

# CLIMA, AMBIENTE: TECNICHE DI ABBATTIMENTO PER AMMONIACA E GAS SERRA DA ALLEVAMENTI SUINICOLI ED AVICOLI

*Laura Valli*<sup>(1)</sup>, *Claudio Fabbri*<sup>(1)</sup>, *Vittorio Mazzotta*<sup>(2)</sup>, *Giuseppe Bonazzi*<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro Ricerche Produzioni Animali – CRPA SpA, Reggio Emilia, Italy

<sup>(2)</sup> ENEA Casaccia-Dipartimento Ambiente, Italy

## Sessione tematica: METEO E CLIMA

### 1.0 - IL CLIMA, L'AMBIENTE E LE ATTIVITA' UMANE

#### 1.1 I Protocolli e le Direttive internazionali per la riduzione delle emissioni in atmosfera

Le emissioni di composti gassosi dal comparto agricolo contribuiscono a un complesso di effetti ambientali, fra i quali quelli di maggiore rilievo sono effetti di acidificazione e di eutrofizzazione, dovuti a una eccessiva deposizione dei composti dell'azoto e un contributo all'effetto serra, dovuto principalmente alla emissione di metano e protossido di azoto.

Le attività agricole sono la principale fonte di emissione di ammoniaca nell'atmosfera e una fonte importante di emissione di gas serra. Secondo l'inventario nazionale delle emissioni relativo al 1997, elaborato da ANPA, con la collaborazione di Centro Ricerche Produzioni Animali (CRPA) SpA, alle attività agricole (incluso fra queste l'utilizzo dei fertilizzanti) è attribuibile il 93% delle emissioni ammoniacali, con una quota prevalente (il 71% circa), attribuibile al settore zootecnico, il 45% delle emissioni di metano (CH<sub>4</sub>), derivanti quasi esclusivamente dal settore zootecnico (circa il 41%) e il 51% delle emissioni di protossido di azoto (N<sub>2</sub>O).

Il Protocollo di Göteborg del 1999 (che è un Protocollo multi-inquinante, multi-effetti, perché prende in considerazione tutti gli effetti causati da molteplici inquinanti) per ridurre acidificazione, eutrofizzazione e ozono troposferico, nell'ambito della Convenzione sull'Inquinamento Transfrontaliero a Lunga Distanza (CLTRAP), richiede la riduzione delle emissioni degli inquinanti che determinano questi effetti, e fra questi l'ammoniaca, considerata fra gli inquinanti per i quali i paesi firmatari della convenzione devono conseguire valori limite alle emissioni.

Il protocollo di Göteborg in ambito UNECE (United Nation Economic Commission for Europe) e la successiva direttiva emanata in ambito UE, sui tetti nazionali alle emissioni (direttiva NEC = National Emission Ceilings del settembre 2001) hanno sancito definitivamente l'importanza delle emissioni di fonte non energetica e delle loro riduzione ai fini di una completa tutela dell'ambiente e hanno introdotto per la prima volta limiti e obblighi di riduzione. In particolare, per quanto riguarda l'ammoniaca, che è l'inquinante di maggiore rilievo per il settore agricolo, il protocollo definisce per i Paesi firmatari:

- a) livelli massimi delle emissioni di ammoniaca per il 2010,

b) misure obbligatorie da adottare in materia di emissioni di ammoniaca dalle fonti agricole.

In ottemperanza a questi accordi internazionali l'Italia dovrà ridurre le proprie emissioni di ammoniaca a 419 kton (3%) entro il 2010.

Per quanto riguarda i gas serra Con la conferenza di Rio de Janeiro, nel giugno del 1992, è stata firmata, una Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici, con la quale le Parti firmatarie si impegnavano ad intraprendere una serie di azioni per mantenere le concentrazioni atmosferiche ad un livello tale da non compromettere il clima del pianeta. Successivamente, con la Conferenza di Kyoto (1997), è stato concordato un protocollo per ridurre complessivamente del 5% le emissioni mondiali dei gas serra rispetto a quelle del 1990. L'Italia, con la delibera Cipe (Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica) del 19/11/1998 ha adottato le "Linee Guida per le politiche e le misure nazionali di riduzione delle emissioni dei Gas Serra", fissando come obiettivo una riduzione dei gas serra a livello nazionale pari al 6,5%.

Nel caso di  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$  il contributo del settore agricolo alle emissioni di gas serra e acidificanti è così sostanziale che ci si può attendere che le emissioni dovranno essere quantificate in modo sempre più preciso e dovranno essere sempre più approfonditamente identificate e investigate le misure di riduzione.

## **1.2 La Direttiva comunitaria 96/61 (IPPC)**

Una ulteriore disposizione comunitaria, la Direttiva 96/61/EC, avrà una notevole ricaduta sulle emissioni in atmosfera di inquinanti, anche dal settore zootecnico. La Direttiva ha la finalità di conseguire una riduzione integrata dell'inquinamento, limitando le emissioni nei diversi corpi recettori, per ottenere un elevato livello di tutela dell'ambiente nel suo complesso.

