



*Ministero delle politiche agricole
alimentari e forestali*

DIPARTIMENTO DELLE POLITICHE EUROPEE E INTERNAZIONALI E DELLO SVILUPPO RURALE
DISR III

Linee guida per la riduzione delle emissioni in atmosfera provenienti dalle attività agricole e zootecniche, secondo quanto previsto dall'Art.5, comma 1, lettera b dell'Accordo di programma per l'adozione coordinata e congiunta di misure di risanamento della qualità dell'aria nel Bacino Padano del 19 dicembre 2013

Sommario

Premessa.....	4
1 Norme di riferimento.....	5
2 Misure per la riduzione delle emissioni di ammoniaca	6
2.1 La gestione dell'azoto nel ciclo biogeochimico	7
2.1.1 Valutazione delle emissioni di sostanze azotate	8
2.2 Strategie di alimentazione animale.....	9
2.2.1 Ottimizzazione dell'impiego delle risorse alimentari aziendali.....	10
2.2.2 Alimentazione calibrata in funzione dell'età e delle fasi fisiologiche e/o produttive dei capi	10
2.2.3 Alimentazione a basso contenuto proteico, con o senza l'aggiunta di aminoacidi di sintesi e proteine di <i>bypass</i> ruminale.....	11
2.2.4 Incremento dei polisaccaridi non amidacei degli alimenti	12
2.2.5 Impiego di acidi organici e sali minerali	12
2.3 Interventi strutturali	13
2.3.1 Ricoveri	13
2.3.2 Impianti di stoccaggio e trattamento degli effluenti	16
2.4 Tecniche di distribuzione degli effluenti	19
2.5 Fertilizzazione minerale	22
3 Ulteriori misure per migliorare la qualità dell'aria.....	24
3.1 Misure equivalenti	24
3.2 Misure complementari.....	24
3.3 Ulteriori misure correlate alla qualità dell'aria contenute nella vigente normativa ambientale	24
4 Valutazione dell'efficacia di alcune misure di riduzione dell'inquinamento atmosferico nel settore agricoltura.....	25
4.1 Il Modello di calcolo dell'impatto su acque e aria di misure volte alla riduzione delle emissioni di ammoniaca e della percolazione dei nitrati – “NitroFlussi”	25
4.1.1 Descrizione del Modello.....	25
5 Modalità di attuazione delle linee guida.....	27
5.1 La qualità dell'aria nelle misure di Sviluppo Rurale per il periodo di programmazione 2014-2020	27

5.2 Percorsi di formazione ed informazione professionale	27
Allegato 1. Lista non esaustiva di misure di contenimento delle escrezioni e delle emissioni di azoto e conseguente mitigazione in agricoltura delle emissioni di ammoniaca.....	29
Allegato 2 – tabelle riassuntive di alcune delle migliori tecniche BAT	33
Allegato 3 – Modello per l’Autovalutazione Aziendale del Rischio Emissivo (MAARE).....	40
Esempio riferito agli allevamenti di vacche da latte.....	40
Elenco degli acronimi.....	47
Bibliografia.....	47

Coordinatore del Gruppo di Lavoro: Maria Vittoria Briscolini

Componenti del Gruppo di Lavoro:

Anna BENEDETTI, Leila Maria MORELLI, Daniela QUARATO (CREA-RPS), Luca BUTTAZZONI, Riccardo ALEANDRI (CRA-PCM), Giacinto della Casa (CREA-SUI), Fabio ROMEO, Lorianna ANNUNZIATA, Germana GUGLIOTTA, Giulia MAGNAVITA (Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare), Riccardo DE LAURETIS (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), Matteo BALBONI, Andrea GIAPPONESI (Regione Emilia Romagna), Roberta BAUDINO (Regione Piemonte), Luca ZUCCHELLI, Gabriele BOCCASILE (Regione Lombardia), Roberto SALVO’ (Regione Veneto),

Premessa

L'articolo 5 comma 1, lettere a) e b) dell'Accordo di programma per l'adozione coordinata e congiunta di misure di risanamento della qualità dell'aria nel Bacino Padano del 19 dicembre 2013 prevedono l'istituzione di un gruppo di lavoro e l'elaborazione di apposite linee guida, contenenti misure per la riduzione delle emissioni in atmosfera delle attività agricole e zootecniche, anche con riferimento all'individuazione di interventi strutturali su ricoveri ed impianti di raccolta e di smaltimento dei reflui, nonché alla regolamentazione delle pratiche di spandimento dei reflui e dei concimi azotati. Il medesimo articolo, inoltre, prevede l'individuazione delle possibili modalità per l'attuazione delle linee guida.

Ai sensi dell'articolo 7, comma 1, lettera e) dell'Accordo citato, le Regioni si sono impegnate ad integrare i propri Piani di qualità dell'aria con misure di attuazione delle linee guida previste all'articolo 5, comma 1, lettera a), modulate anche sulla base delle risorse disponibili, entro sei mesi dall'elaborazione delle stesse.

Con le presenti linee guida, quindi, in attuazione di quanto stipulato con l'Accordo di programma sottoscritto il 19 dicembre 2013 sono individuate alcune misure funzionali alla riduzione delle emissioni in atmosfera derivanti da attività agricole e zootecniche, nonché le modalità per l'attuazione delle stesse, nell'ambito dei Piani regionali di qualità dell'aria. Nell'ambito dell'analisi sono presi anche in considerazione i potenziali effetti sinergici, o contrastanti, rispetto al perseguimento degli obiettivi climatici valutando, in particolare, anche le possibili emissioni o riduzioni di metano e protossido di azoto conseguenti all'attuazione di una determinata tecnica di abbattimento delle emissioni di ammoniaca. Inoltre, per tenere conto di tutte le interazioni tra le misure adottate nell'ambito del ciclo dell'azoto e dei relativi impatti sull'atmosfera, sull'idrosfera e sulla geosfera, le presenti Linee Guida devono essere attuate nel rispetto della vigente normativa ambientale, come ad esempio la Direttiva Nitrati ed i Piani di attuazione ad essa correlati.

Le presenti Linee Guida si applicano alle zone del Bacino Padano, vale a dire, secondo quanto disposto dall'articolo 1, comma 5 dell'Accordo di programma citato, al territorio appartenente alle Regioni ed alle Province autonome parti dell'Accordo medesimo.

Lo **scopo** delle linee guida è fornire indicazioni tecniche che consentano alle Amministrazioni firmatarie dell'Accordo, di attuare interventi sinergici e coordinati a livello interregionale per ridurre le emissioni in atmosfera provenienti dalle attività agricole e zootecniche, senza venir meno non solo al rispetto della normativa ambientale, come sopra accennato, ma anche delle normative di settore quali salute e benessere degli animale, igiene, condizionalità e la sicurezza nei luoghi di lavoro.

Le Linee guida non costituiscono uno strumento precettivo e vincolante, ma hanno valore ricognitivo, analitico e di indirizzo per le Amministrazioni di riferimento, nella valutazione delle più efficaci soluzioni di riduzione delle emissioni, considerato il rapporto tra i benefici attesi dall'adozione della misura e gli oneri amministrativi ed economici conseguenti.

Inoltre il presente documento, essendo un documento di "indirizzo", interessa sia gli allevamenti le cui specie animali e le cui consistenze rientrano nell'ambito di applicazione della procedura AIA (Autorizzazione Integrata Ambientale) o delle autorizzazioni generali alle emissioni, ma anche quelli che non vi rientrano. Sarà compito delle Regioni, se del caso, specificare l'ambito di applicazione delle Linee Guida, individuando esplicitamente i soggetti interessati.

1 Norme di riferimento

Il **contesto** in cui le presenti Linee Guida sono state elaborate, fa riferimento a documenti normativi di livello internazionale, comunitario e nazionale elencati di seguito:

- ✓ Protocollo alla Convenzione del 1979 sull'inquinamento transfrontaliero a lungo raggio per la riduzione dell'acidificazione, dell'eutrofizzazione e dell'ozono troposferico. L'allegato IX riporta le misure per il controllo delle emissioni di ammoniaca dalle fonti agricole (ECE/EB.AIR/114, UNECE 2012);
- ✓ Documento guida per la prevenzione e la riduzione delle emissioni di ammoniaca da fonti agricole, (UN ECE/EB.AIR/120, 2014 *Guidance document on preventing and abating ammonia emissions from agricultural sources*. Economic Commission for Europe – Executive Body for the Convention on Long – range Transboundary Air Pollution);
- ✓ Codice quadro di buona pratica agricola per la riduzione dell'ammoniaca (UNECE, dicembre 2014);
- ✓ Migliori tecniche disponibili per gli allevamenti intensivi di suini ed avicoli (Draft BAT (*Best Available Techniques*) conclusions, Siviglia 2014);
- ✓ Direttiva 2001/81/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2001 relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici, recepita con il Decreto Legislativo 171/2004;
- ✓ Direttiva 2010/75/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 24 novembre 2010 relativa alle emissioni industriali (prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento), recepita con il Decreto Legislativo 46/2014;
- ✓ Direttiva 91/676/CEE (Direttiva Nitrati), recepita dal Decreto Legislativo dell'11 maggio 1999 e, successivamente, dal Decreto Ministeriale del 7 aprile 2006;
- ✓ Proposta di direttiva del Parlamento e del Consiglio europeo concernente la riduzione delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosferici e che modifica la Direttiva 2003/35/CE (COM (2013) 920);
- ✓ Direttiva 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, recepita dal Decreto Legislativo n.155/2010 come modificato dal D.Lgs 250 del 24 dicembre 2012;
- ✓ Regolamento n.1305 del Parlamento europeo e del Consiglio del 17 dicembre 2013 sul sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (FEASR) e che abroga il Regolamento (CE) n. 1698/2005 del Consiglio;
- ✓ Decreto legislativo 152/2006 e s.m.i. Norme in materia ambientale;
- ✓ Codice di buona pratica agricola (CBPA) per le protezioni delle acque dai nitrati. (Decreto Mipaaf del 19 aprile 1999, G.U. n.102 del 4/05/1999 S.O. n. 86)
- ✓ Accordo di programma per l'adozione coordinata e congiunta di misure di risanamento della qualità dell'aria nel Bacino Padano del 19 dicembre 2013¹.

Le misure, i sistemi ed i modelli presi in considerazione concorrono principalmente alla riduzione delle emissioni di ammoniaca, (nel paragrafo successivo se ne esporrà il motivo), senza però perdere di vista, come già accennato, i potenziali effetti sinergici, o contrastanti, con il perseguimento degli obiettivi climatici.

¹ Di seguito Accordo Bacino Padano o più semplicemente Accordo.

2 Misure per la riduzione delle emissioni di ammoniaca

Le caratteristiche orografiche e climatiche che caratterizzano la Pianura Padana ed il tipo di attività economiche che vi si conducono, comprese quelle agro-zootecniche, rendono quest'area geografica particolarmente esposta al rischio di superare i valori limite di PM₁₀ imposti dalla normativa vigente in ambito europeo e nazionale. In tale contesto, il comparto agro-zootecnico non si attesta quale principale responsabile delle emissioni del PM₁₀ primario, cioè delle polveri sottili generate dai processi di combustione, ma contribuisce alla formazione del particolato secondario che deriva, ad esempio, dall'ossidazione degli idrocarburi e ricombinazione dei composti a base di zolfo ed azoto, prodotti anche dal trasporto stradale, dalle industrie, comprese quelle energetiche e dalle combustioni civili. L'incrementata consapevolezza dei diversi portatori di interesse, dall'imprenditore agricolo al legislatore, del contributo del settore agricolo alle emissioni di ammoniaca, oltre che degli ossidi di azoto e dei gas ad effetto serra come il metano, ha fatto sì che l'interesse riguardo alla riduzione di tali emissioni sia diventato sempre più insistente, allo scopo di migliorare la qualità dell'aria, ma anche di aumentare l'efficienza d'uso delle risorse naturali nei processi produttivi e di migliorare la sostenibilità economica delle aziende. A tal fine, considerate le valenze sociali del miglioramento sia della qualità dell'aria che della redditività delle imprese, queste ultime dovrebbero essere supportate dall'intervento pubblico nell'affrontare i costi legati all'implementazione delle nuove tecniche. Secondo gli scenari emissivi degli ultimi decenni, il settore agricolo è responsabile del 96% circa delle emissioni nazionali di ammoniaca, stimate in circa 385.700 tonnellate per l'anno 2013 (*Informative Inventory Report*, ISPRA 2015). Pertanto le presenti Linee Guida vertono prioritariamente sulle misure di abbattimento delle emissioni di tale composto provenienti sia dalle coltivazioni che dagli allevamenti. La quantificazione esatta delle emissioni in atmosfera delle sostanze azotate non è proponibile a livello di azienda agricola in quanto si tratta di emissioni di tipo diffuso con punti di emissione diversi (animali, ricoveri, stocaggi, campo). Per tale ragione è importante disporre di sistemi che consentano valutazioni di tipo indiretto, più o meno complesse a seconda della necessità o meno di avere dati quantitativi. In tale contesto è quindi utile tener presente che in riferimento agli allevamenti, le strategie per ridurre le emissioni possono essere suddivise in due principali linee d'intervento, definibili come azioni di riduzione "a monte", che riducono i volumi di escreto per unità di prodotto finito e azioni di contenimento "a valle", volte a contenere le emissioni dall'escreto una volta prodotto. Tali strategie possono essere suddivise nelle cinque fasi di gestione dell'allevamento:

Tabella 1: Linee d'intervento e fasi gestionali per ridurre le emissioni di NH₃ negli allevamenti.

Azioni di riduzione "a monte"	Gestione zootecnica
	Alimentazione
Azioni di riduzione "a valle"	Ricoveri
	Stoccaggio dei reflui
	Distribuzione dei reflui

Nell'allegato 1, in tabella, è riportata una lista non esaustiva delle tecniche di mitigazione delle emissioni agricole di ammoniaca e delle misure di valorizzazione della risorsa azoto per le varie fasi di allevamento e/o fertilizzazione. Per quanto riguarda i suini e il pollame, maggiori informazioni e dettagli riguardanti le tecniche (singole o in combinazione) applicabili agli allevamenti che superano le soglie per l'Autorizzazione Integrata Ambientale, insieme a valutazioni sull'efficacia e sui costi, possono essere reperite nella documentazione relativa all'individuazione delle migliori tecniche disponibili (BRef – *Bat Reference document* per gli allevamenti), che è ora nelle fasi finali del percorso di revisione, come meglio dettagliato nel seguito; a livello esemplificativo vengono riportati in allegato 2 alcuni dati basati sulla versione originale del BRef. Dove possibile, per affrontare il tema della qualità dell'aria in coerenza e sinergia con il tema dei cambiamenti climatici, si sono fornite indicazioni anche per i due principali gas serra emessi dagli allevamenti e dalle coltivazioni, quali il metano ed il protossido di azoto.

2.1 La gestione dell'azoto nel ciclo biogeochimico

La gestione dell'azoto può essere definita come “*un set coerente di attività relative alla manipolazione ed alla distribuzione dell'azoto nell'azienda per raggiungere obiettivi agronomici ed ecologico/ambientali*” (O. Oenema and Pietrzak, 2002), dove per obiettivi agronomici s'intende la qualità e la resa delle colture e la performance degli animali, mentre per obiettivi ambientali ed ecologici ci si riferisce alla riduzione delle perdite di azoto dalle attività agricole.

Questa misura, di fondamentale importanza per il rendimento economico di un'impresa agricola e la tutela ambientale, tiene conto del principio che le emissioni decrescono quando:

- ✓ tutte le fonti di azoto sono considerate nella prospettiva dell'intera azienda e dell'intero ciclo biogeochimico;
- ✓ tutte le fonti di azoto sono stoccate e gestite correttamente;
- ✓ gli apporti azotati sono effettuati con tecniche e quantità adeguate ai fabbisogni nutritivi delle colture e degli animali, modulate nel tempo in funzione delle loro fasi di accrescimento, tenendo conto dell'ambiente geoclimatico e delle caratteristiche dei prodotti che si intendono ottenere;
- ✓ tutte le possibili perdite di azoto sono considerate complessivamente all'interno di un bilancio dell'elemento nel sistema suolo-pianta-animale-ambiente;

La gestione dell'azoto, che costituisce la “pietra miliare” delle pratiche agricole aziendali, prevede delle attività che vanno condotte annualmente e che sono riassumibili in:

- ✓ analisi dell'azoto disponibile e dei fabbisogni azotati per piante ed animali;
- ✓ processi di decisione inerenti, ad esempio, le migliori opzioni per il raggiungimento degli obiettivi agronomici ed ambientali;
- ✓ pianificazione delle operazioni;
- ✓ attuazione delle azioni prestabilite;
- ✓ azioni di monitoraggio e controllo;
- ✓ verifica e controllo (valutazione) del raggiungimento degli obiettivi prefissati ricorrendo al bilancio dell'azoto (input-output), come indicatore dell'efficienza d'uso dell'azoto. In linea di massima, è opportuno stimare il bilancio dell'azoto per almeno cinque anni per poter avere un riscontro sicuro sull'efficacia della gestione dell'elemento in un determinato contesto aziendale.

Il bilancio condotto a livello aziendale è il punto di partenza per delineare ogni strategia integrata che miri a diminuire il surplus di azoto, di incrementarne l'efficienza d'uso e, di conseguenza, di abbattere le emissioni di NH_3 . Poiché il surplus di azoto è un indicatore della pressione esercitata sull'ambiente e l'efficienza nutritiva dell'azoto (kg di prodotto per kg di azoto impiegato) è un indicatore dell'efficienza d'uso delle risorse, una corretta stima degli input e degli output è alla base di una gestione sostenibile dell'elemento in questione. Questi indicatori (bilancio ed efficienza) sono strettamente dipendenti dal sistema aziendale e dal livello di gestione aziendale e in tale contesto devono essere valutati. E' noto che un corretto bilancio dell'azoto associato a pratiche agricole idonee porta a minimizzare le perdite per lisciviazione, erosione, volatilizzazione e denitrificazione. A tal proposito si rammenta che molte informazioni rispetto a questo punto sono riportate nel “Codice di buona pratica agricola per le protezioni delle acque dai nitrati” emanato dal Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali (Decreto ministeriale del 19 aprile 1999, G.U. n.102 del 4/05/1999 S.O. n. 86) di obbligatoria applicazione solo nelle zone vulnerabili ai nitrati. Una particolare attenzione deve essere dedicata alla conoscenza delle caratteristiche delle fonti azotate a disposizione dell'azienda in modo tale da essere utilizzate secondo procedure sostenibili, che consentano di ottimizzarne l'efficacia e di ridurre al minimo l'impatto ambientale. In questo contesto deve essere sottolineato che l'apporto incontrollato di effluenti zootecnici ai suoli agrari può anche andare ad impattare sulla fertilità fisica del suolo promuovendo processi di tipo anaerobico e conseguente aumento dei processi di denitrificazione dell'azoto. Ai fini di

un'ottimale conduzione aziendale, sarebbe utile individuare il/i settore/i agro-zootecnico/i in cui è prioritario intervenire, la fase delle attività agro-zootecnica ed il periodo dell'anno più idoneo per attuare le azioni volte ad una migliore gestione dell'azoto.

