



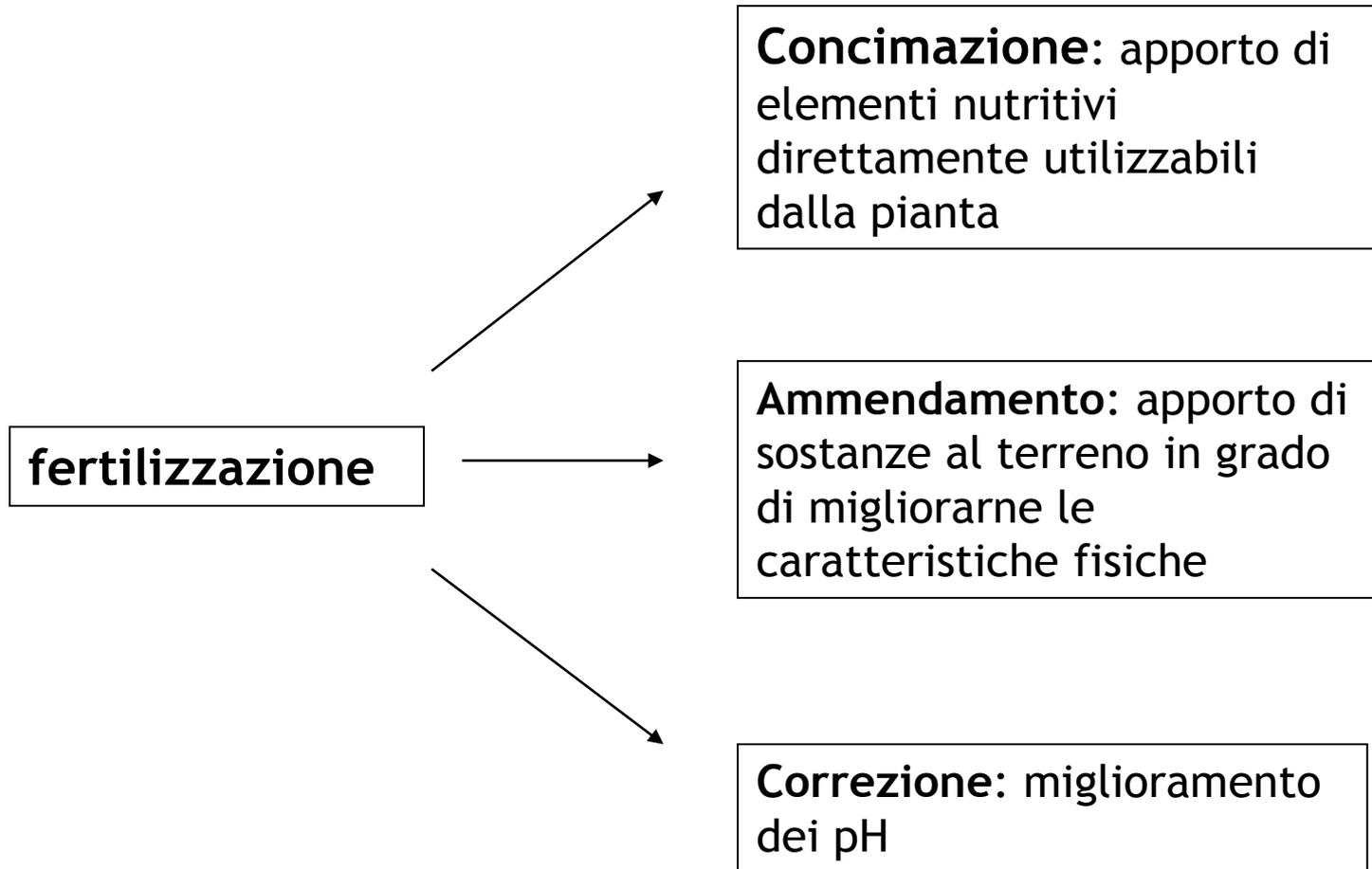
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
FACOLTÀ DI AGRARIA

ESERCITAZIONE DI AGRONOMIA

Fertilizzazioni

17 aprile 2012

Introduzione

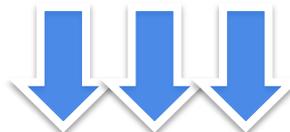


La legislazione vigente /1

1991 - Direttiva nitrati CEE (n. 676/1991)

Designazione zone vulnerabili

Limitazioni carico azoto zootecnico



2006 - Norme in materia di ambiente (n. D.Lgs n. 152/2006)

2006 - Criteri e norme tecniche per la disciplina regionale dell'utilizzazione agronomica degli e.a. (D.M. n. 209/2006)

