dal tipo di trattamento, la gestione dei reflui zootecnici generalmente include queste fasi

# Cosa intendiamo per corretta gestione dei reflui?



# SOSTENIBILITA' ECONOMICA (esempio)



 I costi di trasporto e distribuzione non devono superare il valore del liquame



# Sostenibilità ambientale



**Prevenzione  
dell'inquinamento**



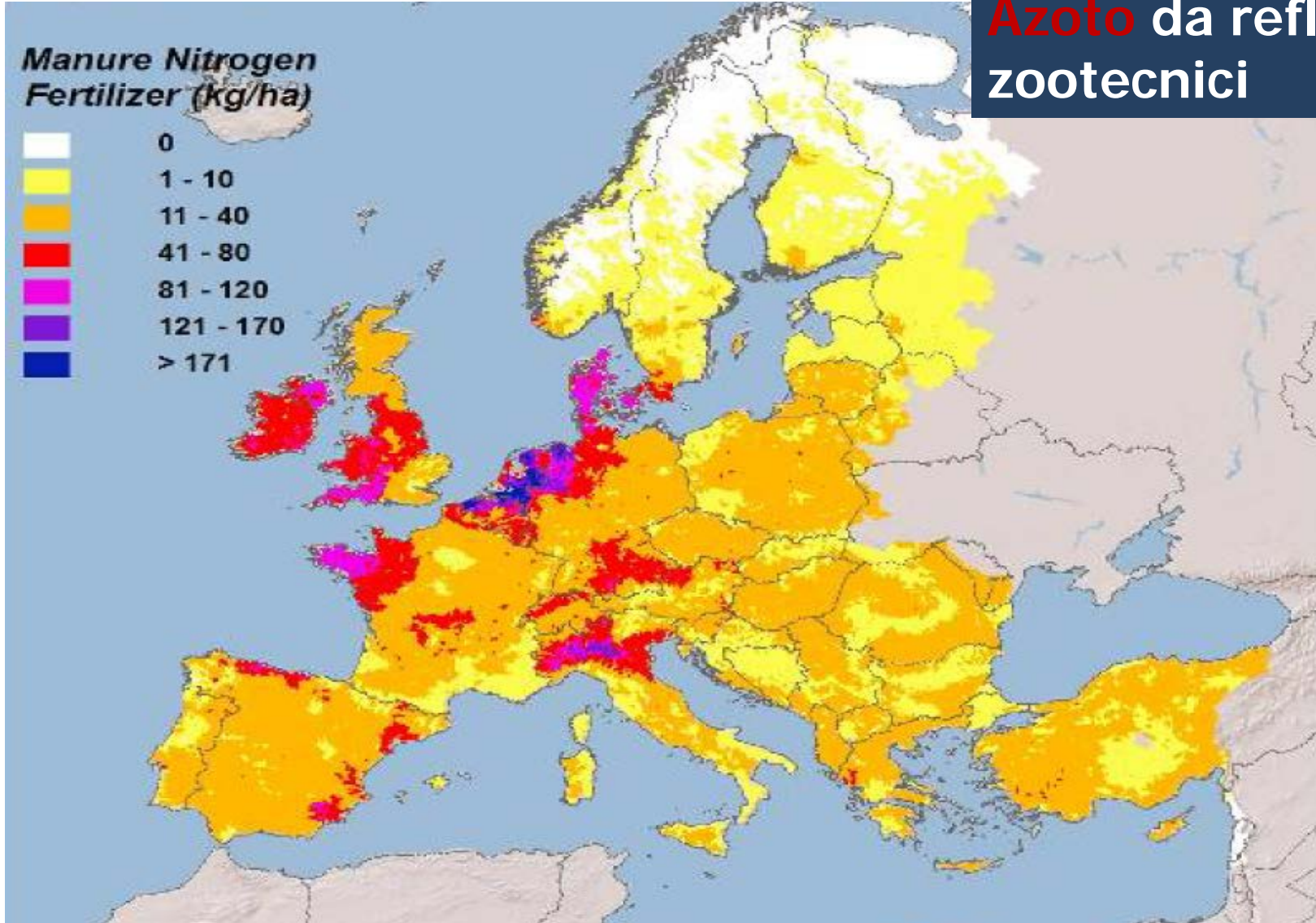
**Suolo e corpi  
idrici (N, P e metalli  
pesanti)**



**Aria  
(Odori, NH<sub>3</sub>,  
CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O)**

# Inquinamento del suolo e corpi idrici

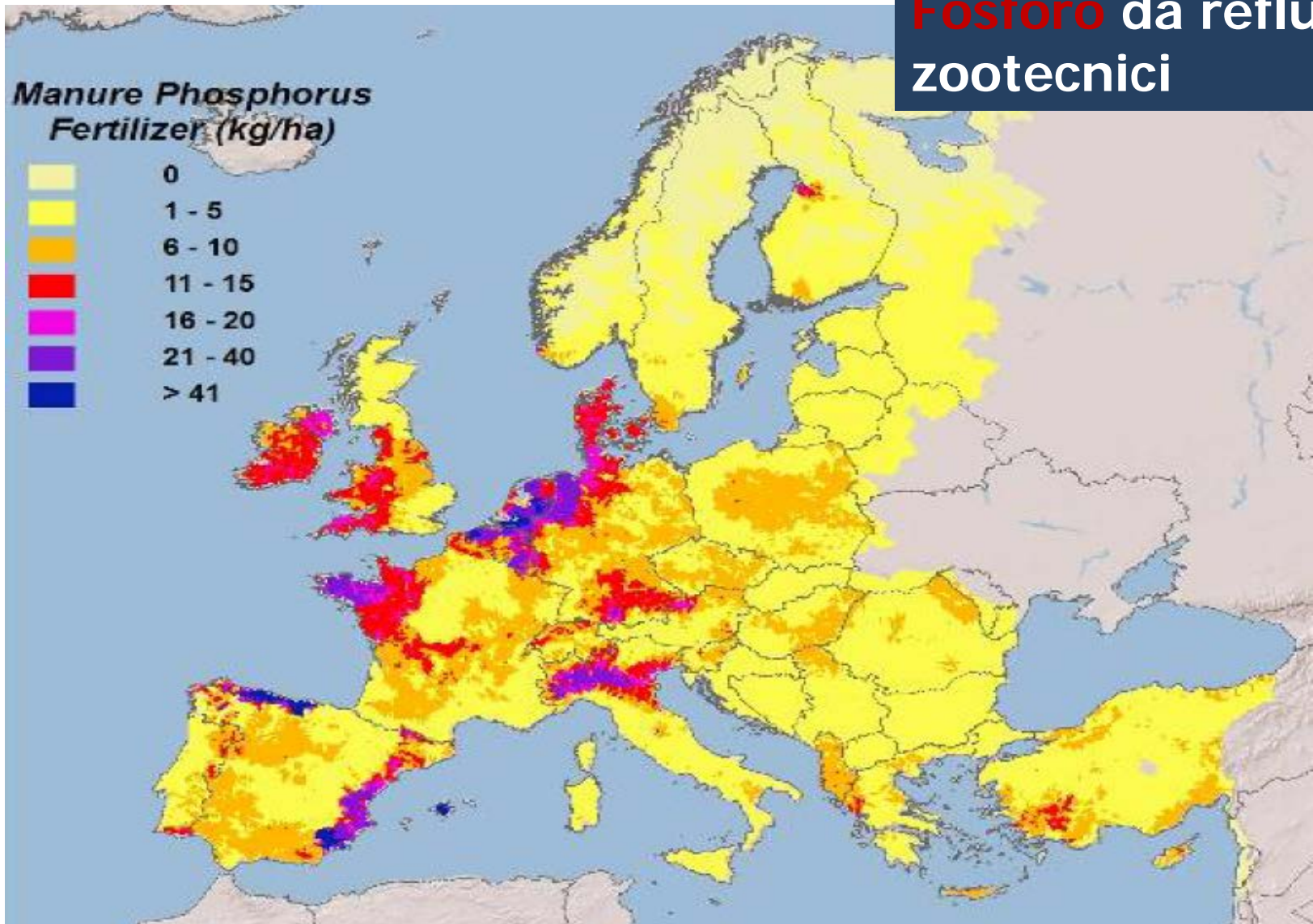
**Azoto da reflui zootecnici**



Fonte: Bouraoui et al., 2009

# Inquinamento del suolo e corpi idrici

**Fosforo** da reflui  
zootecnici



Fonte: Bouraoui et al., 2009

# Inquinamento atmosferico



# Emissioni di Ammoniaca e Gas ad effetto serra dall'attività agricola in Italia

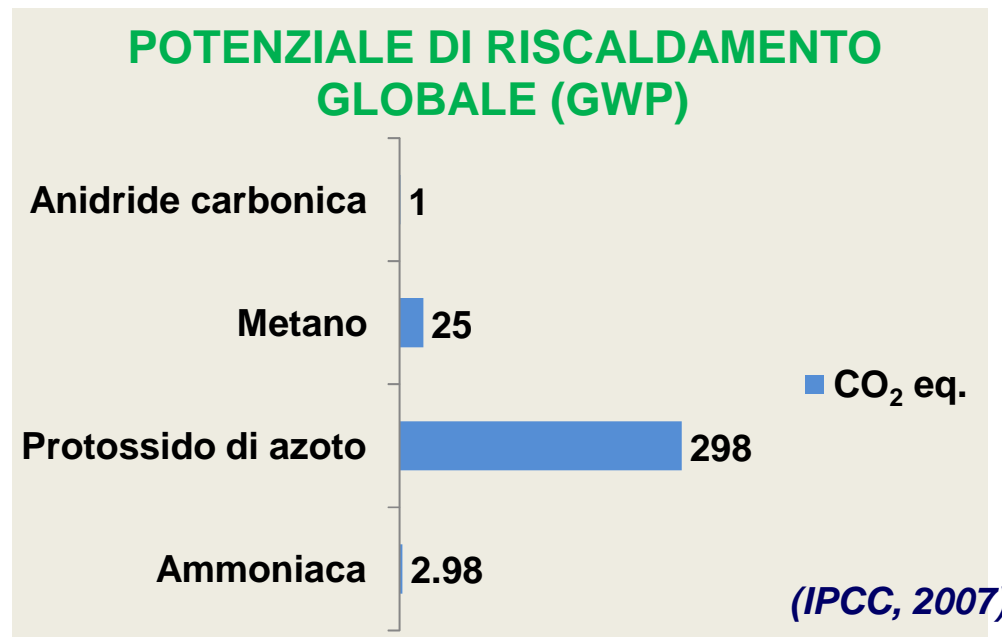


Ammoniaca (NH<sub>3</sub>): 69.300 t/anno (**95% del totale**)