Le normative ambientali, fino a qualche anno fa, prendevano in considerazione singolarmente i vari tipi di inquinanti stabilendo per ciascuno di essi i limiti di emissioni e le procedure per le autorizzazioni allo scarico. Nel 1999, con la Direttiva Comunitaria 96/61/EC, nota come direttiva IPPC (dalle iniziali Integrated Pollution Prevention and Control, che vuol dire Riduzione, e Prevenzione Integrate dell'Inquinamento) si è stabilito che per il futuro, l'autorità preposta alla difesa dell'ambiente di ogni paese comunitario, debba rilasciare, per ciascuna delle attività produttive, un'unica autorizzazione, che viene definita "integrata" perché prende in considerazione tutte le forme di scarico in atmosfera, nelle acque e nel suolo e la destinazione finale di tutti i rifiuti solidi. Il Governo Italiano ha recepito questa Direttiva con Decreto Legislativo n°372 del 4/8/99, ma solo per le attività produttive esistenti. Per i nuovi insediamenti e per le modifiche agli esistenti il decreto rimanda alla direttiva sulla valutazione di impatto ambientale. Con il DM 23 Novembre 2001 gli allevamenti esistenti devono comunicare i dati di emissione qualora superino i limiti di emissione in atmosfera per gli inquinanti fissati nel DM stesso.

Con la direttiva IPPC anche gli allevamenti intensivi, che sono fra le attività produttive prese in considerazione dalla direttiva, sono chiamati a rispettare i limiti di emissione in atmosfera per le sostanze gassose e per le polveri. I valori limite vengono fissati per quelle sostanze che possono essere emesse dall'impianto in quantità significativa in considerazione della loro natura e della potenzialità di trasferimento da un corpo

recettore ad un altro. La Direttiva IPPC introduce a tale riguardo il concetto di MTD o BAT (**M**igliore **T**ecnica **D**isponibile o **B**est Available Technique). I limiti di emissione saranno quelli ottenibili con la applicazione delle MTD o BAT, definite nella Direttiva, all'articolo 12, nel seguente modo:

- **per “Tecniche”** s'intendono sia le tecnologie impiegate nel processo per prevenire e ridurre l'inquinamento, sia le modalità di conduzione degli impianti;
- **per “Disponibili”** s'intendono le tecniche che hanno superato la fase di sperimentazione e che possono quindi essere inserite nel processo produttivo (aspetto tecnologico) e che sono applicabili a condizioni economicamente vantaggiose (aspetto economico);
- **per “Migliori”** s'intendono le tecniche che a parità di sostenibilità economica, assicurano il più elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso.

### 1.3 Il Ministero dell'Ambiente Italiano, l'Enea e l'Accordo di Programma

Dal quadro delle direttive comunitarie e dei protocolli internazionali relativi alla riduzione delle emissioni di inquinanti in atmosfera emerge l'esigenza di andare a verificare sugli impianti le condizioni reali di funzionamento determinandone i valori emissivi. Il Ministero Italiano dell'Ambiente e del Territorio per ottemperare agli impegni assunti in sede di Convenzioni internazionali per la difesa dell'ambiente, ha stipulato nel 1999 un “Accordo di Programma” con l'ENEA definito da 27 schede contenenti progetti ambientali da realizzare. Nell'ambito della scheda dell'Inquinamento transfrontaliero è stato sviluppato il Progetto Pilota dal titolo “Determinazione, mediante campagne dettagliate di misura, di fattori di emissione specifici della zootecnia nazionale e valutazione dell'efficacia delle misure di abbattimento delle emissioni di ammoniaca e altri composti responsabili di effetti di acidificazione e eutrofizzazione, attraverso il monitoraggio di impianti pilota per suini ed avicoli”. Il progetto, iniziato a giugno 2000, ha avuto una durata di 15 mesi ed è stato condotto in collaborazione tecnico-scientifica con il Centro Ricerche Produzioni Animali S.p.A. di Reggio Emilia. E' stato sviluppato secondo le seguenti linee:

- ~~///~~ valutazione della situazione suinicola ed avicola italiana;
- ~~///~~ analisi e valutazione delle tecniche di riduzione delle emissioni inquinanti, applicabili al settore suinicolo ed avicolo;
- ~~///~~ selezione di alcune tecniche e valutazione della loro applicabilità;
- ~~///~~ individuazione di impianti pilota dotati delle misure di riduzione selezionate;
- ~~///~~ misura dei fattori di emissione sia sugli impianti di riferimento (tecniche tradizionali) che su quelli dotati di misure di riduzione;
- ~~///~~ analisi dei fattori di emissione calcolati e loro confronto con quelli di riferimento internazionali.