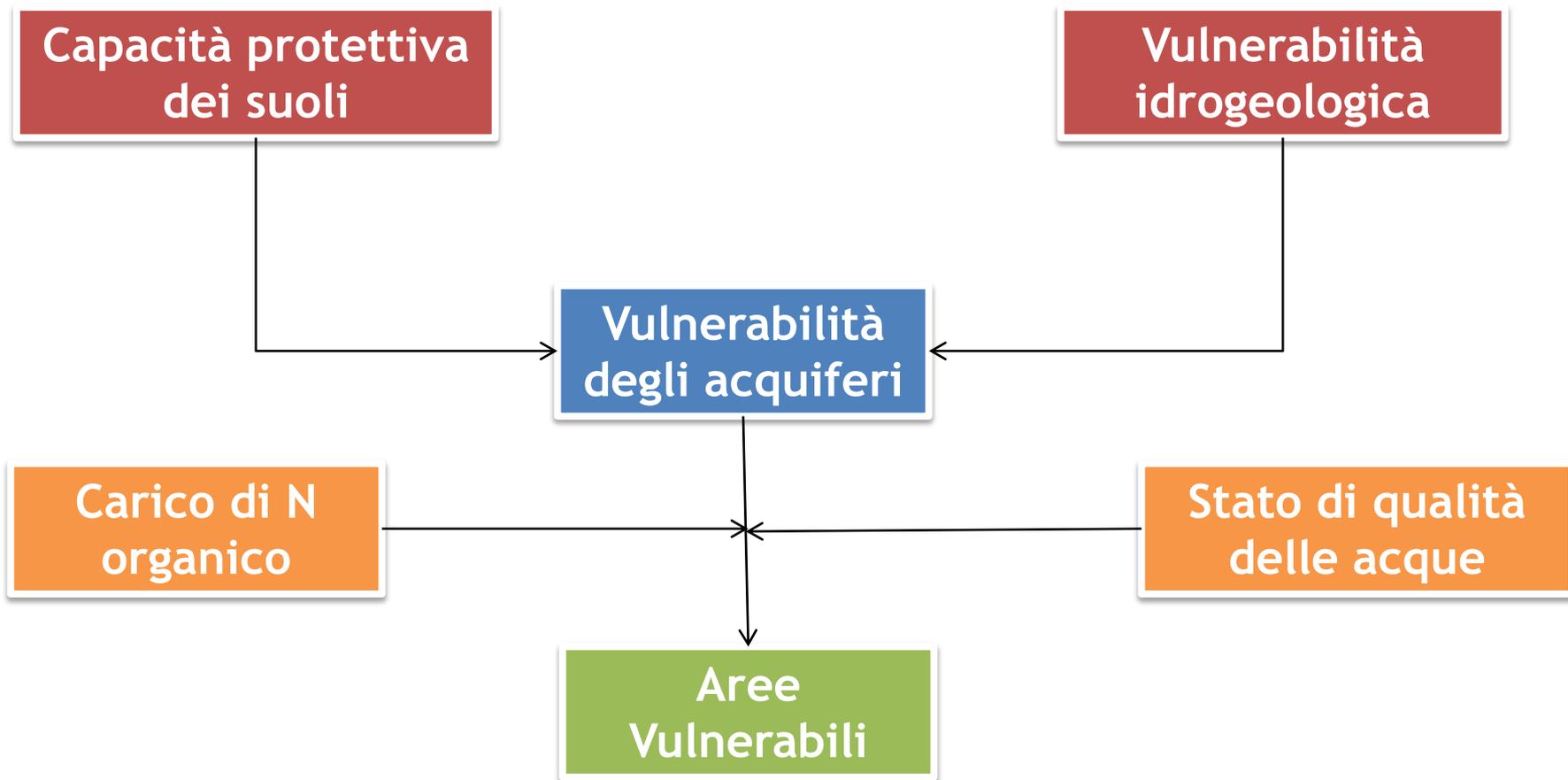


2007 - Piano di azione per la tutela e il risanamento delle acque causato dai nitrati di origine agricola (Dgr. N. 5868/2007)

2011 - Programma d'azione regionale per la tutela ed il risanamento delle acque dall'inquinamento causato da nitrati di origine agricola per le aziende localizzate in zona vulnerabile (Dgr. N. 2208/2011)



Legislazione vigente /2



La legislazione vigente /3

Obblighi alle aziende (strutture e distribuzione):

- *Quantitativi massimi di azoto di origine zootecnica*
 - 170 kg N/ha zone vulnerabili →deroga 250 kg N/ha (Dgr. N. 386/2012)
 - 340 kg N/ha zone non vulnerabili (ordinarie)
- *Durata minima stoccaggi*
 - palabili: 90 giorni
 - non palabili: 180 giorni suini, bovini da carne, avicoli e cunicoli
 - 120 giorni bovini da latte e altre specie
- *Divieti di distribuzioni*
 - temporali: dal 1 dicembre al 28 febbraio (1 novembre zone vulnerabili)
 - spaziali: terreni vicini ai corsi d'acqua, nei giorni di pioggia, terreni gelati...
- *Modalità di distribuzione (ridurre al minimo volatilizzazione NH₃)*
 - interramento non oltre le 24 ore

Dgr. n. 5868/2007



La legislazione vigente /4

Obblighi alle aziende (documentazione):

- *Presentazione POA/POAs*
- *Presentazione PUA/PUAs*

Classi azoto totale (kg N)	localizzazione azienda	
	non vulnerabile	vulnerabile
0-1000	esonero	esonero
1000-3000	esonero	POAs
3000-6000	POAs	POA+PUAs
>6000	POA+PUAs	POA+PUA
Ulteriore casistica		
> 500 UBA	POA+PUA	POA+PUA
>2000 suini ingrasso	POA+PUA	POA+PUA
>750 scrofe		
>40.000 avicoli		

