

GESTIONE DEI LIQUAMI E DEGLI EFFLUENTI ZOOTEKNICI IN AZIENDA SUINICOLA IN CASO DI FOCOLAIO DI PSA

LEGISLAZIONE RIGUARDANTE LA GESTIONE DEGLI EFFLUENTI ZOOTEKNICI

1. Impiego agronomico degli effluenti zootecnici

La gestione degli effluenti zootecnici (liquame, letame e materiali ad essi assimilati) nel loro impiego agronomico per la fertilizzazione azotata delle colture è subordinata al rispetto di precise procedure tecniche e amministrative di competenza regionale.

Legislazione di riferimento:

- Direttiva 91/676/CEE del Consiglio, del 12 dicembre 1991 – la cosiddetta “direttiva nitrati” – concernente la protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole
- Decreto legislativo 11 maggio 1999 di recepimento della Direttiva 91/676/CEE del Consiglio, sostituito dal Decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152.
- Decreto ministeriale del 7 aprile 2006 “Criteri e norme tecniche generali per la disciplina regionale dell'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento, di cui all'articolo 38 del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152” con cui l'Italia si è dotata di un quadro di riferimento nazionale per l'adozione, da parte delle Regioni, di programmi d'azione conformi alle disposizioni nazionali.

Definizioni

- **Consistenza dell'allevamento:** il numero di capi mediamente presenti nell'allevamento;
- **Stallatico:** ai sensi del Regolamento CE 1774/ 2002 e sue modificazioni, gli escrementi e/o l'urina di animali di allevamento, con o senza lettiera, o il guano, non trattati o trattati;
- **Effluenti di allevamento palabili/non palabili:** miscele di stallatico e/o residui alimentari e/o perdite di abbeverata e/o acque di veicolazione delle deiezioni e/o materiali lignocellulosici utilizzati come lettiera in grado/non in grado, se disposti in cumulo su platea, di mantenere la forma geometrica ad essi conferita;
- **Liquami:** effluenti di allevamento non palabili. Sono assimilati ai liquami, se provenienti dall'attività di allevamento:
 - 1) i liquidi di sgrondo di materiali palabili in fase di stoccaggio;
 - 2) i liquidi di sgrondo di accumuli di letame;
 - 4) le frazioni non palabili, da destinare all'utilizzazione agronomica, derivanti da trattamenti di effluenti zootecnici;
 - 5) i liquidi di sgrondo dei foraggi insilati. Le acque di lavaggio di strutture, attrezzature ed impianti zootecnici, se mescolate ai liquami definiti alla presente lettera e qualora destinate ad utilizzo agronomico, sono da considerare come liquami;
- **Letami:** effluenti di allevamento palabili, provenienti da allevamenti che impiegano la lettiera; sono assimilati ai letami, se provenienti dall'attività di allevamento:
 - 3) le frazioni palabili, da destinare all'utilizzazione agronomica, risultanti da trattamenti di effluenti zootecnici;
 - 4) i letami, i liquami e/o i materiali ad essi assimilati, sottoposti a trattamento di disidratazione e/o compostaggio;
- **Stoccaggio:** deposito di effluenti e delle acque reflue provenienti dalle aziende e da piccole aziende agroalimentari,
- **Accumuli di letami:** depositi temporanei di letami idonei all'impiego, effettuati in prossimità e/o sui terreni destinati all'utilizzazione,

- **Trattamento:** qualsiasi operazione, compreso lo stoccaggio, atta a modificare le caratteristiche degli effluenti di allevamento, al fine di migliorare la loro utilizzazione agronomica e contribuire a ridurre i rischi igienico-sanitari;
- **Destinatario:** il soggetto che riceve gli effluenti sui terreni che detiene a titolo d'uso per l'utilizzazione agronomica;
- **fertirrigazione:** l'applicazione al suolo effettuata mediante l'abbinamento dell'adacquamento con la fertilizzazione, attraverso l'addizione controllata alle acque irrigue di quote di liquame;
- **allevamenti di piccole dimensioni:** allevamenti con produzione di azoto al campo per anno inferiore a 3000 Kg;
- **area aziendale omogenea:** porzione della superficie aziendale uniforme per caratteristiche quali ad esempio quelle dei suoli, avvicendamenti colturali, tecniche colturali, rese colturali, dati meteorologici e livello di vulnerabilità individuato dalla cartografia regionale delle zone vulnerabili ai nitrati;
- **Codice di buona pratica agricola (CBPA):** il codice di cui al decreto 19 aprile 1999 del Ministro per le politiche agricole, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale n. 102 del 4 maggio 1999;
- **Allevamenti, aziende e contenitori di stoccaggio esistenti:** ai fini dell'utilizzazione agronomica di cui al presente decreto si intendono quelli in esercizio alla data di entrata in vigore dello stesso.

Ai sensi dell'art. 38, comma 2, del decreto legislativo n. 152 del 1999, le regioni disciplinano le attività di utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento. Vengono quindi definite delle linee guida per le regioni

Le Zone Vulnerabili ai Nitrati si distinguono da quelle non vulnerabili per il limite di kg per ettaro spandibili, nelle Zone Vulnerabili si fa divieto di spargimento dei reflui degli allevamenti oltre un limite massimo annuo di 170 Kg di azoto per ettaro, mentre per le zone non vulnerabili il DM 07.04.2006 stabilisce che la quantità di azoto totale al apportato campo da effluenti di allevamento non deve superare il valore di 340 kg per ettaro e per anno, inteso come quantitativo medio.

I trattamenti degli effluenti di allevamento e le modalità di stoccaggio sono finalizzati:

- alla messa in sicurezza igienico sanitaria,
- a garantire la protezione dell'ambiente e la corretta gestione agronomica degli effluenti stessi, rendendoli disponibili all'utilizzo nei periodi più idonei sotto il profilo agronomico e nelle condizioni adatte per l'utilizzazione.

I trattamenti non devono comportare l'addizione agli effluenti di sostanze potenzialmente dannose per il suolo, le colture, gli animali e l'uomo per la loro natura e/o concentrazione.

