

# **RIMOZIONE RAPIDA E FREQUENTE DELLE DEIEZIONI IN UN ALLEVAMENTO SUINICOLO: DUE SISTEMI A CONFRONTO**

*P. Navarotto*

Istituto di Zootecnica Veterinaria, Facoltà di Medicina Veterinaria dell'Università degli Studi di Milano - Via Celoria, 6 (MI)

T. 02-2369426 - F. 02-70602227 - E-mail:

*G. Bonazzi - L.Valli - C.Fabbri*

Centro Ricerche Produzioni Animali C.R.P.A. spa - Corso Garibaldi, 42 - 42100 (RE)

T. 0522-436999 - F. 435142 - E-mail: G.Bonazzi@crpa.it, L.Valli@crpa.it, C.Fabbri@crpa.it

## **SOMMARIO**

Nei ricoveri zootecnici si formano numerosi composti in forma gassosa che incidono sulle caratteristiche dell'aria interna e, diffondendosi all'esterno, rappresentano una forma di inquinamento per l'ambiente. Tra questi composti l'ammoniaca è il più studiato perché concorre a determinare l'offensività degli odori derivanti dalle attività zootecniche ed è ritenuta corresponsabile della formazione delle deposizioni acide.

Per questo motivo il CRPA da diversi anni è impegnato nello studio dei fattori di emissione e nella quantificazione delle emissioni caratteristiche delle nostre realtà zootecniche.

Nel presente lavoro viene illustrato l'impianto sperimentale adottato per confrontare due soluzioni impiantistiche atte a rimuovere rapidamente e frequentemente le deiezioni.

## **1. INTRODUZIONE**

L'impatto ambientale delle emissioni ammoniacali riveste aspetti preoccupanti specialmente nei paesi nordici, dove grande impegno viene profuso nella esecuzione di inventari delle emissioni e nella individuazione di tecniche atte a ridurle. Alla base degli inventari sta la determinazione per le varie specie zootecniche dei fattori di emissione, espressi in kg di N-NH<sub>3</sub> per capoe per anno. Si tratta di valori largamente dipendenti dalle tipologie di stabulazione, dalle modalità di stoccaggio e di spandimento, nonché da parametri climatici. Per l'Europa Centro-Settentrionale fattori di emissione medi per le diverse specie, definiti soprattutto da ricercatori olandesi, sono confluiti nell'Emission Inventory Guidebook del progetto CORINAIR e vengono utilizzati anche per i paesi mediterranei. Si tratta di un'operazione accettabile se si introducono fattori correttivi per tener conto delle differenze meteorologiche. Tuttavia, nella prospettiva di più corrette definizioni degli inventari delle emissioni, è necessario che per il nostro paese vengano individuati fattori di emissione specifici della nostra realtà.

In attesa che a livello nazionale venga riconosciuta, promossa e sostenuta un'attività di ricerca in questa direzione, la Regione Emilia Romagna ha finanziato, nell'ambito dei Programmi di integrati di ricerca e sviluppo in agricoltura, un progetto di ricerca contratto dal CRPA finalizzato a determinare i fattori di emissione in alcune significative tipologie di

stabulazione. Ciò allo scopo di comparare l'efficacia di diverse soluzioni tecniche che oggi vengono proposte per mantenere sgombri da deiezioni gli ambienti di allevamento, al fine di assicurare condizioni di maggiore salubrità agli animali.

La ricerca in atto interessa le diverse fasi di allevamento ma, in particolare, i settori di svezzamento dove un buon controllo ambientale è fattore decisivo per avere buoni risultati produttivi. Nel presente lavoro viene descritto l'impianto sperimentale allestito per la misura delle emissioni, proprio in un settore di svezzamento/magronaggio.

## 2. MATERIALI E METODI

In un vecchio edificio ristrutturato sono state realizzate due sale sperimentali, caratterizzate da due diversi sistemi di rimozione delle deiezioni: il primo è costituito da un pavimento totalmente fessurato dotato di un sottostante raschiatore, il secondo da un pavimento parzialmente fessurato al di sotto del quale è realizzato il sistema di allontanamento delle deiezioni denominato "vacuum system" (**figura 1**). Entrambi i sistemi consentono una completa e frequente rimozione delle deiezioni, che dovrebbe permettere il mantenimento di condizioni ambientali ottimali all'interno dei locali e il contenimento delle emissioni di ammoniaca e odori verso l'ambiente esterno.

Entrambe le sale sono state ristrutturate in modo da permettere il monitoraggio dei seguenti parametri: ventilazione, condizioni climatiche (temperatura e umidità relativa), quantità di deiezioni prodotte, consumo di acqua di abbeverata, consumi energetici legati al riscaldamento. Viene inoltre rilevata in continuo la concentrazione di ammoniaca nell'aria esausta e nell'aria di ricambio, mediante uno strumento di rilevazione on-line di tipo fotoacustico. La misurazione di portata d'aria e concentrazione di NH<sub>3</sub> permette il calcolo delle emissioni. Il controllo dei principali parametri zootecnici (incremento ponderale, mortalità e differenti interventi sanitari) consente un confronto completo delle due soluzioni esaminate.

