

*Le schede
di valutazione
di merito tecnico
dell'affidabilità
delle tecnologie
per il trattamento
degli effluenti
zootecnici
in ambito aziendale
e interaziendale*

Trattamenti

Così il Crpa ne valuta l'affidabilità

Gli autori sono di Crpa spa, Reggio Emilia.

di **Sergio Piccinini, Giuseppe Bonazzi**

La via della delocalizzazione degli effluenti verso aree agricole potenzialmente ricettive non è sempre perseguibile, e per i costi, e per le difficoltà di convincere gli agricoltori che non allevano animali ad accettare effluenti zootecnici per

SCHEDA N. 1 - TRATTAMENTO DI NITRIFICAZIONE DENITRIFICAZIONE IN COMPARTI SEPARATI

- Descrizione del processo alla base della tecnologia

La fase di trattamento biologico avviene in due vasche, di cui una è aerata per la nitrificazione e la seconda in condizioni di anossia per la denitrificazione.

- Livello di sviluppo

Esistono già impianti a scala industriale, ma il livello di sviluppo su liquami zootecnici è ancora insufficiente.

- Prestazioni di impianti già disponibili a scala industriale e già realizzati in situazioni reali

Difficilmente il refluo chiarificato rientra nei limiti per lo scarico in acque superficiali. Se questo è lo scopo dell'impianto, è necessario introdurre uno stadio di trattamento terziario per rimuovere, oltre all'azoto ammoniacale e/o nitrico residuo, il fosforo e i solidi sospesi ancora presenti nell'effluente. Le efficienze di rimozione dell'azoto arrivano a 70-95%.

- Sostenibilità economica

Si stima per una depurazione finalizzata allo scarico in acque superficiali un costo di gestione, comprensivo degli ammortamen-

ti, non inferiore a 7-8 Euro/m³ (circa 42 Euro/posto suino nella realtà della maggior parte degli allevamenti del nostro paese).

- Applicabilità

- in situazioni aziendali: inapplicabile, con qualche possibilità per allevamenti suinicoli di grossa dimensione (superiore ai 12.000-15.000 capi)

- in situazioni interaziendali: discreta in impianti assistiti da un impianto di biogas per il supporto energetico, qualora la destinazione del refluo trattato siano le acque superficiali. Applicabilità molto bassa quando la destinazione del refluo trattato è l'utilizzo agronomico. Il forte abbattimento dell'azoto permette, infatti, di elevare solo teoricamente la dose/ha di liquame trattato. In realtà le dosi elevate trovano forte limitazione per il rischio di apporto ai suoli fertirrigati di sali (solfati, cloruri, ...), con potenziali danni alla struttura e alla fertilità dei suoli medesimi.

- Affidabilità

- *in situazioni aziendali:* nulla o scarsa;

- *in situazioni interaziendali:* scarsa. ●

SCHEDA N. 2 - TRATTAMENTO DI NITRIFICAZIONE DENITRIFICAZIONE IN REATTORI SEQUENZIALI (SBR)**- Descrizione del processo alla base della tecnologia**

Le due fasi del processo, nitrificazione e denitrificazione avvengono in tempi diversi nella stessa vasca, variando ciclicamente le fasi operative dell'impianto.

- Livello di sviluppo

Esistono già impianti a scala industriale e il livello di sviluppo su liquami zootecnici è discreto, soprattutto nel caso in cui la destinazione finale del refluo trattato non sia lo scarico in acque superficiali, ma una rete fognaria servita da depuratore per acque civili e/o la fitodepurazione.

- Prestazioni di impianti già disponibili a scala industriale e già realizzati in situazioni reali

Difficilmente il refluo chiarificato rientra nei limiti per lo scarico in acque superficiali. Se questo è lo scopo dell'impianto, è necessario introdurre uno stadio di trattamento terziario per rimuovere azoto, fosforo e solidi sospesi ancora presenti nell'effluente. Le efficienze di rimozione dell'azoto arrivano a 70-90%

- Sostenibilità economica

Si stima per una depurazione finalizzata allo scarico in acque superficiali un costo di gestione, comprensivo degli ammortamenti, non inferiore a 5-6 Euro/m³ (circa 30 Euro/posto suino nella realtà della maggior parte degli allevamenti del nostro paese).

- Applicabilità

- in situazioni aziendali: applicabile in allevamenti di dimensione non inferiore ai 8.000-10.000 capi, preferibilmente con la digestione anaerobica per il supporto energetico;
- in situazioni interaziendali: discreta in impianti assistiti da un impianto di biogas per il supporto energetico, qualora la destinazione del refluo trattato siano una fognatura pubblica e/o le acque superficiali.