## **2.0 Il Progetto Pilota**

Negli allevamenti zootecnici le principali fasi in cui si verificano le emissioni di gas potenzialmente inquinanti (in particolare ammoniaca) sono: i ricoveri che ospitano gli animali, gli stoccaggi delle deiezioni animali e lo spandimento agronomico delle deiezioni. I fattori che influenzano le emissioni di ammoniaca negli allevamenti sono riconducibili al tipo di animale allevato, alle caratteristiche dei ricoveri e dei contenitori di stoccaggio delle deiezioni, alle modalità di rimozione e di spandimento agronomico delle deiezioni, alle loro caratteristiche, al clima, alle condizioni del suolo e alle modalità di gestione dell'allevamento nel suo complesso.

Le campagne di misura condotte per verificare l'efficienza di abbattimento delle emissioni di alcune tecniche a basso impatto ambientale per gli allevamenti sono state effettuate nei settori suinicolo ed avicolo, ossia i settori che sono soggetti all'applicazione della Direttiva Europea IPPC (96/61/CE) sulla riduzione integrata dell'inquinamento, e relativamente a tutte le fasi che caratterizzano la produzione zootecnica (ricoveri degli animali, stoccaggio e spandimento delle deiezioni).

Le tecniche di riduzione delle emissioni di ammoniaca sono state selezionate fra quelle individuate nei documenti tecnici relativi alle misure di contenimento elaborati in sede internazionale (*BREF IPPC 2002, UNECE, 1999 e 2000*), tenendo conto della loro potenziale applicabilità e diffusione nella realtà produttiva del nostro paese.

Le tecniche di misura sono state selezionate, in funzione dei diversi sistemi da monitorare, tra quelle validate in letteratura (rivelatore fotoacustico, tunnel a vento, camera statica a curva di saturazione). Per ognuna delle tecniche monitorate, è stato adottato uno specifico protocollo di misura per poter confrontare i risultati conseguiti con quelli ottenuti a livello internazionale.

### **2.1-I ricoveri**

Le emissioni di ammoniaca, metano, protossido di azoto e il biossido di carbonio sono state monitorate in due differenti ricoveri per galline ovaiole e suini all'ingrasso in allevamenti siti nella Pianura Padana, ossia nell'area a più intensa zootecnia del paese. In ognuno dei ricoveri i dati sono stati misurati in continuo usando un rilevatore fotoacustico (Brüel&Kjær), durante sei periodi di circa una settimana ciascuno, nell'arco di un anno.

#### **2.1.1 I ricoveri per i suini**

Le misure sono state effettuate in due locali che ospitavano 200 suini all'ingrasso ognuno. Le tecniche di stabulazione monitorate sono state:

~~Il~~ pavimento completamente fessurato con fossa sottostante di stoccaggio delle deiezioni. La ventilazione dei locali avviene mediante estrazione forzata dell'aria da sotto il pavimento fessurato. Questa tecnica è stata considerata nell'ambito del BREF (documento tecnico che descrive le Migliori Tecniche Disponibili, stilato da un gruppo di lavoro europeo, per l'implementazione della direttiva IPPC) per gli allevamenti intensivi, come tecnica di riferimento per valutare le prestazioni di abbattimento nella selezione di BAT per i ricoveri suinicoli;

Il pavimento completamente fessurato dotato di un sistema di rimozione frequente delle deiezioni, denominato “vacuum system”. La ventilazione della sala è forzata con estrazione dell’aria a camino.

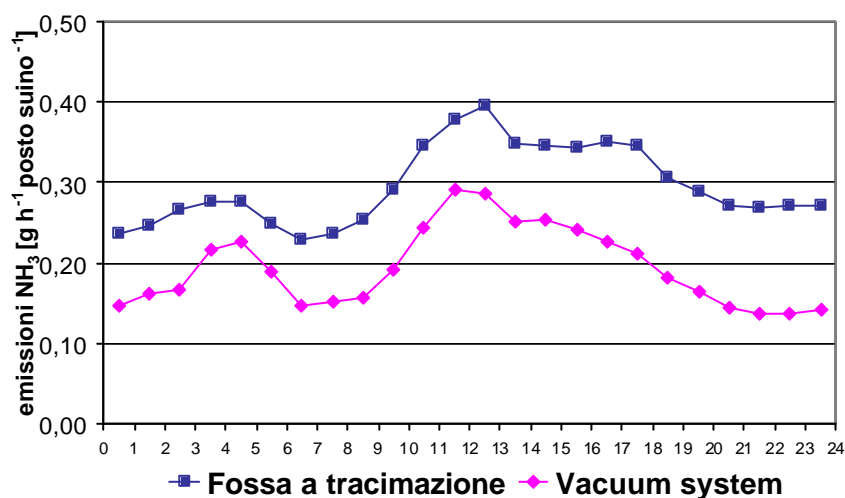
Nella *tabella 1* sono riportati sinteticamente i fattori di emissione medi annui (espressi per posto suino). Nella figura 1 viene mostrato “il giorno medio” relativo alle emissioni di ammoniaca per le due tecniche monitorate.