Linee guida per la costruzione di elementi di stoccaggio degli effluenti zootecnici (NB poi sta alle regioni declinare queste "indicazioni" a seconda di cosa reputano più opportuno)

Caratteristiche dello stoccaggio e dell'accumulo dei materiali palabili	Deve avvenire su platea impermeabilizzata, con portanza sufficiente a reggere il peso del materiale accumulato e dei mezzi utilizzati per la movimentazione. La platea deve essere munita di cordolo o di muro perimetrale, con almeno un'apertura per l'accesso dei mezzi meccanici per la completa asportazione del materiale. La platea deve essere dotata di adeguata pendenza per il convogliamento verso appositi sistemi di raccolta e lo stoccaggio dei liquidi di sgrondo e/o delle eventuali acque di lavaggio della platea. <u>La capacità di stoccaggio, calcolata in rapporto alla consistenza di allevamento stabulato e al periodo in cui il bestiame non è al pascolo, non deve essere inferiore al volume di materiale palabile prodotto in 90 giorni.</u>
--	--

	Il calcolo della superficie della platea di stoccaggio dei materiali palabili deve essere funzionale al tipo di materiale stoccato; in relazione ai volumi di effluente per le diverse tipologie di allevamento si riportano, per i diversi materiali palabili valori indicativi, per i quali dividere il volume di stoccaggio espresso in m³ al fine di ottenere la superficie in m² della platea: - 2 per il letame; - 1,5 per le frazioni palabili risultanti da trattamento termico e/o meccanico di liquami; - 1 per fanghi palabili di supero da trattamento aerobico e/o anaerobico di liquami da destinare all'utilizzo agronomico; - 1,5 per letami e/o materiali ad essi assimilati sottoposti a processi di compostaggio; - 3,5 per i prodotti palabili aventi un contenuto di sostanza secca superiore al 65%. Sono considerate utili ai fini del calcolo della capacità di stoccaggio le superfici della lettiera permanente. Per i suini il calcolo del volume stoccato sulla lettiera permanente fa riferimento ad una altezza massima di 30 cm. L'accumulo in campo di letami è ammesso dopo maturazione di 90 giorni per un periodo massimo di 30 giorni alle seguenti condizioni: - il terreno su cui avviene il deposito deve essere impermeabile o impermeabilizzato con teloni di adeguato spessore; - l'altezza media del cumulo non deve essere superiore a 2 metri; - la superficie occupata dal cumulo non può superare i 60 m². Il cumulo deve distare almeno 50 metri dalle abitazioni sparse, 100 metri dai centri abitati, 25 metri da strade statali, provinciali, comunali, 20 metri dai corpi idrici.
Caratteristiche e dimensionamento dei contenitori per lo stoccaggio dei materiali non palabili	Gli elementi di stoccaggio degli effluenti non palabili devono essere realizzati in modo da poter accogliere anche le acque di lavaggio delle strutture, degli impianti e delle attrezzature zootecniche. I liquidi di sgrondo dei materiali palabili vengono assimilati, per quanto riguarda il periodo di stoccaggio, ai materiali non palabili. Inoltre, alla produzione complessiva di liquami da stoccare deve essere sommato il volume delle acque meteoriche, convogliate nei contenitori dello stoccaggio da superfici scoperte impermeabilizzate interessate dalla presenza di effluenti zootecnici. Esclusione, con opportune deviazioni, delle acque bianche provenienti da tetti e tettoie nonché le acque di prima pioggia provenienti da aree non connesse all'allevamento. <u>Le dimensioni dei contenitori non dotati di copertura atta ad allontanare l'acqua piovana devono tenere conto delle precipitazioni medie e di un franco minimo di sicurezza di 10 centimetri.</u> Fondo e pareti dei contenitori devono essere adeguatamente impermeabilizzati <u>Deve essere previsto, per le aziende in cui venga prodotto un quantitativo di oltre 6000 Kg di azoto/anno, il frazionamento del loro volume di stoccaggio in almeno due vasche non comunicanti.</u> Il prelievo a fini agronomici deve avvenire dal bacino contenente liquame stoccato da più tempo. Il dimensionamento dei contenitori di stoccaggio deve essere tale da evitare rischi di cedimenti strutturali e garantire la possibilità di omogeneizzazione del liquame. <u>La capacità di stoccaggio, calcolata in rapporto alla consistenza di allevamento stabulato non deve essere inferiore al volume di materiale non palabile prodotto in 180 giorni per gli allevamenti suini nell'Italia settentrionale (Valle d'Aosta, Piemonte,</u>

	<u>Lombardia, Province di Bolzano e di Trento, Friuli Venezia Giulia, Veneto, Emilia Romagna, Liguria) e 150 giorni in tutte le altre regioni.</u>
--	--

Le regioni possono prevedere ulteriori prescrizioni in merito alla copertura dei contenitori anche al fine di limitare le emissioni di odori e dettano specifiche disposizioni per il volume di stoccaggio degli allevamenti di piccole dimensioni, tenendo conto della densità degli allevamenti presenti nel territorio preso in considerazione e dei periodi in cui il bestiame è al pascolo.

Per il calcolo delle dimensioni degli elementi per lo stoccaggio degli effluenti zootecnici ci si riferisce alla quota di “deiezioni prodotte”, che possono essere calcolate sulla base dei dati riportati nelle tabelle seguenti (in riferimento alla specie suina).

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

Categoria animale e tipologia di stabulazione	p.v. medio (kg/capo)	liquame (m ³ /t p.v./anno)	letame o materiale palabile		Quantità di paglia (kg/t p.v./ giorno)
			(t/t p.v./ a)	(m ³ /t p.v./ a)	
SUINI					
RIPRODUZIONE					
Scrofe (160-200 kg) in gestazione in box multiplo senza corsia di defecazione esterna:	180				
• pavimento pieno, lavaggio ad alta pressione		73			
• pavimento parzialmente fessurato (almeno 1,5 m di larghezza)		44			
• pavimento totalmente fessurato		37			
Scrofe (160-200 kg) in gestazione in box multiplo con corsia di defecazione esterna:	180				
• pavimento pieno (anche corsia esterna), lavaggio con cassone a ribaltamento		73			
• pavimento pieno (anche corsia esterna), lavaggio ad alta pressione		55			
• pavimento pieno e corsia esterna fessurata		53			
• pavimento parzialmente fessurato (almeno 1,5 m di larghezza) e corsia esterna fessurata		44			
• pavimento totalmente fessurato		37			
Scrofe (160-200 kg) in gestazione in posta singola:	180				
• pavimento pieno (lavaggio con acqua ad alta pressione)		55			
• pavimento fessurato		37			
Scrofe (160-200 kg) in gestazione in gruppo dinamico:	180				
• zona di alimentazione e zona di riposo fessurate		37			
• zona di alimentazione fessurata e zona di riposo su lettiera		22	17	23,8	6
Scrofe (160-200 kg) in zona parto in gabbie:	180				
• gabbie sopraelevate o non e rimozione con acqua delle deiezioni ricadenti sul pavimento pieno sottostante		73			
• sopraelevate con fossa di stoccaggio sottostante e rimozione a fine ciclo, oppure con aspirazione meccanica o con ricircolo		55			
Scrofe (160-200 kg) in zona parto su lettiera integrale (estesa a tutto il box):	180	0,4	22,0	31,2	
Verri	250				
• con lettiera		0,4	22,0	31,2	