## GAS SERRA:

- Metano (CH<sub>4</sub>): 111.800 t/anno (**62% del totale**)
- Protossido d'azoto (N<sub>2</sub>O): 5.450 t/anno (**58% del totale**)

Fonte: ISPRA, 2009



# Fonti emissive di NH<sub>3</sub> e GHG di origine agricola in Italia Italia (ISPRA, 2009)



## Emissioni di ammoniaca

### • dai reflui: **75%**

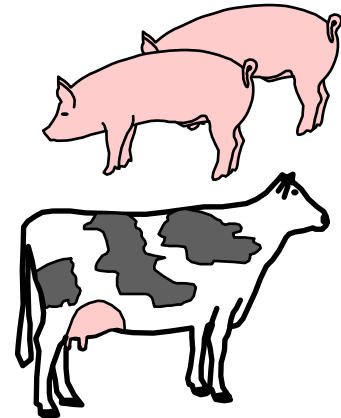
- di cui:
- in stalla: 30%
  - nello stoccaggio: 15%
  - in campo: **45%**
  - 5% pascolo

### • altro: 25%

*Suini 33%*

*Vacche latte 30%*

*Altri 36%*



## Emissioni di protossido di azoto

### • dal suolo: **82%**

- di cui dirette 47%
- indirette 35%

### • dai reflui: **18%**

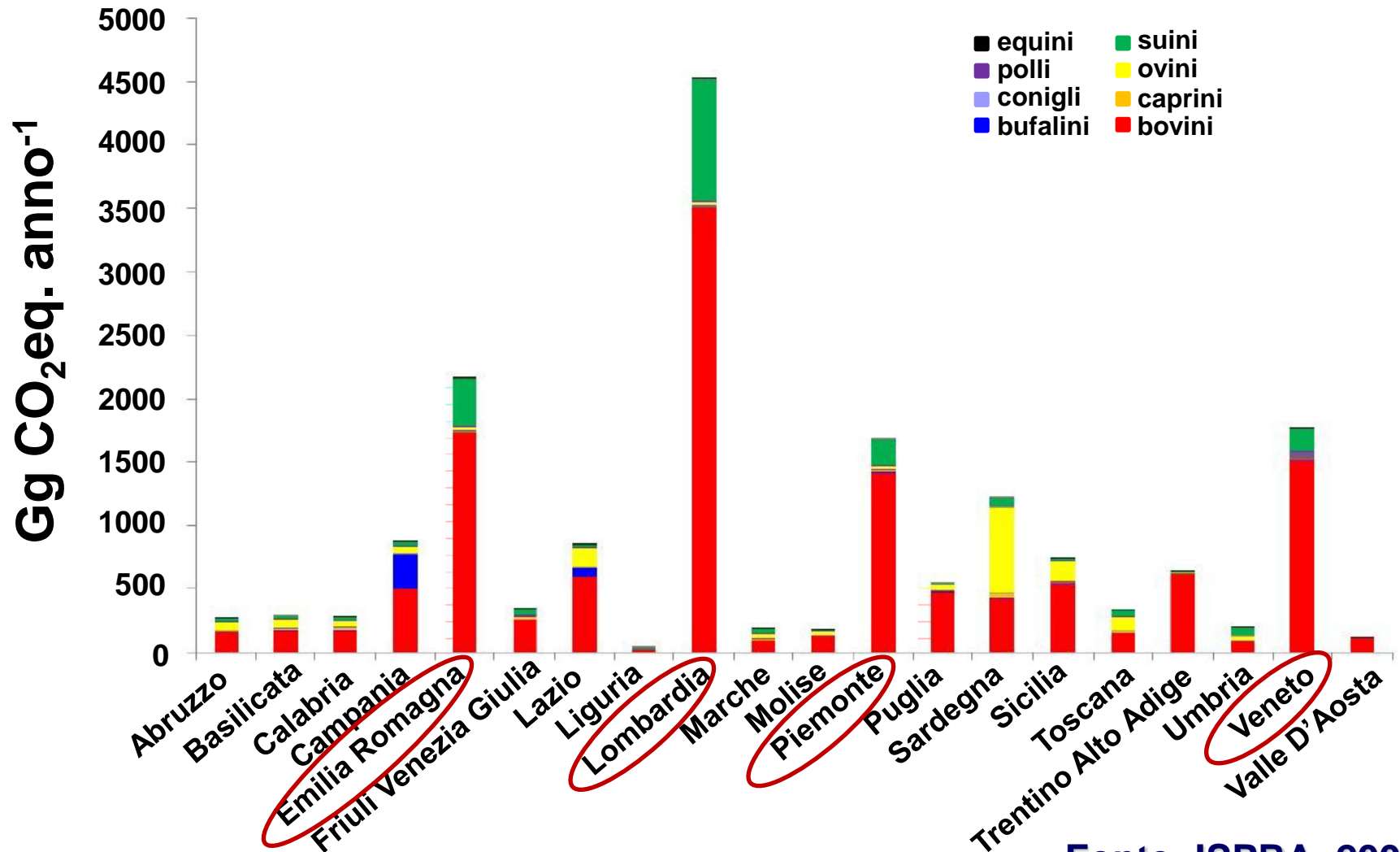
## Emissioni di metano

### • dai ruminanti: **70%**

### • dai reflui (stocc + distrib): **20%**

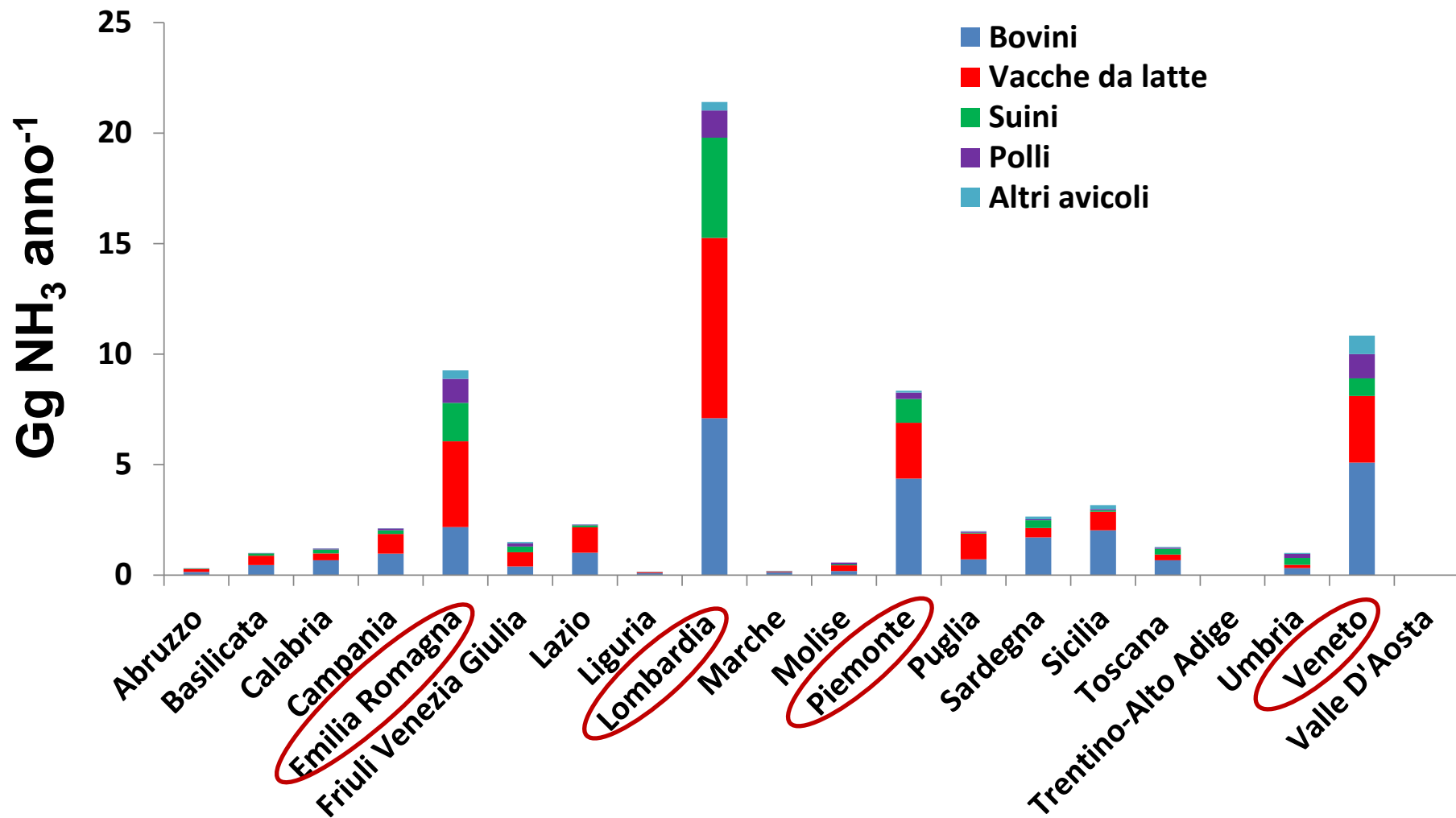
### • dalle risaie sommerse: 10%

# Contributo all'emissione totale di GHG del settore delle produzioni animali per categoria allevata e per Regione



Fonte: ISPRA, 2009

# Contributo all'emissione totale di $\text{NH}_3$ del settore delle produzioni animali per categoria allevata e per Regione