Dgr. n. 5868/2007



La legislazione vigente /5

POAs (Piano Operativo Aziendale semplificato)

- SAU aziendale con dettaglio delle particelle catastali
- Consistenza, specie e categorie animali allevati
- Impianti di mungitura e acque di diluizione
- Capacità e caratteristiche degli stoccaggi

Dgr. n. 5868/2007



La legislazione vigente /6

POA (Piano Operativo Aziendale)

- SAT aziendale con dettaglio delle particelle catastali
- Individuazioni gruppi gestionali (insieme di particelle omogenei per coltura, suolo e pratiche agronomiche)
- Consistenza, specie e categorie animali allevati
- Tipologia di stabulazione per specie e categoria
- Modalità di rimozione delle deiezioni
- Impianti di mungitura e acque di diluizione
- Caratteristiche trattamenti e.a.
- Capacità e caratteristiche degli stoccaggi
- Quantità e caratteristiche e.a. acquistati
- Caratteristiche macchine per la distribuzione

Dgr. n. 5868/2007



La legislazione vigente /7

PUAs (Piano Utilizzo Agronomico semplificato)

- POA
- Dosi, modalità e tempi di distribuzione di e.a. per gruppi gestionali
- Quantità di fertilizzanti minerali e altri tipi di ammendanti utilizzati
- Fabbisogni prevedibili delle colture

BILANCIO COMPLESSIVO DELL'AZOTO AZIENDALE (apporti-asporti)

Dgr. n. 5868/2007



La legislazione vigente /8

PUA (Piano Utilizzo Agronomico)

- POA
- Dosi, modalità e tempi di distribuzione di e.a. per gruppi gestionali calcolata mediante l'equazione del bilancio
- Quantità e epoche di distribuzione di fertilizzanti minerali e altri tipi di ammendanti utilizzati

BILANCIO COMPLESSIVO DELL'AZOTO AZIENDALE

$$N_c + N_f + A_n + (K_c F_c) + (K_o F_o) = (Y \times b)$$

N_c = N da precedenti residui colturali

N_f = N dalle fertilizzazioni organiche
dell'anno precedente

A_n = N da apporti naturali

F_c = N da concime chimico

K_c = efficienza concime chimico

F_o = N da concime organico

K_o = efficienza concime organico

Y = resa

b = asporti unitari

Dgr. n. 5868/2007



La legislazione vigente /9

TABELLA 1 – Effluenti zootecnici: quantità di effluente prodotta per peso vivo e per anno in relazione alla tipologia di stabulazione

Categoria animale e tipologia di stabulazione	p.v. medio (kg/capo)	Liquame (m ³ / t p.v. / anno)	Letame o materiale palabile		Quantità di paglia (kg/t p.v./ giorno)
			(t/t p.v. / a)	(m ³ / t p.v. / a)	
BOVINI					
VACCHE E BUFALINI DA LATTE IN PRODUZIONE					
• Stabulazione fissa con paglia	600	9,0	26	34,8	5,0
• Stabulazione fissa senza paglia		33			
• Stabulazione libera su lettiera permanente		14,6	22	45,0	1,0
• Stabulazione libera su cuccetta senza paglia		33			
• Stabulazione libera con cuccette con paglia (groppa a groppa)		20	15	19,0	5,0
• Stabulazione libera con cuccette con paglia (testa a testa)		13	22	26,3	5,0
• Stabulazione libera a cuccette con paglia totale (anche nelle aree di esercizio)		9,0	26	30,6	5,0
• Stabulazione libera su lettiera inclinata		9,0	26	37,1	5,0
RIMONTA VACCHE DA LATTE, BOVINI E BUFALINI ALL'INGRASSO					
• stabulazione fissa con lettiera	300-350 ⁽¹⁾	5,0	22	29,9	5,0
• stabulazione libera su fessurato	300-350 ⁽¹⁾	26,0			

Dgr. n. 5868/2007



La legislazione vigente /10

TABELLA 1 – Effluenti zootecnici: quantità di effluente prodotta per peso vivo e per anno in relazione alla tipologia di stabulazione

Categoria animale e tipologia di stabulazione	p.v. medio (kg/capo)	Liquame (m ³ / t p.v. / anno)	Letame o materiale palabile		Quantità di paglia (kg/t p.v./ giorno)
			(t/t p.v. / a)	(m ³ / t p.v. / a)	
SUINI					
ACCRESCIMENTO E INGRASSO					
Magroncello (31-50 kg)	40				
Magrone e scrofetta (51-85 kg)	70				
Suino magro da macelleria (86-110 kg)	100				
Suino grasso da salumificio (86-160 kg)	120				
Suino magro da macelleria (31-110 kg)	70				
Suino grasso da salumificio (31-> 160 kg)	90				
in box multiplo senza corsia di defecazione esterna					
• pavimento pieno, lavaggio ad alta pressione		73			
• pavimento parzialmente fessurato (almeno 1,5 m di larghezza)		44			
• pavimento totalmente fessurato		37			
in box multiplo con corsia di defecazione esterna					
• pavimento pieno (anche corsia esterna), rimozione deiezioni con cassone a ribaltamento		73			
• pavimento pieno (anche corsia esterna), lavaggio ad alta pressione		55			
• pavimento pieno e corsia esterna fessurata		55			
• pavimento parzialmente fessurato (almeno 1,5 m di larghezza) e corsia esterna fessurata		44			
• pavimento totalmente fessurato (anche corsia esterna)		37			