Categoria animale e tipologia di stabulazione	p.v. medio (kg/capo)	liquame (m ³ /t.p.v./anno)	letame o materiale palabile		Quantità di paglia (kg/t.p.v./giorno)
			(t/t.p.v./a)	(m ³ /t.p.v./a)	
• senza lettiera		37			
SCUINI					
SVEZZAMENTO					
Lattorizoli (7-50 kg)	18				
• box a pavimento pieno senza corsia esterna di defecazione; lavaggio con acqua ad alta pressione		73			
• box a pavimento parzialmente fessurato senza corsia di defecazione esterna		44			
• box a pavimento interamente fessurato senza corsia di defecazione esterna		37			
• gabbie multiple sopraelevate con rimozione ad acqua delle deiezioni ricadenti sul pavimento sottostante		55			
• gabbie multiple sopraelevate con asportazione meccanica o con ricircolo, oppure con fossa di stoccaggio sottostante e svuotamento a fine ciclo		37			
• box su lettiera			22,0	31,2	
ACCRESCIMENTO E INGRASSO					
Magrioncello (31-50 kg)	40				
Magrone e scrofetta (51-85 kg)	70				
Suino magro da macelleria (86-110 kg)	100				
Suino grasso da salumificio (86-160 kg)	120				
Suino magro da macelleria (31-110 kg)	70				
Suino grasso da salumificio (31->160 kg)	90				
in box multiplo senza corsia di defecazione esterna					
• pavimento pieno, lavaggio ad alta pressione		73			

Categoria animale e tipologia di stabulazione	p.v. medio (kg/capo)	liquame (m ³ /t p.v./anno)	letame o materiale palabile		Quantità di paglia (kg/t p.v./giorno)
			(t/t p.v./a)	(m ³ /t p.v./a)	
• pavimento parzialmente fessurato (almeno 1,5 m di larghezza)		44			
• pavimento totalmente fessurato		37			
in box multiplo con corsia di defecazione esterna					
• pavimento pieno (anche corsia esterna), rimozione deiezioni con cassone a ribaltamento		73			
• pavimento pieno (anche corsia esterna), lavaggio ad alta pressione		55			
• pavimento pieno e corsia esterna fessurata		55			
• pavimento parzialmente fessurato (almeno 1,5 m di larghezza) e corsia esterna fessurata		44			
• pavimento totalmente fessurato (anche corsia esterna)		37			
su lettiera					
• su lettiera limitata alla corsia di defecazione		6	18,0	25,2	
• su lettiera integrale (estesa a tutto il box)		0,4	22,0	31,2	

2. Biosicurezza negli allevamenti suini (Decreto del Ministero della Salute 28 giugno 2022 “Requisiti di biosicurezza degli stabilimenti che detengono suini)

Nel Decreto del Ministero della Salute 28 giugno 2022 “Requisiti di biosicurezza degli stabilimenti che detengono suini si fa riferimento anche alle deiezioni e agli effluenti zootecnici. In particolare, nell’Allegato si specifica che

- negli allevamenti stabulati ad alta capacità (>300 suini)
- negli allevamenti stabulati a bassa capacità (<300 suini)
- negli allevamenti semibradi ad alta capacità

Le procedure di smaltimento dei sottoprodotti di origine animale devono seguire quanto previsto dal Regolamento CE 1069/2009 e s.m.i.

Le vasche di raccolta liquami e di effluenti zootecnici (quando previste, per gli allevamenti semibradi) devono essere posizionate preferibilmente al di fuori della zona pulita e devono avere capacità di raccolta proporzionale alle dimensioni dell’allevamento.

Nelle stalle di transito non sono previste le vasche di raccolta dei liquami ed effluenti zootecnici, che comunque devono essere smaltiti secondo il Regolamento CE 1069/2009.

3. Regolamento (CE) n. 1069 del Parlamento europeo e del Consiglio del 21 ottobre 2009 recante norme sanitarie relative ai sottoprodotti di origine animale e ai prodotti derivati destinati non destinati al consumo umano

Questo regolamento stabilisce le norme sanitarie e di polizia sanitaria relative ai sottoprodotti di origine animale e ai prodotti derivati al fine di ridurre al minimo i rischi per la salute pubblica e degli animali, derivanti da tali prodotti, e tutelare la sicurezza della catena alimentare e dei mangimi.

Si applica ai sottoprodotti di origine animale che sono esclusi dal consumo umano, quindi anche allo stallatico (*escrementi e/o urina di animali di allevamento diversi dai pesci di allevamento, con o senza lettiera*). Lo stallatico può essere impiegato nei campi come “fertilizzante organico o ammendante” (*materiale di origine animale utilizzato, separatamente o in combinazione, per preservare o migliorare il nutrimento dei vegetali nonché le proprietà fisiche e chimiche dei terreni e la loro attività biologica: possono includere lo stallatico [...] compost [...]*).

All’articolo 6 del Regolamento si specifica che i sottoprodotti di origine animale (incluso lo stallatico) non possono essere spediti dalle aziende qualora queste si trovino in zona soggetta a restrizioni, per evitare la diffusione delle malattie negli animali.

Lo stallatico fa parte dei Materiali di Categoria 2. Il suo smaltimento prevede l’utilizzo come fertilizzante organico e può essere applicato sul terreno senza trasformazione preliminare, qualora l’autorità competente ritenga che non presentino rischi di diffusione di malattie trasmissibili gravi. Lo stallatico può essere anche compostato o trasformato in biogas, con o senza trasformazione preliminare, purché l’autorità competente ritenga che non presenti rischio di diffusione di malattie trasmissibili gravi. In caso di trasformazione in compost o in biogas, gli operatori attuano e mantengono una o più procedure scritte permanenti basate sui principi dell’analisi del rischio e punti critici di controllo (HACCP).