Pavimento totalmente fessurato con fossa di stoccaggio

**Tabella 1** - Ricoveri suini: fattori di emissione medi.

Fattori di emissione				
Unità di misura	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>
<b>Pavimento totalmente fessurato con fossa di stoccaggio</b>				
kg anno <sup>-1</sup> posto suino <sup>-1</sup>	2.6 ? 1.3	15.7 ? 7.0	0.07 ? 0.30	992 ? 263
<b>Vacuum System</b>				
kg anno <sup>-1</sup> posto suino <sup>-1</sup>	1.7 ? 0.9	13.4 ? 5.4	0.07 ? 0.07	952 ? 300

**Figura 1** – Ricoveri suini: “giorno medio” per le emissioni di ammoniaca



I fattori di emissione sono risultati **2,6 kg a<sup>-1</sup> per posto suino per la tecnica di riferimento** (pavimento completamente fessurato con fossa di stoccaggio) e **1,7 kg a<sup>-1</sup> per posto suino per la tecnica di riduzione (Vacuum System, VS)**. Entrambi i fattori di emissione sono risultati più bassi di quelli stabiliti nel BREF IPPC. Tuttavia l’efficienza della tecnica VS, comparata con quella di riferimento, risultata pari al 35%, non è così diversa dal livello di riduzione stimato nel BREF (25%).

### 2.1.1 - Ricoveri per le galline ovaiole

Le misure sono state eseguite in due ricoveri per galline ovaiole, ognuno dei quali ospitava circa 60.000 capi. Le tecniche monitorate sono state:

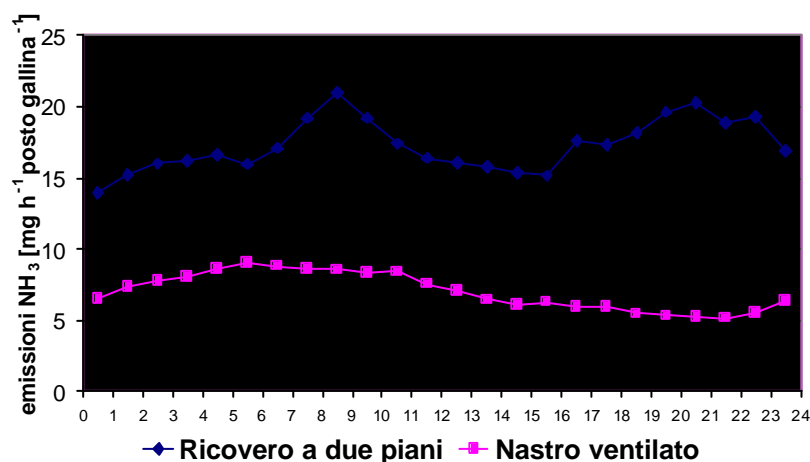
- ☞ ricovero a due piani con stoccaggio della pollina al piano terra nella zona sottostante le gabbie (deep pit). Il piano terra funge da stoccaggio della pollina mentre il primo piano ospita le gabbie con le galline. Lo stoccaggio della pollina dura un intero ciclo di allevamento;
- ☞ batterie di gabbie verticali con raccolta delle deiezioni su nastro trasportatore. La pollina viene essiccata mediante un flusso di aria diretto sul nastro (nastro ventilato) e rimossa a uno stoccaggio esterno 2 volte/settimana.

Nella tabella 2 sono sinteticamente riportati i fattori di emissione medi annui (riferiti al posto gallina). Nella figura 2 è riportato il grafico del “giorno medio” per le emissioni di ammoniaca delle due tecniche monitorate.

**Tabella 2** - Ricoveri per galline ovaiole: fattori di emissione medi.

Fattori di emissione				
Unità di misura	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>
<b>Ricovero a due piani</b>				
kg anno <sup>-1</sup> posto gallina <sup>-1</sup>	0.162 ? 0.101	0.02 ? 0.03	0	51.4 ? 7.4
<b>Nastro ventilato</b>				
kg anno <sup>-1</sup> posto gallina <sup>-1</sup>	0.063 ? 0.018	0.08 ? 0.10	0	77.5 ? 14.1

**Figura 2** – Ricoveri per galline: “giorno medio” per le emissioni di ammoniaca



I fattori di emissione dell'ammoniaca sono risultati **0.162 kg anno<sup>-1</sup> per posto gallina** per il sistema con **stoccaggio prolungato sottostante le gabbie** e **0.063 kg anno<sup>-1</sup> per posto gallina** per il **nastro ventilato**. Il fattore di emissione per la tecnica con lo stoccaggio prolungato è in buon accordo con il valore proposto dall'Italia nel BREF IPPC (0.154 kg anno<sup>-1</sup> per posto gallina), ma molto più basso rispetto al valore olandese del BREF (0.386 kg anno<sup>-1</sup> per posto gallina) per la stessa tecnica. Questo risultato conferma che questa tecnica può conseguire valori di emissione più bassi nei paesi più caldi, dove la temperatura più elevata comporta più intensi livelli di ventilazione dei locali, che portano a una più rapida e maggiore disidratazione delle deiezioni nel piano di accumulo. Al contrario, il fattore di emissione per il sistema a nastro ventilato è risultato più elevato di quello del BREF IPPC (0.035 kg anno<sup>-1</sup> per posto gallina). Questo risultato anomalo può essere attribuito al fatto che l'allevatore ha ridotto il tempo di ventilazione del nastro di asportazione della pollina sul nastro a solo 7 ore, durante il periodo notturno.