Dgr. n. 5868/2007



La legislazione vigente /11

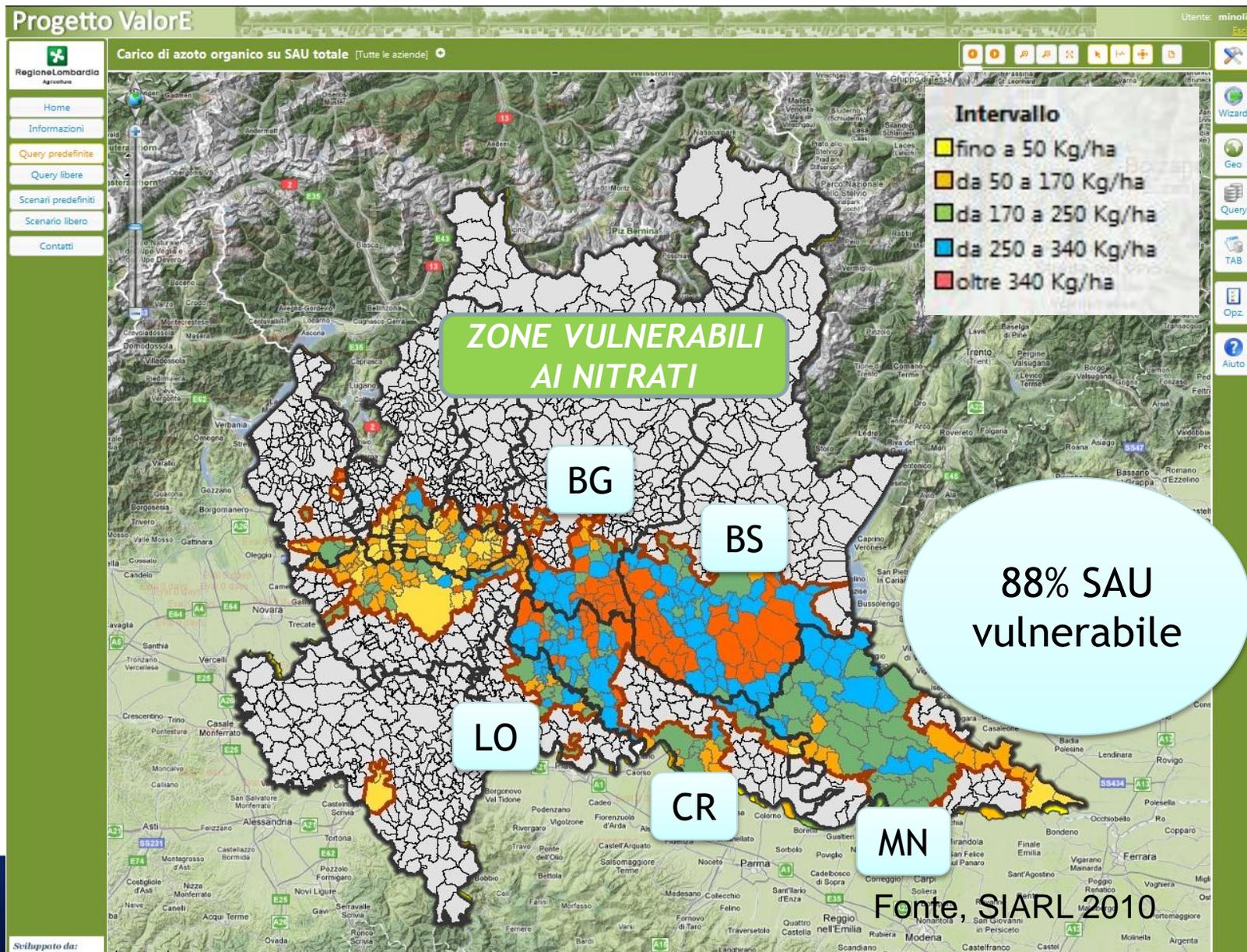
TABELLA 2 – Azoto prodotto da animali di interesse zootecnico: valori al campo per anno al netto delle perdite per emissioni di ammoniaca; ripartizione dell'azoto tra liquame e letame

Categoria animale e tipologia di stabulazione	Azoto al campo (al netto delle perdite)			
	Totale		nel liquame kg/t p.v. / anno	nel letame (a) kg/t p.v. / anno
	kg / capo / anno	kg/t p.v. / anno		
Suini: scrofe con suinetti fino a 30 kg p.v. (b) • stabulazione senza lettiera • stabulazione su lettiera	26,4	101	101	101
Suini: accrescimento/ingrasso (b) • stabulazione senza lettiera • stabulazione su lettiera	9,8	110	110	110
Vacche in produzione (latte) (peso vivo: 600 kg/capo) (c) • fissa o libera senza lettiera • libera su lettiera permanente • fissa con lettiera, libera su lettiera inclinata • libera a cuccette con paglia (groppa a groppa) • libera a cuccette con paglia (testa a testa)	83	138	138 62 39 85 53	76 99 53 85
Rimonta vacche da latte (peso vivo: 300 kg/capo) (d) • libera in box su pavimento fessurato • libera a cuccette senza paglia o con uso modesto di paglia • fissa con lettiera • libera con lettiera permanente solo in zona riposo (asportazione a fine ciclo) • libera con lettiera permanente anche in zona di alimentazione; libera con lettiera inclinata • vitelli su pavimento fessurato • vitelli su lettiera	36,0	120	120 120 26 61 17 120 20	94 59 103 100