Lo stallatico può essere trasportato tra due punti situati presso la stessa azienda o tra aziende e utilizzatori di stallatico dello stesso Stato Membro, senza documento commerciale o certificato sanitario.

4. REGOLAMENTO DELEGATO (UE) 2020/687 DELLA COMMISSIONE del 17 dicembre 2019 che integra il regolamento (UE) 2016/429 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda le norme relative alla prevenzione e al controllo di determinate malattie elencate

Articolo 51: Condizioni specifiche per l'autorizzazione di movimenti di letame, compresi le lettiere e il materiale da lettiera utilizzato, da stabilimenti situati nella zona di sorveglianza

L'AC può autorizzare i movimenti di letame, compresi le lettiere e il materiale da lettiera utilizzato, da stabilimenti situati nella zona di sorveglianza:

- senza trasformazione, verso una discarica [...] situata nella stessa zona di sorveglianza; o
- in seguito a trasformazione, verso una discarica [...] situata nel territorio dello Stato membro

L'articolo 57 del Regolamento 687 precisa che, per poter ripopolare uno stabilimento colpito devono essere svolte correttamente le procedure pulizia e disinfezione finali e, ove pertinente, il controllo finale di insetti e roditori. Queste procedure devono essere conformi a quanto previsto dall'allegato IV, utilizzando i biocidi adeguati a garantire la distruzione dell'agente patogeno della pertinente malattia di categoria A e devono essere correttamente documentate.

Secondo l'allegato IV, le procedure prevedono che il letame, compresi le lettiere e il materiale da lettiera utilizzato, deve essere rimosso e trattato. In particolare, il letame allo stato solido, comprese le lettiere e il materiale da lettiera utilizzato devono essere:

- sottoposti a un trattamento a vapore ad una temperatura minima di 70 °C; o
- essere distrutti mediante incenerimento; o
- essere interrato ad una profondità tale da impedire agli animali di avervi accesso; o
- essere ammucchiati per produrre calore, irrorato con disinfettante e lasciato in tali condizioni per almeno 42 giorni, durante i quali la catasta deve essere coperta o ammucchiata nuovamente per garantire il trattamento termico di tutti gli strati.

Sempre secondo l'allegato, il letame allo stato liquido deve essere immagazzinato per almeno 42 giorni dopo l'ultima aggiunta di materiale infetto.

5. REGOLAMENTO DI ESECUZIONE (UE) 2023/594 DELLA COMMISSIONE del 16 marzo 2023 che stabilisce misure speciali di controllo delle malattie per la peste suina africana e abroga il regolamento di esecuzione (UE) 2021/605.

ARTICOLO 36 Condizioni specifiche per le deroghe che autorizzano i movimenti di partite di letame ottenuto da suini detenuti in zone soggette a restrizioni II e III al di fuori di tali zone soggette a restrizioni all'interno dello stesso Stato membro

- L'autorità competente dello Stato membro interessato può autorizzare i movimenti di partite di letame [...] ottenuto da suini detenuti in zone soggette a restrizioni II e III verso una discarica situata al di fuori di tali zone soggette a restrizioni all'interno dello stesso Stato membro (conformemente a quanto previsto dall'articolo 51 del regolamento delegato (UE) 2020/687)
- L'autorità competente dello Stato membro interessato può autorizzare i movimenti di partite di letame [...] ottenuto da suini detenuti in una zona soggetta a restrizioni II a fini di trattamento o smaltimento conformemente al regolamento (CE) n. 1069/2009 in un impianto riconosciuto a tal fine all'interno del territorio dello stesso Stato membro.

6. Manuale operativo pesti suine nei suini detenuti

Letame e liquame

I liquami inoltre possono essere trattati, per l'abbattimento della carica virale residua, aggiungendo 15 lt di soda al 3% ogni m³ di liquame; il liquame deve essere mantenuto in agitazione costante, se ciò non fosse possibile è necessario provvedere all'insufflazione di aria sul fondo delle cisterne mediante compressori. Il periodo di stoccaggio dei liquami può essere così ridotto rispetto ai 60 giorni previsti. È possibile utilizzare il liquame per l'agrofertillizzazione previo sovescio dei terreni.

Per la movimentazione di detto materiale dalle zone di restrizione valgono le disposizioni di cui all'art. 51 del Regolamento (UE) 2020/687, oltre quanto previsto dagli artt. da 36 a 40 del Regolamento (UE) 2023/594 e s.m.i.

7. DIRETTIVA 2002/60/CE DEL CONSIGLIO del 27 giugno 2002 recante disposizioni specifiche per la lotta contro la peste suina africana e recante modifica della direttiva 92/119/CEE per quanto riguarda la malattia di Teschen e la **peste suina africana (NON PIÙ IN VIGORE)**.

Nell'allegato II di questa direttiva, attualmente non più in vigore erano specificate le modalità per la pulizia e disinfezione. In particolare, al comma 3 è riportata la modalità di disinfezione per quanto riguarda le lettiere, il concime e i liquami contaminati.

3. Disinfezione di lettiere, concime e liquami contaminati:
 - a) il concime e le lettiere utilizzati devono essere ammassati per essere bruciati, irrorati con disinfettante e lasciati in tali condizioni per almeno 42 giorni, oppure sono distrutti mediante interrimento o incenerimento;
 - b) il liquame deve essere immagazzinato per almeno 60 giorni dopo l'ultima aggiunta di materiale infetto, salvo nel caso in cui l'autorità competente autorizzi un periodo di immagazzinamento ridotto per i liquami effettivamente trattati secondo le istruzioni impartite dal veterinario ufficiale, al fine di garantire la distruzione del virus.
4. Tuttavia, in deroga ai punti 1 e 2, in caso di allevamenti all'aperto, l'autorità competente può stabilire procedure specifiche per la pulizia e la disinfezione, tenendo conto del tipo di azienda e delle condizioni climatiche.

GESTIONE ROUTINARIA DEGLI EFFLUENTI ZOOTECNICI IN ALLEVAMENTI SUINI

I FASE → GESTIONE ALL'INTERNO DEI RICOVERI

Generalmente negli allevamenti suinicoli le deiezioni sono in forma liquida o semiliquida (liquami), a meno che non vengano utilizzati sistemi di stabulazione su lettiera, dai quali si producono deiezioni palabili. I liquami vengono raccolti al di sotto della pavimentazione che può essere fessurata in modo "totale", cioè su tutta la superficie calpestabile, oppure "parzialmente", con aperture poste solo su di un'area ristretta chiamata "corsia di defecazione"

Differenti sono le modalità utilizzate per la veicolazione dei liquami all'esterno dei ricoveri e lo svuotamento delle fosse.