In tale contesto, un utile strumento per migliorare la gestione dell'azoto ed ottimizzarne l'uso, può essere individuato nei Programmi Operativi Aziendali (POAs) o nei Piani di Utilizzazione Agronomica (PUAs) e nei sistemi di autovalutazione della gestione aziendale per gli aspetti zootecnici, alimentari e di stoccaggio ed utilizzazione delle deiezioni. Tali strumenti non devono avere lo scopo di stimare la quantità puntuale delle emissioni associate agli allevamenti, ma quello di mettere in luce i punti critici nella gestione dell'attività al fine di individuare le misure che consentano di migliorarla. A questo proposito in Allegato 3 è riportato un esempio di modello di autovalutazione sviluppato dalla Regione del Veneto relativo ad un allevamento di vacche da latte. Per una corretta interpretazione e utilizzazione dei risultati di un sistema di bilancio dell'azoto si deve tener conto dei seguenti aspetti:

- ✓ il sistema aziendale in uso;
- ✓ l'andamento climatico della zona;
- ✓ gli investimenti associati alla formazione degli operatori del settore ed alle relative azioni di consulenza aziendale;
- ✓ gli investimenti associati alla promozione e allo start-up delle azioni;
- ✓ le caratteristiche del suolo e le analisi della disponibilità dell'azoto nel suolo, le caratteristiche degli alimenti zootecnici e degli effluenti e delle fonti azotate di origine non zootecnica;
- ✓ gli eventuali minori costi di gestione associati ad una più razionale utilizzazione dei fertilizzanti;
- ✓ gli investimenti associati all'utilizzo delle tecniche migliorative;
- ✓ gli eventuali guadagni associati all'incremento della quantità e qualità dei prodotti.

Con questi elementi è possibile interpretare il budget associato alla gestione dell'azoto che, fornendo indicazioni relative al costo dell'elemento per la produzione di cibo, alle perdite di azoto associate alla produzione di cibo ed alle possibili opzioni per poterne incrementare l'efficienza d'uso, consentirebbe di comparare i costi/benefici delle azioni di miglioramento della gestione dell'elemento a diversi livelli territoriali (regionale, nazionale, comunitario) qualora venisse espresso in Kg/(anno*ha).

E' dunque necessario diffondere quanto più possibile, ad esempio con corsi di formazione e consulenza aziendale, il bilancio dell'azoto come metodo di regolazione e monitoraggio in quanto può essere utilizzato per lo scambio e la comparazione delle informazioni/dati inerenti le performance delle aziende agricole. (Si veda il capitolo 5.2 Percorsi di formazione ed informazione professionale)

2.1.1 Valutazione delle emissioni di sostanze azotate

Un approccio per la valutazione delle emissioni derivanti da un allevamento consiste nello sviluppo di un sistema di bilancio dell'azoto, che considera il bilancio dei nutrienti secondo il sistema "*Farm Gate Balance*". Con questo approccio si misurano tutti gli apporti di azoto introdotti in azienda (fertilizzanti chimici e organici, mangimi, animali acquistati ecc.) e si quantificano le uscite dall'azienda sotto forma di prodotti animali e vegetali, inclusi i reflui zootecnici ed i sottoprodotti. L'unità di misura più opportuna da utilizzare sono i kg di azoto per ettaro di superficie disponibile per l'utilizzazione agronomica (aziendale + concessione) e per anno. La differenza tra apporti ed asporti è una stima della quantità di azoto in surplus che contiene, ovviamente, la quantità dell'elemento persa sotto forma di prodotti volatili e di altre possibili perdite (percolazione, scorrimento ecc.). Per questo motivo il bilancio dell'azoto deve essere integrato con i sistemi di autovalutazione citati nel precedente paragrafo, che consentono di mettere in evidenza le cause

dell'eventuale bassa efficienza all'interno dell'azienda, legate sia alle coltivazioni dei vegetali che alla gestione degli animali e dei reflui.

In tal modo l'imprenditore può avere maggiori opportunità di scelta sulla migliore strategia da adottare per massimizzare il suo reddito e ridurre contestualmente le emissioni.

Inoltre, nell'ambito di alcune procedure autorizzative di tipo ambientale, che non sempre prevedono la possibilità di una valutazione specifica della realtà aziendale con il bilancio dell'azoto, sono state sviluppate diverse metodologie di stima delle emissioni e fornite diverse indicazioni con modalità semplificate. Per i settori suinicolo e avicolo, possono essere utilizzate le indicazioni contenute nei BRef formulati per l'applicazione della Direttiva IPPC (*Integrated Pollution Prevention and Control*), applicata nel rilascio delle Autorizzazioni Integrate Ambientali, per la valutazione delle emissioni degli allevamenti in base alle tecniche adottate nelle varie fasi di allevamento (ricovero, stoccaggio dei reflui, eventuale trattamento e distribuzione dei reflui). La stima dell'emissione associata alle tecniche utilizzate avviene per ogni fase, considerando l'eventuale riduzione rispetto alle emissioni associate a una "tecnica zero" (apparentemente analoga a quella che era la "tecnica di riferimento", cioè una tecnica che non vede l'utilizzo delle BAT. Tale "tecnica zero" viene considerata ancora applicabile solo per i ricoveri esistenti se associata a una addizionale misura di mitigazione - es. nutrizionale). E' BAT la stima calcolo delle riduzioni delle emissioni di ammoniaca dall'intero processo produttivo, ottenute utilizzando le BAT nelle singole fasi.

Al fine di stimare le emissioni in azienda e conseguentemente completare la modulistica necessaria per l'ottenimento dell'Autorizzazione, sono stati predisposti dei modelli semplificati di stima degli impatti attraverso fattori di emissione, ad esempio per l'Emilia-Romagna, il NET-IPPC, il software ERICA per la Lombardia e per il Veneto la procedura regionale per la quantificazione di azoto e fosforo negli allevamenti. L'applicabilità dei suddetti modelli su tutto il Bacino Padano non dovrebbe presentare notevoli difficoltà, ma andrebbe comunque indagata per adattarla, se necessario, ai territori delle singole Regioni. In questo contesto, si ricorda che lo sviluppo di modelli integrati di valutazione delle emissioni e delle prestazioni dell'allevamento sono stati oggetto anche di una proposta di progetto *Life*, attualmente in fase di ripresentazione.

Si richiama l'attenzione su un altro approccio applicato agli allevamenti soggetti ad autorizzazione di carattere generale. Tale autorizzazione riguarda le emissioni, sia convogliate che diffuse, che si possono originare da allevamenti effettuati in ambienti confinati il cui numero di capi potenzialmente presenti è compreso nell'intervallo indicato all'art. 272, comma 2, Parte Quinta del D.Lgs 152/2006 e s.m.i. (Allegato IV, Parte II, lettera nn). In questi casi la norma non prevede una istruttoria caso per caso sull'allevamento con la stima delle emissioni, ma sono individuati requisiti e criteri minimi da adottare a cui occorre aderire per conseguire l'autorizzazione in via generale, basati su una stima degli assetti tecnici necessari in via generale per una determinata categoria di aziende per conseguire un livello di emissione accettabile.

2.2 Strategie di alimentazione animale

Ottimizzare la nutrizione azotata degli animali consente di ridurre l'escrezione di azoto e, di conseguenza, le emissioni di ammoniaca dai ricoveri, dagli stoccaggi e durante la distribuzione degli effluenti. La strategia alimentare deve essere ideata in modo da non penalizzare, ma anzi migliorare, la produttività degli animali, il loro benessere ed il loro stato di salute. Dunque il contenuto proteico delle diete, oltre a soddisfare i fabbisogni dell'animale in termini di mantenimento del peso corporeo e dello stato di salute, deve tener conto delle caratteristiche che il mercato richiede per lo specifico tipo di prodotto che si ottiene dall'animale. Ne deriva che il primo elemento per valutare l'efficacia di una strategia alimentare deve essere l'efficienza di conversione degli alimenti in prodotti (carne, latte, uova), mediante il rilievo dei principali indicatori produttivi, in particolare l'efficienza di trasformazione dell'azoto alimentare, cioè il rapporto tra la quantità di azoto contenuta nella derrata di origine animale e quella contenuta nell'alimento somministrato. E' importante inoltre valutare l'effetto di una strategia alimentare sullo stato di salute e sul benessere degli animali facendo ricorso, ad esempio, ai sistemi di autovalutazione precedentemente

menzionati. Qualsiasi strategia alimentare si basa su una precisa conoscenza della composizione degli alimenti che si utilizzano, per assicurarsi che la razione “teorica” corrisponda a quella effettivamente somministrata. Ciò comporta la predisposizione di un piano di controllo delle materie prime e delle razioni, che deve essere predisposto in funzione della variabilità chimica delle materie prime, e quindi anche opportunamente studiato a seconda della specie animale. Ad esempio nel caso dei bovini, le strategie alimentari risultano più facilmente applicabili per gli animali tenuti nei ricoveri, dove si ha il controllo diretto sulla dieta, che non per quelli al pascolo. D'altra parte, a differenza dei paesi del Nord Europa, la pratica del pascolo, in particolare per le vacche da latte, ha una scarsa incidenza nel territorio a cui si riferisce l'Accordo.

Ciò premesso, le principali strategie alimentari si possono riassumere in:

- I. *ottimizzazione dell'impiego delle risorse alimentari aziendali, in particolare per gli allevamenti bovini;*
- II. *alimentazione calibrata in funzione dell'età e delle fasi fisiologiche e/o produttive dei capi (applicabile per bovini, suini ed avicoli);*
- III. *alimentazione a basso contenuto proteico, con o senza l'aggiunta di aminoacidi di sintesi e proteine di bypass ruminale;*
- IV. *incremento dei polisaccaridi non amidacei degli alimenti;*
- V. *impiego di acidi organici e sali minerali .*

2.2.1 Ottimizzazione dell'impiego delle risorse alimentari aziendali.

Uno dei principali input di N in un allevamento zootecnico è costituito dagli alimenti (foraggi o concentrati) acquistati sul mercato o provenienti dall'esterno dell'azienda. Gli allevamenti di bovini, specie quelli di vacche da latte o di fattrici da carne, utilizzano normalmente una quota di alimenti che sono prodotti nell'azienda stessa (soprattutto foraggi) e quindi non rientrano nel budget dell'N. Inoltre integrano la dieta con quantitativi, anche considerevoli, di alimenti provenienti dall'esterno (soprattutto concentrati e alimenti proteici, quali la farina di estrazione di soia) che entrano nel calcolo del bilancio dell'azoto. Ridurre, per quanto possibile, la quota di alimenti acquistati, migliorando la produzione foraggera interna e utilizzarla nel modo più efficiente, permette di ridurre il flusso di alimenti azotati in entrata, migliora il bilancio dell'N e contribuisce ad abbassare le emissioni di composti azotati sia nell'aria che nell'acqua.

A tale scopo, le strategie che possono essere adottate sono:

- a. migliorare la produzione di foraggi e concentrati aziendali, adottando le migliori pratiche agricole e applicando un piano colturale coerente con le esigenze nutritive degli animali;
- b. ottimizzare il sistema di raccolta e conservazione dei foraggi per ridurre le perdite e preservarne le qualità nutrizionali;
- c. adottare sistemi di gestione delle scorte aziendali (analisi chimiche, logistica, informatizzazione) che permettono una piena valorizzazione dei foraggi prodotti in azienda.

2.2.2 Alimentazione calibrata in funzione dell'età e delle fasi fisiologiche e/o produttive dei capi

L'alimentazione calibrata mira a ridurre l'eccesso di proteine fornite con gli alimenti, assicurando che la quantità somministrata non ecceda il reale fabbisogno alimentare. Essa si basa sostanzialmente sul formulare diete e razioni idonee alle diverse fasi produttive degli animali. Tale tecnica comporta ovviamente un aumento della complessità di gestione dell'allevamento e spesso anche un aggiornamento impiantistico, ma è certamente efficace da un punto di vista ambientale ed economico, in particolare quando fossero previste agevolazioni per le modifiche di tipo impiantistico. Dal punto di vista ambientale infatti, si stima che ad una riduzione dell'1% del contenuto proteico dell'alimento corrisponda mediamente una riduzione del 10% dell'escrezione di

azoto. Da un punto di vista economico una più oculata utilizzazione delle fonti proteiche, che sono ad oggi quelle che più incidono sul costo dei mangimi, consente di ottenere risparmi nella gestione alimentare senza penalizzare la qualità dei prodotti, soprattutto di quelli che sono diventati il simbolo del “Made in Italy”.

In particolare:

- a. per i bovini da latte vanno adottati sistemi di alimentazione che consentano di distribuire razioni differenziate non solo per età e fase fisiologica (produzione e asciutta), ma anche per produttività. Vanno incoraggiate le tecniche di zootecnia di precisione che permettono il razionamento individuale coerentemente ai fabbisogni dell’animale.
- b. Per i bovini in generale va agevolato l’utilizzo di:
 - attrezzature di avvicinamento della razione alla mangiatoia che consentono di aumentare l’ingestione di sostanza secca e riducono l’azione di selezione operata dagli animali;
 - attrezzature di distribuzione automatica che consentono di frazionare, nell’arco della giornata, la quantità totale di alimento previsto per i diversi gruppi della mandria aumentando la frequenza di preparazione/distribuzione della razione da 1-2 cicli/giorno – come nella prassi tradizionale – fino a 15 cicli. I vantaggi di questa tecnica consistono sostanzialmente in una maggiore ingestione di sostanza secca e nel mantenimento di un pH ruminale più costante.
- c. Per i suini in accrescimento ed ingrasso, fasi nelle quali si ha il maggior consumo di alimenti, va incoraggiato l’uso di:
 - almeno 3 formulazioni a seconda del peso degli animali e di tecniche rapide di stima del contenuto proteico delle materie prime;
 - tecnologie computerizzate per la stima del peso vivo degli animali sulla base delle curve di accrescimento costruite sui dati storici dell’allevamento;
 - tecnologie computerizzate per la distribuzione degli alimenti nelle baste in base al numero degli animali e al loro peso;
 - tecnologie di somministrazione degli alimenti con miscelazione per ogni baste di mangimi a differente contenuto proteico.

2.2.3 Alimentazione a basso contenuto proteico, con o senza l’aggiunta di aminoacidi di sintesi e proteine di *bypass* ruminale

Un’alimentazione a basso contenuto proteico, se non correttamente studiata in funzione delle esigenze delle diverse categorie animali, pur riducendo in assoluto le emissioni di ammoniaca peggiora l’efficienza di trasformazione dell’azoto alimentare e quindi aumenta l’emissione di ammoniaca per unità di prodotto. D’altro canto, una dieta a basso contenuto proteico ma che soddisfa comunque i requisiti per le categorie animali considerate, può presentare un buon rapporto costo/efficacia ed un aumento dell’efficienza d’uso dello azoto, che si traduce in una riduzione delle emissioni di ammoniaca oltre che di protossido di azoto. Questa tipologia di alimentazione, come del resto anche la precedente, non deve influire sulla qualità dei prodotti, soprattutto quelli su cui si basa il commercio del “Made in Italy”. Inoltre, un corretto utilizzo degli alimenti proteici permette di prevenire eccessi che hanno effetti negativi sul metabolismo, sulla salute e sulle prestazioni riproduttive degli animali, oltre che contribuire alla riduzione delle emissioni di gas in atmosfera.

In particolare per i bovini da latte si deve tener conto della percentuale minima di proteine, riferita alla sostanza secca, al di sotto della quale non è opportuno scendere per non penalizzare la produttività, la qualità del latte, e l’efficienza riproduttiva che è la principale espressione del benessere e dello stato di salute degli animali. Le razioni vanno formulate tenendo conto dei fabbisogni di proteina metabolica degli animali, piuttosto che di proteina grezza, considerando la degradabilità della proteina e dei carboidrati degli alimenti, al fine di massimizzare la sintesi di

proteina microbica ruminale. Nel caso di bovine altamente produttive (approssimativamente oltre 9000 kg di latte per lattazione) possono essere impiegati amminoacidi ruminoprotetti.

Per i suini un'alimentazione a basso contenuto proteico deve essere formulata tenendo conto delle potenzialità di accrescimento del tessuto muscolare, che dipende dal genotipo dell'animale, e del grado di copertura adiposa delle carcasse che si vuole ottenere in base alle richieste del mercato. Quindi, per non influenzare la qualità delle carni, soprattutto quelle a cui sono associati marchi di qualità, non si può fare riferimento a delle percentuali di riduzione proteica standardizzate, ma ci si deve necessariamente attenere a dei valori contestualizzati alle condizioni del singolo allevamento. Il fabbisogno aminoacidico può dunque essere coperto completamente dagli alimenti proteici o, appunto, con una quota di amminoacidi di sintesi. In base alle conoscenze ed ai dati attualmente disponibili si consiglia, qualora si intenda utilizzare la suddetta tipologia di amminoacidi, di non ridurre il tenore proteico oltre il 10-15% rispetto a mangimi con contenuti proteici convenzionali (Gallo et al., 2014; Galassi et al., 2015; Schiavon et al., 2015). Qualora si intenda applicare una riduzione del contenuto proteico di maggiore entità, non si deve comunque scendere al di sotto della percentuale di proteina minima equilibrata, cioè di quella quantità di proteina necessaria all'animale per la sintesi degli amminoacidi non essenziali.

Per gli avicoli, il potenziale di riduzione delle escrezioni di azoto tramite le strategie alimentari è più limitato rispetto a quello dei suini, in quanto l'efficienza di conversione raggiunta attualmente, nelle linee a più spiccata rapidità di accrescimento e deposizione di tessuto muscolare, è già molto alta. La possibilità di un'ulteriore riduzione dell'1-2% delle emissioni, in particolare nelle prime fasi dell'allevamento e nella fase del finissaggio, dipende dalle specie allevate e dal livello di efficienza delle linee entro specie. Un intervento di riduzione del titolo proteico dei mangimi deve, dunque, essere contestualizzato alle condizioni del singolo allevamento.

2.2.4 Incremento dei polisaccaridi non amidacei degli alimenti

L'incremento dei polisaccaridi non amidacei degli alimenti porta al trasferimento dell'azoto escreto dall'urea/acido urico nelle urine alle proteine fecali, soprattutto nei reflui dei suini e degli avicoli. Questa tecnica presenta il vantaggio di diminuire le emissioni di ammoniaca dalle urine e di mantenere stabili quelle del letame, ma anche diversi svantaggi, quali la maggior produzione di metano, la diminuzione della performance degli animali e necessita di un'attenta valutazione del rapporto fra costi e benefici.