Le due sale sperimentali, realizzate in un vecchio edificio ristrutturato, 10x3,8 m, sono divise in 5 box delle dimensioni di 3,25x2 m (6,5 m<sup>2</sup>), in grado di ospitare 15 capi circa, che vengono portati da 15-18 kg a 50 kg circa di peso finale.

Nella prima sala, di seguito denominata sala RA, è stata realizzata una pavimentazione totalmente fessurata con fossa sottostante con doppia pendenza del 6% verso una canalina centrale. Ciò allo scopo di permettere uno sgrondo continuo delle urine. Tutte le superfici della fossa e i tamponamenti interni dell'edificio sono rivestiti con piastrelle di ceramica, fino ad un'altezza di 1 m, in modo da migliorare l'efficacia di rimozione e da facilitare le operazioni di lavaggio a fine ciclo. Le deiezioni solide vengono asportate giornalmente con l'ausilio di un raschiatore trainato da due motori: uno per l'avanzamento ed uno per il ritorno in modo da eliminare il problema dell'allungamento delle corde e i rischi di rottura per eccessiva sollecitazione. Le deiezioni vengono così convogliate in una canalina posta in testa alla sala e da qui evacuate per caduta in un pozzetto esterno.

Nella seconda sala, di seguito denominata sala VS, realizzata con una pavimentazione parzialmente fessurata (31% della superficie complessiva), la fossa presenta una sezione ad imbuto della capacità complessiva di 4,5 m<sup>3</sup> (5,3% nelle tubazioni, 42,4% nella sezione a tramoggia e 52,4% nella sezione rettangolare), con 3 fori del diametro di 200 mm collegati da una tubazione interrata in PVC normalmente chiusa da un sifone. Al momento della rimozione delle deiezioni il sifone viene abbassato, e la depressione che si crea fa fluire il liquame verso il pozzetto di raccolta esterno. Anche in questo caso tutte le superfici della fossa e dei muri laterali sono piastrellate. Entrambi i pozzetti sono dotati di pompa di

sollevamento per lo svuotamento automatizzata con un interruttore di livello di massima e di minima. Il monitoraggio del liquame prodotto è garantito da un contaimpulsi che indica il numero di svuotamenti a volume costante intercorsi fra due controlli.

Il controllo della ventilazione viene eseguito in automatico da una centralina collegata ai sensori di temperatura interni alle sale, modulando la velocità di rotazione delle ventole di estrazione in continuo. Per ogni sala sono stati installati due ventilatori, che aspirano aria all'altezza di 2 m circa. La centralina controlla anche il tempo di funzionamento del riscaldamento.

I parametri ambientali (temperatura e umidità relativa interni ed ambientali), le ventilazioni (frequenza di rotazione delle ventole motore e degli anemometri, uno per ventola) e il tempo di funzionamento del riscaldamento vengono acquisiti, ogni 4 minuti circa, su un PC dedicato ed allacciato, tramite fibra ottica, alla centralina di controllo ambientale.

La concentrazione di ammoniaca e di biossido di carbonio dell'aria di ricambio (un punto di campionamento per sala) e dell'aria esausta (un punto di campionamento per ogni ventola di estrazione) di ogni sala viene monitorata periodicamente tramite uno strumento on-line di tipo fotoacustico. Il monitor utilizzato consente di misurare la concentrazione di qualunque gas in grado di assorbire luce a infrarossi. Il funzionamento dell'apparecchiatura prevede di aspirare l'aria dal punto di campionamento in una camera sigillata ermeticamente. Il campione di aria così raccolto viene attraversato da un fascio di luce modulata a infrarossi e filtrata attraverso uno specifico filtro ottico. Questo fascio di luce viene assorbito selettivamente dal gas monitorato, causando un incremento di temperatura dello stesso. La temperatura del gas aumenta e diminuisce a seconda dell'impulso della luce, e questo causa, nella cella chiusa, un aumento ed una diminuzione della pressione del gas (un segnale acustico). Due microfoni ad elevatissima sensibilità misurano questa onda di pressione che è direttamente proporzionale alla concentrazione del gas monitorato presente nella cella.

## 2. RISULTATI

In questo rapporto vengono riportati alcuni risultati del primo ciclo sperimentale.