Dgr. n. 5868/2007



Carico di N zootecnico



Problematiche azoto reattivo

SURPLUS DI AZOTO



Scorretta gestione agronomica

- Lisciviazione NO_3^-
 - Lombardia, oltre 2/3 dal comparto agricolo (ABaPo, 2001)
- Volatilizzazione NH_3
 - Lombardia, 82% comparto agricolo (ISPRA 2011)

EFFETTI AMBIENTALI: eutrofizzazione ambienti acquatici, acidificazione suoli

EFFETTI AGRONOMICI: minor efficienza N, perdita di N utilizzabile



Effluenti di allevamento

Definizione:

“per effluente di allevamento, si intendono le deiezioni del bestiame o una miscela di lettiera e di deiezioni di bestiame, anche sotto forma di prodotto trasformato” (direttiva nitrati CEE n. 676/1991).

COMPOSIZIONE DEGLI E.A.

- feci
- urine
- lettiera
- scarti degli alimenti
- acque di diluizione
(piovana o di lavaggio impianti)



Effluenti di allevamento

CARATTERISITCHE FISICHE DEGLI E.A.

- Specie allevata
- Tipo di alimentazione (riproduzione, ingrasso)
- Caratteristiche e modalità di alimentazione
- Tecniche di allevamento (tipologia di stabulazione)
- Sistemi di rimozione delle deiezioni
- Impianti di trattamento
- Modalità di stoccaggio
- Condizioni climatiche

Quantità e consistenza deiezioni

Presenza o assenza di lettiera (paglia stocchi mais...)

Acque di diluizione

Variazione delle caratteristiche



Effluenti di allevamento

CLASSIFICAZIONE

- *Solidi o palabili*: l'insieme delle deiezioni e del materiale di letta in uno stato tale da riuscire a formare cumuli. La sostanza secca varia dal 20 al 30% in funzione del grado di maturazione.
 - Letame: deiezioni e paglia
 - Pollina: da allevamenti avicoli con lettiera
- *Liquidi o non palabili*: l'insieme delle deiezioni più acqua di lavaggio, di diluizione e eventuale lettiera. Sostanza secca inferiore al 20%, ne consente il pompaggio; stoccati in grosse vasche.
 - Liquame: con o senza materiale di lettiera più o meno diluito