2.2.5 Impiego di acidi organici e sali minerali

L'aggiunta alla razione di acidi organici è una possibile strategia per ridurre le emissioni di ammoniaca.

L'acido fumarico nella dieta dei ruminanti ha un effetto positivo nella riduzione delle emissioni di metano enterico, mentre è ancora da dimostrare un suo effetto di riduzione delle emissioni di ammoniaca, sebbene vi siano alcuni indizi positivi in tal senso. La somministrazione di sali minerali, quali il cloruro di sodio, come tecnica proposta per ridurre le emissioni di N₂O, si è dimostrata anche una valida strategia per ridurre le emissioni di ammoniaca da parte dei ruminanti. Tale tecnica si basa sul fatto che l'aggiunta di sali alla dieta aumenta l'ingestione d'acqua, determina un aumento del volume di urina, riduce la concentrazione di urea e abbassa il pH delle urine. Nel suino, invece, è possibile ricorrere alla integrazione della dieta con l'acido benzoico, che si è dimostrato in grado di abbassare il pH delle urine e ridurre le emissioni di NH₃. L'acido benzoico è stato ammesso nella lista degli integratori per l'alimentazione zootecnica (Direttive EC 877/2003 e 1138/2007) e il suo inserimento nella razione è in grado di ridurre le emissioni di NH₃ sino al 50% in funzione della dose somministrata (da 0,5 a 3% della sostanza secca) secondo gli studi di diversi autori.

2.3 Interventi strutturali

2.3.1 Ricoveri

Le tecniche per l'abbattimento delle emissioni di ammoniaca dai ricoveri devono essere scelte tenendo presente che differenti categorie di animali richiedono differenti condizioni ambientali e, di conseguenza, differenti tipologie di ricovero. Nella valutazione delle soluzioni proposte (di tipo strutturale, impiantistico o gestionale) si dovrebbe prestare attenzione ad altri requisiti connessi all'attività di allevamento (ad esempio quelli sul benessere degli animali, quelli di tipo sanitario, sulla Direttiva Nitrati, ecc.), verificandone la reciproca influenza. Un analogo criterio dovrebbe essere adottato per tutti gli altri aspetti concernenti l'attività di allevamento (alimentazione e distribuzione degli effluenti) ed accompagnato da un'adeguata analisi dell'efficacia e del rapporto costi/benefici delle misure proposte.

In linea generale, i principi su cui si basano gli attuali sistemi di contenimento delle emissioni dai ricoveri si possono riassumere nel modo seguente:

I. riduzione della superficie interessata dagli effluenti (corsie di movimentazione, paddock, sale di attesa, ecc).

Misura ritenuta di media efficacia che si consiglia di proporre prevalentemente per le nuove strutture, o per le ristrutturazioni di edifici già esistenti, considerato l'elevato rapporto costi/benefici associato alle ristrutturazioni;

II. rimozione frequente delle deiezioni e rinnovo delle lettiere.

E' una tecnica ritenuta di efficacia elevata, facilmente applicabile in tutti gli allevamenti e da promuovere soprattutto per le soluzioni potenzialmente più impattanti, quali le stalle per vitelli a carne bianca ed ai vitelloni da carne, allevati su recinti multipli totalmente fessurati e bovine da latte con pavimentazione completamente grigliata o fessurata e presenza di canali/fosse di stoccaggio sottostante. In quest'ultimo caso, la questione della rimozione frequente delle deiezioni viene talvolta risolta adottando dispositivi di pulizia semoventi che veicolano le deiezioni attraverso le aperture (fori o fessure) facendole cadere nel sottostante canale o nella fossa.

Per i nuovi allevamenti, o in caso di ristrutturazione/ampliamento delle strutture già esistenti, allora si potrebbe avanzare la proposta di ricorrere a pavimentazioni continue mantenute pulite mediante meccanismi di raschiamento e/o di incentivare la separazione solido/liquido. In riferimento al rinnovo delle lettiere, soprattutto negli allevamenti di bovine da latte in produzione, va evidenziato che un adeguato utilizzo di paglia consente di assorbire l'umidità delle deiezioni (feci ed urine) riducendo la volatilizzazione dell'ammoniaca e preservando la pulizia degli animali con minor rischio di infezioni (mastiti) ma, se la quantità di paglia eccede il reale fabbisogno, le emissioni di gas serra, quali il protossido di azoto ed il metano, potrebbero subire un aumento.;

III. riduzione della velocità e della temperatura dell'aria al di sopra degli effluenti.

Anche in questo caso è necessaria un'opportuna valutazione della misura in quanto, oltre ad essere ritenuta di efficacia incerta, potrebbe contrastare con i requisiti minimi di qualità dell'aria all'interno dei ricoveri e quindi con le norme sul benessere degli animali. Bisogna poi ricordare che nelle stalle con stabulazione a lettiera, una buona ventilazione permette di mantenere asciutta la lettiera riducendo, in valore assoluto, le emissioni di ammoniaca;

IV. riduzione del pH e della temperatura degli effluenti.

L'aggiunta di acido alle deiezioni presenti all'interno dei ricoveri (corsie di pulizia e canali/fosse sotto pavimento) è da valutare con estrema attenzione, vuoi per il costo dell'operazione, vuoi per i rischi derivanti dalla presenza e dall'uso di sostanze pericolose. Sono quindi necessari delle valutazioni di tipo tecnico/ambientali. Sempre in riferimento all'acidificazione infatti, viene proposto di abbassare il pH dei liquami aggiungendo acido solforico o, eventualmente, di qualunque altro tipo di acido organico, ma bisognerebbe stimare gli impatti ambientali derivanti dalla distribuzione sul terreno di un liquame chimicamente alterato.

Nel contesto del controllo della ventilazione, inteso come controllo della temperatura e dell'umidità relativa, possono essere presi in considerazione eventuali aggiornamenti tecnologici degli impianti

che, assicurando ottimi risultati in termini di produttività e benessere degli animali, vengono attuati con facilità dagli allevatori;

V. *rimozione (scrubbing) dell'ammoniaca dall'aria esausta.*

Si tratta nuovamente di una misura di efficacia elevata per la depurazione dell'aria che fa uso di *scrubber* chimici o biologici, ma che presenta difficoltà di esecuzione, costi elevati e prodotti di difficile gestione (sale ammonico). Con riferimento specifico alla difficoltà di esecuzione, va tenuto presente che questa misura risulta possibile solo presso stalle dotate di ventilazione forzata, ottimamente isolate, oltretutto caratterizzate da un sistema che possa convogliare tutta l'aria verso il sistema di trattamento. Inoltre il lavaggio dell'aria risulta una soluzione curativa, alla quale, in linea con i principi IPPC, è opportuno preferire prioritariamente soluzioni di prevenzione, e da associare necessariamente a misure di efficientamento energetico considerati i costi elevati.

Tale soluzione è destinata a trovare applicazione solo limitatamente a situazioni critiche. Essa di norma non può essere applicata sia perché il solfato di ammonio a causa del pH basso e del basso titolo di azoto non ha impieghi agricoli o industriali, sia perché non è sostenibile economicamente a causa dei numerosi punti di emissione presenti in allevamento. La presenza di numerosi punti di emissione rende oltretutto tecnicamente difficile il trattamento.

Ricoveri per bovini da carne e da latte

Come accennato nell'introduzione, per i bovini da carne e da latte viene proposta una tecnica di rimozione frequente delle deiezioni, che consiste nel passaggio di un raschiatore per allontanare le deiezioni dal ricovero nei seguenti casi: corsie di pavimento piano, canali/fosse di accumulo posti sotto al pavimento grigliato, sia esso di corsie o dei box di allevamento. Se oltre al passaggio frequente del raschiatore si associasse l'utilizzo di una pavimentazione scanalata con fori per consentire il drenaggio delle urine, la combinazione di queste due misure consentirebbe delle riduzioni di ammoniaca che varierebbero dal 25% ad oltre il 40% rispetto ai "metodi convenzionali"², ma i costi elevati per la ricostruzione del pavimento inducono a suggerire questa misura solo per le nuove costruzioni o per le ristrutturazioni. Al contrario, i costi energetici associati ad un passaggio più frequente del raschiatore sulla pavimentazione del ricovero, sono da considerare più che sostenibili per le aziende. Per quanto appena detto, considerato che in Veneto il 70% delle aziende di bovini usano già il raschiatore meccanico, l'aumento della frequenza d'uso risulta un intervento facilmente attuabile con costi sostenibili. Un altro mezzo a cui ricorrere per allontanare le deiezioni che sta avendo uno sviluppo interessante è l'impiego di piccoli robot di pulizia (*robot-scaper*). Per quanto concerne i bovini si sottolinea l'importanza di ridurre, nei limiti degli spazi minimi previsti, le aree esterne di esercizio (*Paddock*) e di vertere verso soluzioni quali le "stalle a corpi riuniti" (*paddock* a lato della zona di riposo), in quanto tali aree contribuiscono per il 69-92% delle emissioni derivanti dal ricovero (inteso come stalla + *paddock*). Sempre per il motivo appena esposto, si consiglia di eseguire una rimozione regolare e frequente delle deiezioni con il raschiatore meccanico o con la pala meccanica, secondo che il *paddock* sia rispettivamente pavimentato o in terra battuta.

In riferimento alla tecnica del rinnovo delle lettiere, oltre a richiamare l'attenzione sul benessere degli animali e sulla corretta gestione della paglia per evitare le emissioni di gas serra (GHG – GreenHouse Gases) espresse al punto II, a titolo di esempio si riportano i dettagli tecnici riportati nelle "Linee guida per la mitigazione delle emissioni di ammoniaca e gas serra dell'allevamento bovino" elaborato nell'ambito del progetto GHGE (*GreenHouse Gas Emissions*) finanziato dalla Regione Veneto.

² Per metodi convenzionali si fa riferimento a quelli riportati nel "Guidance Document"

Lettieria piana bovine da latte

- densità di stabulazione: dai 6 agli 8 m²/capo, comunque non inferiore a 5 per non sovraccaricare di deiezioni la lettiera e per assicurare un adeguato spazio di riposo per ogni capo;
- frequenza di aggiunte di lettiera: ogni 1-2 giorni;
- quantità di lettiera impiegata nelle aggiunte: 5 ai 7 kg di paglia per capo/giorno;
- frequenza di pulizia dell'area di riposo a lettiera: ogni 20-30 giorni.

Lettieria piana vitelloni da ingrasso

- densità di stabulazione: 4,5-5 m²/capo, comunque non inferiore a 4 per non sovraccaricare di deiezioni la lettiera e per assicurare un adeguato spazio di riposo per ogni capo;
- frequenza di aggiunte di lettiera: ogni 1-2 giorni;
- quantità di lettiera impiegata nelle aggiunte: 4-6 kg di paglia per capo/giorno;
- frequenza di pulizia dell'area di riposo a lettiera: ogni 20-30 giorni.

Lettieria inclinata vitelloni da carne

Si intende la soluzione di stabulazione in cui il pavimento del box è inclinato, con pendenza o verso la mangiatoia o verso il lato opposto. Grazie all'inclinazione del pavimento e all'azione di calpestamento degli animali il letame tende a scivolare verso la zona più bassa: nel primo caso viene raccolto in una cunetta, posta generalmente sotto la mangiatoia, dove viene asportato da un sistema meccanico (nastro); nel secondo caso scivola fuori dal box e si accumula in una corsia esterna dove viene rimosso generalmente tramite pala meccanica. Qui di seguito i parametri progettuali da rispettare per garantire il corretto "funzionamento" del sistema:

- pendenza della pavimentazione del box: 6-8%
- densità di stabulazione: 4,5-5 m²/capo, comunque non inferiore a 4 per assicurare un adeguato spazio di riposo per ogni capo;
- frequenza di aggiunte di lettiera: 1-2 giorni;
- quantità di lettiera impiegata nelle aggiunte: circa 1-1,5 kg/capo/giorno: al di sotto di questi valori si compromette la pulizia degli animali, mentre al di sopra si possono provocare accumuli di paglia che impediscono il naturale allontanamento del letame.

Soluzioni diverse, con pendenza inferiore al 2% di tutto il box o solo di una parte, sono da considerarsi invece come una lettiera piana.

Per ultimo si accenna ai sistemi di climatizzazione dei ricoveri, che prevedono la coibentazione del tetto e/o una ventilazione naturale controllata automaticamente in grado di ottenere una moderata riduzione delle emissioni (20%) dovuta alla diminuzione della temperatura ed alla ridotta velocità dell'aria.

Ricoveri per suini

Come sistema di stabulazione viene proposto il *vacuum system*, una tecnica a basso costo gestionale e che, oltre a garantire una riduzione delle emissioni di ammoniaca, è anche apprezzata dagli allevatori per i benefici apportati alla salute e all'igiene degli animali. La sostituzione di una pavimentazione totalmente fessurata con una parzialmente fessurata (50% dell'area interessata), riduce le emissioni dal 20% al 50% ma presenta costi elevati di applicazione.

Ricoveri per avicoli

Come precedentemente accennato, per gli avicoli si propone l'allontanamento rapido delle deiezioni e soprattutto il loro disseccamento tramite l'uso di tunnel ventilati che riduce le emissioni di ammoniaca nei ricoveri ma anche negli stoccaggi. Considerato che le deiezioni possono raggiungere il 60-80% di sostanza secca in meno di 48 ore, questa pratica dovrebbe essere diffusa il più possibile tra gli allevamenti italiani.

Per la stabulazione delle ovaiole a terra e dei riproduttori è stato osservato che - accanto ai sistemi descritti nei BRef quali l'essiccazione su nastro ventilato e successiva rimozione, sistemi con rimozione frequente delle deiezioni e stoccaggio in vasca chiusa, o anche sistemi che prevedono insufflazione d'aria nella fossa sotto i posatoi (sistema però non presente in Emilia-Romagna e poco attuabile in quanto non sono generalmente presenti fosse sotto i posatoi) - anche in sistemi con posatoi e con la zona sotto i posatoi posta sullo stesso livello del pavimento, con presenza di lettiera su tutta la superficie del capannone (quindi senza alcuna fossa) si ottengono rapidi e rilevanti livelli di essiccazioni della pollina (fino a 60-70% di sostanza secca nei periodi più favorevoli). Tale risultato si ottiene semplicemente con i ricambi d'aria forzati del capannone, senza prevedere una ventilazione forzata ad hoc sotto i posatoi, e senza generare problemi di odori. Questa tecnica, che si ritiene debba essere considerata come BAT, è la più diffusa sul territorio mentre per le altre tecniche descritte non si riscontra una presenza analoga.

Nel caso in cui la pollina venga confluita direttamente negli impianti di digestione anaerobica tramite nastri trasportatori, si ottiene una notevole riduzione delle emissioni, che altrimenti avverrebbero durante l'asciugatura e lo stoccaggio, grazie proprio alla riduzione dei tempi di permanenza degli effluenti nei ricoveri. In questa situazione, i risultati migliori si ottengono con la presenza di digestori direttamente in sito, che evitano le emissioni derivanti dagli accumuli temporanei di pollina rimossa dal nastro in attesa di essere trasportata al digestore.

Per quanto riguarda, invece, i *broiler* ed i tacchini, si ritiene che una buona gestione dell'aerazione abbinata agli abbeveratoi anti spreco ed alla fresatura delle lettiere possa garantire ottimi risultati in materia di contenimento delle emissioni e di salvaguardia del benessere degli animali allevati.

In generale, i costi legati alle tecniche di riduzione delle emissioni di ammoniaca dai ricoveri dovrebbero essere stimati in funzione dell'ammortamento e del rendimento degli investimenti, dei consumi energetici, delle operazioni di manutenzione e, per quanto possibile, dei benefici ottenibili nel contesto del benessere e della salute animale, anche se difficilmente stimabili. Inoltre, per massimizzare l'efficacia dei costi legati agli interventi strutturali nei ricoveri, è necessario considerare le perdite di ammoniaca anche nelle fasi di stoccaggio e distribuzione degli effluenti.

2.3.2 Impianti di stoccaggio e trattamento degli effluenti

L'efficacia delle misure di abbattimento delle emissioni di ammoniaca previste per gli impianti di stoccaggio e trattamento dei reflui vanno considerate non sulle singole fasi ma sull'intero processo. Questo perché se analizzate singolarmente alcune fasi del processo, come ad esempio lo stoccaggio del separato liquido, possono aumentare le emissioni di ammoniaca rispetto allo stoccaggio del tal quale perché viene meno la formazione della crosta superficiale, mentre altre, come la distribuzione agronomica del separato liquido al posto del tal quale, riducono il rischio di emissioni di ammoniaca in seguito alla distribuzione agronomica, perché il separato liquido percola meglio e più velocemente nel terreno, restando meno tempo sulla superficie. In definitiva quindi, l'iniziale "svantaggio ambientale" dovuto alla separazione solido/liquido viene compensato dall'utilizzo di un refluo più "ambientalmente sostenibile". Per quanto riguarda le deiezioni palabili, un cumulo di letame in stoccaggio può essere fonte di emissioni di odori, di ammoniaca e di protossido di azoto, a seconda che le condizioni di stoccaggio favoriscano fermentazioni di tipo aerobico o anaerobico. Un cumulo ben strutturato, areato, permette un'evoluzione delle fermentazioni microbiche in senso aerobico, che generano emissioni principalmente di vapore acqueo e anidride carbonica; l'ammoniaca si libera nelle fasi iniziali del processo di maturazione soprattutto se il prodotto ha un rapporto C/N particolarmente basso, cosa comune nel caso delle lettiere avicole ma meno frequente per le lettiere bovine, caratterizzate da una buona presenza di materiale ligneo-cellulosico (il materiale di lettiera). Al contrario, un cumulo con un'elevata umidità, poco strutturato, asfittico, è un ambiente dove si sviluppano in modo incontrollato fermentazioni insieme aerobiche e anaerobiche, con produzione di ammoniaca, metano e protossido di azoto (Monteny, 2006).

I cumuli in stoccaggio, in special modo quelli costituiti anche da matrici vegetali (come le lettiere bovine), si caratterizzano per lo sviluppo di una crosta superficiale che riduce l'infiltrazione dell'acqua piovana a favore del suo ruscellamento superficiale. Tuttavia, nei periodi di intense e prolungate precipitazioni, il semplice "effetto pagliaio" risulta insufficiente a preservare la massa dall'infiltrazione dell'acqua: si determina così un imbibimento eccessivo del materiale, quindi l'evoluzione verso un ambiente anossico che blocca le fermentazioni aerobiche a favore, semmai, di quelle anaerobiche.

Fondamentale è dunque la copertura delle concimaie (Codice di Buona Pratica Agricola, 1999) con coperture di tipo rigido che evitando l'ingresso delle acque meteoriche garantiscono il corretto sviluppo delle fermentazioni aerobiche del materiale in stoccaggio, permettendo la maturazione e l'igienizzazione dello stesso. Bisogna infatti ricordare che lo stoccaggio ha come finalità quello di garantire la messa in sicurezza igienico-sanitaria e la corretta gestione agronomica degli effluenti, rendendoli disponibili all'utilizzo nei periodi più idonei sotto il profilo agronomico e nelle condizioni più adatte per l'utilizzazione.