*Condizioni ambientali monitorate:* nelle **figure 2 e 3**, vengono sintetizzati i parametri di temperatura e le ventilazioni delle due sale suddivise per singolo punto di estrazione. Nella **tabella 1** sono riportati i valori medi del periodo con i più importanti parametri statistici. Nella sala RA il sistema di controllo ha permesso di mantenere una temperatura interna di 23,3 °C (dev.st 1,3°C) con un rapporto di ventilazione di 37,4 m<sup>3</sup>/h.capo, ovvero 107,7 m<sup>3</sup>/h.100 kg pv, un tempo di funzionamento dell'impianto di riscaldamento di 115,6 h (8,2 % del tempo totale) con un consumo complessivo di 314 m<sup>3</sup> di metano. Allo stesso modo nella VS sono stati mantenuti 23,2 °C (dev.st 1,2°C) con un rapporto di ventilazione di 30,3 m<sup>3</sup>/h.capo, equivalenti a 116,6 m<sup>3</sup>/h.100 kg pv, un tempo di funzionamento del bruciatore di 163,6 h (11,6% del tempo) con un consumo di 444 m<sup>3</sup> di metano.

Le differenze di ventilazione e di consumo energetico sono da imputare principalmente al differente peso vivo medio presente nelle due sale.

Infine, i rapporti di velocità di rotazione fra le ventola motore e le ventola anemometriche sono risultati costanti al variare delle velocità e mediamente pari a 0,74 e 0,79 per i due torrini della sala RA e a 0,77 e 0,72 per i due torrini della sala VS.

*Performances animali:* il ciclo ha avuto inizio il giorno 21/02/97 con 68 suini del peso di 18,1 kg/capo (1230 kg complessivi) nella sala RA e con 60 suini del peso di 13,3 kg/capo

(800 kg complessivi) nella sala VS. Il giorno 7/4/97 è stato fatto un diradamento degli animali. Alla fine del ciclo di prova, 21/04/97, sono stati prodotti complessivamente 3316 kg di carne (49,5 kg/capo) nella sala RA e 2370 kg di carne (39,5 kg/capo) nella sala VS. Di conseguenza, l'incremento medio ponderale è risultato di 0,53 kg/capo.die nella sala RA e di 0,44 kg/capo.die nella sala VS. Questi risultati sono in linea con quelli che si riscontrano per questi ranges di peso. Per entrambe le sale sono state osservate condizioni di salute dei suini ottime e non è stato registrato alcun decesso.

*Quantità di deiezioni e consumo di acqua:* nella **tabella 2** vengono sintetizzate le produzioni di liquame, i consumi idrici e i parametri ambientali medi delle due sale. Complessivamente, nella sala RA sono stati prodotti 12,7 m<sup>3</sup> di liquame corrispondenti a 3,9 dm<sup>3</sup>/capo.die e al 11,1 % del peso vivo, nella sala VS, invece, sono stati prodotti 18,8 m<sup>3</sup> di liquame corrispondenti a 6,9 dm<sup>3</sup>/capo.die e al 19,4% del peso vivo. Analogamente, il consumo di acqua di abbeverata è stato di 4,2 dm<sup>3</sup>/capo.die (13,1% del peso vivo) nella sala RA e 6,4 dm<sup>3</sup>/capo.die (22,5% del peso vivo) nella sala VS. La differenza di produzione di liquame è dovuta principalmente all'elevato spreco di acqua misurato nella sala VS. Controlli e modifiche all'impianto di abbeverata saranno condotti nei prossimi cicli. Rispetto alla sala RA questa differenza è del 52% se rapportata al capo e del 71% se rapportata al peso vivo.

*Concentrazioni di gas inquinanti:* nella **tabella 3** vengono riassunti i valori medi, minimi e massimi di concentrazione dei gas monitorati. Da essi risulta evidente che le concentrazioni medie dell'aria esausta nel canale dei due ventilatori nella sala RA sono di 1,91-1,97 mg/m<sup>3</sup> (2,7-2,78 ppm), mentre nella sala con VS sono dell'ordine di 0,61-2,6 mg/m<sup>3</sup> (0,86-3,67 ppm). Nelle **figura 4** e **5** vengono riportati gli andamenti medi orari rilevati. Nella sala VS sono state riscontrate differenze elevate fra le concentrazioni misurate nei canali dei due ventilatori. Ciò è da imputare alla diversa portata dei due ventilatori, all'assenza dei suini in uno dei box in vicinanza del primo ventilatore e alla presenza di una finestratura sbilanciata che hanno determinato una corrente d'aria preferenziale e un gradiente di concentrazione verso il 2° ventilatore. Infine, la concentrazione ammoniacale al centro della sala VS, **figura 6**, e sotto al fessurato sono risultate rispettivamente pari a 2,02 e 1,89 mg/m<sup>3</sup> (2,85-2,67 ppm). La condizione limite è stata raggiunta con concentrazioni ammoniacali di 13,9 mg/m<sup>3</sup> (19,6 ppm).

Allo stesso modo le concentrazioni di CO<sub>2</sub> nell'aria estratta dai ventilatori sono risultate mediamente pari a 2,55-2,31 g/m<sup>3</sup> (1377-1247 ppm) per la sala RA e 0,87-3,1 g/m<sup>3</sup> (470-1670 ppm) per la sala VS. Le massime concentrazioni interne hanno raggiunto il valore di 1450 ppm.