Applicabilità problematica, per entrambe le situazioni, qualora la destinazione del refluo trattato sia l'utilizzo agronomico. Il forte abbattimento dell'azoto permette, infatti, di elevare la dose/ha di liquame trattato ma, in realtà, le dosi elevate trovano limitazione per il rischio di apporto di sali (solfati, cloruri, ...) ai suoli. Tale utilizzazione dovrebbe avvenire pertanto su terreni non a rischio di salinizzazione.

- Affidabilità

- *in situazioni aziendali*: discreta;
- *in situazioni interaziendali*: discreta. ●

SCHEDA N. 3 - TECNOLOGIA DEI BIOREATTORI A MEMBRANA (MBR)**- Descrizione del processo alla base della tecnologia**

Si utilizzano nei tradizionali impianti biologici di depurazione e/o in impianti SBR, in luogo della sedimentazione secondaria, membrane di microfiltrazione o ultrafiltrazione per ottimizzare la separazione dei solidi sospesi.

- Livello di sviluppo

Esistono già impianti a scala industriale, ma non sufficientemente sviluppati su effluenti zootecnici

- Prestazioni di impianti già disponibili a scala industriale e già realizzati in situazioni reali

Si ha un incremento dell'efficienza di nitrificazione anche in condizioni non ottimali di processo. Le efficienze di rimozione dell'azoto arrivano a 80-98%

- Sostenibilità economica

Non ci sono indicazioni di costo. I rischi di forte innalzamento dei costi gestionali sono legati alla diminuzione di permeabilità delle membrane. Elevati i costi energetici.

- Applicabilità

- in situazioni aziendali: di difficile applicabilità.
- in situazioni interaziendali: non ci sono in Italia esperienze su liquami zootecnici tal quali o digeriti.

- Affidabilità

- *in situazioni aziendali*: nulla o scarsa;
- *in situazioni interaziendali*: non ci sono esperienze in Italia su liquami zootecnici tal quali o digeriti. ●



● Un impianto di strippaggio.

la fertilizzazione dei loro terreni. Da qui l'esigenza di ricorrere anche a tecnologie

di riduzione dell'azoto contenuto nei liquami.

A questa crescente domanda l'industria di mezzi tecnici sta cercando di dare una

SCHEDA N. 4 - TECNOLOGIE BASATE SUL PROCESSO ANAMMOX
- Descrizione del processo alla base della tecnologia

Sono processi di rimozione dell'azoto che si differenziano da quelli convenzionali in quanto la nitrificazione biologica avviene ad opera di microrganismi autotrofi o misti che trasformano l'ammonio in azoto molecolare. Ci sono diversi processi che sfruttano il metabolismo di questi batteri. I principali sono noti come processi Sharon-Anammox e Canon.

- Livello di sviluppo

Questi processi hanno mostrato efficacia a livello sperimentale, ma necessitano di verifiche a pieno campo, soprattutto per quanto riguarda l'applicazione agli effluenti zootecnici.

- Prestazioni di impianti già disponibili a scala industriale e già realizzati in situazioni reali

A livello sperimentale sono state dimostrate efficienze di rimozione

dell'azoto che arrivano a 90%, con una minore richiesta energetica di aerazione e una minore richiesta di fonte di Carbonio esterna per la denitrificazione rispetto agli impianti biologici tradizionali.

- Sostenibilità economica

Non ci sono indicazioni di costo, mancando realizzazioni in scala reale.

- Applicabilità

- *in situazioni aziendali*: non ci sono esperienze in scala reale su liquami zootecnici tal quali o digeriti.

- *in situazioni interaziendali*: non ci sono esperienze in scala reale su liquami zootecnici tal quali o digeriti.

- Affidabilità

- *in situazioni aziendali*: mancano elementi per esprimersi;

- *in situazioni interaziendali*: mancano elementi per esprimersi. ●

SCHEDA N. 5 - FITODEPURAZIONE
- Descrizione del processo alla base della tecnologia

E' un sistema biologico di trattamento delle acque reflue, costituito da vasche riempite di substrato permeabile sul quale sono insediate piante palustri, comunemente *Phragmites spp.* (cannetta palustre). L'azoto è rimosso attraverso il metabolismo batterico (processi di nitrificazione/denitrificazione), per assorbimento delle piante e per sedimentazione.