In linea di massima, oltre a favorire le soluzioni di coperture più durature ed efficaci in termini di contenimento delle emissioni, a queste soluzioni si suggerisce di affiancare delle idonee pratiche di distribuzione degli effluenti, in funzione delle tipologie di suolo e di colture.

Fatte queste precisazioni, si può affermare che i sistemi di stoccaggio si basano fondamentalmente su:

I. la diminuzione della superficie di aerazione tramite la copertura degli stoccaggi.

La copertura degli stoccaggi è una misura particolarmente interessante per ridurre le emissioni ammoniacali dei liquami ma anche per contenere le polveri, in riferimento alle deiezioni palabili e, in alcuni casi, anche per utilizzare il metano prodotto a fini energetici. In quest'ultimo caso però è necessario ricorrere a coperture a tenuta di gas e conformi alla normativa "atex³" e provvedere all'installazione di un sistema per l'utilizzo del biogas recuperato, qualora non fosse già presente. Nel caso in cui la scelta dell'agricoltore dovesse ricadere sulle coperture specifiche per il recupero del metano che, come accennato, "vanno oltre" il singolo scopo di riduzione delle emissioni di ammoniaca, si sarebbe in presenza di una misura cosiddetta "win-win" perché vantaggiosa sia dal punto di vista della riduzione di sostanze inquinanti, dell'ammoniaca appunto, che climalteranti, come il metano che verrebbe sottratto all'emissione in atmosfera non solo durante la fase di stalla-trattamento, ma anche in quella in campo.

Per rimanere nell'ambito delle coperture per l'abbattimento delle emissioni di ammoniaca, queste possono essere classificate in due grandi categorie: fisse (ancorate ai bordi) e flottanti.

Le prime sono generalmente strutture di tipo rigido, ancorate ai bordi, che permettono di ridurre le emissioni di ammoniaca dell'80% (UNECE, 2014) ed evitano l'ingresso delle acque meteoriche, preservando la capacità di stoccaggio della struttura.

Le seconde svolgono principalmente un'azione schermante che riduce la superficie di scambio tra il liquame e l'atmosfera, e possono essere di materiale organico (paglia, stocchi, argilla espansa) oppure sintetico (teli o membrane galleggianti o altri elementi che creano una copertura omogenea della superficie). Oltre ad avere un minore effetto sulla riduzione delle emissioni (40-60% per l'ammoniaca secondo le stime UNECE, 2014), non evitano l'ingresso delle acque meteoriche. Quelle in materiale organico hanno inoltre una durata limitata nel tempo e necessitano dunque di periodiche reintegrazioni (l'argilla espansa e la paglia tendono ad assorbire i liquidi e a sprofondare). Va sottolineato che la misura proposta presenta costi elevati per alcune soluzioni fisse, sia galleggianti che non e può presentare difficoltà o limitazioni di applicazione nei casi di stoccaggi scoperti preesistenti. Sono comunque presenti alcune soluzioni a basso costo, come ad

³ Direttiva 2014/34/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 26 febbraio 2014 concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati a essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva.

esempio le palline di argilla espansa, ed interventi di media efficacia, a costo sostenibile e che permettono una riduzione media delle emissioni come gli *hexacover* o i teli di plastica. A proposito delle palline di argilla espansa, va detto che sono necessari degli accorgimenti gestionali per evitarne la perdita annuale di circa il 10%, che si verifica durante lo svuotamento dello stoccaggio, prima della fase di distribuzione. Oltre a ciò, come accade per le croste superficiali, le palline di argilla espansa non sono in grado di contenere le piogge, portando quindi ad un incremento del volume del liquame. Un ulteriore modo per ridurre la superficie di aerazione è quella di favorire la formazione delle croste, ma tale pratica è controproducente in quanto implica la non separazione solido-liquido con conseguenti problemi gestionali nella fase di prelievo e distribuzione dei reflui e, in caso di piogge, non è in grado di contenere le acque piovane in superficie con conseguente incremento del volume dei liquami. Nei nuovi allevamenti, il fondo strutturale FEASR (Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale) potrebbe intervenire per costruire stoccaggi che consentano di aumentare il tempo di permanenza dei liquami in modo tale da superare quei periodi dell'anno in cui sia impossibile, per questioni meteorologiche, entrare in campo per la distribuzione, nonostante la fase colturale e l'epoca stagionale lo consentano. Ciò eviterebbe l'attuazione di "spandimenti" di fatto incontrollati. In linea di massima, oltre a favorire le soluzioni di coperture più durature ed efficaci in termini di contenimento delle emissioni, a queste soluzioni si suggerisce di affiancare delle idonee pratiche di distribuzione degli effluenti, in funzione delle tipologie di suolo e di colture;

II. Riduzione della superficie emissiva tramite la realizzazione di bacini a ridotto rapporto superficie/volume.

Un metodo che presenta un'efficienza medio/alta nel ridurre le emissioni, consiste nell'incrementare la profondità degli stoccaggi, favorendo l'adozione di vasche con un rapporto superficie/volume almeno pari a 0,2. Questo è il valore guida a cui stanno facendo riferimento le quattro regioni del Bacino del Po nella definizione degli interventi strutturali per i PSR 2014-2020, valore che deve essere applicato in conformità con le limitazioni imposte per le autorizzazioni edilizie e quanto stabilito dalla direttiva nitrati sull'altezza di cumulo per gli stoccaggi dei palabili;

III. riduzione del volume degli effluenti.

Questa misura costituisce una sorta di elemento innovativo nell'ambito dei trattamenti. Ci si riferisce al trattamento dei digestati di origine zootecnica, o comunque con una componente di effluenti zootecnici in alimentazione al digestore. La concentrazione alla quale ci si riferisce è quella ottenuta da un trattamento imperniato sulla evaporazione sotto-vuoto dal quale si ottengono: una frazione concentrata (30-40% del refluo in ingresso all'impianto), del solfato ammonico (derivante dal trattamento con H_2SO_4 del distillato), dell'acqua scaricabile in un corpo idrico superficiale (60-70% dell'influente) o riutilizzabile per lavaggi/diluizioni. Il solfato ammonico, in virtù della sua purezza, viene ceduto alla ditta che fornisce l'acido per essere da essa commercializzato. Il concentrato può essere distribuito in campagna o, in virtù della sua concentrazione, anch'esso ceduto a produttori di fertilizzanti. Il costo del trattamento, escludendo la valorizzazione commerciale del concentrato, si avvicina a quello della distribuzione. Il trattamento consente pertanto di utilizzare per intero l'energia termica in esubero dal cogeneratore e di ridurre il fabbisogno di terreno per la distribuzione del concentrato. Come precedentemente accennato, considerato il carattere innovativo della misura, è fortemente consigliato di valutare l'effettivo guadagno derivabile dalla vendita di solfato ammonico e le caratteristiche chimiche della frazione concentrata ottenuta dal refluo immesso nell'impianto prima di spanderlo in campo;

IV. essiccazione degli effluenti.

Misura di efficacia elevata già diffusa negli allevamenti di ovaiole, sia negli allevamenti a terra che su lettiera, dove per altro rappresenta il 100% delle soluzioni stabulative e gestionali;

V. utilizzo degli storage bag.

Altra tecnica ad elevata efficacia ma difficile da attuare senza intervento finanziario è il ricorso agli *storage bag* (sacconi), strutture a sacco che possono avere capacità volumetriche contenute, costituite da materiale plastico resistente che, in quanto strutture chiuse (dotate comunque di sfiati

per la fuoriuscita dei gas di fermentazione), hanno lo stesso effetto di una vasca con copertura rigida. Il limite tecnico per questa misura, rappresentato dall'eventuale utilizzo di liquami ad elevato contenuto di sostanza secca, può essere superato ricorrendo ad un trattamento preventivo di separazione solido-liquido, a cui si deve ricorrere anche qualora venissero utilizzati liquami non separati. Pertanto, diventa altamente consigliabile sottoporre il liquame (o digestato) ad un preventivo trattamento di separazione liquido-solido. Questo trattamento evita oltretutto di dover miscelare il liquame contenuto nel saccone prima dello scarico. L'assenza di una nociva stratificazione è stata riscontrata sia nello stoccaggio di liquami suinicoli che di bovini (ovviamente entrambi separati). Oltretutto il saccone assicura un controllo delle emissioni, anche odorigene, totale. L'emissione di gas, che fuoriesce dagli sfiati di cui sono necessariamente dotati queste strutture, è minima rispetto a qualsiasi altra soluzione;

VI. *la diminuzione dell'intensità emissiva della superficie emettente attraverso l'abbassamento del pH e della concentrazione dello ione ammonio (NH_4^+).*

La misura in questione, ritenuta scarsamente applicabile e di efficienza medio/bassa, va valutata in base al rapporto costi/benefici ed agli effetti sulle colture e sulle componenti ambientali in generale, come il suolo, l'atmosfera e l'acqua. Inoltre, sebbene in alcuni paesi del Nord Europa venga preso in considerazione l'utilizzo dell'acido solforico distribuito contestualmente alla distribuzione dei liquami, questa pratica richiede diverse precauzioni d'uso ed oltretutto, non esiste una sufficiente bibliografia sul suo utilizzo nei paesi mediterranei;

VII. *la minimizzazione dei fattori di disturbo, come ad esempio l'aerazione.*

Misura ad alta efficienza applicabile soprattutto per le frazioni non palabili;

VIII. *ottimizzazione dell'asciugatura della pollina.*

In riferimento specifico allo stoccaggio delle deiezioni degli avicoli, si è riscontrato che il livello di asciugatura della pollina è migliorato da soluzioni che prevedono la concimaia in adiacenza ai punti di sbocco dei ventilatori di ricambio d'aria dei capannoni.

2.4 Tecniche di distribuzione degli effluenti

Nella scelta di quali e quante pratiche di distribuzione attuare in una determinata area, si deve tener conto che le tecniche attuali si basano sui seguenti principi:

I. *ottimizzazione dell'utilizzazione degli effluenti,*

scegliendo i momenti di distribuzione in cui è massima l'utilizzazione da parte delle colture, anche adottando tecniche di agricoltura di precisione. L'incremento dell'autonomia degli stoccaggi rispetto al minimo previsto per legge, aumenterebbe la possibilità di distribuire gli effluenti nei periodi più idonei, svincolando così tale operazione, dalla stringente necessità di svuotare lo stoccaggio. In alternativa si potrebbe anche scegliere di intervenire sulla riduzione del volume degli effluenti. Inoltre, se l'effluente fosse più concentrato e fossero previsti più interventi nella stagione nelle diverse fasi colturali, si avrebbero costi concorrenziali con i concimi minerali e con maggior efficienza dell'N per il maggior assorbimento da parte delle piante. Sia in termini economici che energetici infatti, il costo dell'N distribuito usando effluenti di allevamento è spesso superiore a quello derivato da concimi chimici perché viene usato ad elevate dosi (m^3/ha);

II. *conoscenza del contenuto di nutrienti nel liquame.*

La conoscenza delle caratteristiche qualitative dei liquami è un elemento fondamentale per poter determinare la giusta quantità di N da distribuire e, di conseguenza, può essere vista come una "misura derivata" dell'ottimizzazione dell'utilizzazione degli effluenti. A tal proposito, oltre a tenere in debita considerazione i valori del contenuto di azoto dei liquami riportati nella Direttiva Nitrati, è consigliabile ricorrere ad una analisi del liquame al momento della distribuzione per determinarne, in modo preciso e puntuale, il suo contenuto di N. Sempre più utili saranno quindi quegli strumenti in grado di agevolare nella determinazione della quantità e della composizione del refluo in tempo reale, magari abbinati a sistemi elettronici di bordo che regolino il flusso di prodotto distribuito in funzione della velocità e della larghezza di lavoro per somministrare sempre la dose di fertilizzante prefissata. Per calibrare correttamente l'apporto di azoto proveniente dai liquami sarà

necessario andare a caratterizzare le diverse forme azotate presenti nello stesso. Il liquame presenta una carica azotata molto elevata in termini di azoto nitrico ed ammoniacale prontamente disponibile, ma al contempo nella frazione organica solida sarà presente azoto organico che verrà mineralizzato nel tempo con una velocità diversa a secondo delle caratteristiche del suolo, della stagione e dello stesso effluente. Pertanto si consiglia, per le aziende nelle quali è consolidata la tecnica della distribuzione, di procedere ad una caratterizzazione del proprio suolo anche dal punto di vista della fertilità biologica (espressione della carica microbica attiva nel suolo) che influenza in modo diretto la successiva disponibilità di azoto nel suolo. Sarà comunque necessario/utile andare a caratterizzare puntualmente anche la frazione solida dell'effluente determinandone la curva di cessione. Solo dopo essere in possesso di queste informazioni sarà possibile redigere un piano di utilizzazione agronomica integrato che minimizzi gli sprechi ed ottimizzi l'efficienza della frazione azotata individuando anche i periodi in cui dover eventualmente intervenire con una concimazione di supporto;

III. *riduzione della superficie dove possono avvenire le emissioni.*

Le principali tecniche di riferimento sono la distribuzione a bande, l'iniezione superficiale nel terreno e lo spargimento con leggera scarificazione del suolo al di sotto della copertura erbosa. Tutte misure interessanti che possono conseguire una riduzione delle emissioni rispetto alla tecnica di riferimento (spargimento superficiale in pressione) del 30-40%, fino al 60% per iniezione poco profonda, ma che possono presentare limitazioni di applicabilità a seconda del tipo di effluente, delle caratteristiche e condizioni del suolo, della forma e dimensioni dell'appezzamento. L'iniezione profonda è una tecnica molto efficace (si stima 80% della riduzione delle emissioni di ammoniaca) ma che richiede l'uso di macchine specializzate e che può comportare un incremento della percolazione di nitrati in falda nei suoli con tessitura grossolana, come ad esempio i terreni presenti nel territorio veneto. Le caratteristiche del terreno influenzano anche l'applicazione dell'iniezione superficiale che va incontro a restrizioni nel caso di terreni molto secchi, pietrosi o molto compatti;

IV. *uniformità di distribuzione in campo.*

L'uniformità permette una omogenea distribuzione in campo, la riduzione delle sovrapposizioni, un aumento della larghezza di lavoro e una più regolare risposta della coltura. Essa dipende dalle caratteristiche costruttive del carro spandiliquame o spandiletame e specialmente dalla presenza di una barra di distribuzione (anche per i materiali palabili), dal sistema di alimentazione (pompe, coclee, nastri trasportatori, ecc.) e da efficaci elementi ripartitori. Per i materiali palabili le migliori soluzioni sono quelle che prevedono efficaci sistemi di alimentazione (a coclee o a catena con paratie) e sistemi di distribuzione posteriore combinati con rotori verticali e doppio disco oppure con barre distributrici a coclea. Per le frazioni liquide o semi-solide l'uso di pompe volumetriche garantisce meglio l'uniformità longitudinale, mentre la presenza di ripartitori è necessaria per una migliore uniformità trasversale.

I sistemi di guida semi-automatica o assistita dai ricevitori satellitari, tramite i computer di bordo, riescono ad individuare le zone già trattate e quindi provvedere a non sovrapporre nuovamente il prodotto distribuito. Inoltre, secondo le tecniche di agricoltura di precisione, è possibile dosare il liquame sulla base di mappe di prescrizione precedentemente definite;

V. *aumento del periodo di distribuzione delle superfici trattabili.*

Da un punto di vista agronomico le applicazioni prossime alla semina e in copertura, quando vi sia un'intensa attività vegetativa, forniscono i migliori risultati produttivi in quanto la coltura stessa sfrutta al meglio gli elementi che gli vengono messi a disposizione. Bene allora le applicazioni con colture in atto, con dosi frequenti ma non eccessive, attuate con idonei carri botte o con sistemi di fertirrigazione più o meno localizzata; svantaggiose invece le applicazioni nel periodo invernale in quanto, oltre ad esserci uno scarso utilizzo da parte delle colture, si verificano grossi problemi di ruscellamento e di percolazione con un conseguente inquinamento delle acque superficiali e sotterranee.

L'aumento del periodo utile di distribuzione consente anche una maggior utilizzazione delle macchine e una riduzione dei costi.

VI. diminuzione del tempo in cui possono avvenire le emissioni.

Una delle tecniche per ridurre l'arco temporale in cui avvengono le emissioni prevede l'incorporazione immediata degli effluenti nel suolo, ove tecnicamente ed operativamente attuabile. E' facilmente intuibile che minore è il tempo di esposizione all'aria degli effluenti e minori saranno le emissioni di ammoniaca. Per avere un'idea del potere riduttivo della misura, si può tener presente che l'incorporazione nell'arco delle 24h garantisce una riduzione delle emissioni di circa il 50% per i palabili, giungendo sino all'80% per incorporazione entro le 4 ore, e si stima una riduzione variabile in funzione delle modalità e del tempo di incorporazione per i liquami, a partire da circa il 30% con interrimento entro le 6 ore, fino all'80% con incorporazione entro le 4 ore. La scelta delle migliori tecniche di distribuzione per massimizzare la capacità fertilizzante e per controllare i processi di volatilizzazione dell'ammoniaca deve seguire differenti approcci in relazione al fatto che la coltura sia presente (prato o in copertura) o meno (terreno nudo) durante l'applicazione stessa. Nel primo caso, anche se la presenza della vegetazione ostacola sempre la distribuzione, l'applicazione rasoterra e l'incorporazione sottosuperficiale sono considerate buone tecniche dal momento che riducono le emissioni e allungano il periodo anche in epoche primaverili ed estive. In assenza di coltura, l'aspetto fondamentale è l'incorporazione abbinata con le lavorazioni del terreno, oppure effettuata in contemporanea attraverso una distribuzione sottosuperficiale. Ulteriori pratiche da poter prendere in considerazione sono la fertirrigazione, che unisce l'operazione di irrigazione a quella di fertilizzazione aumentando la velocità d'infiltrazione del refluo nel terreno e l'efficienza di assorbimento da parte delle piante e, infine, l'irrigazione immediata rapida. Tutte le pratiche appena descritte presentano una facile applicabilità, che è in funzione dalla composizione del terreno, ma risultano difficili da controllare. Ovviamente, ai fini della riduzione del tempo in cui possono avvenire le emissioni di ammoniaca, possono essere messi in atto sistemi di gestione del tempo di applicazione degli effluenti, tenendo però conto che tale tecnica necessita di validazioni locali;

VII. trattamento degli effluenti zootecnici con inibitori della nitrificazione.

Altra tecnica che potrebbe essere utilizzata per ridurre l'impatto della somministrazione al suolo di effluenti zootecnici è il trattamento degli stessi con inibitori della nitrificazione. Le perdite di nitrati, infatti, possono essere ridotte non solo scegliendo opportunamente le dosi e le epoche di somministrazione al terreno del liquame, ma anche mediante l'uso di inibitori della nitrificazione o altre molecole che aumentino l'efficienza nutritiva dell'elemento. Nel catabolismo dei batteri ammonio ossidanti (AOB), l' NH_4^+ è ossidato aerobicamente ad idrossilammina dall'ammonio monoossigenasi (AMO) e deidrogenato a nitrito dall'idrossilammina ossidoreduttasi (HAO), il quale trasferisce i quattro elettroni liberati al pool dell'ubichinone mediante i citocromi c554 e cm552 (Hooper *et al.*, 2005).