### 3. CONCLUSIONI

I risultati conseguiti con questo primo ciclo di sperimentazione hanno evidenziato un buon funzionamento delle attrezzature e dei sistemi di controllo installati.

Le performances degli animali (0,44 kg/capo.die nella sala VS, e 0,53 kg/capo.die nella sala RA) rientrano nello standard tipico di questi ranges di pesi. I valori di produzione di liquame e di consumo di acqua di abbeverata risentono di qualche problema nella sala VS, ma complessivamente rientrano nella norma: 10-11% del peso vivo per la produzione di liquame e 4-5 dm<sup>3</sup>/capo.die per il consumo di acqua.

Le concentrazioni rilevate nelle due sala tanto nell'aria esausta quanto al centro della sala VS sono rimaste sempre al di sotto delle soglie di pericolo per la salute degli animali, indicate generalmente in 15-20 ppm.

Ulteriori e più complete analisi sulle emissioni inquinanti potranno essere dedotte dai futuri cicli sperimentali.

#### **4. BIBLIOGRAFIA**

Aarnik A., Keen A., Metz J., Speelman L., Versteegen A. (1995) - Ammonia emission patterns during the growing periods of pigs housed on partially slatted floors - Journal of Agricultural Engineering Research, 62, 105-116.

CORINAIR (1994) - Emission Inventory Guidebook. Volume 2 (Agriculture). European Environment Agency (EEA), Copenhagen, Denmark.

ECETOC (1994) - Ammonia emissions to air in Western Europe, Technical report n° 62, ISSN-0773-8072-62, Brussels, July 1994.

Hartung J., Phillips V. R. (1994) - Control of gaseous emissions for livestock buildings and manure stores. Journal of Agricultural Engineering Research, 57, 173-189.

Mannebeck H., Oldenburg J. (1990) - Comparison of the effects of different system on ammonia emissions. In: Odour and Ammonia Emissions from Livestock Farming. Atti del Seminario CEE, Silsoe (UK), 26-28 marzo.

Maton A. (1993) - Housing of animals, storage of manure and the environment - Conferenza Europea "Environment, Agriculture, Stock Farming in Europe, Mantova, 1993.

O'Neill D., Phillips V. (1992) - A review of the control of odour nuisance from livestock buildings: part3, properties of the odours substances which have been identified in livestock wastes or in the air around them - Journal of Agricultural Engineering Research, 53, 23-50.

UNECE (1996) - Report on abatement techniques to reduce ammonia emissions from agricultural livestock - Ministry of Housing, Spatial planning and Environment, Division of Agriculture, The Hague, (NL).

Voermans J. (1991) - Reduction of ammonia volatilization from animal houses - Workshop "Ammonia emission in Europe: emission factors and abatement cost" IIASA, Laxenburg (Austria), 4-6 febbraio.

#### **SUMMARY**

In animal housing facilities many noxious gas are generated, which affect inside air quality and are a source of air pollution. Among these compounds, ammonia has been the most investigated because contributes to the odour offensiveness from animal breeding activities and is considered responsible to acid deposition.

For these reasons, for several years, CRPA has been involved in research projects aimed to study emission patterns and to define emission factors typical of Italian animal production system. This work describes the experimental component used to compare two innovative systems, setup in an experimental pig house, suitable for a frequent and fast slurry removal, potentially able to reduce emissions.

The first results obtained during a weaning pig cycle show the good working of the breeding management and of the monitoring equipment. Pig performance didn't show relevant differences between the two systems and were inside the normal range for this weight category. Slurry production and water consumption were in the usual range of 10-11% of the body weight and 4-5 dm<sup>3</sup>/head per day, respectively, but they need to be further investigated.

Ammonia concentration in the exhaust and inside air were, on the average, for both experimental houses, largely lower than threshold values for animal welfare.

Fig. 1 - Sezione trasversale delle due salette sperimentali. Sono evidenziate le dimensioni delle fosse di raccolta liquame e le pendenze.



Fig. 2 - Temperature medie interne ed ambientali rilevate nel corso della sperimentazione