Elaborazione da: CRPA, 2011



# Principali criticità per una corretta gestione dei reflui

## Ridotto valore del refluo



Limitato livello tecnologico delle attrezzature in uso per la sua gestione

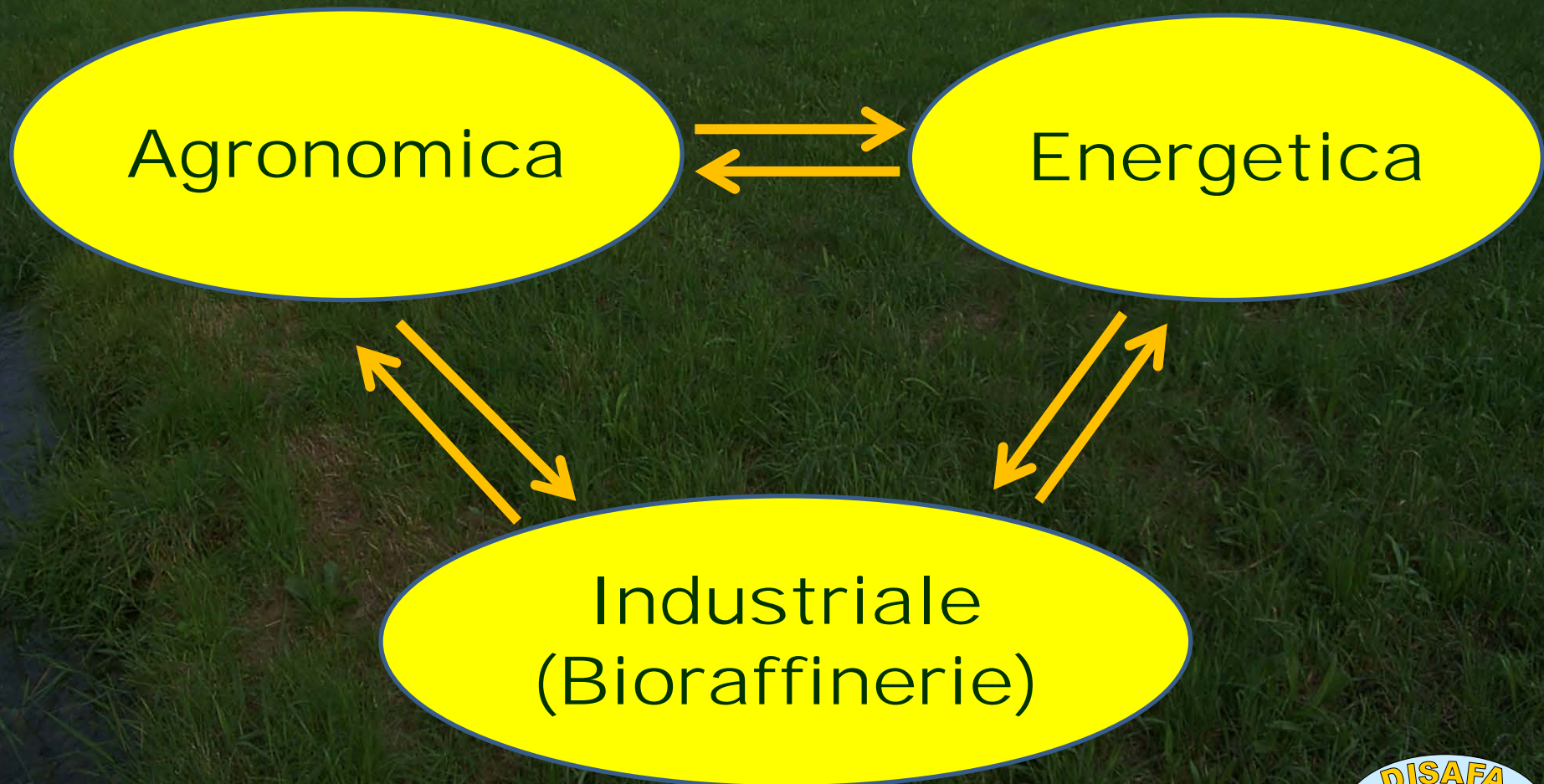


- ❑ Mancanza di soluzioni economicamente sostenibili per la copertura delle vasche e la fase di trasporto e distribuzione del refluo
- ❑ Mancanza di sistemi per la determinazione in tempo reale del contenuto in NPK



## Necessità di valorizzare il refluo

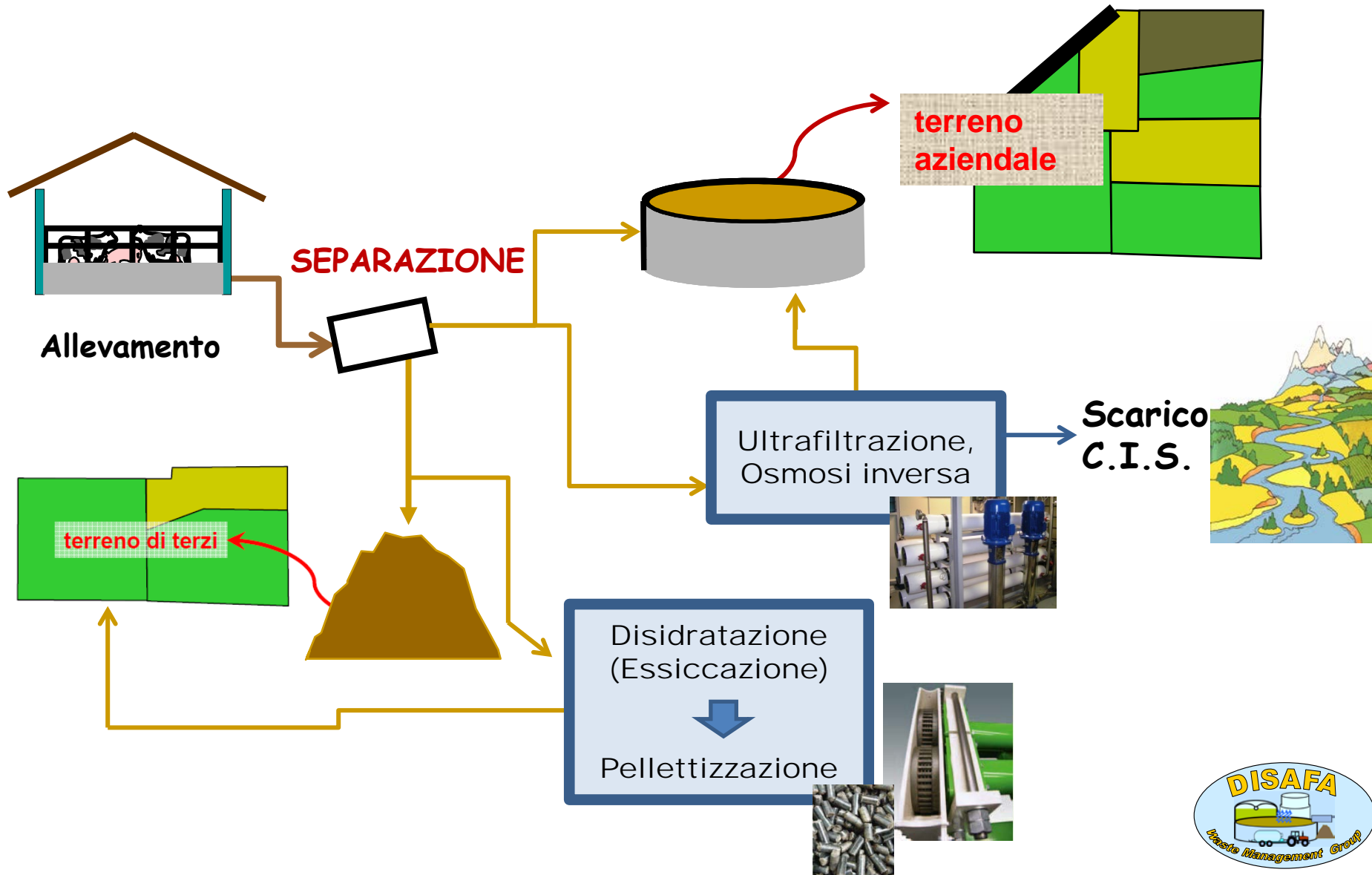
# Possibili forme di valorizzazione dei reflui zootecnici



# Valorizzazione agronomica - ESIGENZE

-  Riduzione della massa da gestire
-  Massimizzazione dell'utilizzo del loro contenuto in NPK
  -  Riduzione perdite
  -  Conoscenza in tempo reale del contenuto in NPK
  -  Consentire la distribuzione del refluo nei periodi agronomicamente più idonei
-  Garantire la sicurezza igienico-sanitaria

# Riduzione della massa da gestire – possibili soluzioni



# Riduzione della massa da gestire – possibili soluzioni

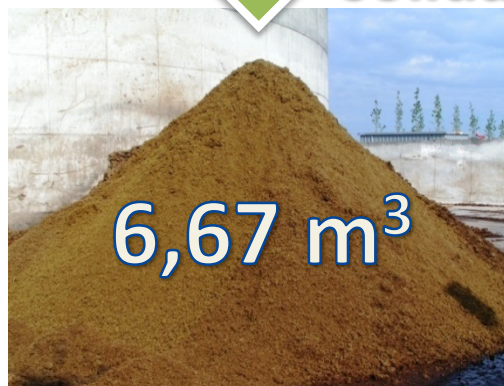
## 1) Separazione con dispositivo a compressione elicoidale