II FASE → TRATTAMENTO DEGLI EFFLUENTI

Gli effluenti vengono trattati principalmente al fine di:

- a. recuperare energia dalla biomassa;
- b. ridurre le emissioni di odori;
- c. omogeneizzare le deiezioni;
- d. ridurre il contenuto di azoto;
- e. ricavare frazioni facilmente trasportabili in aree poste anche a distanza dall'azienda.

Le tipologie di trattamento considerate come migliori tecniche disponibili sono:

1. separazione meccanica del liquame;
2. aerazione del liquame tal quale o della frazione chiarificata;
3. trattamenti anaerobici con recupero di biogas;
4. trattamento biologico di frazioni chiarificate di liquame;
5. compostaggio delle frazioni palabili;
6. evaporazione e disidratazione del liquame.

Descrizione delle tecniche di trattamento degli effluenti zootecnici o liquami:

a. Stabilizzazione dei liquami

1. **Separazione meccanica del liquame:** consiste nell'eliminazione dai liquami delle particelle solide grossolane (dimensioni $>0.1\text{mm}$), ottenendo così una fase solida e palabile ed una completamente liquida (chiarificata). Con questa tecnica si ottengono una serie di vantaggi: viene facilitato il pompaggio per l'uso fertirriguo e la rimozione idraulica delle deiezioni, vengono facilitati la miscelazione e gli altri processi di stabilizzazione, viene facilitato il convogliamento mediante tubazione e/o l'impiego di attrezzature per lo spandimento e viene ridotta la quantità di azoto nella frazione chiarificata (che quindi può essere impiegata in volume superiore nei terreni rispetto al liquame tal quale).

La frazione chiarificata contiene azoto soprattutto in forma ammoniacale, immediatamente disponibile per le piante (viene infatti impiegato per somministrazione di copertura). Al contrario, la frazione solida contiene azoto in forma organica, a lento rilascio (e può quindi essere usata come ammendante prima delle lavorazioni principali nei terreni).



2. **Aerazione del liquame tal quale o della frazione chiarificata (trattamento aerobico):** viene effettuata nella vasca di stoccaggio, tramite apparecchiature per la miscelazione e l'omogeneizzazione del liquame, abbinate all'insufflazione d'aria. Con l'ossigenazione viene accelerata la demolizione della sostanza organica, al fine di rallentare i processi di fermentazione che determinano la produzione di odori molesti. La preventiva separazione solido/liquido aumenta l'efficienza dell'ossigenazione. È consigliata l'applicazione di aeratori per cicli di trattamento di 10-20 minuti/h, per un totale di 8-10 h/die.
3. **Trattamenti anaerobici con recupero di biogas:** avvengono in appositi digestori chiusi, grazie alle reazioni di fermentazione compiute in anaerobiosi dai microrganismi. Si verifica la produzione di biogas (una miscela composta per il 60-70% di metano e per la quota restante quasi esclusivamente di anidride carbonica), che viene utilizzato per il recupero energetico. La produzione di biogas può essere condotta in condizioni mesofile (30-35 °C), termofile (50-55 °C), ma con discreti risultati anche a temperature più basse (10-25 °C). La degradazione del carbonio conferisce stabilità anche nei successivi periodi di stoccaggio e rallenta i processi fermentativi e putrefattivi, e porta quindi alla diminuzione di produzione di composti maleodoranti. La condizione termofila ($>55^{\circ}\text{C}$) produce anche un'igienizzazione del letame, ma è più delicato del processo mesofilo, perché una riduzione della temperatura, anche contenuta provoca l'instabilità del processo e la moria della flora batterica termofila.

L'azoto non si riduce ma passa dallo stato di azoto organico ad azoto ammoniacale (direttamente disponibile per le piante -utilizzare subito dopo la semina o in presenza di colture- e maggiormente soggetto a rapida perdita, per volatilizzazione). Lo schema di utilizzazione più semplice consiste nella presenza di un singolo digestore coperto da un telo di plastica e di diversi bacini di stoccaggio.

b. Riduzione dell'azoto e del fosforo

4. **Trattamento biologico di frazioni chiarificate di liquame (depurazione biologica):** corrisponde ad un trattamento di nitrificazione-denitrificazione a fanghi attivi. Inizialmente il liquame viene ossigenato per

favorire la nitrificazione, poi si realizzano condizioni anossiche per la denitrificazione; le due fasi (nitro-denitro) possono avvenire in due vasche separate oppure in sequenza nella stessa vasca (Sequencing Batch Reactors). In questo processo si formano dei fanghi che, una volta sedimentati dovranno essere appositamente trattati (con inspessitori, disidratatori...). È considerato come migliore tecnologia disponibile se il trattamento di aerazione è ben controllato e se le perdite di azoto ammoniacale o di N_2O sono minimizzate.

5. **Compostaggio di frazioni palabili:** è un processo aerobico di decomposizione della sostanza organica che avviene in condizioni controllate, può essere effettuato su frazioni solide separate di liquami suinicoli. È considerato come migliore tecnica disponibile se il trattamento di aerazione è ben controllato, e se l'ammoniaca persa per volatilizzazione viene catturata effettuando il processo in locali chiusi e convogliando l'aria ricca di ammoniaca verso sistemi di lavaggio e cattura (bioscrubbers) o verso biofiltri. Questa tecnica permette anche l'igienizzazione del prodotto, dal momento che il processo prevede temperature che raggiungono i 60°C.
6. **Evaporazione e disidratazione di liquame:** si tratta di una tecnica per l'essiccazione del liquame con bassi impegni energetici e contenute emissioni in aria e in acqua, ma il numero ridottissimo di realizzazioni e la sua complessità tecnologica portano tuttavia a ritenere che si tratti di un sistema non proponibile per singole aziende, ma al massimo per impianti extra-aziendali.

III FASE → STOCCAGGIO

Lo stoccaggio delle deiezioni viene effettuato al fine di:

- ridurre la carica microbica ed abbattere la patogenicità dei batteri (40-50 giorni);
- indurre la stabilizzazione degli effluenti migliorandone le caratteristiche agronomiche;
- programmare la distribuzione in campo nei periodi previsti dalla normativa e nei periodi consoni o più adatti alle colture.