Effluenti di allevamento

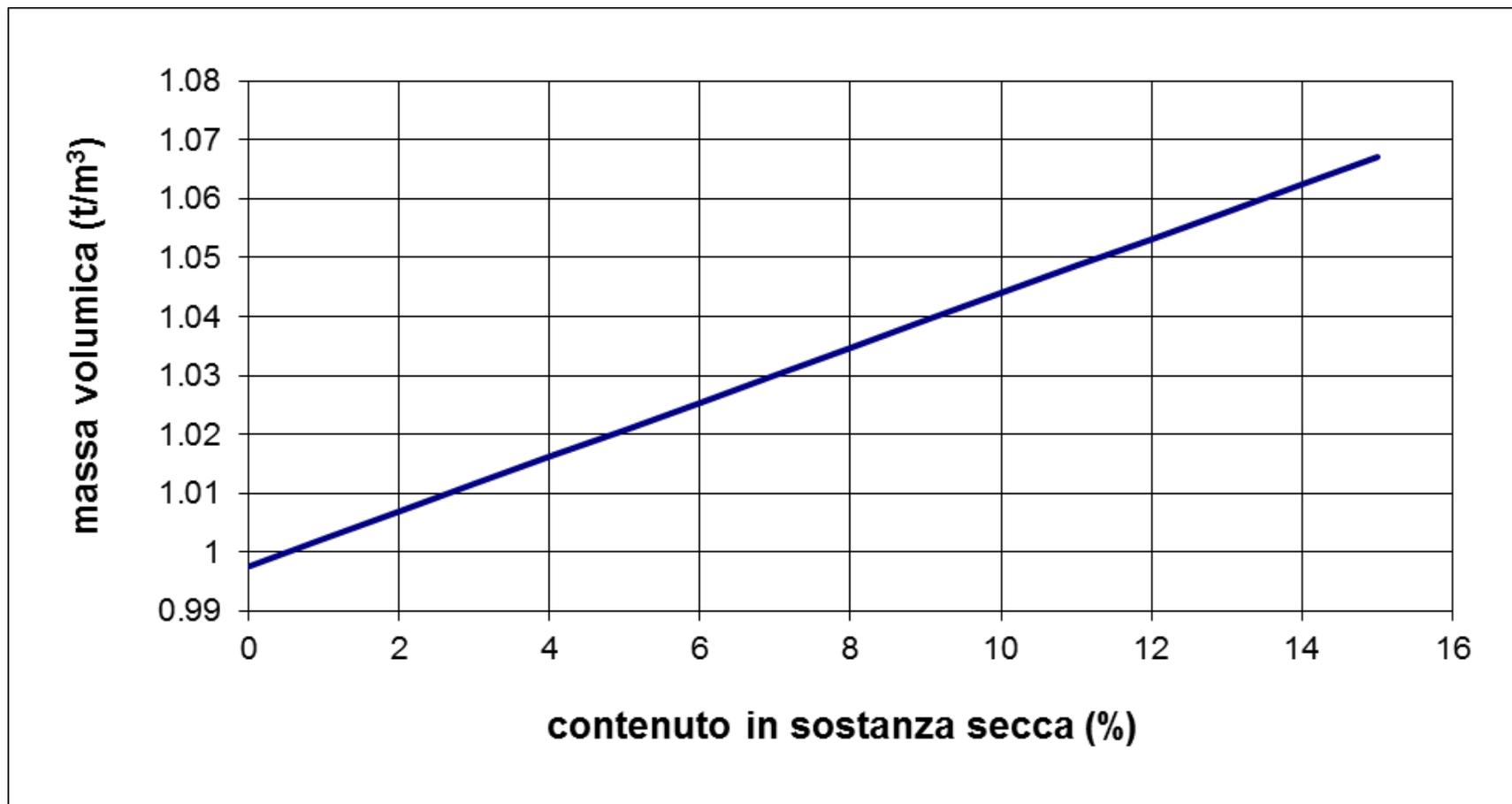
	Sostanza secca	Azoto (N)	Fosforo (P ₂ O ₅)	Potassio (K ₂ O)
	% sul tal quale	kg/m ³		
Bovini da latte	7-10	2.5-3.5	1.5-2.5	3.5-5.0
Bovini da carne	10-16	3.5-4.0	2.0-4.0	4.5-6.0
Vitelli a carne bianca	0.6-3	8.0-9.0	2.5-3.5	2.0-3.5
Suini	1.5-6.0	6.0-8.0	3.5-4.5	5.0-7.5
Bovino fresco	20-30	3-5	2-3	4-5
Bovino maturo	15-25	4-6	2.5-4	5-6

L
I
Q
U
A
M
E

L
E
T
A
M
E



Densità liquame



Si può affermare che densità del liquame è 1 t/m^3

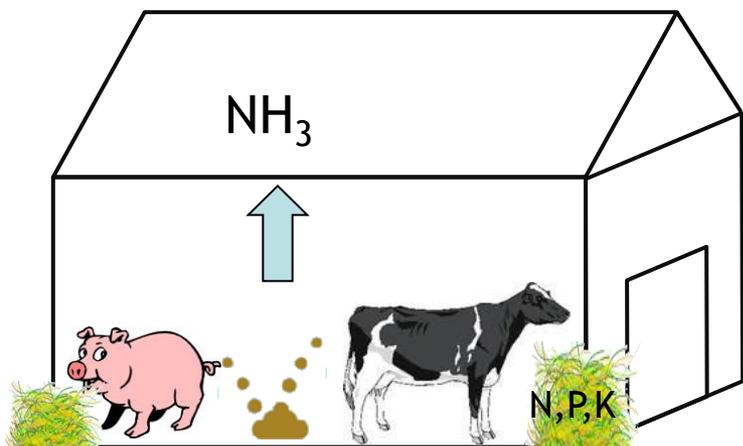


Densità letame

Stato di maturazione	Massa volumica (t m ⁻³)
Fresco	0.35
Med. Maturo	0.70
Maturo	0.80