- Livello di sviluppo

Esistono già impianti a scala aziendale, su acque reflue civili e di agroindustria. Nel comparto zootecnico le realizzazioni sono limitate alle acque di lavaggio delle sale di mungitura e dei caseifici.

- Prestazioni di impianti già dispo-
nibili a scala industriale e già realizzati in situazioni reali

Un impianto di fitodepurazione su effluenti zootecnici ha possibilità di fornire prestazioni adeguate solo se posto alla fine di una linea di trattamento che preveda a monte altri trattamenti con forte rimozione del carico organico, dell'azoto e dei solidi sospesi, in vista di un eventuale scarico in acque superficiali. Non esistono realizzazioni su effluenti zootecnici, a parte le acque delle sale di mungitura dove, in effetti, questi impianti conseguono buone prestazioni.

- Sostenibilità economica

Sono costi in genere più contenuti di quelli di impianti biologici convenzionali operanti a parità di carico in ingresso.

Sono costi che si aggiungono però a quelli dei pretrattamenti a monte. Occorre inoltre la disponibilità di ampie superfici per la realizzazione dei bacini di trattamento.

- Applicabilità

- *in situazioni aziendali*: inapplicabile su effluenti zootecnici tal quali;

- *in situazioni interaziendali*: inapplicabile su effluenti zootecnici per le estese superfici richieste.

- Affidabilità

- *in situazioni aziendali*: pressoché nulla su effluenti zootecnici diversi dalle acque di mungitura;

- *in situazioni interaziendali*: non ci sono esperienze su liquami zootecnici tal quali o digeriti. ●

risposta offrendo soluzioni tecnologiche che dovrebbero rispondere ai requisiti della sostenibilità economica e dell'applicabilità in un contesto aziendale agricolo. Le proposte tecnologiche offerte sono sostanzialmente riconducibili a tre gruppi di processi:

- processi di dissipazione in atmosfera dell'azoto;

- processi di estrazione e recupero dell'azoto;

- processi per la valorizzazione degli effluenti tal quali e/o di loro frazioni separate.

Di fronte a questa variegata offerta tecnologica, l'allevatore e le autorità competenti preposte al rilascio dei permessi si trovano a volte privi di criteri di valutazio-

ne e di supporto tecnico adeguato.

Gli indicatori di merito

Le presenti 14 schede si propongono di fornire una prima valutazione molto sintetica delle singole tecnologie. Valutazione fondata su criteri che danno spazio a 4 indicatori di merito tecnico:

1) *livello di sviluppo* (o di maturità) della

SCHEDA N. 6 - PROCESSO DI STRIPPAGGIO**- Descrizione del processo alla base della tecnologia**

E' un processo di rimozione dell'azoto che viene applicato prevalentemente a frazioni chiarificate di digestati di origine zootecnica o mista. Agendo sulla temperatura, sull'agitazione meccanica e/o sul pH, si produce una volatilizzazione dell'ammoniaca che deve poi essere fissata come sale di ammonio in una torre di lavaggio acido (scrubber).

- Livello di sviluppo

Questo processo necessita di verifiche per quanto riguarda le reali efficienze di rimozione dell'azoto, quando applicato a digestati da effluenti zootecnici.

- Prestazioni di impianti già disponibili a scala industriale e già realizzati in situazioni reali

E' possibile arrivare a rimozioni anche del 60-70% dell'azoto ammoniacale, mentre la rimozione dell'azoto totale difficilmente, nei più comuni digestati, va oltre il 40-50%. Solo se una parte dell'azoto viene preventivamente segregata in una frazione solida da esportare, si può arrivare ad un rendimento intorno al 60% di estrazione dell'azoto.

- Sostenibilità economica

I consumi elettrici sono intorno ai 7 kWh/m³ di liquame trattato, mentre ai fabbisogni termici si fa fronte con il calore di cogenerazione dell'impianto di biogas. La sostenibilità economica si manifesta solo se la soluzione di solfato di ammonio, risultante dal lavaggio con acido nello scrubber, trova un canale commerciale una volta che si riesca a qualificarla come concime Dlgsl 75/2010.

- Applicabilità

- *in situazioni aziendali*: si giustifica a valle di impianti di biogas di almeno 300 kWe, taglia che è ancora conveniente realizzare a seguito dell'uscita del nuovo Decreto sugli incentivi (6 luglio 2012), sfruttando anche il premio previsto per il recupero dell'azoto dal digestato tal quale;

- *in situazioni interaziendali*: come sopra.

- Affidabilità

- *in situazioni aziendali*: scarsa.