Il sottogruppo dei β -proteobatteri degli AOB è il responsabile principale dell'ossidazione dell'ammonio in molti ambienti (Nicol and Schleper, 2006). Tale procedura dovrebbe essere condotta direttamente additivando nell'autobotte l'inibitore e procedere quindi subito dopo alla distribuzione ottenendo un contenimento delle perdite per lisciviazione, ma anche per emissioni di NH_4^+ . Tale tecnica però ha un costo corrispondente alle quantità di inibitore da impiegarsi. In particolare sono stati condotti studi in Italia che hanno mostrato una alta efficienza di 3,4-dimetilpirazol fosfato (DMPP) ad effluenti di allevamento zootecnico (bovino) riducendo le perdite dell'84% in 14 giorni e del 77% in 28. Esperienze condotte aggiungendo il DMPP prima della somministrazione hanno evidenziato un effetto minore, effetto ancora minore trattando il suolo separatamente con effluente ed inibitore.

VIII. riduzione dell'intensità emissiva delle superficie interessata abbassando il pH e la concentrazione dell' NH_4^+ degli effluenti.

Come precedentemente osservato nel paragrafo inerente gli impianti di stoccaggio e trattamento degli effluenti (§2.3.2) questa tecnica, oltre ad essere ritenuta di efficienza medio/bassa, è

considerata anche scarsamente applicabile e comunque necessita di appropriate valutazioni costi/benefici e considerazioni sugli effetti delle colture (si veda quanto riportato nel §2.3.2);

IX. *dove necessario/opportuno integrare le precedenti pratiche di distribuzione degli effluenti con le fertilizzazioni minerali,*

tenendo conto della vulnerabilità o meno della zona ai nitrati, del tipo di suolo e di coltura su cui si opera e valutando sempre il tipo di tecnica di distribuzione effettivamente applicabile ed il tempo ad essa associato. Si consiglia di incentivare il più possibile il ricorso all'utilizzo dei fertilizzanti organici (digestato, liquame), anche nelle aziende agricole non zootecniche, poiché presenta il vantaggio indiretto di ridurre il quantitativo di urea, o di altro fertilizzante minerale applicato al campo. Un buon piano di fertilizzazione integrata deve principalmente tenere in conto l'esigenza nutritiva delle colture e la loro curva di crescita. Pertanto per prima cosa dovranno essere analizzate le fonti azotate disponibili in azienda ed il loro reale comportamento se a pronto effetto, a medio o a lungo effetto. Ciò consentirà di evitare una mancanza di sincronizzazione tra mineralizzazione della componente organica e richiesta nutritiva delle colture con conseguente squilibrio nell'approvvigionamento dei nutrienti.

2.5 Fertilizzazione minerale

L'applicazione dei fertilizzanti azotati sui terreni agricoli comporta il rilascio di ammoniaca in atmosfera, oltre alla produzione di protossido di azoto, a seguito dell'instaurarsi dei processi di nitrificazione-denitrificazione. Molti fattori sono responsabili della volatilizzazione dell'ammoniaca a seguito della fertilizzazione azotata e dipendono sia dalle caratteristiche dei terreni che dalle condizioni climatico-ambientali. In condizioni di elevate temperature ed in presenza di terreno argilloso o povero di sostanza organica vi è una produzione consistente di NH_3 . È importante sottolineare la considerevole influenza della tipologia di fertilizzante utilizzato nella quantificazione delle emissioni di ammoniaca e, di conseguenza, anche del protossido di azoto. Infatti, le emissioni provenienti dall'applicazione di urea, il fertilizzante maggiormente utilizzato nel nostro Paese sia per la facilità di utilizzo che per il costo accessibile, sono molto più consistenti rispetto all'applicazione di altri fertilizzanti, dovute alla rapida idrolisi dell'urea che causa l'aumento del pH nel suolo, processo facilitato dalla presenza dell'enzima ureasi grazie all'abbondanza di residui colturali. Molti studi hanno sperimentato la riduzione dell'utilizzo dei fertilizzanti azotati sintetici a favore di una parziale od intera sostituzione con liquami zootecnici o comunque con delle matrici di origine organica, osservando un impatto positivo in termini di riduzione non solo dell'ammoniaca ma anche del protossido di azoto, con ulteriori vantaggi ambientali che riguardano un'efficiente gestione dei reflui zootecnici. Oltre alla scelta del fertilizzante da utilizzare e delle condizioni pedoclimatiche ottimali, è di fondamentale importanza la verifica dei fabbisogni agronomici ovvero il miglioramento dell'efficienza dell'azoto fornito con la fertilizzazione da mettere a disposizione alla radice della pianta, pratica che permette un risparmio considerevole delle emissioni di ammoniaca, oltre alle quantità di fertilizzante chimico che viene ridotta significativamente, portando non solo ad un beneficio ambientale ma anche ad un risparmio economico.

Di seguito le principali misure a cui far riferimento per un uso sostenibile dei fertilizzanti minerali:

I. *riduzione della superficie dove possono avvenire le emissioni,*

tramite l'applicazione localizzata a bande, l'iniezione nel terreno, sia profonda che superficiale e l'incorporazione nel terreno (per queste tecniche valgono le considerazioni riportate per il punto I del paragrafo precedente);

II. *riduzione del tempo in cui possono avvenire le emissioni,*

attraverso l'incorporazione rapida del fertilizzante nel suolo, l'irrigazione immediata e la fertirrigazione che, come detto precedentemente, unisce l'operazione di irrigazione a quella di fertilizzazione aumentando la velocità d'infiltrazione del fertilizzante nel terreno e l'efficienza di assorbimento da parte delle piante;

III. *utilizzo dei fertilizzanti a lento rilascio, ricoperti, a rilascio controllato, organo-minerali, o di inibitori dell'ureasi o della nitrificazione, ecc.*

Oltre al costo elevato, uno dei principali punti deboli dei concimi azotati è quello di essere soggetti a perdite sia per emissione che per dilavamento, che possono talora raggiungere valori molto consistenti. Un concime azotato ideale dovrebbe dunque essere intrinsecamente poco solubile, trattenuto nel terreno, e liberare ioni nitrici gradualmente. A questo proposito è opportuno richiamare l'attenzione sulla vasta gamma di prodotti che l'innovazione ha messo a disposizione degli agricoltori, proprio per incrementare l'efficienza nutritiva dell'azoto per le colture. Qualora si rendesse necessario sostenere la coltura con un apporto di concime di sintesi chimica, al fine di ottenere produzioni quantitativamente e qualitativamente di buon livello l'agricoltore potrà disporre di nuovi formulati messi in commercio in grado di compensare efficientemente il deficit nutritivo evidenziato;

IV. *interramento dell'urea o, laddove possibile, sostituzione dell'urea con fertilizzanti organici, digestato, oppure con fertilizzanti a basso potenziale emissivo* (alcuni la sconsigliano a fronte dell'interramento dell'urea);

V. *miglioramento delle tecniche di distribuzione.*

Il miglioramento tecnologico delle macchine per la distribuzione ed il ricorso a tecniche di agricoltura di precisione assicurano una migliore distribuzione del fertilizzante e, di conseguenza, una migliore efficienza dell'azoto. Le macchine spandiconcime sono essenzialmente di tipo centrifugo caratterizzate da elevate larghezze di lavoro, ma con distribuzioni spesso poco uniformi con rischi di sovrapposizioni del prodotto. Razionale è quindi l'uso di sistemi di navigazione satellitare che riducono al minimo il pericolo di sovrapposizioni e di sovratrattamenti specie sulle testate (riduzione del fertilizzante del 10%). Le tecniche di agricoltura di precisione sono legate alla possibilità di distribuire l'N a dose variabile in funzione delle esigenze del terreno e della pianta.

VI. *partecipazione degli agricoltori a corsi di formazione.* (Si veda anche il §5.2)

L'importanza di una solida formazione/informazione degli agricoltori per una corretta gestione dell'azoto nell'intero ciclo biogeochimico, è stata già accennata quando si è fatto specifico riferimento al Codice di Buona Pratica Agricola (§2.1), in cui si legge esplicitamente che “*Le Regioni potranno curare, come suggerito dalla Direttiva richiamata⁴, la formulazione e la realizzazione di programmi per la formazione e l'informazione degli agricoltori, al fine di promuovere l'applicazione del CBPA*”. Ai programmi formativi del CBPA si possono affiancare anche le azioni di formazione e consulenza aziendale previste dai PSR 2014-2020 (M1: Trasferimento delle conoscenze ed azioni di informazione; M2: Servizi di consulenza, di sostituzione e di assistenza alla gestione delle aziende agricole⁵). In linea di massima, si stima che per affrontare il tema della corretta gestione dell'azoto nell'intero ciclo biogeochimico, possa essere sufficiente un corso di quattro ore, con eventuale rinnovo dopo cinque anni.

⁴ Direttiva Nitrati

⁵ Allegato I del Regolamento di esecuzione (UE) n. 808/2014 della Commissione del 17 luglio 2014 recante modalità di applicazione del regolamento (UE) n. 1305/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio sul sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (FEASR)

3 Ulteriori misure per migliorare la qualità dell'aria

3.1 Misure equivalenti

Come principio base, nella valutazione dell'applicazione di una tecnologia migliorativa dell'impatto ambientale di un allevamento si deve considerare la sostenibilità economica di quest'ultima e valutare l'eventuale l'applicazione di tecniche alternative e/o equivalenti per efficacia (impiantistiche e/o gestionali) che permettano di raggiungere prestazioni comparabili con quelle che si potrebbero ottenere senza l'obbligo di utilizzare una tecnica o una tecnologia specifica, tenendo conto delle caratteristiche tecniche dell'impianto in questione, della sua ubicazione geografica e delle condizioni locali dell'ambiente.

Pertanto, il gestore di un allevamento che non è dotato di strutture elencate tra le Migliori Tecniche Disponibili può proporre soluzioni che interessano tutti i processi e le attività dell'allevamento (gestione nutrizionale e gestione dell'allevamento, raccolta, stoccaggio e trattamento dei reflui zootecnici, tecniche agronomiche di coltivazione per ridurre le emissioni) che permettano all'impianto, nel suo complesso, di raggiungere prestazioni ambientali paragonabili a quelle descritte.

Se le modifiche del sistema gestionale dell'azienda non dovessero essere sufficienti, bisogna prevedere un intervento di adeguamento di tipo strutturale sempre considerando la sostenibilità economica dello stesso.

3.2 Misure complementari

Interventi gestionali negli allevamenti

La riduzione delle emissioni di composti azotati alla fonte può essere conseguita, oltre che con l'introduzione di un'alimentazione correttamente bilanciata in termini di N, anche con una buona gestione dell'allevamento al fine di contenere il numero di capi allevati, per unità di prodotto, senza comprometterne la produttività.

Gli interventi gestionali ai quali si fa riferimento sono:

- I. *il miglioramento della fertilità e l'allungamento della carriera produttiva finalizzate alla riduzione degli animali da rimonta con conseguente riduzione dell'N escreto a parità di produzione.*

Questa misura consente di ridurre le emissioni di ammoniaca provenienti dai ricoveri, dalla fase di stoccaggio e dalla distribuzione degli effluenti, sia dei bovini da latte che dei suini, ha il vantaggio di migliorare la performance degli animali, ma necessita di adeguata formazione degli operatori;

- II. *la riduzione della mortalità attraverso una migliore gestione sanitaria dell'allevamento.*

Alla base di questa misura c'è il concetto che un animale morto è un animale che ha "inquinato" senza produrre, o che ha prodotto meno rispetto alle previsioni dell'allevatore. L'intervento in questione ha proprio la finalità di migliorare la produttività aziendale e di ridurre il costo dello smaltimento delle carcasse, ha il vantaggio di essere applicabile a tutti gli allevamenti, ma soprattutto a quelli finalizzati per la produzione di carne. Come nel caso precedente necessita di adeguata formazione degli operatori inerente il miglioramento delle operazioni di prevenzione nella gestione sanitaria aziendale.

3.3 Ulteriori misure correlate alla qualità dell'aria contenute nella vigente normativa ambientale

Si richiama altresì l'attenzione su ulteriori misure relative alla qualità dell'aria che possono essere individuate anche in atti normativi già in vigore ma che fanno riferimento a politiche non espressamente incentrate su questo aspetto. Ci si riferisce, ad esempio, alla Condizionalità, cioè all'insieme dei criteri di gestione obbligatori (CGO) e delle buone condizioni agronomiche ed ambientali (BCAA) riportate nel Decreto Ministeriale del Mipaaf n°180 del 2015. Nella programmazione 2014-2020 della PAC infatti, la Condizionalità deve prendere in considerazione tematiche inerenti l'ambiente, il cambiamento climatico e le buone condizioni agronomiche del

terreno, oltre che questioni di sanità pubblica, salute delle piante e degli animali e benessere degli animali⁶. Inoltre il Codice dell'Ambiente (Dlgs. 152/06 art. 182 comma 6-bis⁷), nel consentire la combustione controllata di piccole quantità di materiali vegetali, considera la possibilità, per i Comuni, di limitare tali attività quando siano suscettibili di causare rischi per la pubblica e privata incolumità e per la salute umana, con particolare riferimento al rispetto dei livelli annuali delle polveri sottili (PM₁₀).

4 Valutazione dell'efficacia di alcune misure di riduzione dell'inquinamento atmosferico nel settore agricoltura

4.1 Il Modello di calcolo dell'impatto su acque e aria di misure volte alla riduzione delle emissioni di ammoniaca e della percolazione dei nitrati – “NitroFlussi”

Il Modello cosiddetto Nitroflussi, elaborato dal CRPA per il Ministero dell'Ambiente⁸ avente per oggetto la “Valutazione dell'efficacia di alcune misure di riduzione dell'inquinamento atmosferico nel settore agricoltura”, ha come obiettivo quello di sviluppare una metodologia per valutare, mediante un approccio integrato, l'impatto su acque e aria di misure volte alla riduzione delle emissioni di ammoniaca da un lato e della percolazione dei nitrati dall'altro.

In particolare il modello di calcolo è in grado di:

- valutare l'impatto sul rilascio di nitrati di alcuni scenari di riduzione delle emissioni di composti azotati in atmosfera;
- valutare l'impatto sulle emissioni di NH₃ e N₂O di alcuni scenari di implementazione della Direttiva Nitrati;
- valutare l'impatto di selezionate opzioni di estensione della Direttiva IPPC.

Le misure prese in considerazione per le analisi di scenario fanno in particolare riferimento a tre categorie di intervento:

- miglioramento dell'efficienza dell'uso dell'azoto nella produzione zootecnica (riduzione dell'escrezione di azoto attraverso strategie alimentari);
- miglioramento dell'efficienza di uso dell'azoto nella produzione agricola (riduzione dell'input di N attraverso il bilanciamento delle fertilizzazioni rispetto alla richiesta delle coltivazioni);
- misure tecniche per la riduzione delle emissioni di ammoniaca nei diversi stadi della produzione zootecnica.

4.1.1 Descrizione del Modello

Il modello di calcolo NitroFlussi, è stato sviluppato per effettuare una valutazione integrata dei flussi di azoto in aria e in acqua che consenta la quantificazione delle emissioni di ammoniaca, protossido di azoto e di nitrati dal settore agricolo, in relazione a diversi scenari di implementazione di misure di mitigazione previste dalle diverse normative volte alla tutela dell'aria e delle acque. Il modello di calcolo si basa su uno schema dei flussi dell'azoto nelle sue diverse forme, tenendo

⁶ Articolo 93 del Regolamento (UE) n. 1306/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio del 17 dicembre 2013 sul finanziamento, sulla gestione e sul monitoraggio della politica agricola comune e che abroga i regolamenti del Consiglio (CEE) n. 352/78, (CE) n. 165/94, (CE) n. 2799/98, (CE) n. 814/2000, (CE) n. 1290/2005 e (CE) n. 485/2008

⁷ Dlgs 152/06, art. 182 comma 6-bis. Le attività di raggruppamento e abbruciamento in piccoli cumuli e in quantità giornaliere non superiori a tre metri steri per ettaro dei materiali vegetali di cui all'articolo 185, comma 1, lettera f), effettuate nel luogo di produzione, costituiscono normali pratiche agricole consentite per il reimpiego dei materiali come sostanze concimanti o ammendanti, e non attività di gestione dei rifiuti. Nei periodi di massimo rischio per gli incendi boschivi, dichiarati dalle regioni, la combustione di residui vegetali agricoli e forestali e' sempre vietata. I comuni e le altre amministrazioni competenti in materia ambientale hanno la facoltà di sospendere, differire o vietare la combustione del materiale di cui al presente comma all'aperto in tutti i casi in cui sussistono condizioni meteorologiche, climatiche o ambientali sfavorevoli e in tutti i casi in cui da tale attività possano derivare rischi per la pubblica e privata incolumità e per la salute umana, con particolare riferimento al rispetto dei livelli annuali delle polveri sottili (PM₁₀)

⁸ Convenzione fra Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), Direzione Generale per la Salvaguardia Ambientale ed ENEA, avente come oggetto: “Sviluppo, verifica e nuove applicazioni del sistema modellistico “MINNI” (Modello Integrato Nazionale a supporto della Negoziazione internazionale sui temi dell'Inquinamento Atmosferico) a supporto delle politiche di qualità dell'aria nazionali e dei piani e programmi di risanamento della qualità dell'aria regionali”.

conto di tutti i fattori di input e di output in forma di emissioni (emissioni gassose, denitrificazione, percolazione e ruscellamento), dei prodotti (colture e residui colturali) e delle trasformazioni cui l'azoto va soggetto nel comparto suolo.

Nel modello vengono effettuati i seguenti calcoli con dettaglio provinciale:

1. azoto escreto da tutte le categorie zootecniche;
2. escrezione divisa fra ricovero e pascolo;
3. emissioni di N in atmosfera (NH_3 , N_2O , NO_x) da ricoveri, stoccaggi e spandimento agronomico degli effluenti, calcolate con fattori di emissione;
4. una quota di N da effluenti può essere trattata e/o esportata;
5. calcolo degli input di N ai suoli provenienti dalle differenti fonti (spandimento effluenti, pascolo, fertilizzanti azotati, deposizione atmosferica, fissazione biologica di N) e delle emissioni gassose di N dai suoli;
6. ruscellamento superficiale calcolato con una % di ruscellamento;
7. rimozione di N da parte delle colture;
8. calcolo del surplus di N come differenza fra gli input totali di N e le asportazioni da parte delle colture, le emissioni gassose e il ruscellamento dalle differenti fonti (spandimento effluenti, pascolo, fertilizzanti, deposizione atmosferica, fissazione biologica di N);
9. il surplus di N viene diviso in percolazione al di sotto della zona delle radici e denitrificazione, utilizzando frazioni di percolazione (frazione di denitrificazione = 1-frazione di percolazione).