Liquame digerito tal quale

50 m<sup>3</sup>



Frazione solida



6,67 m<sup>3</sup>

Frazione liquida



43,3 m<sup>3</sup>



Riduzione del volume iniziale:  
~ 13%

# Riduzione della massa da gestire – possibili soluzioni

## 2) Separazione (in cascata) con decanter

43,3 m<sup>3</sup>



Frazione  
liquida

38,3 m<sup>3</sup>

Frazione  
solida

5 m<sup>3</sup>

Riduzione del  
volume iniziale:  
~ 23%

# Riduzione della massa da gestire – possibili soluzioni

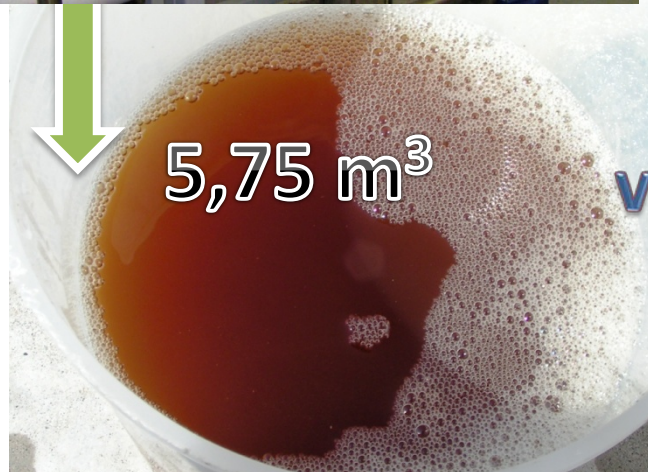
## 3) Ultrafiltrazione



# Riduzione della massa da gestire – possibili soluzioni

## 4) Osmosi inversa

28,8 m<sup>3</sup>



5,75 m<sup>3</sup>



23 m<sup>3</sup>



Riduzione del volume iniziale:  
~ 54%



# Riduzione della massa da gestire – possibili soluzioni

## 5) Strippaggio del concentrato



5,75 m<sup>3</sup>



**NH<sub>4</sub>**  
**>8-10 g/L**

5 m<sup>3</sup>



**NH<sub>4</sub>**  
**<0,3 g/L**

# Riduzione della massa da gestire – possibili soluzioni

## Produzione di solfato ammonico conc. > 30%



Riduzione della massa da gestire –  
possibili soluzioni

## Scarico in C.I.S

23 m<sup>3</sup>



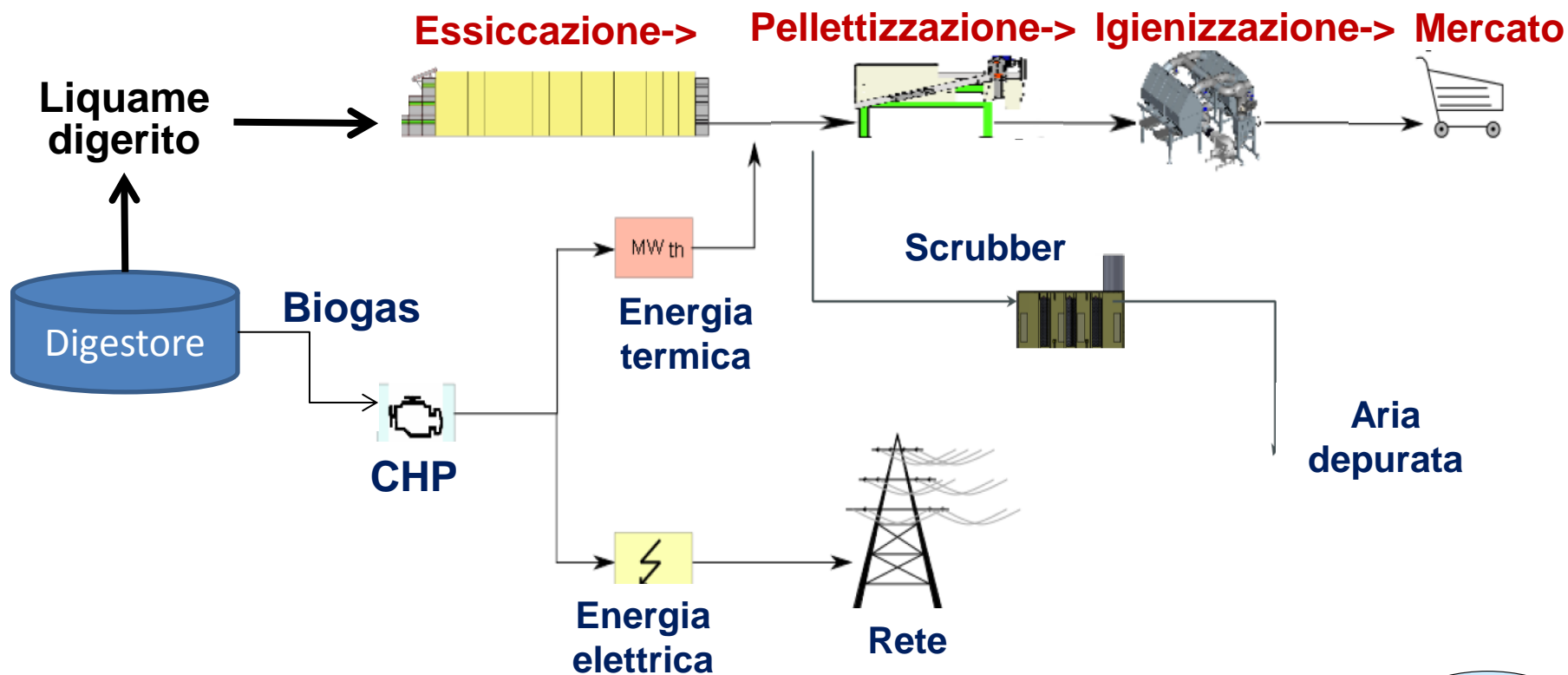
# Riduzione della massa da gestire – possibili soluzioni

## ➤ **Disidratazione (Essiccazione) e Pellettizzazione**



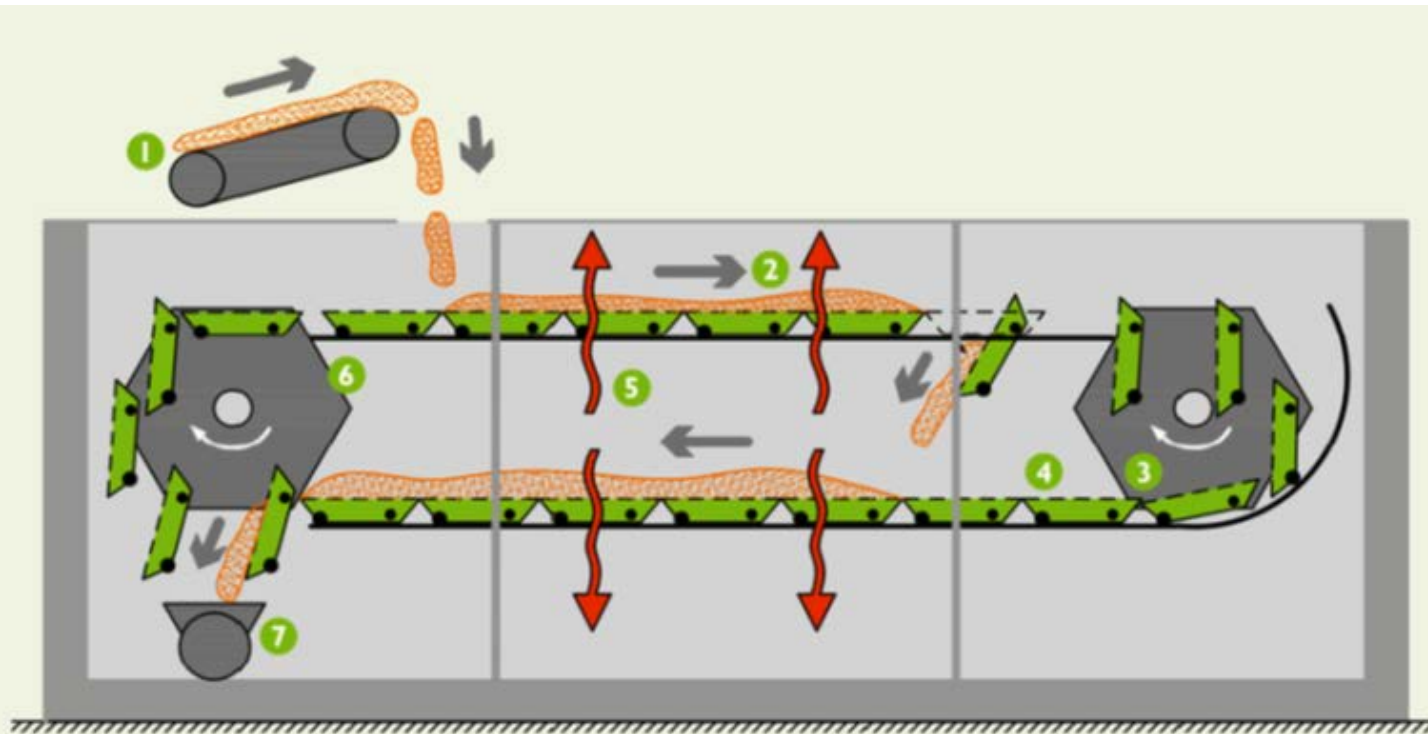
# Riduzione della massa da gestire – possibili soluzioni

## ➤ Disidratazione (Essiccazione) e Pellettizzazione



# Riduzione della massa da gestire – possibili soluzioni

## ➤ Unità di Disidratazione (Essiccazione)



- |                               |                                    |                  |
|-------------------------------|------------------------------------|------------------|
| <b>1</b> Nastro trasportatore | <b>4</b> Piastrine di essiccazione | <b>7</b> Scarico |
| <b>2</b> Substrato            | <b>5</b> Aria calda                |                  |
| <b>3</b> Rotore               | <b>6</b> Unità di azionamento      |                  |