- *in situazioni interaziendali*: discreta. ●

tecnologia al fine della sua adozione in strategie aziendali ed interaziendali di gestione degli effluenti. In molti contesti l'immissione sul mercato di una tecnologia avviene saltando le fasi di sviluppo preliminari (scala laboratorio, scala pilota, scala dimostrativa), nella convinzione

spesso errata che il successo consolidato della tecnologia in altri settori produttivi, in genere industriali, consenta il pas-

SCHEDA N. 7 - PROCESSO DI PRECIPITAZIONE DELLA STRUVITE**- Descrizione del processo alla base della tecnologia**

La struvite è chimicamente un fosfato ammonico magnesiano che si forma aggiustando in un reflujo il rapporto molare di reazione tra gli ioni ammonio, magnesio e fosfato. Si ha la precipitazione di un composto cristallino che rimuove pertanto, da un chiarificato di origine zootecnica, sia l'azoto che il Fosforo.

- Livello di sviluppo

E' un processo che ha mostrato efficacia a livello sperimentale e dimostrativo, ma è legato molto al dosaggio del magnesio che deve essere aggiunto in quantitativi importanti e attentamente controllati.

- Prestazioni di impianti già disponibili a scala industriale e già realizzati in situazioni reali

In condizioni operative sono state dimostrate efficienze di rimozione che arrivano a 80% per l'azoto e a 70% per il fosforo.

- Sostenibilità economica

Non ci sono quantificazioni precise di costo. L'applicazione in campo zootecnico probabilmente non è sostenibile per gli elevati costi degli additivi e del processo stesso.

- Applicabilità

- *in situazioni aziendali*: di difficile applicabilità;

- *in situazioni interaziendali*: non ci sono esperienze in Italia in scala reale su liquami zootecnici tal quali o digeriti.

- Affidabilità

- *in situazioni aziendali*: scarsa;

- *in situazioni interaziendali*: scarsa. ●

● Pellet ottenibile da frazioni solide essiccate.



SCHEDA N. 8 - PROCESSI FILTRAZIONE CON MEMBRANE SEMIPERMEABILI

- descrizione del processo alla base della tecnologia

I processi consistono in una separazione fisica per mezzo di una membrana semipermeabile con pori di differente dimensione, secondo la tecnologia utilizzata (microfiltrazione, ultrafiltrazione, nanofiltrazione, osmosi inversa). Si ottengono due effluenti: il primo costituito dagli elementi filtrati, il secondo dagli elementi trattenuti dalle membrane.

- livello di sviluppo

Sono tecniche che hanno già raggiunto elevati livelli di sviluppo nell'ambito dell'industria alimentare e della potabilizzazione. Prospettive di applicazione in campo zootecnico si intravedono come trattamenti terziari di impianti biologici per la finitura depurativa finalizzata allo scarico in acque superficiali.

- prestazioni di impianti già disponibili a scala industriale e già realizzati in situazioni reali

In condizioni operative sono state dimostrate efficienze di separazione che arrivano a 95% per l'azoto, naturalmente operando su reflui che abbiano già subito a monte una forte rimozione dei solidi sospesi, del fosforo, e dell'azoto per via biologica e/o chimico-fisica.

- Sostenibilità economica

Non ci sono quantificazioni precise di costo. In Olanda una linea di trattamento costituita da separazione dei solidi con nastropressa, ulteriore separazione dei solidi più fini e colloidali con ultrafiltrazione e osmosi inversa, ha comportato costi di circa 9-13 Euro/m³ di liquame zootecnico trattato, inclusi i costi di trasporto del prodotto all'utilizzatore finale.

- Applicabilità

- *in situazioni aziendali*: di difficile applicabilità;
- *in situazioni interaziendali*: non ci sono in Italia esperienze in scala reale su liquami zootecnici tal quali o digeriti.

- Affidabilità

- *in situazioni aziendali*: nulla.
- *in situazioni interaziendali*: scarsa. ●

SCHEDA N. 9 - STABILIZZAZIONE AEROBICA DI LIQUAMI

- Descrizione del processo alla base della tecnologia

Il processo consiste nell'insufflazione di aria all'interno di una vasca di dimensioni contenute (tempo di ritenzione di pochi giorni) per alimentare microrganismi aerobici, presenti nel liquame, in grado di attaccare rapidamente una parte della sostanza organica, quella più facilmente biodegradabile, riducendo così la formazione di composti maleodoranti