La base territoriale su cui vengono effettuate le elaborazioni è provinciale (NUTS3), per tenere quanto più possibile conto di specifiche situazioni locali, quanto a condizioni climatiche, pedologiche, colturali, zootecniche, anche in relazione alla designazione delle Zone Vulnerabili ai Nitrati. Il modello è rivolto a tecnici del settore, ad amministratori e a politici interessati a valutare l'effetto di diverse misure di mitigazione dell'impatto del comparto agricolo sulle emissioni di composti azotati in atmosfera e sul rilascio di nitrati nelle acque superficiali e profonde.

Il modello è costituito da un file Excel (Modello_NitroFlussi.xlsm, Versione 2007), con fogli di lavoro gestiti da macro, che consentono modifiche di alcuni dei dati di attività e del grado di diffusione delle misure considerate, in modo da permettere un utilizzo personalizzato della metodologia di calcolo da parte degli utenti. In particolare i dati resi modificabili sono le consistenze zootecniche in allevamento e al pascolo, l'impiego dei fertilizzanti, la estensione delle superfici delle coltivazioni, la diffusione delle tecniche di mitigazione delle emissioni, la diffusione di misure previste dalla Direttiva Nitrati. All'utente viene reso visibile il valore della variabile, utilizzato nello scenario di riferimento, che può essere incrementato o ridotto impostando variazioni percentuali.

Il file è costituito da una serie di cartelle di identico formato, ciascuna delle quali può costituire uno specifico scenario dell'utente. Ad esempio ciascuna cartella può costituire uno scenario provinciale di una determinata regione.

Le cartelle sono numerate con un numero progressivo. In testa alla cartella si trova un menu, con alcuni sotto-menù. Ciascuna voce del menù e del sotto-menù rimanda a definite zone del foglio di lavoro, dove possono essere modificati i parametri di interesse per l'utente. Le cartelle sono numerate, con un progressivo da 1 a 20, in modo da consentire di effettuare nello stesso file gli scenari regionali per le 20 regioni italiane, ma anche gli scenari provinciali per ciascuna delle regioni. Oltre alle cartelle-scenario, sono presenti altre tre cartelle di formato diverso: INFO; Soglie Aziendali e Riepilogo.

Accanto alle linguette del menu si trova una sintesi dei dati del bilancio complessivo dei flussi di azoto, come emissioni di ammoniaca (NH_3), emissioni di protossido di azoto (N_2O) e ruscellamento e percolazione di nitrati (Runoff+Leaching).

Viene infine mostrato il bilancio complessivo fra azoto disponibile e azoto richiesto dalle colture, calcolato secondo le assunzioni del modello di calcolo. Tale bilancio si aggiorna istantaneamente a seguito di qualunque modifica introdotta dall'utente e ha la funzione di dare una informazione immediata dell'effetto globale che producono le misure previste via via dall'utente.

5 Modalità di attuazione delle linee guida

5.1 La qualità dell'aria nelle misure di Sviluppo Rurale per il periodo di programmazione 2014-2020

Il Reg. (UE) n° 1305/2013 sullo Sviluppo Rurale⁹, all'articolo 5 afferma che *“Gli obiettivi della politica di sviluppo rurale, che contribuiscono alla realizzazione della strategia Europa 2020 per una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva, sono perseguiti tramite...sei priorità dell'Unione in materia di sviluppo rurale,...”*. Di queste sei, una riguarda l'incentivazione dell'uso efficiente delle risorse e il passaggio a un'economia a basse emissioni di carbonio e resiliente al clima..., con particolare riguardo..., a ridurre le emissioni di gas a effetto serra e di ammoniaca prodotte dall'agricoltura” (Art.5, comma 5, lettera d). Il regolamento, quindi, presenta degli obiettivi ambientali che gli Stati membri sono tenuti a perseguire tramite il sostegno del FEASR.

Il regolamento di esecuzione, che riporta le modalità di applicazione del regolamento 1305/2013¹⁰, entra poi nel merito delle singole misure e sottomisure dei PSR dandone una breve descrizione, assegnando un codice e facendo riferimento al relativo articolo dello Sviluppo Rurale. Un maggiore “focus” a livello locale è possibile proprio grazie alle presenti Linee Guida che costituiscono, in relazione alle specifiche realtà geografiche territoriali di ciascuna Regione e Provincia autonoma, idonei strumenti di orientamento tecnico progettuale per la possibile revisione/integrazione delle misure previste dai Programmi di Sviluppo Rurale 2014-2020. Che tali programmi costituiscano un interessante strumento per una maggiore diffusione delle tecniche di abbattimento delle emissioni di ammoniaca, non si evince solo dai regolamenti comunitari, ma anche dalle cosiddette “Fiche di misura” elaborate dalla DG CLIMA della Commissione europea. Le schede, inviate alle Regioni dal Mipaaf il 4 luglio del 2014¹¹, hanno lo scopo di fornire indicazioni alle Autorità di Gestione sulle possibili tipologie d'intervento da inserire nei PSR per ridurre le emissioni di GHG e di ammoniaca e sono suddivise in “Schede di adattamento” e “Schede di mitigazione”. E' facile intuire che gli interventi più appropriati al tema dell'inquinamento atmosferico siano presentati nell'ultimo gruppo di misure anziché nel primo. Infatti, scorrendo l'elenco delle schede, si nota che ben cinque misure di mitigazione su sedici riguardano la riduzione delle emissioni di ammoniaca. Senza scendere nei dettagli delle singole misure, qui si vogliono citare solo i temi a cui tali misure si riferiscono, come ad esempio gli “investimenti pianificati a prova di clima” (M14), dove si citano le coperture degli stoccaggi per ridurre le emissioni di ammoniaca, l'incremento dell'efficienza d'uso dell'N (M3), l'applicazione di precisione dell'N utilizzando tecnologie più efficienti e specializzate (M4), la fissazione biologica dell'N nelle colture in rotazione e nei pascoli (M5), l'alimentazione di precisione e l'alimentazione calibrata in funzione delle fasi del bestiame (M11). Sebbene le schede di misura elaborate dalla DG CLIMA non abbiano carattere vincolante per l'approvazione dei PSR 2014-2020, danno un'ulteriore conferma della complessità, della complementarità e della trasversalità del tema dei cambiamenti climatici e della qualità dell'aria con altri temi di natura ambientale.

5.2 Percorsi di formazione ed informazione professionale

La diffusione e l'attuazione delle misure per la riduzione delle emissioni di ammoniaca di origine agricola sono senza dubbio due temi complessi da affrontare, soprattutto se gli obiettivi ambientali devono incontrarsi con le priorità e gli obiettivi di carattere agronomico ed economico. La specificità del tema della qualità dell'aria e delle misure ad esse correlate, spinge quindi a porre l'attenzione sulla necessità di prevedere corsi di formazione ed informazione professionale per gli

⁹ Regolamento (UE) n. 1305/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio del 17 dicembre 2013 sul sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (FEASR) e che abroga il regolamento (CE) n. 1698/2005 del Consiglio

¹⁰ Regolamento di esecuzione (UE) n. 808/2014 della Commissione del 17 luglio 2014 recante modalità di applicazione del regolamento (UE) n. 1305/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio sul sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (FEASR)

¹¹ Nota Mipaaf n. 14129 del 4 luglio 2014.

operatori del settore. Dovrebbe quindi essere data ampia diffusione alle campagne di comunicazione e sensibilizzazione ambientale, seguite da seminari, workshop e giornate a tema sulla qualità dell'aria da tenere periodicamente e da rivolgere alle aziende, ad esempio tramite le azioni di consulenza aziendale e formazione degli operatori agricoli. (A tal proposito si veda anche quanto riportato al punto IV del §2.5). In ambito aziendale, uno dei temi su cui puntare maggiormente l'attenzione è il bilancio dell'azoto (§2.1), visto come strumento di regolazione e monitoraggio dell'azoto e delle emissioni di ammoniaca ad esse correlate, oltre che come metodo utile per contenere i costi associati alle tecniche di riduzione delle emissioni in ogni comparto aziendale. Nell'erogare un servizio di consulenza aziendale quindi, si dovrebbe dare particolare rilievo a menzionare quei parametri che hanno una "valenza molteplice", ossia parametri che forniscono informazioni sia nell'ambito di applicazione del benessere animale che della riduzione dell'impatto ambientale. Al di fuori dell'ambito aziendale, si dovrebbero prevedere azioni di informazione da tenere negli istituti tecnici e nelle facoltà universitarie, ricorrendo anche a laboratori didattici, ed anche la diffusione dei dati di campagne sperimentali, di progetti europei e/o nazionali e delle azioni di monitoraggio tramite pubblicazione sui siti internet istituzionali. Da non dimenticare, inoltre, l'utilità delle giornate informative per affrontare aspetti specifici della qualità dell'aria, delle campagne radio e televisive che, soprattutto in certe fasce orarie raggiungono un certo numero di imprenditori agricoli, oltre che di un vasto pubblico amante degli aspetti più tipicamente agroambientali dei nostri paesaggi rurali.

Allegato 1. Lista non esaustiva di misure di contenimento delle escrezioni e delle emissioni di azoto e conseguente mitigazione in agricoltura delle emissioni di ammoniaca.

Intervento mitigatore	Parametri	Riduzioni Impatto stimate	Note
Riduzione del tenore di proteina grezza nella dieta e/o parziale sostituzione con aminoacidi di sintesi	Impatto diretto. Riduzione dell'N escreto.	***	La pratica consiste nel variare nel tempo l'assunzione di alimenti dell'animale in modo che siano adeguate alle mutate richieste dell'animale.
Miglioramento della fertilità, aumento della longevità degli animali da riproduzione	Impatto indiretto (dipende dalla gestione aziendale).	*	A parità di produzione diminuire il numero di capi a causa del miglioramento della gestione dell'allevamento, comporta una diminuzione delle emissioni.
Ricoveri			
Uso della lettiera (bovini)	Variabile, dipende dalla lettiera, dalla temperatura ...	*	Rischio di aumento di N ₂ O se gestita in maniera scorretta.
Biofiltri-depuratori dell'aria (per gli allevamenti a ventilazione forzata, chiusi: tipicamente suini e avicoli, in alcuni casi vitelli a carne bianca)	I depuratori possono essere di tipo biologico o fisico limitazioni di efficacia per alcune applicazioni.	*	Costi elevati, incremento dei consumi di acqua ed energia, possibili problemi di applicabilità. (la compatibilità del sistema deve considerare anche le possibili temperature elevate esterne che determinerebbero un aumento delle temperature interne all'allevamento) .
Riduzione della temperatura e della velocità dell'aria nei ricoveri (tutti gli allevamenti)	Variabile. Dipende dalla temperatura iniziale, della tipologia di ricovero, dall'orientamento della stalla, dal flusso d'aria all'interno e verso l'esterno della stalla, ecc.	*	Compatibilmente con le esigenze di benessere animale e di controllo dei parametri ambientali (T, umidità, gas nocivi). La riduzione della velocità dell'aria risulta di difficile applicabilità in tutte le situazioni nelle quali la stessa aria serve per il ricambio per gli animali, esigenza imprescindibile.
Uso del raschiatore per la rimozione delle deiezioni deposte nelle corsie di servizio/alimentazione e nei canali di raccolta posti al di sotto delle pavimentazioni grigliate; aumento della frequenza di passaggio ad almeno 3-4 volte/giorno (bovini e suini)	Raschiatore meccanico – diverse tecnologie disponibili.	***	Intervento di semplice attuazione e di elevata efficacia.
Bovini			
Pavimentazione scanalata	(rispetto al riferimento stabulazione su cuccetta)	*	
Climatizzazione e isolamento adeguati		*	Pratica costosa. L'isolamento (termico) generalmente si limita a quello del tetto (auspicabile), dato che una parte delle stalle per bovini sono aperte. In merito alla climatizzazione valgono le considerazioni effettuate

			per la voce “Riduzione della temperatura e della velocità dell’aria nei ricoveri (tutti gli allevamenti)”.
Suini			
Rimozione frequente del liquame con vacuum system.		***	Intervento di semplice attuazione.
Raffreddamento della superficie del liquame.		*	Consumi elevati di energia in quanto richiede un sistema frigorifero.
Stalle con area di alimentazione e fossa di raccolta con pareti inclinate .		*	Le riduzioni possono aumentare in funzione delle applicazioni (ad esempio in associazione con il vacuum system).
Sfere galleggianti sulla superficie del liquame .		*	Non ancora compiutamente sperimentate in Italia.
Avicoli (ovaiole)			
Gabbie con nastri ventilati, 2 rimozioni alla settimana.	<i>(rispetto al riferimento: raccolta su nastri non ventilati)</i>	**	
Gabbie con nastri ventilati, più di 2 rimozioni alla settimana.		**	
Voliere con nastri di raccolta non ventilati .	<i>(rispetto al riferimento: lettiera profonda o fossa profonda con lettiera parziale)</i>	**	
Voliere con nastri di raccolta ventilati.		**	
Lettiere, , fessurato con sottostanti nastri di raccolta delle deiezioni.		**	
Lettiera con essiccazione forzata delle deiezioni.		**	
Avicoli (Broilers)			
Locali con controllo della ventilazione e abbeveratoi antispreco.	<i>(rispetto al riferimento: lettiera profonda)</i>	**	Nella realizzazione ex-novo di una stalla, o in una sua ristrutturazione, di norma, la revisione del sistema di ventilazione (sempre più di tipo forzato longitudinale) viene abbinato alla coibentazione dell’edificio, all’inserimento di un sistema di raffrescamento evaporativo e ad uno di riscaldamento; il tutto controllato da sensori e appositi programmi. Il riscaldamento dei locali, auspicabile anche quando esteso alla fase iniziale, può diventare conveniente se abbinato a caldaie che utilizzano biomassa, sia vegetale che la stessa lettiera.
Lettiera con essiccazione forzata delle deiezioni con ricircolo di aria calda prodotta internamente	Elevato consumi energetici. Rischio di aumento delle emissioni di polveri.	*	Vedi annotazione al punto precedente. La lettiera con essiccazione forzata, non ha ancora preso piede e deve esserne verificata la funzionalità.
Prodotti enzimatici e		**	Pratica interessante, rimane da

batterici per la riduzione delle emissioni da utilizzare sulle lettiere			verificarne verificata l'efficacia.
Stoccaggi (tutti gli allevamenti)			
Stoccaggio con copertura rigida, tettoia o telo (rispetto al riferimento: stoccaggio senza copertura o crosta naturale)		***	Vasche o silos in cemento armato o in metallo.
Coperture flottanti		*	Piccole lagune
Formazione di crosta naturale riducendo il mescolamento e il caricamento delle vasche dall'alto con liquame fresco	Solo per liquami ad alto contenuto di fibra. Non adeguato per aziende dove è necessario il mescolamento delle deiezioni per frequenti spandimenti sul campo. La crosta potrebbe non formarsi nei liquami suini in presenza di basse temperature.	*	Gestione ed operazioni che si scontrano con il fatto che un liquame caratterizzato da un basso contenuto di fibra e solidi sospesi (dopo trattamento di separazione L/S) possiede un minore impatto emissivo rispetto ad uno non trattato. Oltretutto si tenga conto che la crosta rende poi difficili le operazioni di ripresa del liquame al momento dello svuotamento della vasca.
Saccone	Le dimensioni dei sacconi potrebbero limitarne l'uso nei grandi allevamenti qualora vi fossero problemi nella disponibilità di spazio. Non adatti per liquami con elevato tenore di sostanza secca.	***	Per l'elevato contenuto di sostanza secca vale la considerazione sulla formazione, voluta della crosta: la separazione liquido solido deve essere vista come un vantaggio sia nella gestione del liquame in vasca che per la differenziazione dei carichi di nutrienti nella successiva fase di distribuzione e utilizzo agronomico; ovviamente la presenza del separatore complica la gestione, ma non in misura da renderla inattuabile.
Copertura flottante tipo palline di argilla espansa, 'Hexa-covers'		*	Non adeguato per i liquami che formano croste.
Copertura flottante con telo tipo "citsalp"		*	Lagune grandi sopraelevate e strutture in cemento e in acciaio.
Separazione meccanica solido-liquido	Diverse tecnologie disponibili.	*	Migliore gestione delle frazioni separate sia per lo spandimento che per eventuali trattamenti successivi.
Distribuzione			
Distribuzione in bande con il trailing hose	L'effetto della riduzione di NH ₃ aumenta con l'aumento della copertura vegetativa. Dipende dalla precisione di distribuzione e dalla estensione della contaminazione della coltura con il liquame.	*	
Distribuzione in bande con il trailing shoe	L'effetto della riduzione di NH ₃ aumenta con l'aumento della copertura vegetativa. Dipende dalla precisione di	*	

	distribuzione e dalla estensione della contaminazione della coltura con il liquame.		
Iniezione del liquame (solchi aperti)	Profondità dell'iniezione ≤ 5 cm	*	
Iniezione del liquame (solchi chiusi)	(Iniezione superficiale 5-10 cm) (Iniezione profonda >10 cm)	**	
Incorporazione del liquame applicato in superficie	Se immediata (con aratura)	***	
	Se dopo 4h:	**	
	Se dopo 24h:	*	
Diluzione del liquame da $>4\%$ SS a $<2\%$ SS ed utilizzo in fertirrigazione	La riduzione delle emissioni di NH_3 sono proporzionate alla variazione della diluizione.	*	
Incorporazione del solido scaricato in superficie	Se immediata (con aratura):	***	
	Se dopo 4h:	**	
	Se dopo 24h:	*	
Incorporazione dei fertilizzanti (ureici)	Dipende dalla struttura e composizione del suolo, dalle condizioni climatiche, dalla miscela, dalla applicazione profondità di incorporazione.	**	
Sostituzione dell'urea con nitrato di ammonio	Solo quando le emissioni di NH_3 provenienti dall'utilizzo di fertilizzanti ureici sono di almeno 40%	*	
Uso degli inibitori della nitrificazione	Agisce sulle urine animali ed abbatte la nitrificazione .	*	DMPP, Dicyandiamide,...
Razionalizzazione della fertilizzazione azotata	Riduzione dell'uso dei fertilizzanti di sintesi solo se le condizioni del suolo sono tali da poter garantire una fertilizzazione con effluenti o altre matrici organiche in grado di mantenere la giusta aereazione del suolo.	**	
Fertilizzanti a lento rilascio	Variabile	*	

Allegato 2 – tabelle riassuntive di alcune delle migliori tecniche BAT

Si riporta di seguito un estratto della pubblicazione "Allevamenti a basso impatto ambientale" realizzata dal CRPA, che contiene alcune tabelle riassuntive di alcune delle migliori tecniche BAT individuate a partire dai dati contenuti nel BRef europeo (attualmente in fase di revisione), con l'indicazione delle stime di emissione e di riduzione delle emissioni ottenibile rispetto a un sistema di riferimento. Si fa presente che nel momento in cui il nuovo BRef entrerà in vigore, tali sistemi di riferimento verranno sostituiti da un "Livello di prestazione ambientale" (meno prescrittivo) o da un "livello di emissione" (prescrittivo).