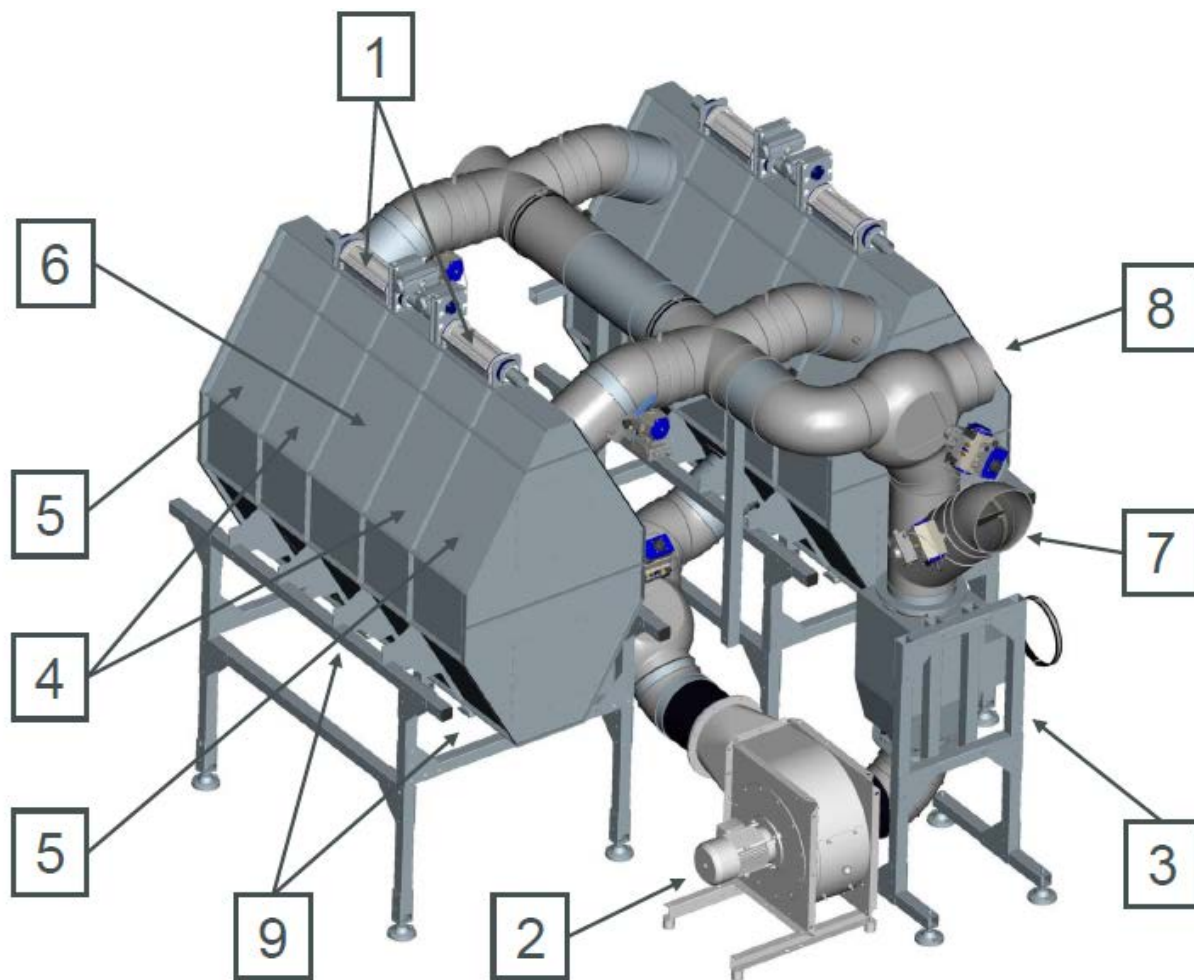
# Riduzione della massa da gestire – possibili soluzioni

## ➤ Pellettatrice a ruote controrotanti



# Riduzione della massa da gestire – possibili soluzioni

## ➤ Sistema di igienizzazione del pellet



- ① Punti di carico del prodotto
- ② Ventilatore
- ③ Camera di riscaldamento dell'aria
- ④ Prodotto in fase di igienizzazione
- ⑤ Tramoggia
- ⑥ Camera di pressione
- ⑦ Ingresso aria
- ⑧ Scarico aria
- ⑨ Scarico del prodotto igienizzato



# Riduzione della massa da gestire - possibili soluzioni

## Problemi dell'essiccazione del refluo tal quale



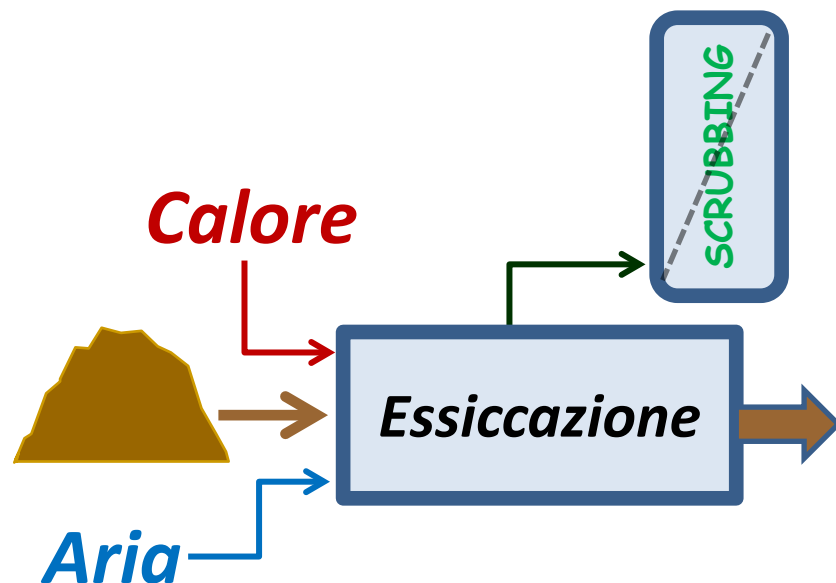
Elevati costi energetici



**Impiego di energia termica a ridotto costo**



Impiego della frazione solida (liquida) separata dal liquame digerito

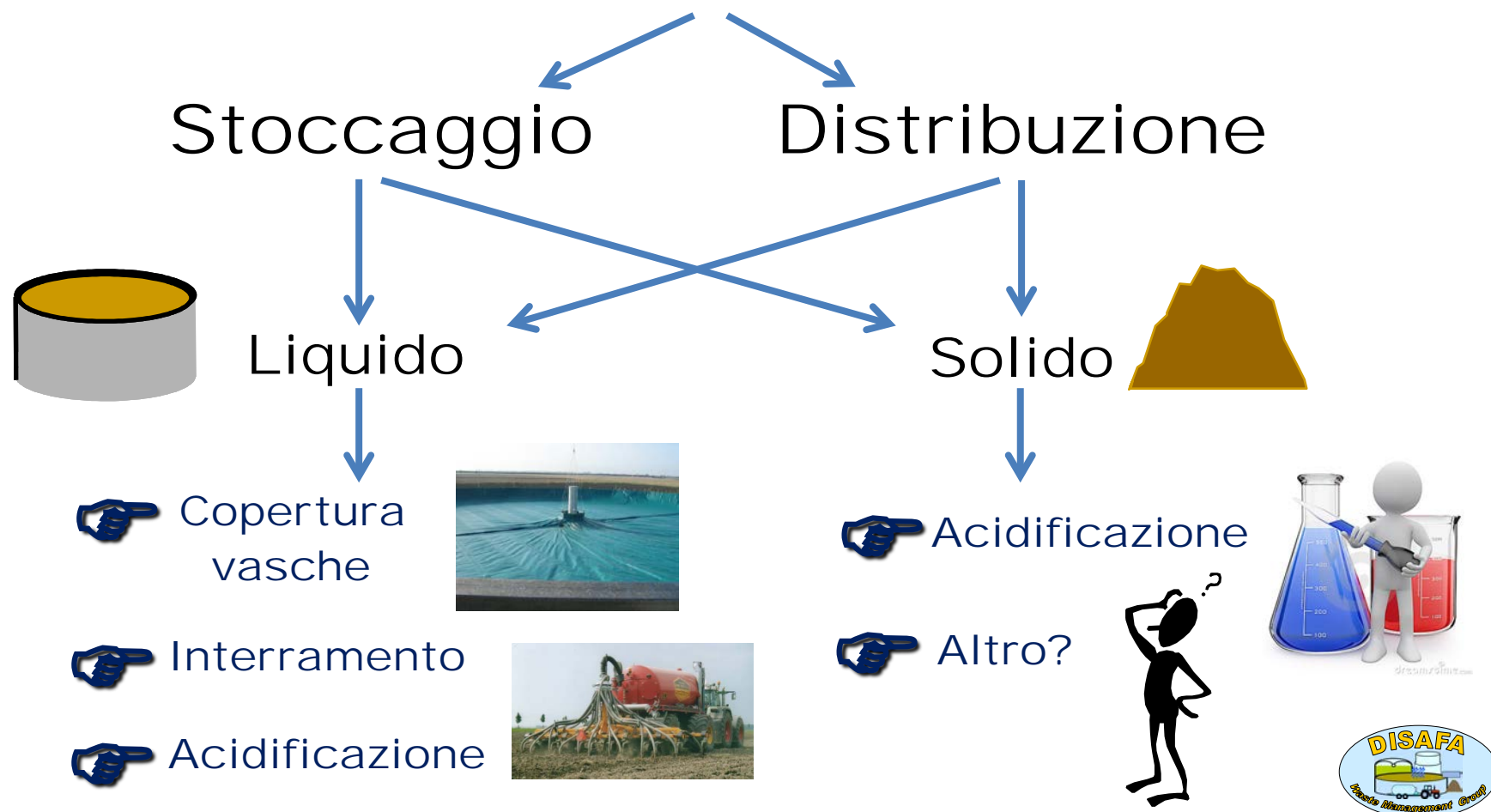


Necessario il trattamento dell'aria in uscita dall'essiccatore per l'abbattimento delle **polveri** e dell'**NH<sub>3</sub>** (*SCRUBBING*)



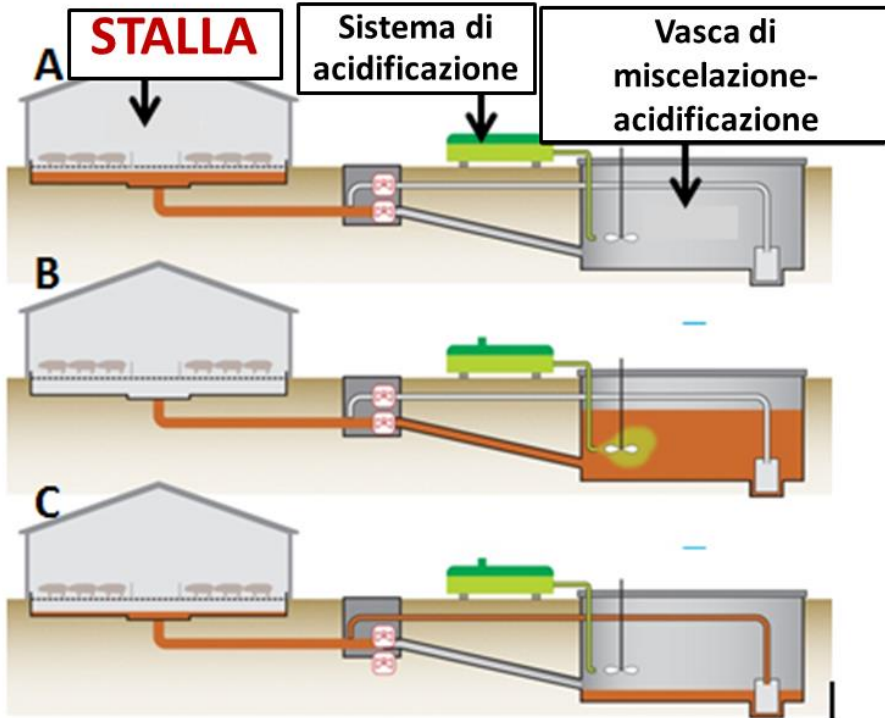
# Massimizzazione dell'utilizzo del contenuto in NPK - possibili soluzioni