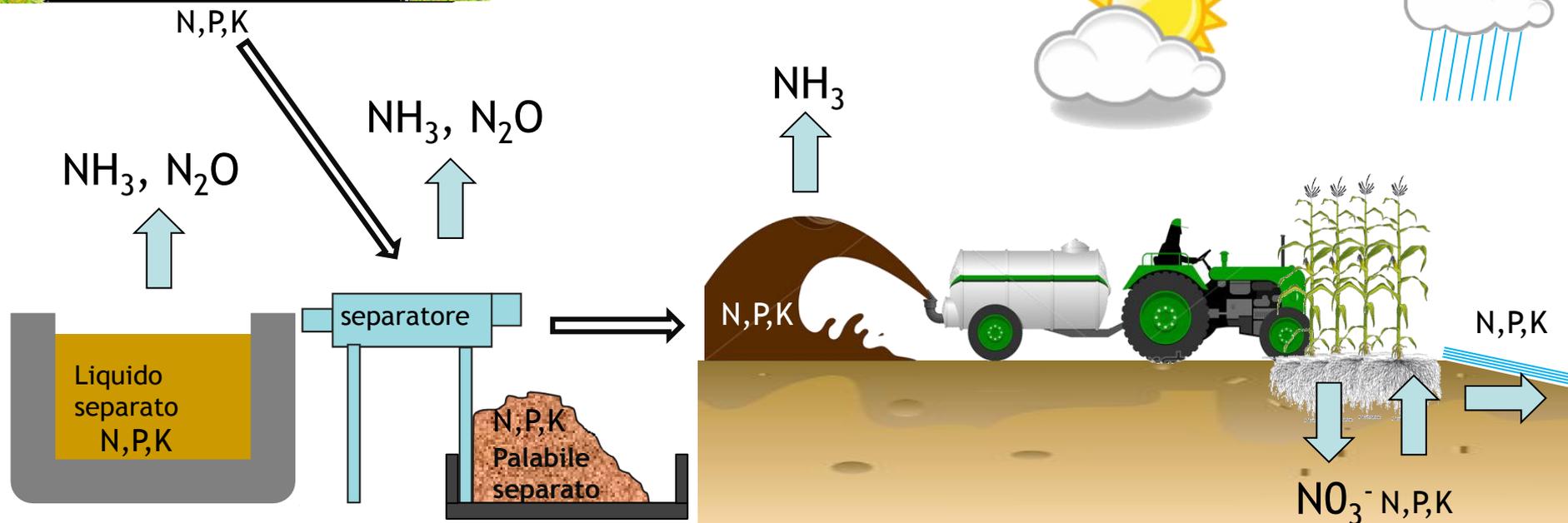


Filiera degli e.a.



- alimentazione
- stabulazione
- trattamento

- stoccaggio
- distribuzione
- utilizzazione



Esercizio 1 - Liquame

Si suppone di produrre annualmente **2200 m³** di liquame. Ipotizzare una concentrazione di N,P e K nel liquame. Supponendo di essere in ZNVN (limite di **340 Kg/ha** di N), qual è la superficie minima di cui devo disporre?

Indicare anche la quantità di P e K presenti nel liquame considerato.



Esercizio 1 - Liquame

Dati del problema

2200 m³ = quantità di liquame

340 kg/ha = limite legislativo

Ipotesi richiesta

Concentrazione di N, P₂O₅, K₂O (0.3% - 0.2% - 0.3%)

Domande

Qual è la sup. minima aziendale di cui devo disporre?

Qual è la quantità di P e K nel liquame?



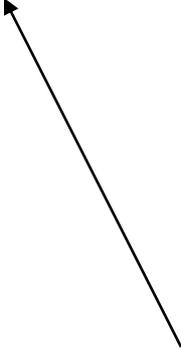
Esercizio 1 - Liquame

1) Calcolo la quantità di liquame in peso

Volume del liquame (m^3) x densità liquame (t/m^3)

$$2200 \text{ m}^3 \times 1 \text{ t}/\text{m}^3 = \underline{2200 \text{ t}}$$

peso del liquame



Esercizio 1 - Liquame

2) Calcolo la quantità di N nel liquame

Peso del liquame (t) x % di N (-)

$$2200 \text{ t} \times 0.3\% = 2200000 \text{ kg} \times 0.003 = \underline{6600 \text{ kg}}$$

Quantità di N



Esercizio 1 - Liquame

3) Calcolo la superficie minima necessaria

Quantità di N da distribuire (kg) / limite legislativo (kg/ha)

$$6600 \text{ kg} / 340 \text{ kg ha}^{-1} = \underline{19.4 \text{ ha}}$$

Superficie necessaria



Esercizio 1 - Liquame

4) Calcolo la quantità di P_2O_5 e K_2O nel liquame

Peso del liquame (t) x % di P_2O_5 (-)

Peso del liquame (t) x % di K_2O (-)

$$2200 \text{ t} \times 0.2\% = 2200000 \text{ kg} \times 0.002 = \underline{\underline{4400 \text{ kg } P_2O_5}}$$

$$2200 \text{ t} \times 0.3\% = 2200000 \text{ kg} \times 0.003 = \underline{\underline{6600 \text{ kg } K_2O}}$$



Esercizio 1 - Liquame

5) Calcolo la quantità di P e K nel liquame

Quantità di P_2O_5 (kg) x fattore di conversione ?

Quantità di K_2O (kg) x fattore di conversione ?

Peso atomico

$$P = 30.9$$

$$K = 39$$

$$O = 16$$

Peso molecolare

$$P_2O_5 = (2 \times 30.9) + (5 \times 16) = 141.8$$

$$K_2O = (2 \times 39.09) + 16 = 94.18$$

Fattore di conversione

$$\text{Da } P_2O_5 \text{ a } P = (2 \times 30.9) / 141.8 = 0.436$$

$$\text{Da } K_2O \text{ a } K = (2 \times 39.09) / 94.18 = 0.830$$



Esercizio 1 - Liquame

Per convertire il fosforo espresso come P_2O_5 a fosforo espresso come P si deve moltiplicare il valore per 0.436

Per convertire il potassio espresso come K_2O a potassio espresso come K si deve moltiplicare il valore per 0.830

$$4400 \text{ kg } P_2O_5 \times 0.436 = \underline{1918 \text{ kg di P}}$$

$$6600 \text{ kg } K_2O \times 0.83 = \underline{5478 \text{ kg di K}}$$



Esercizio 2 - Sostanza Organica

I primi **0.25 m** di un suolo hanno sostanza organica dell'**1.9%**. Un agricoltore apporta **75 m³/ha** di letame maturo, al **55%** di sostanza secca, poi ara a **25 cm**. Qual è il nuovo valore percentuale (%) di contenuto di sostanza organica nello strato arato?