Le strutture di stoccaggio dei liquami sono:

- vasche a pareti verticali, solitamente in cemento armato; possono essere esterne, coperte o scoperte, o interrate;
- lagune con pareti e fondo scavate nella terra (ormai poco diffuse).

I letami invece vengono stoccati su platee impermeabilizzate.

Le dimensioni minime di queste strutture sono stabilite sia a livello nazionale che regionale.





Può accadere che lo stoccaggio non sia preceduto da alcun trattamento del liquame o del letame. Il liquame stoccato dovrebbe essere sottoposto a miscelazione per almeno 0.5-1 ora a settimana per evitare la stratificazione e favorire la distribuzione degli elementi nutritivi ed evitare il deterioramento sia delle strutture adibite allo stoccaggio che di quelle adibite alla movimentazione. Le apparecchiature consigliate sono agitatori posti all'interno della vasca.



IV FASE → SMALTIMENTO TRAMITE UTILIZZO AGRONOMICO

Gli effluenti zootecnici sono utilizzati in campo agronomico come fertilizzanti e/o ammendanti dei terreni. A seconda della tipologia di materiale da utilizzare, ovvero palabile o non palabile, verranno utilizzate diverse tecniche di spandimento.

GESTIONE DEGLI EFFLUENTI ZOOTECNICI IN ALLEVAMENTI SUINI A SEGUITO DI OUTBREAK DI PESTE SUINA AFRICANA

In caso di focolaio di PSA in allevamento, ai prodotti di origine animale sono applicati dei trattamenti che riducano a un livello accettabile il rischio di diffusione del virus della Peste Suina Africana. Tali trattamenti sono elencati nel Regolamento delegato (UE) 2020/687 della Commissione, del 17 dicembre 2019, che integra il regolamento (UE) 2016/429 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda le norme relative alla prevenzione e al controllo di determinate malattie elencate. In particolare, l'elenco dei trattamenti disponibili in caso di peste suina si trova nell'Allegato VII "Trattamenti di riduzione dei rischi per i prodotti di origine animale provenienti dalla zona soggetta a restrizioni". Questo allegato, tuttavia, non contiene indicazioni per il trattamento dello stallatico.

In caso di focolaio di PSA, tutte le forme di stallatico devono essere considerate infette e devono essere trattate adeguatamente durante il processo di smaltimento.

Secondo il Regolamento (CE) 2009/1069, lo stallatico fa parte dei Materiali di Categoria 2. Il suo smaltimento prevede l'utilizzo come fertilizzante organico e può essere applicato sul terreno senza trasformazione preliminare, qualora l'autorità competente ritenga che non presentino rischi di diffusione di malattie trasmissibili gravi. Lo stallatico può essere anche compostato o trasformato in biogas, con o senza trasformazione preliminare, purché l'autorità competente ritenga che non presenti rischio di diffusione di malattie trasmissibili gravi.

È stato ipotizzato infatti che l'applicazione al terreno di letame, effluenti o liquami contaminati potrebbe diffondere la malattia a cinghiali e maiali selvatici, che a loro volta potrebbero diffonderla ai maiali domestici della zona (Bellini et al., 2016).

Per questo motivo, prima di essere applicato al terreno, lo stallatico, sia esso in forma di letame (materiale palabile) o di liquame (materiale non palabile), deve essere sottoposto a un opportuno trattamento di disinfezione.

Secondo l'allegato IV del Regolamento Delegato (UE) 2020/687, le procedure prevedono che il letame, compresi le lettiere e il materiale da lettiera utilizzato, debba essere rimosso e trattato.

In particolare, il **letame allo stato solido**, comprese le lettiere e il materiale da lettiera utilizzato devono essere:

- sottoposti a un trattamento a vapore ad una temperatura minima di 70 °C; o
- essere distrutti mediante incenerimento; o
- essere interrato ad una profondità tale da impedire agli animali di avervi accesso; o
- essere ammassati per produrre calore, irrorato con disinfettante e lasciato in tali condizioni per almeno 42 giorni, durante i quali la catasta deve essere coperta o ammassata nuovamente per garantire il trattamento termico di tutti gli strati.

Sempre secondo l'allegato, il **letame allo stato liquido** deve essere immagazzinato per almeno 42 giorni dopo l'ultima aggiunta di materiale infetto.

Inoltre, nel Manuale Operativo nei suini detenuti, si specifica che il letame deve essere distrutto mentre i liquami o vengono distrutti oppure possono essere trattati, per l'abbattimento della carica virale residua, aggiungendo 15 lt di soda al 3% ogni m³ di liquame; il liquame deve essere mantenuto in agitazione costante, se ciò non fosse possibile è necessario provvedere all'insufflazione di aria sul fondo delle cisterne mediante compressori. Il periodo di stoccaggio dei liquami può essere così ridotto rispetto ai 60 giorni previsti. È possibile utilizzare il liquame per l'agrofertilizzazione previo sovescio dei terreni.

Parte della gestione consapevole e corretta degli effluenti zootecnici consiste inoltre (e in generale) nel recintare l'area dell'allevamento in cui sono presenti anche le vasche di stoccaggio dei liquami e degli effluenti zootecnici e sottoporre a manutenzione sia le recinzioni che le vasche per impedire l'ingresso di animali.

Resistenza del virus della PSA negli effluenti zootecnici

Parametri di resistenza utili per i processi di inattivazione considerati

- Può sopravvivere a congelamento/scongelo, ma viene rapidamente inattivato a temperature elevate (>56°C).
- Il virus è stabile in un intervallo di pH compreso tra 4 e 10 e viene rapidamente inattivato a pH <4 o >11,5 in un terreno privo di siero; tuttavia, in presenza di siero, può sopravvivere a pH inferiore a 4 per ore e a pH 13,4 per giorni (Wales e Davies, 2021).

Parametri di resistenza nelle feci e nelle urine

- Il virus rimane vitale per lunghi periodi di tempo nel sangue, nei tessuti e nelle feci (USDA, 2020; Mazur-Panasiuk et al., 2019). In studi sperimentali, il DNA del virus è stato rilevato fino a 98 giorni nelle feci e 126 giorni nelle urine a varie temperature, anche se il virus infettivo è stato rilevato solo per 5 giorni (Davies et al., 2017). Gli autori hanno stimato che le feci rimarranno infettive per 3,7 giorni a 37°C e 8,5 giorni a 4°C, mentre l'urina rimarrà infettiva per 2,9 giorni a 37°C e 15,3 giorni a 4°C.