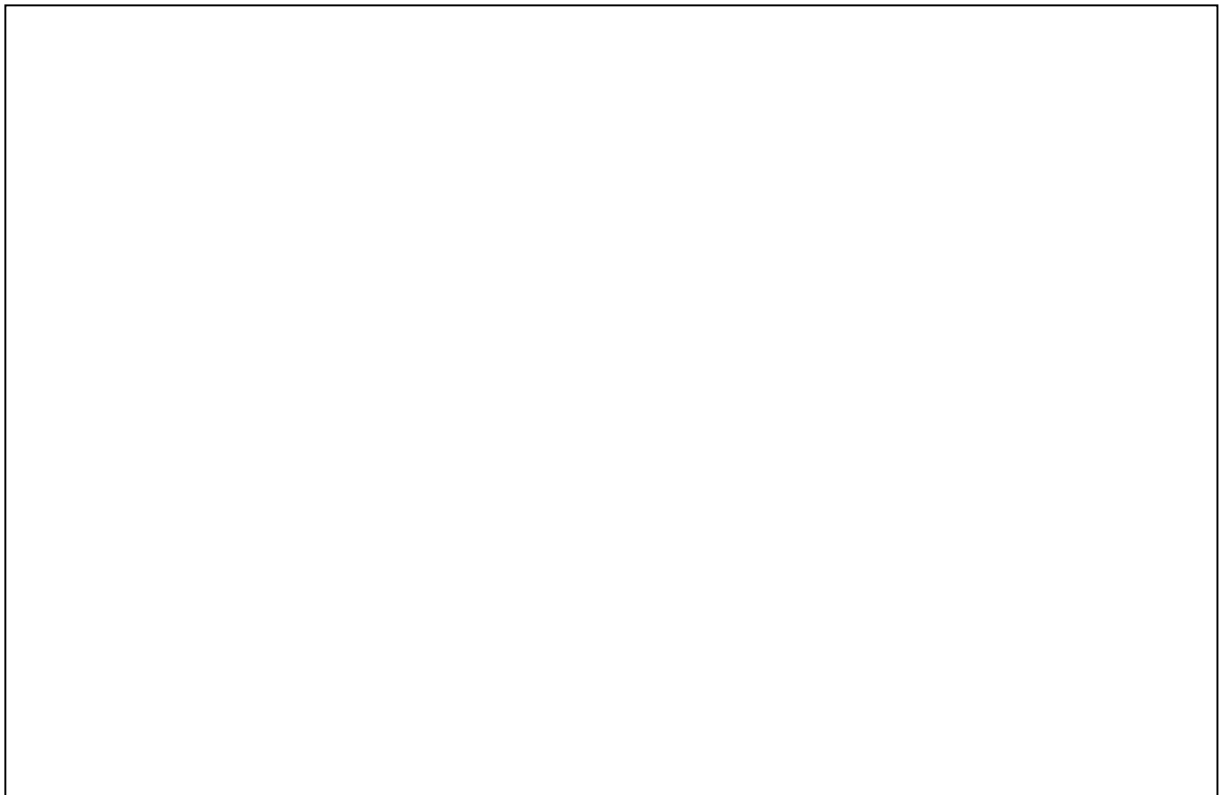




Fig. 3 - Correlazione fra temperatura ambiente e portata di ventilazione nelle due sale sperimentali.

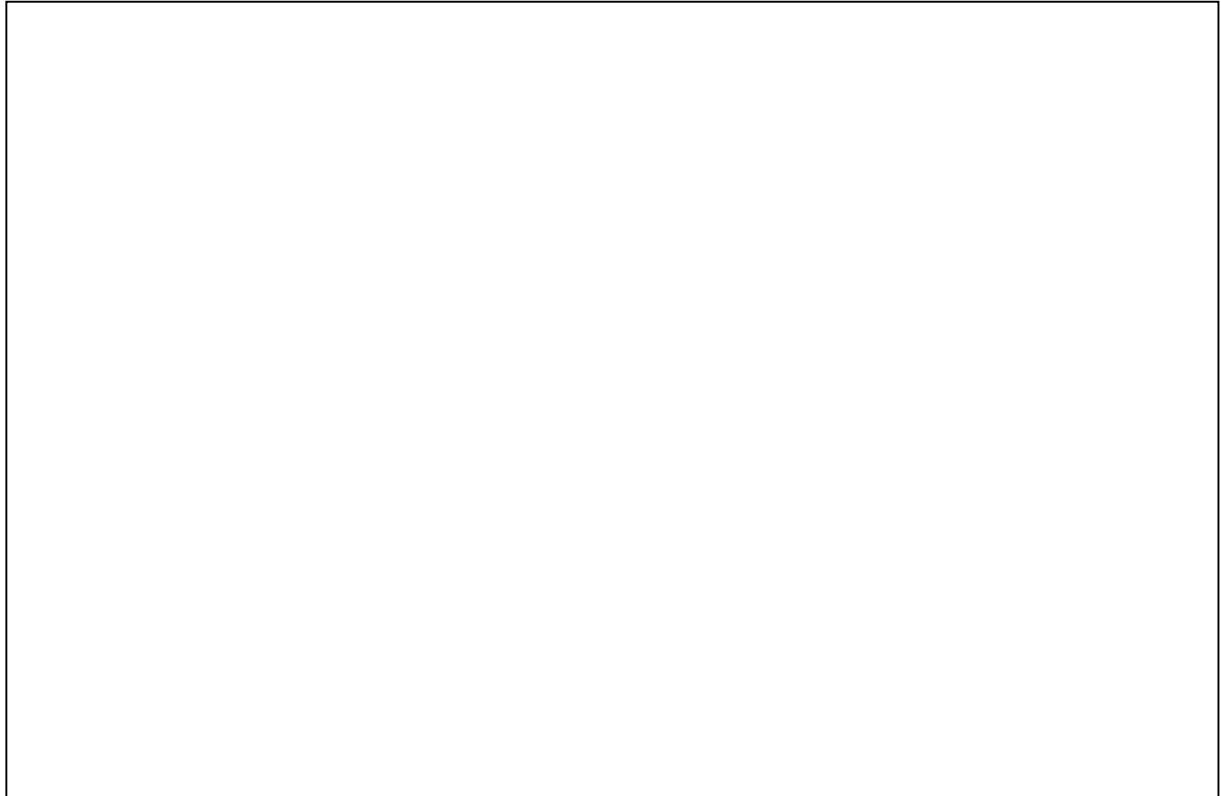


Fig. 4 - Andamento delle concentrazioni ammoniacali nel corso di 15 giorni di rilevamento