## Riduzione delle perdite



# Riduzione perdite

## ➤ Acidificazione dei liquami



# Riduzione perdite

## Sistema di acidificazione dei liquami durante la distribuzione



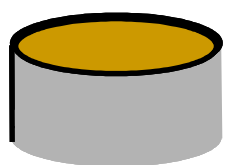
Serbatoio acido solforico concentrato

Unità di controllo

Sonda pH

# Massimizzazione dell'utilizzo del contenuto in NPK - possibili soluzioni

## Caratterizzazione del potere fertilizzante del refluo



Liquido



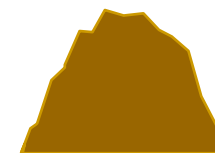
Metodo  
densimetrico



NIR



Metodo  
conduttimetrico



Solido

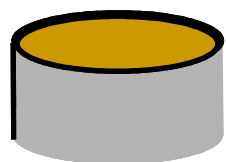


..??



# Massimizzazione dell'utilizzo del contenuto in NPK - possibili soluzioni

Distribuzione del refluo nei periodi agronomicamente più idonei



Liquido



Fertirrigazione



Distribuzione in  
copertura



Solido



..???



# Valorizzazione agronomica – Le attuali criticità (1)



Mancano soluzioni idonee (ad elevata efficacia) per la riduzione del contenuto idrico del liquame



tecniche di separazione con membrane in fase di studio



Ridotto impiego di idonei spandiliquame:

- controllo della dose di distribuzione
- determinazione del contenuto in NPK
- riduzione delle emissioni di ammoniaca



Limitato impiego di idonei cantieri per il trasporto e la distribuzione



imprese di contoterzismo operative solo in poche realtà

# Valorizzazione agronomica – Le attuali criticità (2)



Mancano sistemi idonei per la distribuzione della frazione solida separata e la sua delocalizzazione



Contenuto in NPK sbilanciato (soprattutto nella frazione solida separata)



Limitata produzione di concimi organo-minerali



Non appropriate caratteristiche fisiche del materiale essiccato (sfuso o in pellet) ai fini del trasporto, stoccaggio e distribuzione



Presenza di patogeni con possibili problemi di carattere igienico-sanitario





# Valorizzazione energetica

DIGESTIONE  
ANAEROBICA  
(BIOGAS)

PRODUZIONE  
DI IDROGENO

COMBUSTIONE



# Digestione anaerobica - ESIGENZE

## Maggiore sostenibilità economica


 Processi ad elevata efficienza  
(impianti termofili, a biomassa adesiva,..)

 Pretrattamenti dei reflui in ingresso per  
aumentarne la resa (fisici, enzimatici)

## Maggiore controllo del processo




 Early warning systems

## Valorizzazione del liquame digerito

 Disidratazione

 Produzione di concimi organo-minerali

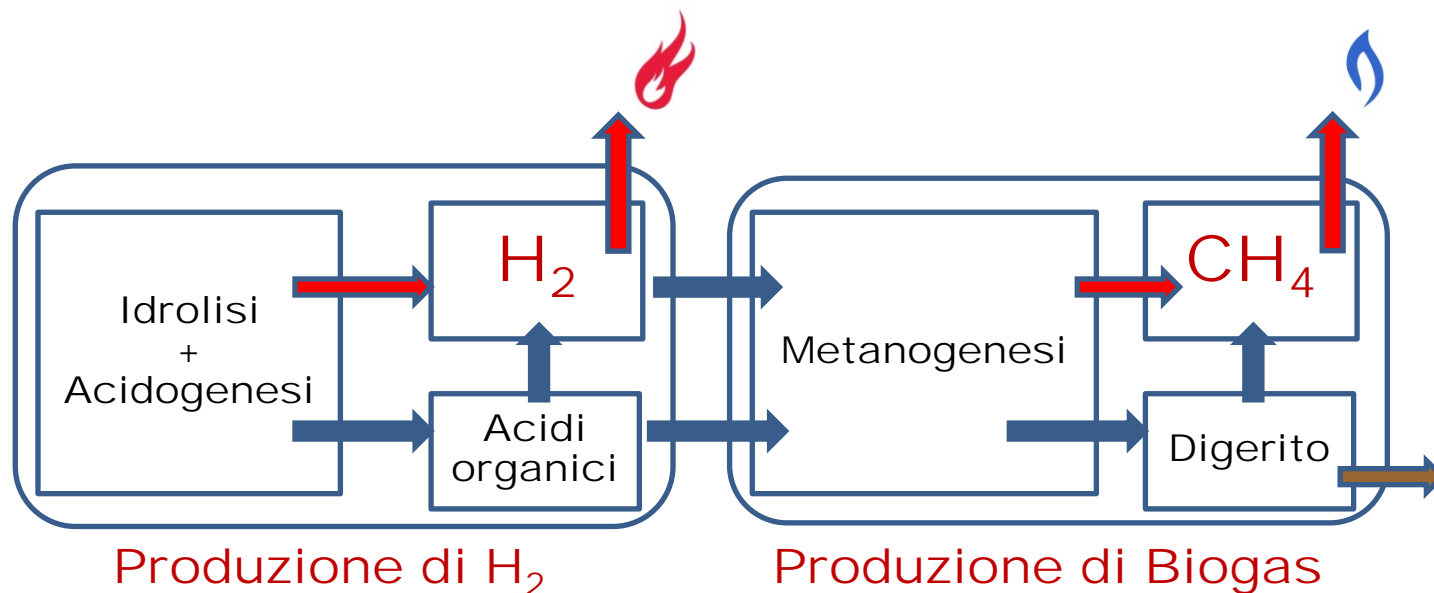
# Digestione anaerobica - CRITICITA'

-  Mancanza di sistemi di controllo del processo di D.A. in tempo reale sufficientemente affidabili
-  Mancanza di sistemi di pretrattamento dei reflui efficaci ed affidabili (fisici, enzimatici)
-  Mancanza di affidabili sistemi di D.A. ad elevata efficienza

# Produzione di idrogeno - ESIGENZE

☞ Rendere il processo economicamente sostenibile

☞ Sviluppare un mercato idoneo



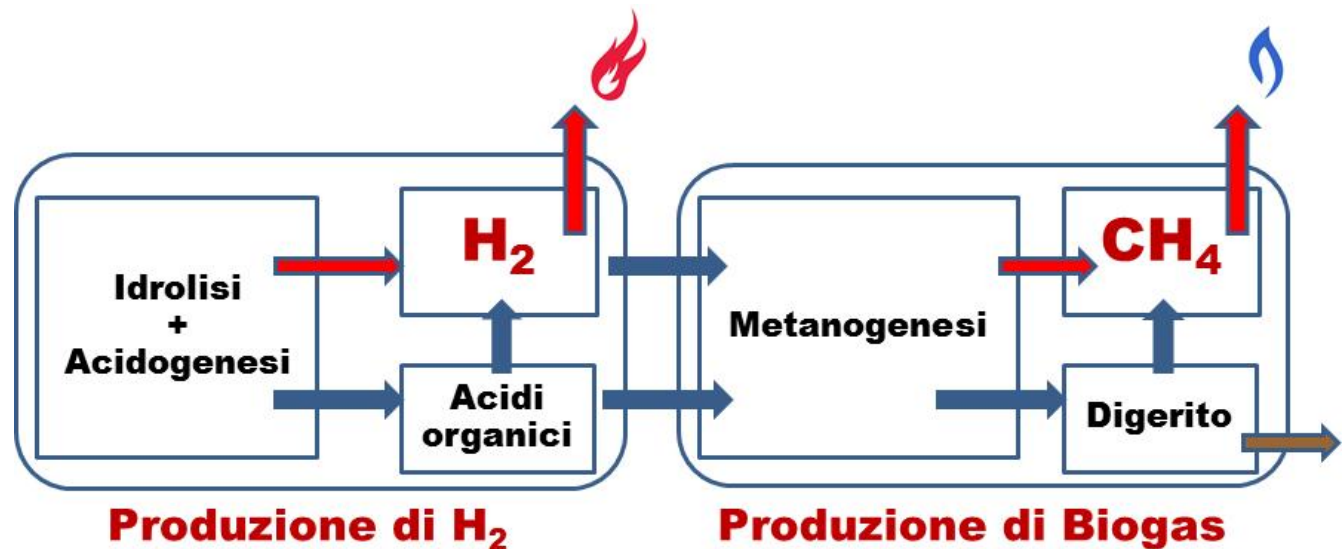
# Produzione di idrogeno - CRITICITA'

👉 Impianti ancora a livello di prototipi

👉 Rese in  $H_2$  e in  $CH_4$  ancora non ottimali



👉 Problemi di sicurezza



# Combustione - ESIGENZE



Impianti efficienti, affidabili e economicamente sostenibili



Uniformare le modalità di definizione delle proprietà fisiche ed energetiche del prodotto



Sviluppare uno standard nazionale/internazionale in merito



Adeguati sistemi di abbattimento inquinanti dei fumi e rispondenti alla normativa vigente

# Combustione - CRITICITA'



Emissioni in atmosfera (NOx, SOx, HCl, diossine, polveri,..)