La riduzione delle emissioni di ammoniaca del sistema a nastro ventilato rispetto a quello con stoccaggio sottostante, considerato tecnica di riferimento, è risultato pari al 62%.

### **3.1 - Stoccaggio**

#### **3.1.1 - Stoccaggio delle deiezioni suine**

Le emissioni di ammoniaca e di altri gas dai contenitori di stoccaggio dei liquami possono essere ridotte usando coperture più o meno semplificate. Fra queste vengono proposte, come soluzioni a basso costo, anche coperture galleggianti. I materiali di copertura creano una barriera che riduce lo scambio gassoso con l'atmosfera e limita le emissioni in funzione della qualità e quantità (spessore) del materiale usato.

Le prove vengono condotte utilizzando appositi contenitori, collocati presso un allevamento suinicolo della Provincia di Reggio Emilia, che consistono in mini-stoccaggi pilota di capacità pari a circa 200 litri, dotati di chiusura ermetica e valvole di carico e scarico del liquame.

E' stata condotta una sperimentazione per valutare la riduzione delle emissioni di ammoniaca conseguibili con alcune coperture galleggianti semplificate che possono trovare applicazione nel caso dello stoccaggio di liquami suini. Per condurre le prove si sono utilizzati appositi contenitori, collocati presso un allevamento suinicolo della Provincia di Reggio Emilia, che consistono in mini-stoccaggi pilota di capacità pari a circa 200 litri, dotati di chiusura ermetica e valvole di carico e scarico del liquame.

Ogni tipo di copertura è stato testato a due diversi spessori, in triplice ripetizione, a confronto con liquami privi di copertura. I cicli di misura hanno avuto durata di 7 giorni. La comparazione fra le diverse coperture è stata effettuata a più riprese, mediante la misura della emissività del liquame, determinando la variazione della concentrazione del gas sottoposto a indagine, all'interno dello spazio di testa del contenitore e comparando i diversi gradienti di concentrazione nel tempo, in accordo con una metodologia di misura già validata a livello internazionale (*Hornig et al., 1999*).

Come materiali di copertura si sono utilizzati: olio vegetale a due diversi spessori: 3 e 9 mm.; due materiali lignocellulosici (paglia di grano e cippato di legno) e un materiale inerte (argilla espansa = leca) a due diversi spessori: 7 e 14 cm.

La riduzione delle emissioni di ammoniaca è risultata variabile in un range molto ampio, in funzione del tipo di copertura e delle condizioni operative. La riduzione delle emissioni di ammoniaca ottenuta con l'olio vegetale è stata molto elevata per entrambi gli spessori. Si è ottenuta una riduzione dell'82 % per lo spessore di 3 mm e del 100% per lo spessore di 9 mm. Tuttavia permangono ancora molti elementi di incertezza sulla applicabilità di questo materiale in installazioni a scala reale (degradabilità nel tempo, effetti negativi sui raccolti e su i suoli quando i liquami vengono applicati sui campi, etc.).

**Tabella 3** – *Stoccaggio delle deiezioni suine: riduzione delle emissioni di ammoniaca mediante coperture galleggianti semplificate, utilizzate a due diversi spessori*

Materiali	Liquame senza copertura	Spessore inferiore (olio = 3 mm; lignocellulosico = 7 cm)		Spessore superiore (olio = 9 mm; lignocellulosico = 14 cm)	
	Emissioni NH <sub>3</sub> [g NH <sub>3</sub> /m <sup>2</sup> .h]	Emissioni NH <sub>3</sub> [g NH <sub>3</sub> /m <sup>2</sup> .h]	Efficienza di abbattimento [%]	Emissioni NH <sub>3</sub> [g NH <sub>3</sub> /m <sup>2</sup> .h]	Efficienza di abbattimento [%]
<i>Olio vegetale</i>	1.02	0.23	<b>82</b>	0.00	<b>100</b>
<i>Paglia trinciata</i>	3.26	1.78	<b>45</b>	0.52	<b>84</b>
<i>Cippato di legno</i>	1.26	1.31	<b>-4</b>	0.31	<b>76</b>
<i>Palline di Leca</i>	1.18	0.87	<b>26</b>	0.36	<b>70</b>