- Livello di sviluppo

E' una tecnica che ha raggiunto un elevato livello di sviluppo nell'ambito aziendale stesso, dove sono numerose le applicazioni, per altro consentite dalle normative nazionale e regionali

- Prestazioni di impianti già disponibili a scala industriale e già realizzati in situazioni reali

Per quanto riguarda la rimozione degli odori, il processo è controverso. Non è raro, infatti, che l'arrivo alla vasca di aerazione di liquame fresco, non ancora stabilizzato, determini temporanee emissioni proprio di quegli odori che il processo dovrebbe invece aiutare a contenere. Il processo

CHIARIFICATI

rimuove anche l'azoto come evidenziato in tabella 3 dell'allegato I del DM 07.04.06. In condizioni operative sono state rilevate efficienze di rimozione dell'azoto che, in abbinamento con la quota che si segrega nella preliminare operazione di separazione solido/liquido, arrivano al 48-50%. Questa dispersione di azoto in atmosfera è però il limite della tecnologia che, infatti, non è inclusa tra le BAT.

- Sostenibilità economica

I costi di trattamento sono contenuti entro i 2-3 Euro/m³ di liquame trattato (circa 15 Euro/posto suino).

- Applicabilità

- *in situazioni aziendali*: applicabile, ma sconsigliata per le emissioni ammoniacali che determina;
- *in situazioni interaziendali*: come sopra.

- Affidabilità

- *in situazioni aziendali*: discreta.
- *in situazioni interaziendali*: discreta. ●

SCHEDA N. 10- COMPOSTAGGIO DI FRAZIONI SOLIDE

- Descrizione del processo alla base della tecnologia

Nel caso di frazioni solide o di letame suinicolo derivante da lettiere esauste utilizzate nella stabulazione, il processo di compostaggio consiste nella realizzazione di cumuli di altezza contenuta per favorire l'ingresso dell'aria nella massa e l'insorgere delle reazioni aerobiche esotermiche. Rivoltamenti periodici dei cumuli accelerano il processo.

Nel caso dei liquami tal quali o di digestati, il processo consiste nello spargere su di un letto di materiale ligno celluloso il fluido da trattare, e nel rimescolare con dispositivi idonei per favorire l'arieggiamento della massa.

- Livello di sviluppo

E' una tecnica che vanta alcune applicazioni in scala aziendale, anche per liquami o digestati tal quali.

- Prestazioni di impianti già disponibili a scala industriale e già realizzati in situazioni reali

Per quanto riguarda la stabilizzazione del materiale si ottengono buoni risultati, sia nel caso delle frazioni solide, sia nel caso di quelle liquide su letti di materiale ligno celluloso. Per quanto riguarda invece la rimozione dell'azoto, il processo di distribuzione su letto è controverso. E' certo, infatti, che si può arrivare anche al 60-70% di rimozione, ma non è sicuro che la volatilizzazione dell'elemento avvenga in forme innocue ai fini della protezione della qualità dell'aria. Da misure effettuate da diversi centri di

SEPARATE O DI LIQUAMI TAL QUALI

ricerca risulta che tali emissioni siano prevalentemente in forma ammoniacale e, talora, di protossido d'azoto, il più pericoloso dei gas serra. Ciò obbliga ad una chiusura del reattore di compostaggio che renda possibile la cattura dell'aria ricca di composti volatili ed il suo trattamento prima in scrubber e poi in biofiltri. Secondo ricerche dell'Università di Udine, invece, l'azoto sarebbe emesso in forma molecolare e, quindi, del tutto innocua. Queste rilevazioni sono della massima importanza perché da loro dipendono le caratteristiche strutturali dell'impianto, chiuso o aperto, con cattura o meno dell'aria esausta per il suo trattamento. Mancano conferme di altri Istituti su quanto riportato da Università di Udine.

- Sostenibilità economica

La sostenibilità dei costi è legata alla complessità impiantistica, a sua volta legata alla certezza o meno dell'innocuità delle emissioni in atmosfera.

- Applicabilità

- *in situazioni aziendali*: applicabile ma sconsigliata per le ampie superfici investite.
- *in situazioni interaziendali*: applicabile.