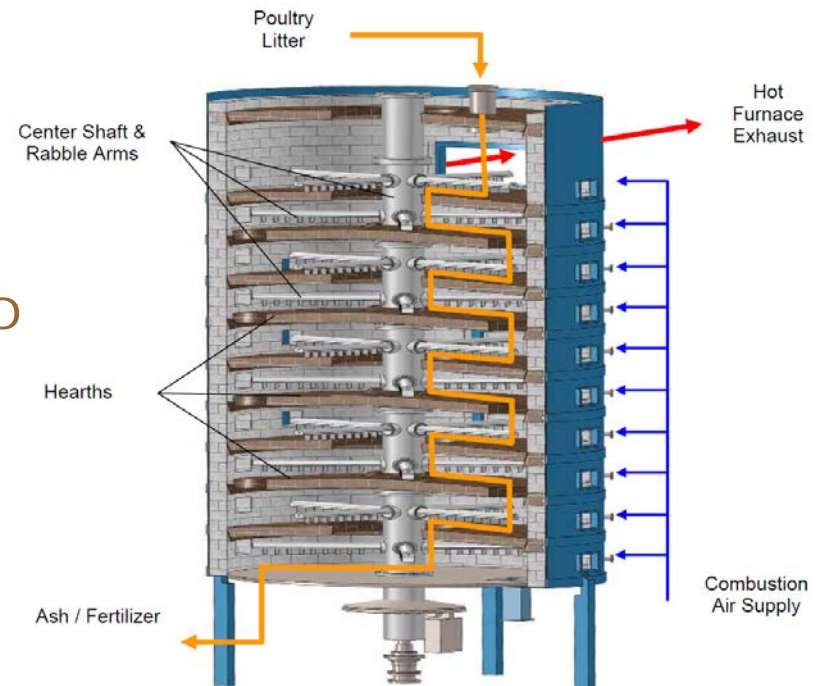
Soluzioni tecniche ancora poco affidabili



Smaltimento ceneri



Legislazione troppo restrittiva



# Valorizzazione industriale

Produzione di prodotti ad elevato  
valore aggiunto

prodotti  
chimici di  
base (glicoli,  
dioli,...)

Integratori per  
l'alimentazione  
animale



tecniche di estrazione in fase  
di studio



# Conclusioni

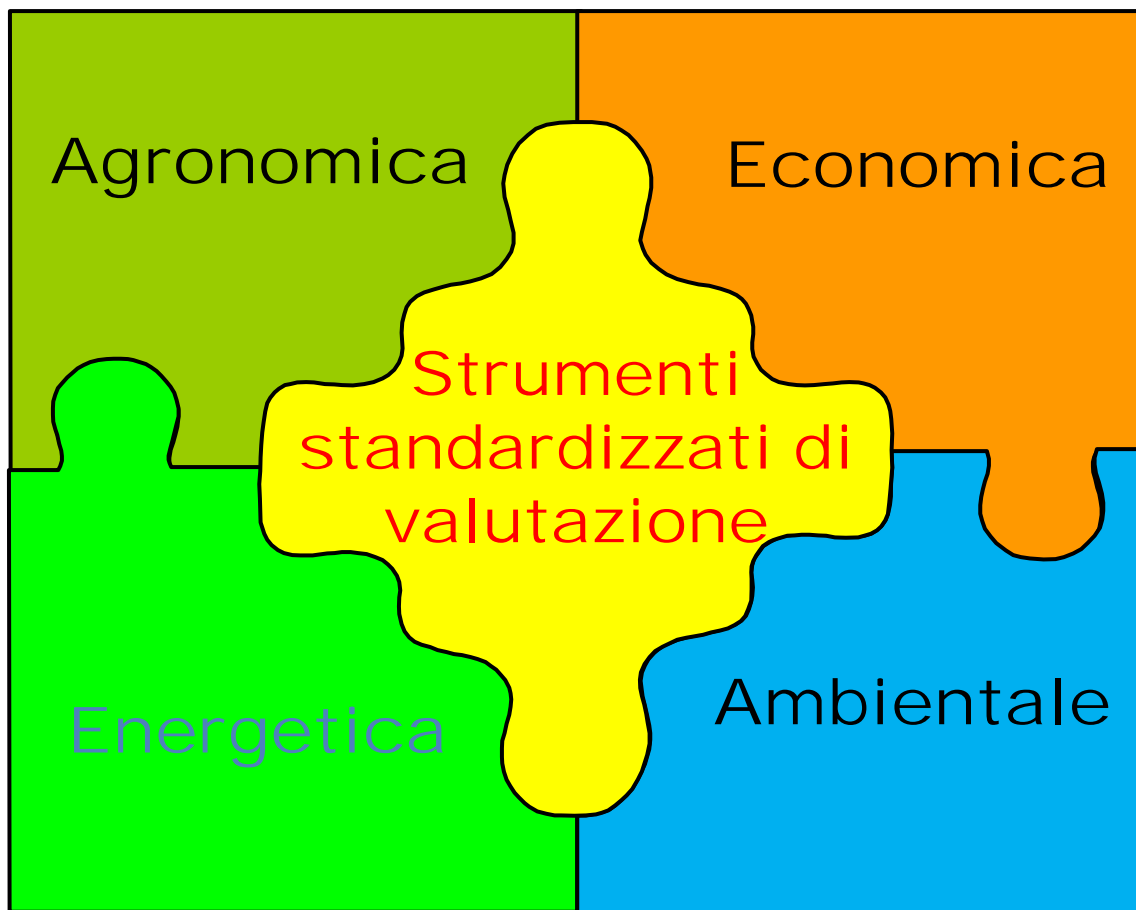
- ➡ Esistenza di diverse criticità nelle diverse possibili modalità di gestione/valorizzazione dei reflui zootecnici
- ➡ Necessità di implementare ma soprattutto coordinare la ricerca su questa tematica



# Conclusioni



Necessità di una valutazione della Sostenibilità complessiva dei diversi possibili sistemi di gestione (valorizzazione dei reflui zootecnici)



# Conclusioni

## ➤ Strumenti standardizzati di valutazione

**VERA**



*VERIFICATION OF ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES  
FOR AGRICULTURAL PRODUCTION*



Ente internazionale, coordinato dalla *Danish Environmental Protection Agency*, a cui partecipano i ministeri dell'agricoltura e dell'ambiente di 3 paesi:

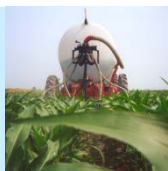
- 1) *Danimarca*
- 2) *Germania*
- 3) *Olanda*

## *TEST PROTOCOLS*



The VERA test protocols are designed to test the environmental efficiency and operational stability of a range of environmental technologies for livestock production



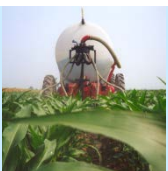


# GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Paolo BALSARI

T. 011/6708587

E-mail: [paolo.balsari@unito.it](mailto:paolo.balsari@unito.it)



# Valorizzazione agronomica – Le attuali criticità

## PROBLEMI DELLA SEPARAZIONE DEI LIQUAMI



### MECCANICA

(Compressione elicoidale, centrifuga,..)

- Ridotta capacità di lavoro
- Efficienza di separazione strettamente legata alle caratteristiche (ST) del liquame



- Difficile scelta del dispositivo più idoneo
- Necessità di manutenzione (variabile a seconda del tipo di liquame e del tipo di separatore impiegato)

### A MEDIA-ALTA EFFICIENZA

(Chimico-fisica, Ultrafiltrazione, Osmosi inversa)

- Elevati investimenti e costi di gestione e manutenzione
- Necessitano di pretrattamenti a monte (separazione meccanica)
- **Tecnologie ancora in fase di messa a punto**



Pochi dati sperimentali disponibili



rapporto N/P nella frazione solida separata sbilanciato verso il P

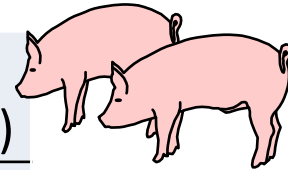
# Valorizzazione agronomica – Le attuali criticità

## PROBLEMI DELLA SEPARAZIONE DEI LIQUAMI

**SEPARATORE A COMPRESSIONE ELICOIDALE:** caratteristiche medie delle frazioni risultanti, operando con differenti tipi di **liquame di suino** e portate (**Prove DISAFA**)



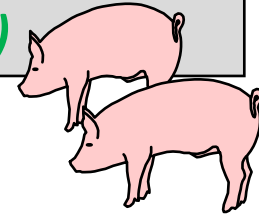
	Portata (m <sup>3</sup> /h)	Liquame tale (kg/t)	Separato solido (kg/t)	Separato liquido (kg/t)
ST		17	287	15.3
TKN	24-44	2.59	4.57	2.57
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		1.28	22.4	1.15
TKN/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		2.02	0.20	2.24
ST		34	255	22.9
TKN	19-30	4.30	6.98	4.16
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		5.30	21.3	4.63
TKN/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0.81	0.33	0.89
ST		46	268	21.8
TKN	11-16	4.23	6.41	3.99
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		7.75	56.7	2.43
TKN/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0.55	0.11	1.64



# Valorizzazione agronomica – Le attuali criticità

## PROBLEMI DELLA SEPARAZIONE DEI LIQUAMI

**SEPARATORE DECANTER:** caratteristiche medie delle frazioni risultanti, operando con differenti tipi di **liquame di suino** e portate (**Prove DISAFA**)