L'efficienza di abbattimento dei materiali lignocellulosici è stata buona per lo spessore di 14 cm: 84 % per la paglia e 70 % per il cippato di legno, ma non altrettanto significativa per lo spessore di 7 cm: 45 % per la paglia e nulla per il truciolato di legno. Questo risultato poco incoraggiante è dovuto al parziale affondamento ed imbrattamento dei materiali che diventano essi stessi emittenti. Prima di una loro applicazione a scala reale l'effetto di affondamento dovuto alla pioggia andrà ancora investigato in modo più approfondito. Simili considerazioni possono essere fatte per il materiale inerte (palline di leca). Con questo materiale si sono ottenuti elevati livelli di abbattimento delle emissioni (70%) per lo spessore maggiore, ma meno lusinghieri (26%) nel caso dello spessore più basso. Anche se questo materiale non affonda con il tempo, alcuni aspetti critici, quali le possibili occlusioni ed abrasioni che può causare ai sistemi di raccolta e distribuzione dei liquami, devono ancora essere valutati prima di una sua reale applicazione su vasta scala.



### 3.1.2 - Stoccaggio delle deiezioni avicole

Sono state misurate le emissioni di ammoniaca da due cumuli di pollina con diverso tenore di sostanza secca (ST = 33% e ST = 52%). Sono stati eseguiti tre cicli di misure, di una settimana, durante il periodo tipico dello stoccaggio (da Gennaio ad Aprile). I risultati sono riportati nella tabella 4. Negli ultimi due cicli di misura le emissioni di ammoniaca, sia calcolate come media giornaliera che cumulate sul periodo di una settimana, sono risultate più elevate nel caso della pollina più umida, mentre durante il primo ciclo di misura, condotto subito dopo la formazione del cumulo, le emissioni sono state simili. Questo risultato può essere ascritto al fatto che, immediatamente dopo la movimentazione della pollina per la formazione dei cumuli, le emissioni sono risultate alte per entrambi, mentre successivamente le emissioni nel cumulo a più elevato tenore di sostanza secca si sono ridotte considerevolmente, anche se la temperatura si è mantenuta più alta. L'emissione di ammoniaca è risultata ridotta del 24% durante il secondo ciclo e del 47% durante il terzo ciclo di misura (21% di media nell'arco di 4 mesi) rispetto al cumulo di pollina umida se ci si riferisce al peso del cumulo (su base umida), ma più elevata (31%) se riferita al contenuto totale di azoto nel cumulo. Questi risultati confermano il fatto che più elevato è il tenore di sostanza secca della pollina più basse sono le emissioni di ammoniaca.

**Tabella 4** – Emissioni di ammoniaca dallo stoccaggio della pollina. Cumuli di pollina con due differenti tenori di sostanza secca

<b>Emissioni</b>	<b>Ciclo</b>	<b>Temperatura cumulo</b> [°C]	<b>Emissioni medie giornaliere</b> [gN/giorno per t di pollina]	<b>Emissioni cumulate</b> [kg N in 7 giorni per t di pollina]	<b>Emissioni relative</b> [% NTK nel cumulo]
<b>Pollina a basso tenore di sostanza secca</b>	1°	20	73	506	2.1
	2°	11	66	468	1.9
	3°	12	46	207	0.8
	<b>media</b>	<b>14</b>	<b>62</b>	<b>394</b>	<b>1.6</b>
<b>Pollina a alto tenore di sostanza secca</b>	1°	68	72	449	1.6
	2°	54	50	356	1.2
	3°	47	25	110	0.4
	<b>media</b>	<b>56</b>	<b>49</b>	<b>305</b>	<b>1.1</b>

## 4.1 - Spandimento agronomico delle deiezioni

### 4.1.1 - Spandimento di liquame suino

Sono state investigate due tecniche di spandimento a bassa emissione a confronto con la tecnica di spandimento superficiale a tutto campo di liquame tal quale (tecnica di riferimento). Le emissioni sono state misurate a seguito dell'applicazione su prato, in due periodi stagionali tipici (aprile e giugno) con il metodo di campionamento del "wind tunnel".

Le tecniche di spandimento a bassa emissività monitorate sono state:

?? spandimento a bande di liquame tal quale;

?? spandimento a tutto campo di liquame sottoposto alla separazione dei solidi grossolani (vagliato), per incrementare la sua infiltrabilità nel terreno.

I risultati sono riportati in *tabella 5*.