Parametri di resistenza nei liquami

La persistenza del virus della PSA negli effluenti zootecnici suini non è riportata in letteratura. Le limitate informazioni disponibili sulla sopravvivenza del virus negli effluenti zootecnici dagli allevamenti suini rappresentano una sfida per lo studio del rischio di trasmissione e dell'efficacia delle potenziali misure di controllo.

In generale, in caso di malattia virale, gli effluenti zootecnici rimangono contaminati per un periodo che va da alcuni giorni a diversi mesi, in dipendenza di molti fattori, tra cui la carica virale iniziale, le condizioni fisiche del virus (es. presenza di envelope), la temperatura, il pH, l'attività microbica, la concentrazione di ammoniaca libera, le radiazioni UV ed eventualmente l'aggiunta di detergenti e disinfettanti (Štukelj et al., 2021; Sobsey, 2006; Haas et al., 1995; Pesaro et al., 1995). Inoltre, la resistenza può essere ulteriormente influenzata dai diversi metodi di stoccaggio e trattamento degli effluenti, dalle dimensioni dell'azienda, dal numero di animali infetti, dal tipo e dalla profondità della vasca, dal clima e dalla stagione.

Alcune informazioni sulla sopravvivenza del virus della PSA nei liquami sono state riportate nel Report EPA americano.

- Haas et al. (1995) hanno riportato risultati non pubblicati di Eizenberger et al., che hanno valutato la persistenza del PSA virus nei liquami suini fino a 84 giorni a 17°C e 112 giorni a 4°C in condizioni di campo simulato;
- Haas et al. (1995) riportano che il virus può rimanere infettivo nei liquami suini fino a 60-100 giorni;
- Marszałek et al. (2019); EFSA AHAW Panel (2014); Strauch (1991) riportano una sopravvivenza di 60-160 giorni.

Nessuna di queste fonti fornisce tuttavia dettagli sulle condizioni sperimentali utilizzate per ricavare queste stime.

Le informazioni scientifiche disponibili non sono sufficienti a supportare una stima difendibile di quanto a lungo il virus della PSA rimane infettivo nelle strutture di stoccaggio di effluenti di aziende suinicole e sarebbe necessario un monitoraggio *in loco* della carica virale, preferibilmente nei diversi strati della massa di deiezioni (soprattutto se liquami), per accertare il potenziale infettivo iniziale, il tasso di inattivazione naturale (che potrebbe non rimanere costante) e l'efficacia delle opzioni di gestione della stessa.

Un'ipotesi generale prudente si dovrebbe quindi basare sulla più lunga sopravvivenza riportata del virus della peste suina nei liquami. La sopravvivenza del virus sarà probabilmente più breve se un focolaio si verifica durante i mesi caldi (e temperature dei liquami stoccati regolarmente >17°C).

Nel documento "Feasibility Study Report: Management of Swine Lagoons Following African Swine Fever Outbreak", è stata presa come ipotesi generale di sopravvivenza del virus della PSA nelle lagune suine da 160 giorni a 6 mesi per indagare l'efficacia delle misure di controllo. La sopravvivenza del virus sarà verosimilmente più breve, soprattutto nei mesi invernali.

Non sono stati identificati studi che abbiano misurato la persistenza del virus della PSA nel suolo dopo l'applicazione di liquami o effluenti di laguna infetti su terreni agricoli.

Raccolta e trasporto degli effluenti

Esiste una notevole diversità nella progettazione e nella pavimentazione degli allevamenti, che influisce sulle modalità di rimozione e stoccaggio dei rifiuti provenienti dalla stabulazione dei suini.

Nel contesto del controllo delle malattie infettive, è consigliabile utilizzare un sistema che eviti l'accumulo di feci nell'allevamento (lettieria permanente) e limiti il tempo in cui gli animali vi sono esposti. In linea di principio, i pavimenti a doghe ben progettati e mantenuti sono i più adatti per evitare l'accumulo di feci nei recinti, riducendo al minimo il contatto con gli animali (Twomey et al., 2010)

Generalmente negli allevamenti suinicoli le deiezioni sono in forma liquida o semiliquida (liquami), a meno che non vengano utilizzati sistemi di stabulazione su lettiera, dai quali si producono deiezioni palabili. I liquami vengono raccolti al di sotto della pavimentazione che può essere fessurata in modo "totale", cioè su tutta la superficie calpestabile, oppure "parzialmente", con aperture poste solo su di un'area ristretta chiamata "corsia di defecazione"

Differenti sono le modalità utilizzate per la veicolazione dei liquami all'esterno dei ricoveri e lo svuotamento delle fosse.

Pretrattamento degli effluenti zootecnici e stoccaggio

La principale modalità con cui negli allevamenti italiani si stoccano gli effluenti prima del loro impiego è rappresentata dalle vasche di raccolta dei liquami.

La struttura di stoccaggio del liquame e/o del letame deve essere isolata e non deve consentire l'accesso agli animali. In generale le strutture di raccolta degli effluenti sono posizionate all'interno della recinzione che delimita l'allevamento, sia negli allevamenti a elevata capacità che a bassa capacità, siano essi stabulati o semibradi.

Le strutture di stoccaggio dei liquami sono:

- vasche a pareti verticali, solitamente in cemento armato; possono essere esterne, coperte o scoperte, o interrate;
- lagune con pareti e fondo scavate nella terra (ormai poco diffuse).

I letami invece vengono stoccati su platee impermeabilizzate.

Le dimensioni minime di queste strutture sono stabilite sia a livello nazionale che regionale.



Nel momento in cui si assiste a un focolaio di PSA in allevamento, la prima azione da mettere in atto consiste nell'interrompere il flusso di effluenti alle strutture di stoccaggio e procedere con la pulizia e disinfezione (con disinfettanti efficaci) della stalla così da ridurre la quantità di virus anche negli effluenti prima del loro trasferimento (porre attenzione in caso di gestione dei liquami che prevedono l'azione di popolazioni batteriche che potrebbero risentire dell'azione dei disinfettanti → es. produzione di biogas).

Le strutture di stoccaggio dei liquami dovrebbero essere costruite in maniera tale da evitare il rischio di tracimazione (coperte da una copertura impermeabile).