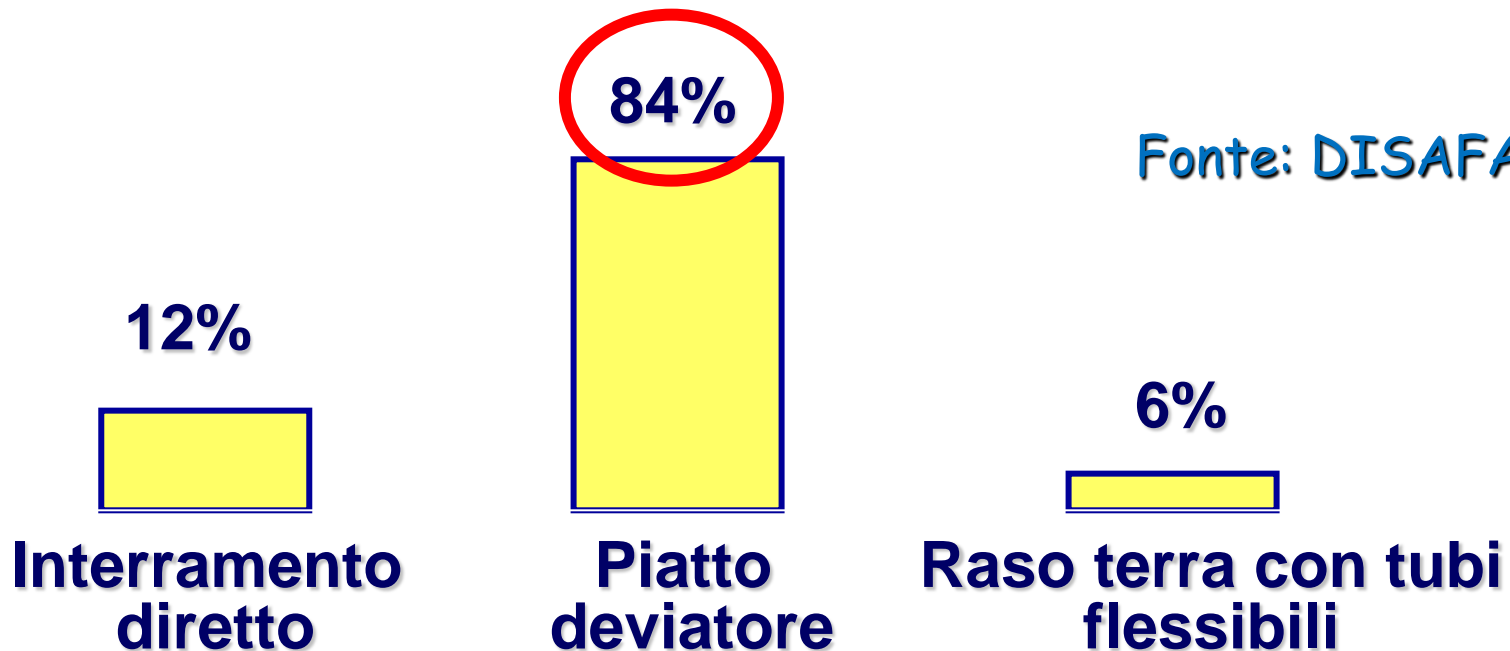


	Portata (m <sup>3</sup> /h)	Liquame tale (kg/t)	Separato solido (kg/t)	Separato liquido (kg/t)
ST		17	228	10.6
TKN	0.8-1.2	2.59	9.3	2.35
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		1.28	30.0	0.46
TKN/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		2.01	0.31	5.12
ST		34	286	18.4
TKN	1.9-2.1	4.30	10.2	3.87
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		5.29	55.3	2.25
TKN/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0.81	0.18	1.72
ST		46	307	17.8
TKN	0.9-1.0	4.23	9.6	3.55
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		7.75	63.5	1.72
TKN/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0.55	0.15	2.06



# Valorizzazione agronomica – Le attuali criticità

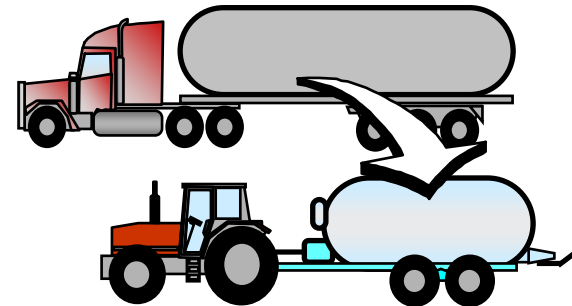
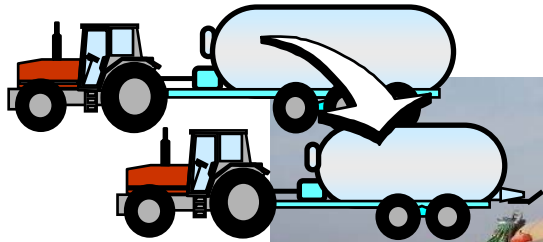
## Come vengono oggi distribuiti i reflui zootecnici in Piemonte





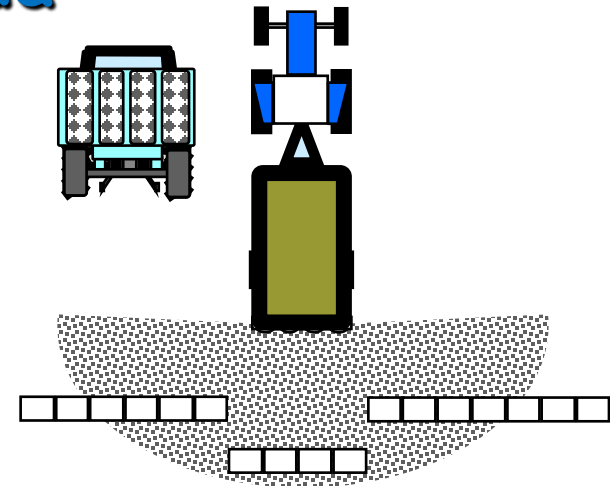
# Valorizzazione agronomica – Le attuali criticità

## Cantieri per il trasporto e la distribuzione dei liquami



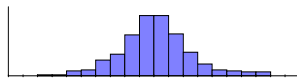
# Valorizzazione agronomica – Le attuali criticità

## Distribuzione della frazione solida separata



Uniformità di distribuzione trasversale

Diagramma di distribuzione



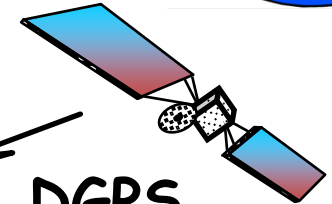
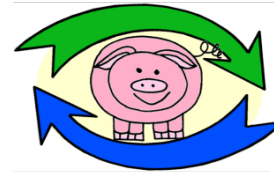
Larghezza di lavoro

	5.0 m	5.5 m	6.0 m	6.5 m	7.0 m
	32.3%	31.9%	37.2%	52.8%	79.1%

CV

# Valorizzazione agronomica – Le attuali criticità

- **Macchina spandi separato da frutteto (messa a punto nel corso del progetto SEESPIG)**



Unità di controllo DGPS

Inserimento del contenuto in NPK separato solido e impostazione della dose desiderata

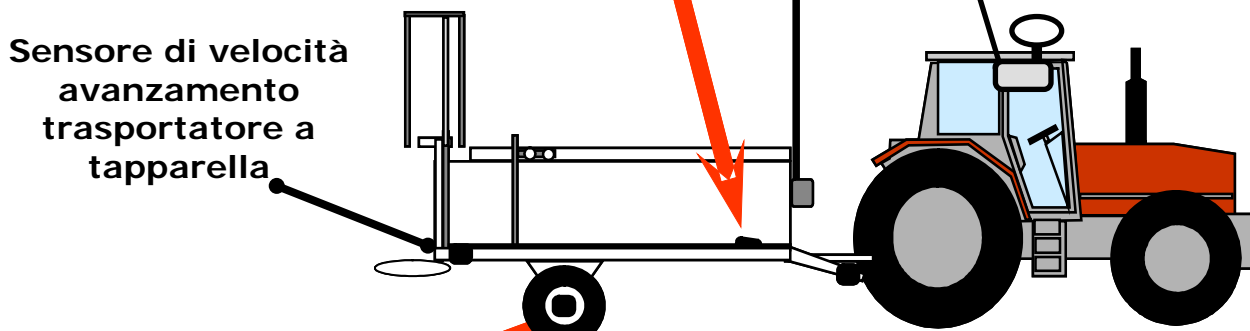
Determinazione per via analitica del contenuto in NPK del sep. solido

Controllo velocità  
Trasportatore a tapparella

Sensore di velocità  
avanzamento  
trasportatore a  
tapparella

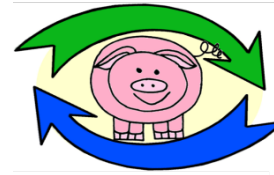
Proximity

Velocità di avanzamento



# Valorizzazione agronomica – Le attuali criticità

- **Macchina spandi separato da frutteto (messa a punto nel corso del progetto SEESPIG)**



GPS

Unità di controllo

Sistema tapparella

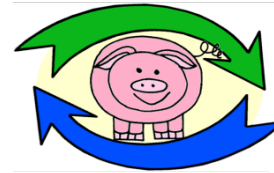
Tappetini idraulici

Disco inclinabile

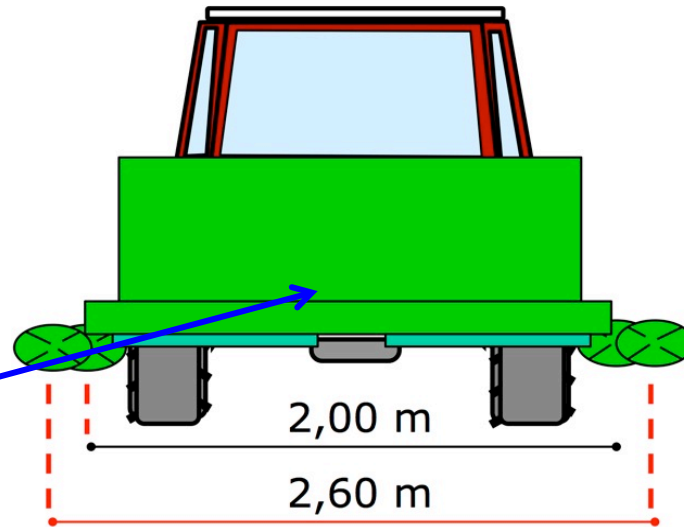


# Valorizzazione agronomica – Le attuali criticità

- **Macchina spandi separato da frutteto (messa a punto nel corso del progetto SEESPIG)**



## Il sistema di distribuzione



Posizione dei dischi centrifughi modificabile

Doppio tappetino idraulico: il senso di rotazione può essere invertito, in modo da distribuire il separato solido su entrambi i lati della macchina o su un unico lato

Dischi centrifughi inclinabili e con velocità di rotazione regolabile