*Tabella 5 – Emissioni di ammoniaca dopo lo spandimento di liquame suino su prato. La riduzione è riferita allo spandimento superficiale a tutto campo di liquame tal quale*

Ciclo	Spandimento a tutto campo di liquame tal quale	Spandimento a bande di liquame tal quale		Spandimento a tutto campo di liquame separato	
	<i>Emissioni cumulate su 72 ore</i> [%NH <sub>4</sub> -N appl.]	<i>Emissioni cumulate su 72 ore</i> [%NH <sub>4</sub> -N appl.]	<i>Riduzione delle emissioni</i> [%]	<i>Emissioni cumulate su 72 ore</i> [%NH <sub>4</sub> -N appl.]	<i>Riduzione delle emissioni</i> [%]
<i>Giugno 01</i>	19.4	14.2	26.8	17.6	9.2
<i>Aprile 02</i>	74.6	40,3	46.0	58,8	21.1
<b>Medie</b>	<b>47.0</b>	<b>27.2</b>	<b>36.4</b>	<b>38.2</b>	<b>15.1</b>

Sulla base dei risultati raccolti si possono fare le seguenti considerazioni:

~~la~~ la separazione dei solidi nelle due prove ha ridotto il tenore di sostanza secca del liquame rispettivamente del 33% e 25%;

~~in~~ in entrambe le prove le emissioni di ammoniaca sono risultate più alte per la tecnica di riferimento, seguita dalla applicazione con separazione dei solidi e dalla applicazione a bande;

~~la~~ la separazione dei solidi grossolani ha consentito modeste riduzioni delle emissioni, rispettivamente del 9% e del 22%;

~~lo~~ lo spandimento a bande ha consentito una riduzione significativa delle emissioni, rispettivamente del 27% e del 46% nelle due prove, un risultato complessivamente migliore rispetto a quello attribuito a tale tecnica nel BREF IPPC (30%).

#### **4.1.2 - Applicazione agronomica della pollina delle galline ovaiole**

Per le deiezioni avicole, che sono in forma solida, la sola tecnica di riduzione è la rapida incorporazione. Sono state effettuate due prove, in due periodi stagionali, confrontando la immediata incorporazione con l'applicazione superficiale senza interrimento. Le emissioni sono state quantificate utilizzando, come tecnica di campionamento, due wind tunnel di grandi dimensioni (6m x 3m). Le deiezioni utilizzate sono state pollina di galline ovaiole essiccata nel ricovero, caratterizzata rispettivamente da un tenore di sostanza secca pari al 28% e al 34%.

Sulla base dei risultati raccolti si possono fare le seguenti considerazioni:

☞ l'applicazione a tutto campo in superficie ha dato luogo a forti emissioni di ammoniaca. Nelle prime 48 ore le perdite di ammoniaca, come media delle due prove, sono risultate pari al 54% dell'azoto ammoniacale applicato sul suolo con le deiezioni;

☞ la immediata incorporazione della pollina ha ridotto significativamente le emissioni. Le perdite cumulate sulle 48 ore sono ammontate al 22% dell'azoto ammoniacale applicato al campo, come media delle due prove effettuate, consentendo una riduzione delle emissioni pari al 58%.

I risultati sono riportati in *tabella 6*.

**Tabella 6** – Emissioni di ammoniaca a seguito dello spandimento della pollina su terreno arativo.

Ciclo	Spandimento superficiale	Incorporazione immediata	
	BC	INC	
	Emissioni cumulate su 48 ore [% NH <sub>4</sub> -N applicato]	Emissioni cumulate su 48 ore [% NH <sub>4</sub> -N applicato ]	Riduzione delle emissioni [%]
<i>Novembre 01</i>	57.6	16.3	72
<i>Maggio 02</i>	49.8	28.2	43
<b>Media</b>	<b>53.7</b>	<b>22.2</b>	<b>58</b>

## Conclusioni

Il presente progetto si è posto l'obiettivo di valutare l'efficacia di misure di abbattimento delle emissioni di ammoniaca e di gas a effetto serra nel settore zootecnico, attraverso la conduzione di campagne dettagliate di misura su impianti pilota che hanno messo in atto alcune delle tecniche di riduzione più promettenti per il comparto produttivo.

Le attività di allevamento rappresentano infatti, a livello nazionale, la principale fonte di emissione di ammoniaca e una fonte significativa di emissione di gas serra, in particolare metano e protossido di azoto. Secondo l'inventario nazionale delle emissioni relativo al 1997, elaborato da ANPA, con la collaborazione di Centro Ricerche Produzioni Animali (CRPA) SpA, alle attività agricole è attribuibile il 93% delle emissioni ammoniacali, con una quota prevalente (il 71% circa), attribuibile alla gestione dei reflui zootecnici, il 45% delle emissioni di metano (CH<sub>4</sub>), derivanti quasi esclusivamente dal settore zootecnico (circa il 41%) e il 51% delle emissioni di protossido di azoto (N<sub>2</sub>O).

Il lavoro svolto ha permesso di definire fattori di emissione relativi a diverse tecniche, sia tradizionali sia a bassa emissività, nelle diverse fasi produttive del settore zootecnico, per il comparto suinicolo ed avicolo: emissioni dagli edifici di allevamento, dallo stoccaggio delle deiezioni, dalle attività di spandimento dei reflui.

I risultati ottenuti hanno rilevanza sia nell'ambito delle negoziazioni di protocolli internazionali e direttive comunitarie sulle riduzioni delle emissioni (in ambito UNECE il protocollo di Goteborg del 1999, relativo ad acidificazione, eutrofizzazione, effetti sull'ozono troposferico e in ambito UE la direttiva NEC = National Emission Ceiling, sui tetti alle emissioni), sia in riferimento alla applicazione della direttiva IPPC (99/61/CE) sulla prevenzione integrata dell'inquinamento, per la quale è stato recentemente predisposto in sede comunitaria il documento BREF relativo agli allevamenti zootecnici intensivi.