Ricoveri suini

Tabella 4.2 – Livelli di performance di tecniche di riduzione delle emissioni in ricoveri per scrofe in sede parto/lattazione.

Numero di riferimento	Tecnica di riduzione delle emissioni di NH ₃	Emissioni di NH ₃ (kg/posto x anno)	Riduzione delle emissioni di NH ₃ (%)
4.2.1	Gabbie con il pavimento totalmente grigliato (PTG) e fossa sottostante di stoccaggio (sistema di riferimento)	8,7	0
Gabbia con pavimento totalmente grigliato (PTG)			
4.2.2	Gabbie con PTG e piano sottostante in pendenza per separare feci e urine	5,2÷6,0	30÷40
4.2.3	Gabbia con PTG e fossa sottostante divisa in due parti, per raccolta separata delle deiezioni della scrofa e dei suinetti	4,2	52
4.2.4	Gabbie con PTG e sistema di ricircolo liquami in cunette senza strato liquido	3,5	60
4.2.5	Gabbie con PTG e bacinella di raccolta prefabbricata sottostante	3,0	65
Gabbia con pavimento parzialmente grigliato (PPG)			
4.2.6	Gabbie con PPG e fossa di raccolta liquami sottostante a ridotta superficie emettente	5,7	34
4.2.7	Gabbie con PPG e raschiatore nella fossa sottostante	4,2÷5,6	32÷52

Tabella 4.1 – Livelli di performance di tecniche di riduzione delle emissioni in ricoveri per scrofe in attesa calore/gestazione e per suini in accrescimento/ingrasso.

Numero di riferimento	Tecnica di riduzione delle emissioni di NH ₃	Emissioni di NH ₃ (Kg/posto x anno)		Riduzione delle emissioni di NH ₃ (%)	
		grassi	scrofe	grassi	scrofe
4.1.1	Pavimento totalmente fessurato (PTF) in box multipli o individuali con fossa di raccolta delle deiezioni sottostante (sistema di riferimento)	3,0	3,7	0	0
Pavimento totalmente fessurato (PTF)					

4.1.2	PTF e rimozione dei liquami con sistema a vacuum		2,2	2,8	25	25
4.1.3	PTF con ricircolo liquami in canali con strato liquido permanente	Senza aerazione liquame	2,1	2,6	30	30
		Con aerazione liquame	1,3	1,7	55	55
4.1.4	PTF con ricircolo liquami in tubi o cunette senza strato liquido	Senza aerazione liquame	1,8	2,2	40	40
		Con aerazione liquame	1,3	1,7	55	55
Pavimento parzialmente fessurato (PPF) con corsia di defecazione interna o esterna						
4.1.5	PPF con fossa sottostante a pareti verticali (box multipli e poste singole per scrofe in gestazione)		1,8÷2,4	2,5÷2,9	20÷33	20÷40
4.1.6	PPF con fossa a pareti verticali e sistema a vacuum	Fessurato in cemento	2,2	2,8	25	25
		Grigliato in metallo	1,9	2,4	35	35
4.1.7	PPF con ricircolo liquami in canali con strato liquido permanente	Senza aerazione liquame	1,5	1,8	50	50
		Con aerazione liquame	1,2	1,5	60	60
4.1.8	PPF con ricircolo liquami in tubi o cunette senza strato liquido	Senza aerazione liquame	1,2	1,5	60	60
		Con aerazione liquame	0,9	1,1	70	70
4.1.9	PPF con fossa sottostante a pareti inclinate e sistema a vacuum	Fessurato in cemento	1,2	1,5	60	60
		Grigliato in metallo	1,0	1,2	66	66
4.1.10	PPF con parte piena centrale convessa e fossa sottostante a pareti svasate con sistema a vacuum	Fessurato in cemento	1,2	1,5	60	60
		Grigliato in metallo	1,0	1,2	66	66
4.1.11	PPF con raschiatore nella fossa sottostante	Fessurato in cemento	1,8	2,2÷3,1	40	15÷40
		Grigliato in metallo	1,5	1,8	50	50
Pavimento con lettiera						
4.1.12	Pavimento parzialmente fessurato interno e lettiera nella corsia esterna di defecazione		2,1	2,6	30	30
4.1.12	Pavimento pieno interno e lettiera nella corsia esterna di defecazione		2,4	3,0	20÷30	20÷30
4.1.14	Pavimento con lettiera in area di riposo per scrofe in gruppo con autoalimentatori		-	2,6	-	38

Tabella 4.3 – Livelli di performance di tecniche di riduzione delle emissioni in ricoveri per suinetti in post-svezzamento

Numeri di riferimento	Tecnica di riduzione delle emissioni di NH ₃	Emissioni di NH ₃ (Kg/posto x anno)	Riduzione delle emissioni di NH ₃ (%)	
4.3.1	Box o gabbie con pavimento totalmente fessurato (PTF) e sottostante fossa di raccolta deiezioni (sistema di riferimento)	0,60	0	
Pavimento totalmente fessurato (PTF) o totalmente grigliato (PTG)				
4.3.2	Box o gabbie con PTF o PTG e sistema a vacuum	0,45	25	
4.3.3	Gabbie con PTG o piano sottostante in pendenza per la separazione di feci e urine	0,42	30	
4.3.4	Box o gabbie con PTF o PTG e fossa sottostante con raschiatore	0,38	35	
4.3.5	Box o gabbie con PTF o PTG e ricircolo liquami in tubi o cunette senza strato liquido	Senza aerazione	0,35	40
		Con aerazione	0,30	50
Pavimento parzialmente fessurato (PPF) o parzialmente grigliato (PPG)				
4.3.6	Box o gabbie con PPG o PPG e sistema a vacuum	Fessurato in cemento	0,45	25
		grigliato	0,38	35
4.3.7	Box con PPF e sistema a doppia climatizzazione	0,40	34	
4.3.8	Box con PPG con parte piena in pendenza o centrale convessa con fossa a pareti verticali	0,35	43	
4.3.9	Box con PPG con parte piena centrale convessa con fossa liquami a pareti verticali e sistema a vacuum	0,25	57	
4.3.10	Box con PPG e parte piena centrale convessa con fossa liquami sottostante a pareti inclinate e sistema a vacuum	0,15	72	
4.3.11	Box con PPF o PPG e ricircolo liquami in cunette senza strato liquido	Senza aerazione	0,25	60
		Con aerazione	0,20	70
4.3.12	Box con PPG e raschiatore nella fossa sottostante	0,20÷0,35	40÷70	
4.3.13	Box con PPF o PPG e con copertura di parte dell'area piena (sistema a kennel)	Dati non disponibili	Dati non disponibili	
Pavimento con lettiera				
4.3.14	Box con pavimento pieno e lettiera estesa a tutta la superficie (lettiera integrale)	Dati insufficienti	Dati insufficienti	

Ricoveri polli

Tabella 5.1 – Livelli di performance di tecniche di riduzione delle emissioni da ricoveri per galline ovaiole in gabbia

Numero di riferimento	Tecnica di riduzione delle emissioni di NH ₃	Emissioni di NH ₃ (Kg/posto x anno)	Riduzione delle emissioni (%)	Sostanza secca della pollina in uscita dal ricovero (%)
5.1.1	Gabbie con sottostante fossa di stoccaggio prolungato non ventilata (sistema di riferimento)	0,220	0	15÷25
5.1.2	Gabbie con sottostante fossa di stoccaggio e rimozione frequente a mezzo di raschiatore	0,220	0	20÷25
5.1.3	Gabbie con nastri trasportatori sottostanti per rimozione frequente della pollina umida verso uno stoccaggio esterno chiuso	0,053÷0,092	58÷76	20÷25
5.1.4	Batterie di gabbie con nastri ventilati mediante insufflazione di aria con tubi forati	0,026÷0,092	58÷88	35÷55
5.1.5	Batterie di gabbie con nastri ventilati a mezzo di ventagli	0,088	60	35÷50
5.1.6	Stoccaggio aperto aerato in locale posto sotto al piano di gabbie (fossa profonda)	0,154	30	50÷55
5.1.7	Batterie di gabbie verticali con nastri di asportazione e tunnel di essiccamento posto sopra alle gabbie	0,044	80	80÷85

Tabella 5.2 – Livelli di performance di tecniche di riduzione delle emissioni da ricoveri per galline ovaiole a terra

Numeri di riferimento	Tecnica di riduzione delle emissioni NH ₃	Emissioni di NH ₃ (Kg/posto x anno)	Riduzione delle emissioni di NH ₃ (%)
5.2.1	Sistema a terra con lettiera profonda e fessurato su fossa di raccolta della pollina tal quale (sistema di riferimento)	0,315	0
5.2.2	Sistema a terra con lettiera profonda e aerazione forzata della pollina nella fossa sotto al fessurato	0,125	60
5.2.3	Sistema a terra con lettiera profonda e pavimento perforato per l'aerazione forzata della pollina nella fossa sotto al fessurato	0,110	65
5.2.4	Sistema ad aviario	0,090	71

Trattamenti aziendali degli effluenti

Tabella 6.1 – Alcuni esempi di tecniche di trattamento con valutazione di impatto, costi e applicabilità (BRef, 2002)

Numero di riferimento	Tecniche	Emissioni		Energia richiesta (kWh/t)	Costi (€/m ³)	Applicabilità
		In aria	In acqua (mg/l)			

6.1	Separazione meccanica	trascurabile	trascurabile	0,5-4 (kWh/m ³)	1,4-4,2	Tecnica consolidata
6.2	Aerazione del liquame	Odori, CH ₄ , NH ₃ , N ₂ O	trascurabile	10-38	0,7-4	Tecnica consolidata
6.3	Trattamento biologico di liquame suino	Odori, NH ₃ , N ₂ O	NRK:80 P: 260, COD: 1.800, BOD: 90	16	6,1	Per grandi allevamenti
6.4	Compostaggio di deiezioni solide	NH ₃ , (10-15% di N)	trascurabile	5-50	12,4-37,2	Nessun limite di dimensione aziendale
6.5	Compostaggio di pollina con cortecce	n.d.	n.d.	n.d.	8,1 €/t	Sperimentale
6.6	Trattamento anaerobico di liquami	Odori, NH ₃	n.d.	Saldo positivo	-	la minima dimensione aziendale è di circa 500 capi
6.7	Lagoni anaerobici	Odori, NH ₃ , N ₂ O, CH ₄ ,	effluenti	bassa	n.d.	Limitata
6.8	Evaporazione ed essiccamento di liquami suini	Odori, NH ₃	COD: 120	30 (kWh/m ³ acqua)	>2,3	Sperimentale
6.9	Incenerimento di lettiera di broilers	Odori, polvere, (30 mg/m ³) SO ₂ , NO _x , N ₂ O	n.d.	Saldo positivo	18 €/t	Almeno 130.000 broilers
6.10	Additivi	no	no	Saldo positivo	0,5-1 €/suino	Di routine

Spandimento agronomico

Tabella 8.1 – BAT per la riduzione delle emissioni in atmosfera nelle fasi di spandimento degli effluenti suinicoli.

Tipo di uso del suolo	Tecnica	Riduzione delle emissioni di NH ₃	Tipo di effluente	Applicabilità	BAT SI/NO
Prato, arativi con colture in atto, arativi	Spargimento superficiale in pressione con	0	liquame	Pendenza <15% per carribotte; <25% per sistemi	NO

liberi da colture	piatto deviatore o cannone irrigatore			ombelicali	
Prato, arativi con colture in atto, arativi liberi da colture	Spargimento superficiale a bassa pressione e traiettoria corta; interrimento entro 6 ore su arativi liberi da colture	<30%	liquame	Pendenza <15% per carribotte; <25% per sistemi ombelicali	Nessuna decisione è stata presa dal TWG
Prati permanenti e arativi con colture alte meno di 30 cm	Spargimento a raso in strisce (bandspreading)	30%, può essere minore se applicato a prati con erba alta <30 cm	liquame	Pendenza <25% per carribotte; <305% per sistemi ombelicali; non per liquami molto viscosi o con paglia; forma e dimensioni dell'appezzamento hanno influenza	SI
Prati permanenti	Spargimento con scarificazione (trailing shoe)	40%	liquame	Pendenza <15% per carribotte; <25% per sistemi ombelicali; non per liquami molto viscosi o con paglia; forma e dimensioni dell'appezzamento hanno influenza; altezza erba <8 cm	SI
Prati permanenti	Iniezione poco profonda (solco aperto)	60%	liquame	Pendenza <12%; limitazioni notevoli per il tipo e le condizioni del suolo; non con liquami viscosi	SI
Soprattutto prati permanenti, arativi	Iniezione profonda (solco chiuso)	80%	liquame	Pendenza <12%; limitazioni notevoli per il tipo e le condizioni del suolo; non con liquami viscosi	SI
Arativi	Spargimento a raso in strisce (bandspreading) con incorporazione entro 4 ore (oppure senza	80%	liquame	L'incorporazione è applicabile solo per terreni che possono essere facilmente coltivati	SI con incorporazione in terreni che possono essere facilmente coltivati; SI senza

	incorporazione)				incorporazioni in altre situazioni; (SI anche senza incorporazioni in tutti i casi per due Stati membri).
Arativi	Incorporazione il più presto possibile, ma almeno entro 12 ore (24 ore)	Entro 4 ore: 80%; entro 12 ore: 60-70%; entro 24 ore: 50%	Letame suino, frazioni solide; pollina disidratata; lettiera di avicoli a terra	Solo per terreni che possono essere facilmente coltivati	SI con incorporazione entro le 12 ore) (SI con incorporazione entro 24 ore per due Stati membri)

Allegato 3 – Modello per l'Autovalutazione Aziendale del Rischio Emissivo (MAARE). Esempio riferito agli allevamenti di vacche da latte

PREMESSA

Il sistema di autovalutazione di seguito presentato è stato realizzato nell'ambito del Progetto *GreenHouse Gas Emissions* (GHGE), finanziato dal PSR Veneto - Misura 124/2012.

E' stato concepito principalmente come un sistema qualitativo, per valutare le soluzioni strutturali e gestionali adottate dall'azienda zootecnica in funzione di quelle che sono le migliori tecniche disponibili per la riduzione/mitigazione delle emissioni di ammoniaca riportate dalla bibliografia, dal principale documento comunitario di riferimento [2] e dalle Linee Guida BAT già sviluppate da altri paesi dell'UE [3] per il settore bovino. Può essere quindi definito come una check-list organizzata delle migliori tecniche disponibili applicate e applicabili agli allevamenti di bovini, da latte e da carne, "tarata" sulla realtà del territorio veneto. Nasce dall'esigenza di fornire alle aziende zootecniche uno strumento pratico per valutare quali sono i margini di miglioramento della propria gestione in un'ottica di riduzione dell'impatto ambientale, inteso come emissioni di azoto in atmosfera.

Non si tratta specificatamente di un modello per la quantificazione delle emissioni di azoto (in forma ammoniacale o di protossido di azoto) che si generano dall'allevamento dei bovini da carne e da latte, in quanto strumenti di questo tipo sono già disponibili (ad esempio il modello ERICA [1], sviluppato nel 2005 dalla Direzione Generale Agricoltura della Regione Lombardia). Allo stesso modo non è un bilancio ambientale, quindi non segue l'approccio dell'LCA.

PRINCIPI GUIDA DEL SISTEMA

I documenti ufficiali dell'Unione Europea [2] riconoscono due principali linee di intervento per la mitigazione delle emissioni: quelle "a monte", volte a *ridurre* le emissioni di metano enterico e i volumi di escreto per unità di prodotto finito (latte o carne) e quelle "a valle", finalizzate a *contenere* le emissioni dall'escreto, una volta che questo è stato prodotto.

Nel primo gruppo rientrano principalmente tutte quelle azioni indirizzate al miglioramento dell'efficienza alimentare degli animali, per cercare di ridurre le escrezioni di nutrienti (azoto e sostanza organica) al minimo connaturato con i processi metabolici.

Dal punto di vista veterinario e zootecnico gli interventi "a monte" interessano inoltre quelle azioni che permettono di ridurre il numero di capi allevati per unità di prodotto finito e di aumentare l'efficienza del ciclo produttivo degli animali [4].

Nel secondo gruppo rientrano invece le azioni di contenimento delle emissioni nelle varie fasi di gestione degli effluenti, dal ricovero, allo stoccaggio, alla distribuzione in campo.

Va da sé che agire sul semplice contenimento delle emissioni dall'escreto aumenta il tenore in azoto del refluo al campo, aggravando quelle situazioni territoriali nei quali ad una elevata densità zootecnica si somma la qualifica di Vulnerabilità ai Nitrati dei terreni utilizzati per la distribuzione agronomica degli effluenti.

Ragionando in un'ottica integrata di tutela ambientale, le azioni di riduzione "a monte" dell'escreto diventano quindi strategiche per un'effettiva riduzione delle emissioni e dell'impatto ambientale.

Le strategie di riduzione e mitigazione delle emissioni sono state quindi ripartite nelle seguenti cinque sezioni, che rispecchiano le cinque "fasi" di gestione dell'allevamento:

- zootecnica e sanitaria;
- alimentare;
- degli effluenti nei ricoveri;
- dello stoccaggio degli effluenti;
- della distribuzione agronomica degli effluenti.

I confini del sistema

Il Progetto aveva come obiettivo quello di valutare il “sistema allevamento”. Per questo motivo è stata esclusa la parte relativa alla produzione degli alimenti e alla coltivazione. Ciò non toglie che il modello non possa essere ulteriormente perfezionato ed integrato della parte agronomica, soprattutto in riferimento alla distribuzione degli effluenti: tempi e modi di distribuzione sono infatti collegati all’ordinamento colturale aziendale.

STRUTTURA DEL MODELLO

Il modello ha la struttura di un questionario, con una serie di domande relative alle scelte strutturali e gestionali adottate in azienda. Le domande sono ripartite in cinque sezioni:

- gestione zootecnica e sanitaria;
- alimentazione;
- stabulazione;
- stoccaggio degli effluenti;
- distribuzione agronomica degli effluenti.

A ogni domanda viene attribuito in automatico un punteggio: il punteggio minimo corrisponde alla situazione “di riferimento”, ovvero quella che comporta il maggior rischio emissivo, mentre punteggi crescenti corrispondono a situazioni progressivamente migliorative, individuate sulla base delle indicazioni contenute nei documenti comunitari di riferimento [2], bibliografia internazionale e Linee Guida già sviluppate in altri paesi [3], adattate alla realtà locale.