Esercizio 2 - Sostanza Organica

Dati del problema

0.25 m = profondità del suolo e di aratura

1.9% = percentuale di s.o. iniziale nel suolo

75 m³/ha = apporto di letame maturo

55% = percentuale di s.s. del letame

Domanda

% di s.o. nello strato arato dopo l'intervento?



Esercizio 2 - Sostanza Organica

1) Calcolare il quantitativo di SO nel suolo pre-intervento

a) Calcolo il peso del suolo

Superficie (ha) x strato arato (m) x bulk density (t/m³)

$$\begin{aligned} & 1 \text{ ha} \times 0.25 \text{ m} \times 1.3 \text{ t/m}^3 = \\ & = 10000 \text{ m}^2 \times 0.25 \text{ m} \times 1.3 \text{ t/m}^3 = \\ & = \underline{\underline{3250 \text{ t}}} \end{aligned}$$

↖ peso dello strato di suolo considerato



Densità apparente

Massa volumica apparente (o densità apparente):
corrisponde al **peso secco di un'unità di volume del suolo**, spazi vuoti compresi

Densità tipiche di alcuni terreni	
Sabbioso	1.4- 1.5 t m ³
limoso-sabbioso	1.2-1.3 t m ³
argilloso	1.2 t m ³
umifero	1 t m ³
Medio impasto	1.3 t m ³

Misura: peso secco di un volume noto di suolo



Esercizio 2 - Sostanza Organica

1) Calcolare il quantitativo di SO nel suolo pre-intervento

b) Calcolo la s.o. nel suolo prima dell'intervento

Peso del suolo (t) x % di s.o. (-)

$$3250 \text{ t} \times 1.9\% = 3250 \text{ t} \times 0.019 = \underline{61.75 \text{ t}}$$

s.o. nel suolo prima dell'intervento



Esercizio 2 - Sostanza Organica

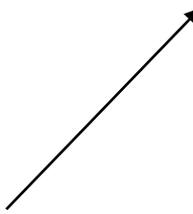
2) Calcolare della S.O. nel letame

a) Calcolo della massa del letame

Volume del letame (m^3/ha) x densità letame maturo (t/m^3)

$$75 \text{ m}^3/\text{ha} \times 0.8 \text{ t}/\text{m}^3 = \underline{60 \text{ t}/\text{ha}}$$

massa del letame



Esercizio 2 - Sostanza Organica

2) Calcolare della S.O. nel letame

b) Calcolo la s.o. nel letame

Peso del letame distribuito (t/ha) x % di s.o. del letame
(-) x superficie (ha)

$$60 \text{ t/ha} \times 55\% \times 1 \text{ ha} =$$
$$= 60 \text{ t/ha} \times 0.55 \times 1 \text{ ha} = \underline{33 \text{ t}}$$

s.o. distribuita con il letame



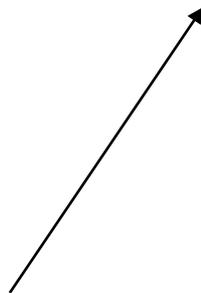
Esercizio 2 - Sostanza Organica

3) Calcolare la nuova S.O. del suolo

a) Nuova s.o. nel suolo

s.o. presente nel suolo (prima dell'intervento) + s.o. distribuita

$$61.75 \text{ t} + 33 \text{ t} = \underline{94.75 \text{ t}}$$



s.o. nel terreno dopo l'intervento

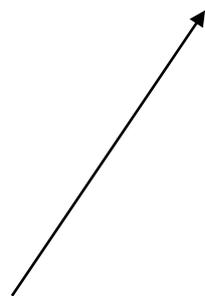


Esercizio 2 - Sostanza Organica

3) Calcolare la nuova S.O. del suolo

b) Percentuale di s.o. nel suolo dopo l'intervento
(s.o. nel terreno dopo l'intervento / peso terreno) x 100

$$(94.75 \text{ t} / 3250 \text{ t}) \times 100 = \underline{\underline{2.91\%}}$$



Risultato finale



Esercizio 3 - Concimazione minerale

Si suppone di voler distribuire in copertura a una coltura di Mais 150 kg/ha di N su una superficie di 2.5 ha. Quanti kg di urea sono necessari?



Esercizio 3 - Concimazione minerale

Dati del problema

150 kg/N= dose di azoto minerale

2.5 ha = superficie da concimare

??? = titolo dell'urea

Domanda

Quanta urea è necessaria?



Esercizio 3 - Concimazione minerale

2) Calcolo dose di urea a ettaro

Dose N (kg/N) / titolo concime % (-)

$$150 \text{ kg N/ha} / 46\% = 150 \text{ kg/ha} / 0.46 = \underline{326 \text{ kg}}$$

Quantità di Urea a ettaro



Esercizio 3 - Concimazione minerale

2) Calcolo del quantitativo totale di urea

Dose urea (kg/ha) x Superficie totale (ha)

$$326 \text{ kg/ha} \times 2.5 \text{ ha} = \underline{815 \text{ kg}}$$

Quantità di Urea