- Affidabilità

- *in situazioni aziendali*: scarsa.
- *in situazioni interaziendali*: discreta, qualora si dimostrino non necessarie chiusura e trattamento dell'aria espulsa. ●

SCHEDA N. 11 - ESSICCAZIONE/EVAPORAZIONE

- Descrizione del processo alla base della tecnologia

Il processo di essiccazione è legato generalmente alla digestione anaerobica perché il calore residuo della cogenerazione rappresenta un cascame termico che può essere convenientemente utilizzato. Il processo si applica più comunemente a frazioni solide di digestati con tenori di sostanza secca da 12 a 22%. In genere si usano letti di essiccazione a circuito aperto che rendono, però, necessaria la cattura e il trattamento dell'aria esausta. Esistono tuttavia anche soluzioni impiantistiche basate sulla turbo essiccazione, processo evaporativo che, operando a circuito chiuso, rende non necessario il trattamento dell'aria satura. Il prodotto ottenuto, con entrambe le tecnologie citate, ha titoli in nutrienti abbastanza vicini a quelli del letame essiccato, concime commerciale a norma DLgs 75/2010.

- Livello di sviluppo

E' una tecnica che vanta alcune applicazioni in scala interaziendale in abbinamento ad impianti di biogas.

- Prestazioni di impianti già disponibili a scala industriale e già realizzati in situazioni reali

La disponibilità di calore di cogenerazione è molto ampia, soprattutto al di fuori della stagione invernale, quando si riducono i fabbisogni di termostatazione dell'impianto. Tuttavia il quantitativo di digestato che può essere portato all'essiccazione è limitato, anche con il recupero dell'energia termica dei fumi di scarico del cogeneratore. Sono in fase di sviluppo soluzioni impiantistiche che, ricorrendo a ricircoli con opportune miscelazioni di materiale fresco e materiale già essiccato, migliorano le performance impiantistiche

- Sostenibilità economica

La sostenibilità dei costi è legata alla possibilità di ricavi significativi derivanti dalla vendita dei prodotti ottenuti (concime solido e soluzioni di solfato di ammonio), come fertilizzanti commerciali.

- Applicabilità

- *in situazioni aziendali*: applicabile in abbinamento ad impianti di biogas di almeno 300 kWe di potenza per gli impianti a circuito aperto e dell'ordine di 1 MWe per quelli a circuito chiuso.
- *in situazioni interaziendali*: applicabile.

- Affidabilità

- *in situazioni aziendali*: scarsa;
- *in situazioni interaziendali*: discreta. ●

saggio direttamente al trattamento di matrici di origine agro-zootecnica con solo leggeri adattamenti impiantistici, facilmente eseguibili nella fase realizzativa dei primi impianti;

II) *prestazioni* della tecnologia in termini di soddisfacimento della domanda dell'utente (es. riduzione del quantitativo aziendale di N al campo a costi sosteni-

bili) e di contributo alla risoluzione del problema ambientale;

III) *applicabilità*,

da intendersi come sostenibilità dell'impegno di mezzi tecnici e risorse umane della singola azienda o dell'unità interaziendale per la gestione della struttura

impiantistica in cui la/e tecnologia/e proposta è inserita;

IV) *affidabilità*: indicatore che quantifica il rischio di interruzioni o diminuzioni di

performance della soluzione impiantistica nel tempo, tali da compromettere l'efficacia ambientale della medesima e/o il piano di ritorno dell'investimento.

Le 14 schede

Si riporta nel seguito l'elenco provvisorio delle tecnologie discusse nelle schede. Non vengono riportate le tecnologie di

separazione solido/liquido perché le loro prestazioni sono abbastanza note e l'applicabilità abbastanza generalizzata.

a- *Processi di dissipazione in atmosfera*

SCHDEA N. 12 - DIGESTIONE ANAEROBICA CON RECUPERO DI BIOGAS

-Descrizione del processo alla base della tecnologia

La digestione anaerobica può essere realizzata con diverse tipologie impiantistiche, utilizzando effluenti zootecnici da soli o in miscela con altre biomasse. Il biogas deriva dalla degradazione della sostanza organica presente negli effluenti ad opera di microrganismi in assenza di ossigeno.

- Livello di sviluppo

Elevato.

- Prestazioni di impianti già disponibili a scala industriale e già realizzati in situazioni reali

I reattori, nella maggior parte dei casi, ottimizzano la produzione energetica con la miscelazione completa, la termostatazione per il mantenimento di una temperatura dai 35 ai 40°C, la miscelazione degli effluenti di allevamento con altre biomasse, colture energetiche in particolare (silomais, silosorgo, ...). Esiste ampia letteratura su produzioni specifiche di biogas, autoconsumi, energia netta vendibile.