Il modello restituisce quindi, per ognuna delle sezioni sopra elencate, un punteggio espresso in centesimi che indica il grado di virtuosità dell’azienda relativamente all’impatto ambientale, ovvero: in che posizione si colloca l’azienda rispetto alla situazione di riferimento (0 %=massimo rischio emissivo) e, di conseguenza, qual è il suo margine di miglioramento.

Sezione gestione zootecnica e sanitaria

Obiettivo delle domande di questa sezione è valutare quali sono i margini per migliorare la produttività degli animali, quindi per ridurre, a parità di produzione, la consistenza della mandria. Il primo passo per ridurre l’impatto ambientale dell’attività sta infatti nel ridurre le inefficienze della produzione. La Tabella 1 riporta i parametri che sono stati presi in considerazione e il “peso” che è stato loro attribuito.

Tabella 1: parametri che compongono la sezione “gestione zootecnica e sanitaria”

Informazione	Punteggio massimo
Numero medio lattazioni/capo	20
Età al primo parto	10
Durata dell’interparto	10
Età media della riforma	8
Quota di rimonta	20
Mortalità 0-6 mesi	4
Mortalità 6 mesi-primo parto	6
Mortalità capi adulti entro il secondo parto	10
Media cellule somatiche	8
Media carica microbica	4
<i>Totale sezione gestione zootecnica e sanitaria</i>	<i>100</i>

Sezione alimentazione

Le domande di questa sezione sono finalizzate a valutare le soluzioni di razionamento adottate rispetto alle indicazioni di buona pratica per massimizzare l’efficienza alimentare: per ridurre le emissioni di azoto (in forma sia ammoniacale che di protossido) la strategia alimentare consiste

nell'avvicinare il più possibile gli apporti ai fabbisogni, riducendo quindi l'azoto escreto al minimo connaturato con i processi metabolici.

Di seguito i parametri che sono stati presi in considerazione, con i rispettivi punteggi.

Tabella 2: parametri che compongono la sezione "alimentazione."

Informazione	Punteggio massimo
Numero di razioni praticate	30
Tenore proteico delle razioni	15
Rapporto NSC/proteina	15
Frequenza controlli delle razioni	15
Frequenza controlli degli alimenti	15
Frequenza di analisi della concentrazione di urea nel latte	10
<i>Totale</i>	<i>100</i>

Sezione stabulazione

Le domande di questa sezione sono volte a evidenziare le principali caratteristiche strutturali degli edifici di stabulazione, le soluzioni di stabulazione adottate e le modalità di gestione delle deiezioni in stalla. L'attenzione è rivolta in particolar modo all'ammoniaca, che è il composto che si libera più rapidamente e in maggiori quantità dalle deiezioni e proprio per questo può essere scelto come indicatore del rischio emissivo dei gas azotati nei ricoveri. Il protossido di azoto, l'altro composto azotato di interesse, così come gli ossidi di azoto, si forma infatti a partire dall'ammoniaca in soluzione a seguito di reazioni di nitrificazione e successiva parziale denitrificazione, che si sviluppano in ambienti di microaerofilia, quali, fra tutti, le lettiere permanenti.

Si considera ai fini della compilazione di questa sezione l'"unità omogenea di stabulazione" (UdS), ovvero un edificio/ricovero o una porzione di esso caratterizzata dalla presenza di un sistema omogeneo di stabulazione e di gestione delle deiezioni. Questo permette di caratterizzare le diverse soluzioni stabulative che possono essere presenti all'interno di una stessa azienda.

Al termine della compilazione ognuna delle unità di stabulazione acquisisce un punteggio, che viene poi pesato per il numero di UBA (unità bovine adulte) mediamente presenti, in modo tale da ottenere un punteggio unico per la sezione stabulazione.

I principi che hanno guidato la scelta dei parametri da considerare e delle soluzioni da premiare sono stati:

- la rimozione rapida delle deiezioni dai ricoveri di allevamento [2];
- la riduzione (nel limite consentito dalle norme sul benessere e dalle esigenze di funzionalità) degli spazi dove gli animali depongono le deiezioni [2];
- la corretta climatizzazione e coibentazione dell'edificio: controllando temperatura e umidità ambientale si riduce la produzione e la volatilizzazione dei gas di fermentazione [2] e si mantengono asciutte le zone di riposo a lettiera, riducendo le fermentazioni a carico delle deiezioni ivi deposte [4].

Di seguito i parametri che sono stati presi in considerazione con i rispettivi punteggi massimi attribuiti (tabella 3).

Tabella 3: macro-parametri che compongono la sezione "stabulazione"

Informazione	Punteggio massimo
Coibentazione	10
Controllo clima interno	10
Pulizia animali	30
Gestione delle aree di riposo e di alimentazione	50
<i>Totale</i>	<i>100</i>

La voce “Gestione delle aree di riposo e di alimentazione” è stata successivamente differenziata per le tre “macro-categorie” di stabulazione in uso presso le aziende di vacche da latte della Regione Veneto, per le quali il sistema è stato pensato.

Stabulazione su cuccetta	
INFORMAZIONE	PESO %
coibentazione	10
Controllo clima interno	10
pulizia animali	30
Corsie di servizio e di alimentazione: tipo di pavimentazione - larghezza- modalità e frequenza di rimozione delle deiezioni	50
totale	100

Lettieria piana con corsia di alimentazione	
INFORMAZIONE	PESO %
coibentazione	10
Controllo clima interno	10
pulizia animali	30
Corsia di alimentazione: larghezza, tipo di pavimentazione- modalità e frequenza di rimozione delle deiezioni	26
Quantità di lettiera impiegata	8
Frequenza di rimozione	8
Frequenza di aggiunte	8
totale	100

Stabulazione su lettiera piana senza corsia di alimentazione (box tutta lettiera)	
INFORMAZIONE	PESO %
coibentazione	10
Controllo clima interno	10
pulizia animali	30
Quantità di lettiera impiegata	16
Frequenza di rimozione	17
Frequenza di aggiunte	17
totale	100

Stabulazione su lettiera inclinata	
INFORMAZIONE	PESO %
coibentazione	10
Controllo clima interno	10
pulizia animali	40
Corsia di alimentazione: tipo di pavimentazione- modalità e frequenza di rimozione delle deiezioni	26
Quantità di lettiera impiegata	12
Frequenza di aggiunte	12
totale	100

Sezione stoccaggio effluenti

Questa sezione è relativa alle strutture di stoccaggio degli effluenti palabili (letami) e non palabili (liquami) prodotti nell'azienda.

L'obiettivo è valutare le caratteristiche delle strutture per lo stoccaggio dal punto di vista del controllo delle emissioni che si generano durante questa fase. L'attenzione è concentrata sulle strutture esterne ai ricoveri di allevamento: sono quindi escluse, per i palabili, i volumi della lettiera permanente, per i non palabili, i volumi sottogrigliato e le prevasche in testa ai ricoveri.

Al termine della compilazione ognuna delle strutture di stoccaggio acquisisce un punteggio, che viene poi pesato per la sua capacità di stoccaggio. In questo modo si ottiene un punteggio per lo stoccaggio dei palabili e uno per lo stoccaggio dei non palabili.

Al momento l'unico parametro che è stato ritenuto di interesse per la riduzione delle emissioni da questa fase è la copertura delle strutture di stoccaggio. Non si esclude tuttavia una futura revisione di questa sezione includendo altri parametri di giudizio.

Informazione	Punteggio massimo
Presenza e tipologia di copertura	100

Sezione distribuzione effluenti

Obiettivo di questa sezione è valutare i margini per ridurre le emissioni di azoto ammoniacale dalla fase di distribuzione degli effluenti in campo.

I principi da seguire sono:

- distribuire con modalità che riducano la dispersione in aria degli effluenti (quindi la volatilizzazione dell'azoto ammoniacale, nonché degli eventuali microorganismi patogeni presenti) e il tempo di permanenza sulla superficie del terreno;
- distribuire nei periodi idonei dal punto di vista agronomico: in questo senso un buon indicatore della possibilità da parte dell'allevatore di seguire questo principio è la capacità di stoccaggio aziendale. Maggiore è l'autonomia di stoccaggio, maggiore è la possibilità di distribuire nei periodi più idonei, e non solo in base alla stringente necessità di svuotare lo stoccaggio.

Dato che gli effluenti possono essere distribuiti in più momenti nel corso dell'anno, oppure in uno stesso periodo ma su terreni e con modalità differenti, è possibile descrivere più "momenti di distribuzione" (fino a tre) per ogni tipologia di effluente (palabile e non palabile).

Ogni momento di distribuzione acquisisce un punteggio che poi verrà pesato per la % di effluente distribuito per ottenere il punteggio finale della distribuzione di quel tipo di effluente (palabile o non palabile).

Informazione	Punteggio massimo
Modalità di distribuzione	60
Capacità di stoccaggio	40
<i>totale</i>	<i>100</i>

Punteggio complessivo finale

Il punteggio finale è dato dalla media ponderata dei punteggi ottenuti nelle cinque sezioni. Ad ogni sezione è stato infatti attribuito un peso al fine di poter modulare l'importanza di ognuna di queste fasi nell'impatto emissivo dell'azienda.

Il punteggio acquisito da ogni sezione viene poi pesato come indicato in tabella 4. Questo permette di attribuire maggiore importanza ad alcune fasi rispetto ad altre. Nella fattispecie, un maggiore

peso è stato dato alla gestione zootecnica ed alimentare degli animali perché, si tratta di interventi effettuati “a monte” e tali da ridurre effettivamente le emissioni (e non semplicemente di “mitigarle”) quindi sono strategici in un’ottica integrata ambientale, in cui si deve considerare che l’emissione “risparmiata” si traduce in un aumento del tenore di azoto al campo.

Tabella 4: peso attribuito alle diverse categorie di parametri considerati nel modello di autovalutazione.

Sezione	Peso
Gestione zootecnica	30
Alimentazione	30
Stabulazione	15
stoccaggio degli effluenti	15
distribuzione agronomica degli effluenti	10
<i>Totale</i>	<i>100</i>

La maschera finale del modello restituisce non solo il punteggio complessivo ma anche quello di ogni sezione. In questo modo è possibile verificare quali sono gli aspetti dove l’azienda raggiunge già un buon livello e quali invece dove è necessario intervenire per migliorare l’impatto ambientale.

ALCUNE NOTE

La filosofia che ha guidato la realizzazione del modello di valutazione è quella di premiare soluzioni in grado di ridurre non solo le emissioni in atmosfera di azoto e metano dalle singole fasi di gestione ma più in generale “l’impatto ambientale”.

In questo senso è stato dato maggior peso alle soluzioni che permettono di ridurre “a monte” i volumi di escreto per unità di prodotto finito (kg di latte o di carne) perché aumentano l’efficienza produttiva dell’azienda e riducono alla fonte le emissioni. Allo stesso modo sono state scelte quelle soluzioni che vanno nella stessa direzione del benessere animale e della sostenibilità ambientale dell’attività zootecnica nel suo complesso. Ad esempio, tra le soluzioni citate nel documento comunitario UNECE [2] per ridurre le emissioni di ammoniaca dai ricoveri e dagli stoccaggi vi è l’acidificazione dei liquami: questa tecnica non è stata presa in considerazione in quanto comporta anzitutto un aggravio dei costi per l’acquisto del prodotto chimico, difficoltà e maggiori rischi per la gestione aziendale dello stesso, e infine potrebbe compromettere l’uso agronomico dell’effluente stesso a causa del ridotto pH [5]. Un altro esempio riguarda lo stoccaggio dei palabili: sempre nel documento comunitario UNECE si consiglia di coprire il cumulo con un telo plastico per ridurre le emissioni di ammoniaca. Tuttavia questo contrasta con quelle che sono le finalità prime dello stoccaggio, ossia quelle di consentire la maturazione aerobia del prodotto ai fini di migliorarne le qualità agronomiche [6]. Nell’ottica dunque di privilegiare una gestione degli effluenti rispettosa dell’ambiente in tutte le sue fasi si è premiato uno stoccaggio gestito in modo da favorire le fermentazioni aerobie e quindi, oltre che la stabilizzazione del prodotto dal punto di vista della fermentescibilità, anche la sua igienizzazione, in modo da garantirne un utilizzo agronomico-ambientale ottimali.

Nella scelta dei criteri di valutazione a fini del punteggio si sono infine privilegiati quei parametri:

- facilmente acquisibili dall’allevatore stesso o dal personale tecnico che effettua la consulenza e parallelamente verificabili in caso di controlli esterni (ARPAV, Regione...).
- più facilmente estendibili alla realtà zootecnica locale. Dal sistema di valutazione sono state al momento escluse soluzioni ritenute poco applicabili per il costo o per la difficoltà di realizzazione e di gestione. Ad esempio la tipologia di pavimentazione *grooved floor*, ritenuta valida per l’allontanamento rapido delle urine dalle corsie di servizio e di alimentazione [2] dai

ricoveri, è una soluzione molto diffusa nel nord Europa ma sconosciuta nel nostro Paese. Essa richiede una completa revisione della pavimentazione quindi un investimento importante: data la situazione attuale della zootecnia, si è preferito spingere verso azioni meno “impattanti” dal punto di vista economico ma altrettanto efficaci, se correttamente realizzate e ben gestite, quali la manutenzione della pavimentazione piena, l’utilizzo di sistemi meccanici per la rimozione delle deiezioni e l’aumento dei passaggi degli stessi durante il giorno. Il modello è comunque stato pensato per essere dinamico, oltre che facilmente aggiornabile, spingendo verso il miglioramento continuo delle aziende, nel tentativo di raggiungere progressivamente standard sempre più elevati in termini di “protezione” dell’ambiente. In questo senso soluzioni momentaneamente escluse potranno essere recuperate in un secondo momento.

POSSIBILITÀ DI IMPIEGO

- Il modello è stato pensato per essere fruibile dall’allevatore (si tratta di un modello di autovalutazione on-farm del rischio emissivo), che lo può considerare come un aiuto per individuare i punti critici nella gestione dell’attività e per migliorare la propria competitività. In effetti, la maggior parte delle strategie per ridurre le emissioni sono interventi mirati a ridurre le inefficienze della produzione (quindi a ridurre il numero di capi necessari per unità di prodotto finito) o a razionalizzare la gestione e degli animali e degli effluenti, con evidenti vantaggi non solo per l’ambiente ma anche per l’economia aziendale.
- La sua compilazione periodica (annuale ad esempio) permette di verificare il progressivo miglioramento dell’efficienza aziendale conseguente all’adozione di misure migliorative.
- Creazione di un database regionale dinamico contenente informazioni dettagliate sulle caratteristiche strutturali, gestionali, alimentari delle aziende zootecniche.
- Il sistema è incentrato sulle emissioni di azoto: molte delle tecniche gestionali e strutturali che portano alla riduzione/mitigazione delle emissioni di ammoniaca vanno tuttavia nella stessa direzione della riduzione delle emissioni di odori: l’allontanamento rapido delle deiezioni dalla stalla, la copertura degli stoccaggi, la riduzione dell’intervallo di tempo tra la distribuzione e l’interramento... sono tutte tecniche che oltre a ridurre le emissioni di ammoniaca riducono anche quelle di odori o la proliferazione di insetti molesti. Il sistema potrebbe quindi avere anche un impiego come strumento per la definizione o per la modifica dei vincoli urbanistici o ancora per l’ottenimento di deroghe per la singola azienda: un esempio potrebbe essere quello della definizione delle distanze minime dai centri abitati, che potrebbe essere ridotta dimostrando di adottare sistemi che riducono le emissioni odorogene.
- Il sistema, che al momento è stato informatizzato per i bovini, può essere anche sviluppato per altre categorie di animali da reddito.

Elenco degli acronimi

AIA – Autorizzazione Intergrata Ambientale
BAT – *Best Available Techniques*
BCAA – Buone Condizioni Agronomiche ed Ambientali
BRef – *BAT Reference document*
CBPA – Codice di Buona Pratica Agricola
CGO – Criteri di Gestione Obbligatoria
FEASR – Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale
GHG – *GreenHouse Gas*
IPPC – *Integrated Pollution Prevention and Control*
POA – Programma Operativo Aziendale
PUA – Piano di Utilizzazione Agronomica
UNECE – *United Nations Economic Commission for Europe*

Bibliografia

- AA.VV., 2012. *Progetto GHGE (GreenHouse Gas Emissions)*. Regione Veneto
- AA.VV., 2014. *Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2012. National Inventory Report 2014*. Rapporto ISPRA n.198/2014. Roma
- AA.VV., 2015 *Italian Emission Inventory 1990-2013. Informative Inventory Report 2015*. Rapporto ISPRA n. 223/2015. Roma
- Commissione europea, 2014. Regolamento di esecuzione (UE) n. 808/2014 della Commissione del 17 luglio 2014 recante modalità di applicazione del Regolamento (UE) n. 1305/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio sul sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (FEASR)
- Hooper AB, Arciero DM, Bergmann D & Hendrich MP, 2005. *The oxidation of ammonia as an energy source in bacteria in respiration. Respiration in Archaea and Bacteria: Diversity of Prokaryotic Respiratory Systems*. Vol. 2. (Zannoni Davide, ed), pp. 121–147. Springer, Dordrecht, the Netherlands.
- [1] Istituto di Ingegneria Agraria, 2005. Software ERICA (Supporto di calcolo delle Emissioni, loro Riduzione Integrata e Controllo negli Allevamenti zootecnici).
- Klotz M.G. & Stein L.Y.,2007. *Nitrifiers genomics and evolution of the nitrogen cycle*. FEMS Microbiol Lett 278:146–156
- [6] Mipaaf, 1999. Codice di Buona Pratica agricola. D.M. 19 aprile 1999, G.U. n. 102 S.O. n. 86 del 4 maggio 1999.
- [4] Monteny GJ., et al., 2006. *Greenhouse gas abatement strategies for animal husbandry Agriculture, ecosystems and environment*. 112, 163-170.
- Nicol G.W. and Schleper C. *Ammonia-oxidising Crenarchaeota: important players in the nitrogen cycle?* TRENDS Microb Vol.14 No.5 May 2006.
- [3] Tartu, 2007. *Integrated pollution prevention and control – Best available techniques for intensive rearing of cattle* Disponibile all’indirizzo internet:

<http://www.ippc.envir.ee/docs/PVT/BAT%20for%20Intensive%20Rearing%20of%20Cattle.pdf>

- [5] Teri F., 2012. Trattamenti fisici per la gestione dell'azoto contenuto negli effluenti da digestione anaerobica di reflui zootecnici. Tesi di dottorato. Università di Udine.
- [2] UN ECE/EB.AIR/120, 2014 *Guidance document on preventing and abating ammonia emissions from agricultural sources*. Economic Commission for Europe – Executive Body for the Convention on Long – range Transboundary Air Pollution.