### Riferimenti bibliografici

1. Amon B., Boxberger J., Amon Th., Zuassinger A., Pöllinger A., 1997, *Emission data of NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>O from fattening bulls, milking cows and during different ways of storing solid manure*, Presented at International Symposium "Ammonia and Odour Control from Production Facilities" Vinkeloord, The Netherlands 6-10 October, **2**, pg. 397-404.
2. ANPA (2000) – Aggiornamento dell'inventario delle emissioni in atmosfera di ammoniaca, metano e protossido di azoto dal comparto agricolo (a cura di C.R.P.A.).
3. Brunsch R. (1997) - *Methodical aspects relating the results of multigas monitoring and multipoint sampling*, Presented at International Symposium "Ammonia and Odour Control from Production Facilities" Vinkeloord, The Netherlands 6-10 October, **2**, pg. 185-191.
4. ENEA/CRPA; Bonazzi G., Fabbri C., Valli L., Mazzotta V.; "Determinazione, attraverso campagne dettagliata di misura, di fattori di emissione specifici della zootecnia nazionale e valutazione dell'efficacia di misure di abbattimento delle emissioni di ammoniaca ed altri composti responsabili di effetti di acidificazione ed eutrofizzazione, attraverso il monitoraggio di impianti pilota". Rapporto tecnico ENEA in via di pubblicazione, Giugno 2002
5. EU European Union (2001) Directive of the European Parliament and the Council on National Emission Ceilings for certain Atmospheric Pollutants. Directive 2001/81/EC, 23 Oct. 2001. [www.europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2001/1\\_309/1\\_30920011127](http://www.europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2001/1_309/1_30920011127).
6. European Commission, Directorate-General JRC (2002), *Integrated Prevention Pollution Control (IPCC) Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs*, Seville, November 2002.
7. Freibauer A., Kaltschmitt M. (2000) – *Measurement Technologies for the estimation of greenhouse gas fluxes in arable and animal agriculture*, Project Report Task 2, EU Concerted Action GHG (FAIR3-CT96-1877).
8. Hornig G., Turk M., Wanka U. (1999) – *Slurry covers to reduce ammonia emission and odour nuisance* - Journal of Agricultural Engineering Research, **73**, 151-157.
9. Lockyer D.R. (1984) *A system for the measurement in the field of losses of ammonia through volatilization*, J. Sci. Food Agric., 35, 837-848.
10. Peu P., Beline F., Martinez J., 1999, *A floating chamber for estimating nitrous oxide emissions from farm scale treatment units for livestock wastes*, J. agric.Engng.Res., **73**, pg. 101-104;
11. Philips V.R., Sneath A.G., William A.G., Welch S.K., Burgess L.R., Demmers T.G.M., Short J.L., 1997, *Measuring emission rates of ammonia, methane and nitrous oxide from full-sized slurry and manure*, Presented at International Symposium "Ammonia and Odour

- Control from Production Facilities” Vinkeloord, The Netherlands 6-10 October, **1**, pg. 197-208;
12. Rom H.B. (1994) – *Evaluation of photoacoustic ammonia detection in livestock building*, International Conference on Agricultural Engineering, Milano, 29<sup>th</sup> August – 1<sup>st</sup> September 1994.
  13. Ryden J.C., Lockyer D.R., 1985, *Evaluation of a system of wind tunnel for field studies of ammonia loss from grassland through volatilization*, J. Sci. Food Agric., **36**, pg 781-788.
  14. Schulze P., Lammer P.S., Romer G., Boeker P., 1997, *Amount and limitation of ammonia emission from stored solid manure*, Presented at International Symposium “Ammonia and Odour Control from Production Facilities” Vinkeloord, The Netherlands 6-10 October, **1**, pg. 43-48.
  15. Sommer S.G., Christensen B.T., Nielsen N.E., Schjorring J.K. (1993) *Ammonia volatilization during storage of cattle and pig slurry: effect of surface cover*, Journal of Agricultural Science, **121**, 63-71.
  16. UN/ECE United Nation Economic Commission for Europe (1999) Protocol to the 1979 Convention on Long -Range Transboundary air Pollution to Abate Acidification, Eutrophication and Groun-Level Ozone. 15 Oct. 1999. UN/ECE/EB.AIR/1999/<http://www.unece.org/env/ltrap/protocol/99multi.htm>.
  17. UNECE (1999) - *Control techniques for preventing and abating emissions of ammonia*, Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, Working Group on Strategies, 31<sup>st</sup> Session, 26 August - 3 September 1999. UNECE (2000) UN/ECE Framework Advisory Code of Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia Emissions, Editors: Pain B., Menzi H.