- Sostenibilità economica

La sostenibilità dei costi è ottenuta grazie agli incentivi ed ai premi aggiuntivi assicurati dal Decreto 6 luglio 2012. Essa va tuttavia attentamente verificata in sede di progettazione e di formulazione del cosiddetto Business Plan, perché i fattori da considerare sono parecchi: tipologia di impianto, autoconsumi energetici e di materia, tipologia di biomasse caricate e loro potenziale metanigeno, qualificazione delle medesime come prodotti, sottoprodotti o rifiu-

ti, categoria della potenza installata ai fini dell'incentivo, ecc.;

- Applicabilità

- *in situazioni aziendali*: applicabile in allevamenti bovini, meglio se in miscela con biomasse. Applicabile in allevamenti suinicoli solo se la ristrutturazione dei ricoveri porta a tenori di sostanza secca del liquame di almeno il 4-5% o se l'alimentazione dell'impianto avviene con frazioni addensate con processi di flottazione o chiariflocculazione. Va considerato che l'adozione del biogas non risolve il problema della reperibilità dei terreni per lo spandimento, dato che la quantità di azoto nel digestato è la stessa che è presente nei materiali caricati. Per l'ambito aziendale sono da valutare attentamente, alla luce delle considerazioni svolte al punto precedente, trattamenti di riduzione o recupero dell'azoto. La tecnologia del biogas è difficilmente applicabile nell'allevamento avicolo per la natura della pollina, il cui tenore di azoto non è compatibile con le flore batteriche del processo. Quote importanti di pollina possono tuttavia essere convogliate ad impianti di biogas esterni all'allevamento, per una loro miscelazione (in genere fino al 30%) con altre biomasse. Sono in costruzione ed in avviamento anche alcuni impianti che trattano quote maggiori di pollina.

- *in situazioni interaziendali*: applicabile.

- Affidabilità

- *in situazioni aziendali*: buona;

- *in situazioni interaziendali*: elevata.

dell'azoto:

- 1- Trattamenti di nitrificazione e denitrificazione in comparti separati.
- 2- Trattamento di nitrificazione e denitrificazione nello stesso comparto (Sbr).
- 3- Bioreattori a membrana.

- 4- Tecnologie basate sul processo Anammox.
- 5- Fitodepurazione.
- b- *Processi di estrazione e recupero dell'azoto:*
- 6- Strippaggio.

7- Precipitazione con formazione di struvite.

8- Processi di filtrazione a membrana.

9- Aerazione intermittente di liquami per la loro deodorizzazione.

c- *Trattamenti per la valorizzazione degli effluenti tal quali e/o di loro frazioni separate:*

- 10- Compostaggio di frazioni solide o di liquami tal quali.
- 11- Essiccazione ed evaporazione.
- 12- Digestione anaerobica con produzione di biogas.
- 13- Processi termo-chimici: combustione diretta.
- 14- Processi termo-chimici: gassificazione, pirolisi.

Per ciascuna delle tecnologie sopra elencate è stata compilata una scheda, con una valutazione qualitativa per cia-



● Un impianto di trattamento di nitrificazione/denitrificazione in reattori sequenziali (SBR).

SCHEDA N. 13 - COMBUSTIONE DIRETTA

- Descrizione del processo alla base della tecnologia

La combustione diretta può essere realizzata con diverse tipologie impiantistiche, e prevede l'utilizzo di effluenti con tenore di sostanza secca superiore al 50%. L'utilizzo è pertanto limitato al comparto avicolo, ove questi tenori di sostanza secca sono raggiunti da lettieri di broilers e tacchini, nonché da polline di ovaiole predisidratate in tunnel di aerazione esterni al ricovero.

- Livello di sviluppo

Elevato.

- Prestazioni di impianti già disponibili a scala industriale e già realizzati in situazioni reali

Le prestazioni sono elevate in termini di produzione energetica, sia termica, sia elettrica (impianti di almeno 1 MWe di potenza installata). Criticità sono rappresentate da: rispetto della normativa per i limiti di emissione delle sostanze contenute nei fumi (esistono tuttavia adeguate tecnologie di abbattimento) smaltimento delle ceneri e, non ultimo, bassa accettabilità sociale per ostilità preconcepite.

- Sostenibilità economica

La sostenibilità dei costi di impianti per la combustione diretta della pollina è ottenuta grazie agli incentivi ed ai premi aggiuntivi assicurati dal Decreto 6 luglio 2012. Essa va tuttavia attentamente verificata in sede di progettazione e di formulazione del cosiddetto Business Plan, perché i fattori da considerare sono parecchi: tipologia di impianto, autoconsumi energetici e di materia, ammissione della pollina come combustibile, in relazione all'impiego o meno nello stesso ciclo produttivo, categoria della potenza installata ai fini dell'incentivo, ecc..