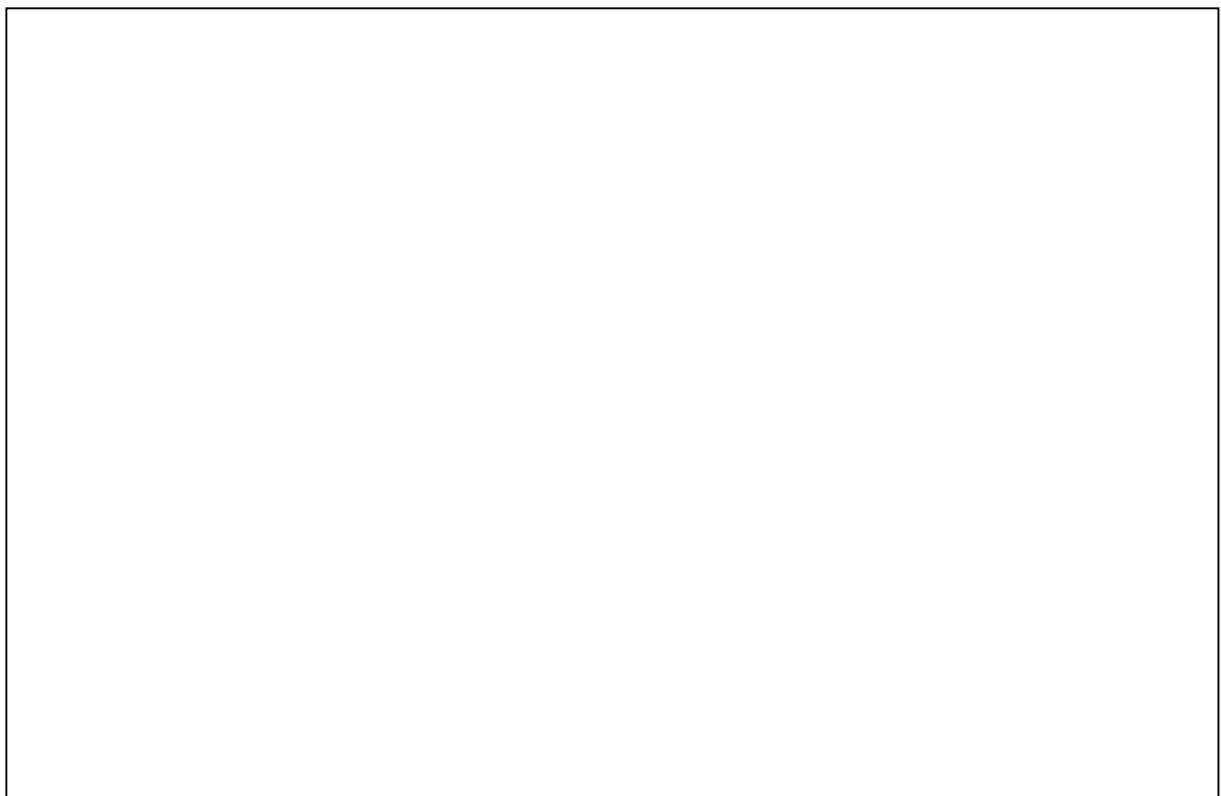


Fig. 5 - Andamento delle concentrazioni di biossido di carbonio nel corso di 15 giorni di rilevazioni.