- Applicabilità

- *in situazioni aziendali*: non applicabile agli effluenti bovini e suini. Applicabile a quelli avicoli, anche con taglie di impianti abbastanza ridotte.

- *in situazioni interaziendali*: applicabile alla condizione che sia dimostrato che il trattamento di combustione nel centro interaziendale completa il ciclo produttivo delle singole aziende avicole conferenti (Sezione 4 parte II Allegato X parte Quinta del DLgs 152/2006)

- Affidabilità

- *in situazioni aziendali*: discreta;

- *in situazioni interaziendali*: elevata.

scuno degli indicatori di merito sopra menzionati. Proponiamo in queste pagine le 14 schede. In ogni caso ricordiamo che il Crpa ha predisposto e rese

SCHEDA N. 14 - GASSIFICAZIONE, PIROLISI

- Descrizione del processo alla base della tecnologia

La gassificazione è un processo tramite il quale, in carenza di ossigeno e ad alte temperature, una biomassa è convertita in un prodotto gassoso senza passare attraverso la completa combustione del materiale che la costituisce. Il risultato è un gas di sintesi (syngas), miscela principalmente di idrogeno e monossido di carbonio. Il syngas può essere utilizzato per alimentare una caldaia o un cogeneratore per produzione combinata di energia elettrica e calore.

La pirolisi è un processo in cui la biomassa è riscaldata ad alta temperatura in assenza di ossidanti. I prodotti sono un gas combustibile, un condensato (olio di pirolisi) e un materiale carbonioso.

Sono stati realizzati anche impianti costituiti da uno stadio di pirolisi ed uno successivo di gassificazione. Il carbone ottenuto dalla pirolisi (biochar) può essere utilizzato come combustibile per lo stadio di gassificazione.

- Livello di sviluppo

Elevato per quanto riguarda l'utilizzo di biomasse legnose, insufficiente per quanto riguarda invece gli effluenti zootecnici e

altre biomasse di origine agro-industriale.

- Prestazioni di impianti già disponibili a scala industriale e già realizzati in situazioni reali

Le prestazioni sono elevate in termini di produzione energetica, se la biomassa utilizzata è di composizione standard e deriva da residui legnosi delle produzioni arboree o della lavorazione del legno. Non sono note le prestazioni ottenibili con altre biomasse di provenienza zootecnica o agroindustriali.

- Sostenibilità economica

La sostenibilità dei costi di questi impianti, basati su processi termochimici, è ottenuta grazie agli incentivi ed ai premi aggiuntivi assicurati dal Decreto 6 luglio 2012. Essa va tuttavia attentamente verificata in sede di progettazione e di formulazione del cosiddetto Business Plan.

- Applicabilità

- *in situazioni aziendali*: non applicabile agli effluenti bovini e suini per i tenori di sostanza secca troppo bassi, anche nel caso di frazioni solide separate, oltre che per la complessità della tecnologia. Più idonee alla piro/gassificazione in impianti aziendali gli effluenti dal comparto avicolo,

ove i richiesti tenori di sostanza secca possono essere raggiunti da lettiere di broilers e di tacchini, nonché da polline di ovaiole predisidratate in tunnel di aerazione esterni al ricovero.

Non esistono però realizzazioni in scala reale che permettano di superare i forti dubbi ingenerati da questo tipo di applicazione.

- *in situazioni interaziendali*: i due processi termo-chimici sono applicabili nel caso della pollina, alla condizione che sia dimostrato che il trattamento nel centro interaziendale completa il ciclo produttivo delle singole aziende avicole conferenti (Sezione 4 parte II Allegato X parte Quinta del DLgs 152/06). Non esistono però realizzazioni in scala reale che permettano di superare i forti dubbi ingenerati da questo tipo di applicazione. Questi dubbi sono ancora più consistenti, in assenza di realizzazioni in scala reale, nel caso di trattamenti combinati di essiccazione e successiva piro/gassificazione di letami e/o frazioni solide separate, conferiti da allevamenti bovini o suinicoli

- Affidabilità

- *in situazioni aziendali*: molto scarsa;
- *in situazioni interaziendali*: scarsa. ●

disponibili sul proprio sito (www.crupa.it) opuscoli e articoli divulgativi che descri-

vono, per ognuna delle tecnologie di separazione, efficienza nella separazione

dei pesi, dell'azoto, del fosforo ed altri parametri di interesse. ●