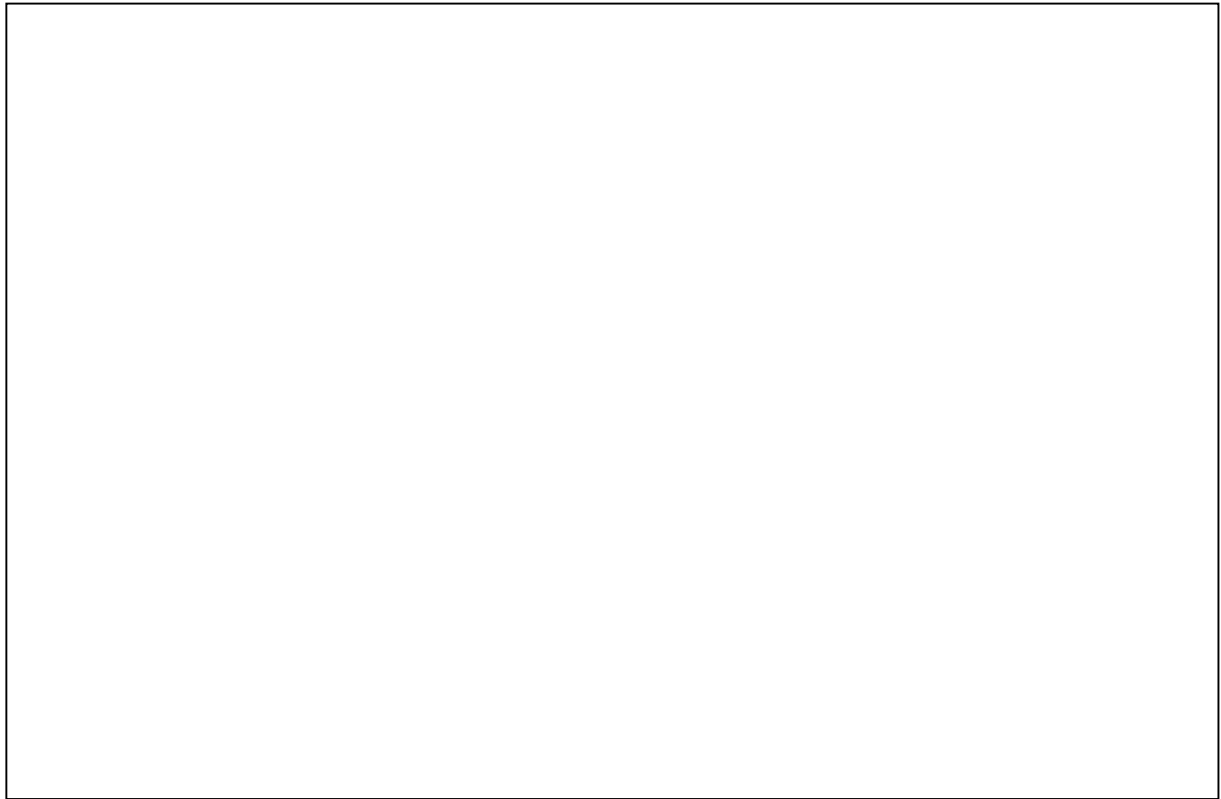
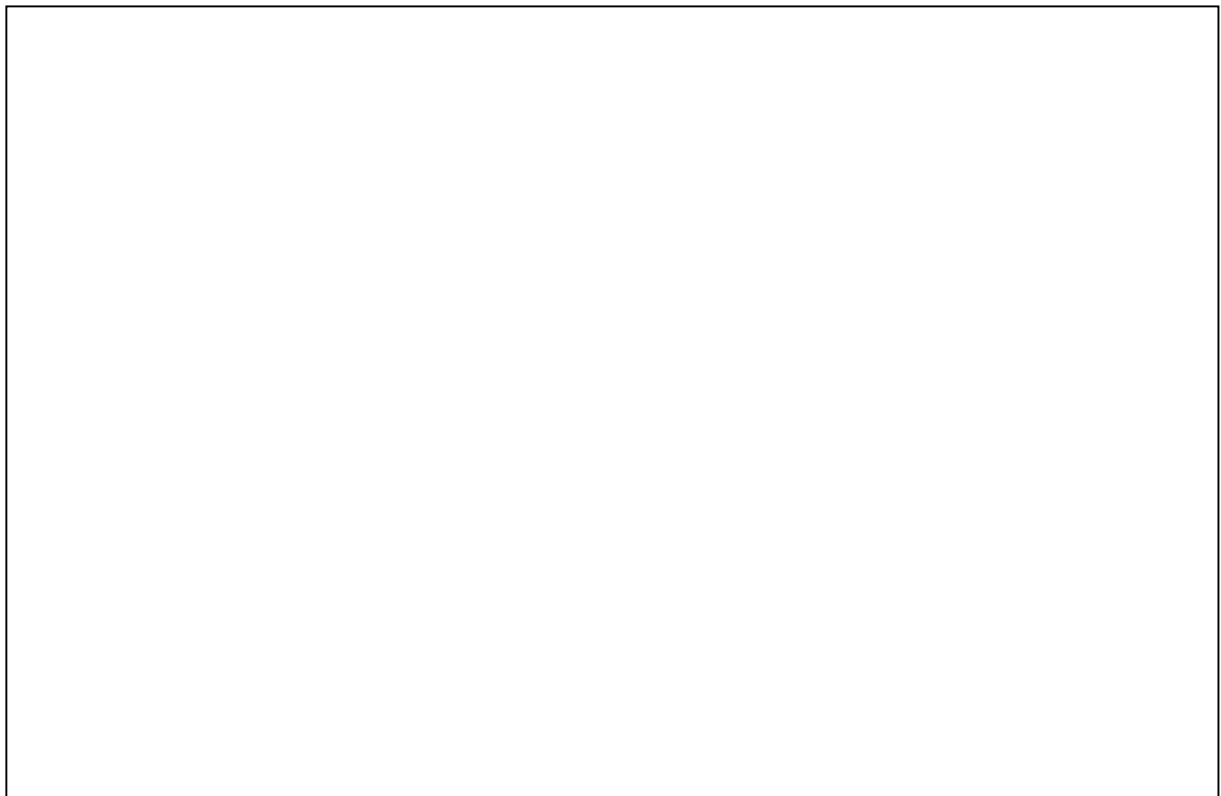


Fig. 6 - Andamento delle concentrazioni ammoniacali e di biossido di carbonio al centro della sala VS.



Tab. 1 - Principali parametri ambientali rilevati nel corso della sperimentazione.

Sala	Velocità di rotazione ventole				Portata di ventilazione			Temp interna [°C]	Diff. di temp int-amb [°C]	Riscalda mento [%]
	1° torrino		2° torrino		[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h.100kg pv]	[m <sup>3</sup> /h.capo]			
	trascinata [Hz]	motore [Hz]	trascinata [Hz]	motore [Hz]						
<b>Raschiatore</b>										
- media	249	334	202	256	2411	110	37,4	23,3	11,6	8,2
- minimo	146	153	107	52	1391	61	20,4	20,3	5,7	0,0
- massimo	457	631	415	573	4599	167	67,6	25,7	18,3	58,6
- dev.st	62	96	62	103	640	32	10,4	1,3	3,0	12,4
<b>Vacuum system</b>										
- media	228	298	769	223	1723	119	30,3	23,2	11,5	11,6
- minimo	126	83	534	118	1311	75	21,8	20,4	5,6	0,6
- massimo	376	520	852	376	1993	213	35,7	25,3	17,3	55,8
- dev.st	56	100	45	56	109	42	2,9	1,2	2,9	15,1

Tab.2 - Quantità di deiezioni prodotte e acqua di abbeverata utilizzata nel corso della sperimentazione

Sala	Produzione di liquame		Consumo di acqua		Rapporto acqua/liquame [%]	T int [°C]	T ambiente [°C]	Ventilazione [m <sup>3</sup> /h]
	[dm <sup>3</sup> /capo.die]	[% pv]	[dm <sup>3</sup> /capo.die]	[% pv]				
<b>Raschiatore</b>								
- media	3,9	11,1	4,2	13,1	115	23,3	11,7	2411
- minimo	1,6	5,7	2,6	5,4	48	20,3	7,2	1391
- massimo	7,5	14,2	6,2	20,5	173	25,7	18,5	4599
- dev.st	1,4	2,5	1,0	5,2	39	1,3	2,6	640
<b>Vacuum system</b>								
- media	6,9	19,4	6,4	22,7	91	23,2	11,7	1723
- minimo	1,5	7,3	2,7	6,3	58	20,4	7,2	1311
- massimo	10,8	24,5	9,8	31,3	116	25,3	18,5	1993

- dev.st	2,5	5,2	1,8	7,3	17	1,2	2,6	109
----------	-----	-----	-----	-----	----	-----	-----	-----

Tabella - Valori medi delle concentrazioni di NH3 e CO2 rilevate.

<i>Sala</i>	<i>Fondo</i>		<i>1° Ventilatore</i>		<i>2° Ventilatore</i>		<i>Ambiente interno</i>		<i>Sotto fessurato</i>	
	<i>NH3 mg/m<sup>3</sup></i>	<i>CO2 g/m<sup>3</sup></i>	<i>NH3 mg/m<sup>3</sup></i>	<i>CO2 g/m<sup>3</sup></i>	<i>NH3 mg/m<sup>3</sup></i>	<i>CO2 g/m<sup>3</sup></i>	<i>NH3 mg/m<sup>3</sup></i>	<i>CO2 g/m<sup>3</sup></i>	<i>NH3 mg/m<sup>3</sup></i>	<i>CO2 g/m<sup>3</sup></i>
<b>Raschiatore</b>										
- media	0,73	0,92	1,91	2,55	1,97	2,31	n.d	n.d	n.d	n.d
- minimo	0,13	0,69	0,58	1,07	0,50	1,25	n.d	n.d	n.d	n.d
- massimo	3,17	2,00	7,36	4,08	7,50	3,69	n.d	n.d	n.d	n.d
- dev.st	0,47	0,19	0,94	0,63	1,03	0,38	n.d	n.d	n.d	n.d
<b>Vacuum system</b>										
- media	0,88	1,15	0,61	0,87	2,6	3,09	2,02	2,69	1,89	2,17
- minimo	0,27	0,78	0,22	0,69	0,74	1,42	0,64	1,42	0,6	1,07
- massimo	2,68	2,29	1,78	1,51	34,7	4,43	13,9	4,48	16,9	4,01
- dev.st	0,44	0,23	0,3	0,14	3,3	0,58	1,43	0,58	1,62	0,61