Se la struttura è scoperta e si prevede che vi si accumuli anche acqua piovana, per evitare la tracimazione, devono avere capacità adeguata in funzione della piovosità della zona in cui si trovano e un franco minimo di 10 cm ("Normativa nitrati"). In alcuni casi, può essere necessario rimuovere l'effluente e immagazzinarlo in una struttura di stoccaggio alternativa.

Capacità adeguata (dalla "normativa nitrati"):

- La capacità di stoccaggio, calcolata in rapporto alla consistenza di allevamento stabulato e al periodo in cui il bestiame non è al pascolo, non deve essere inferiore al volume di materiale palabile prodotto in 90 giorni.
- La capacità di stoccaggio, calcolata in rapporto alla consistenza di allevamento stabulato non deve essere inferiore al volume di materiale non palabile prodotto in 180 giorni per gli allevamenti suini nell'Italia settentrionale (Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Province di Bolzano e di Trento, Friuli-Venezia-Giulia, Veneto, Emilia Romagna, Liguria) e 150 giorni in tutte le altre regioni. Le dimensioni dei contenitori non dotati di copertura atta ad allontanare l'acqua piovana devono tenere conto delle precipitazioni medie e di un franco minimo di sicurezza di 10 centimetri.

Le buone pratiche di biosicurezza per prevenire la diffusione del virus consistono poi nella disinfezione di tutte le attrezzature per la movimentazione del letame, degli indumenti e delle calzature indossate dal personale dell'azienda agricola coinvolto nel trasferimento degli effluenti.

LETAME

In caso di focolaio di PSA, diverse fonti consigliano la distruzione del letame tramite incenerimento o interrimento a una profondità tale da impedire agli animali di avervi accesso (almeno 1.2m) (FAO, 2001; USDA, 2018). Esiste la possibilità che il letame possa essere accatastato a caldo, irrorato con disinfettante e lasciato per almeno 42 giorni. Nel caso della PSA, la sostanza chimica considerata efficace per il letame è l'idrossido di sodio [(soda caustica) 2%, 15 lt/m³] (CEREP, 2023).

Tutte queste modalità di gestione sono state definite idonee ai sensi dell'allegato IV del Regolamento delegato (UE) 687/2020, che prevede anche un trattamento a vapore ad una temperatura minima di 70 °C.

Un'alternativa per il trattamento dei materiali palabili (letame) potrebbe essere rappresentato dal **compostaggio**. Durante la fase termofila, infatti, il cumulo raggiunge temperature tra 50 e 60°C che si mantengono per almeno 4/5 giorni, determinando l'inattivazione dei batteri e dei virus.

LIQUAMI

La maggior parte delle aziende suinicole italiane gestisce gli effluenti zootecnici in forma liquida attraverso l'impiego di vasche di stoccaggio coperte. I liquami rappresentano quindi il maggiore prodotto risultante dalle deiezioni negli allevamenti suini.

Secondo l'allegato IV del Regolamento delegato (UE) 687/2020, il letame allo stato liquido deve essere immagazzinato per almeno 42 giorni dopo l'ultima aggiunta di materiale infetto.

Il liquame può essere gestito secondo due modalità principali in caso di focolaio di PSA:

- può essere conservato fino alla distruzione del virus attraverso processi naturali
- può essere soggetto a decontaminazione

prima di essere usato come fertilizzante organico. Dovrebbe essere l'autorità competente a dare l'approvazione per l'impiego di liquami provenienti da azienda infetta da PSA, perché ritiene che non presenti rischi di diffusione di malattie trasmissibili gravi (Regolamento (CE) 2009/1069).

Una direttiva del Consiglio dell'Unione Europea del 2002 stabilisce che i liquami infetti da PSA devono essere conservati per almeno 60 giorni dopo l'ultima aggiunta di materiale infetto, a meno che le autorità non autorizzino un periodo di conservazione ridotto per i liquami che sono stati trattati efficacemente per garantire la distruzione del virus (Consiglio dell'Unione Europea, 2002).

I metodi indicati come efficaci per l'inattivazione dei virus nel letame liquido includono lo stoccaggio a lungo termine, i metodi chimici, i metodi fisici (ad esempio, irradiazione UV, calore) e i metodi biologici (ad esempio, digestione anaerobica, trattamento aerobico). Questi metodi non sempre sono stati indagati perché attivi contro PSA, ma perché efficaci contro altri virus dei suini.

a) STOCCAGGIO A LUNGO TERMINE

Consiste nell'interrompere l'aggiunta o la rimozione di rifiuti nella o dalla vasca fino al momento in cui presumibilmente il virus nei liquami viene inattivato. Il periodo di stoccaggio è variabile: la sopravvivenza del virus può dipendere da diversi fattori quali temperatura, pH, concentrazione iniziale del virus, attività microbica, concentrazione di ammoniaca. L'ipotesi di sopravvivenza del virus nei liquami è stimata di 160 giorni o 6 mesi, motivo per il quale il tempo di stoccaggio per l'inattivazione è stato assimilato a questo periodo. La sopravvivenza del virus sarà probabilmente più breve (circa 3 mesi) se un focolaio si verifica durante i mesi caldi e le temperature misurate nella laguna sono regolarmente $>17^{\circ}\text{C}$.

Fattibilità tecnica

- **La conservazione a lungo termine è l'opzione tecnicamente più fattibile e ha costi di implementazione minimi o nulli.** Per le aziende in cui la vasca è vicina al massimo della sua capacità quando si verifica un focolaio la gestione è più problematica: per evitare lo straripamento si consiglia il pompaggio e lo stoccaggio del liquido in un ulteriore serbatoio fino alla fine del periodo, con aumento dei costi di implementazione del sistema.
- **Il tempo di inattivazione del virus è incerto e dipende dalla carica virale iniziale e da vari fattori** (ad esempio, stagione e temperatura, pH, ossigenazione) e varierà verosimilmente tra aziende diverse, **ma viene stimato a 6 mesi** per le lagune (EPA, 2023). Sarebbero necessari test per monitorare il virus della PSA infettivo e definire il momento in cui il liquame può essere rimosso in sicurezza dalla vasca.
NB: il Regolamento delegato (UE) 687/2020 stabilisce che i liquami infetti da virus della PSA devono essere conservati per almeno 42 giorni (in generale per le malattie di cat. A). Sebbene non sia specifico per PSA, anche il Foreign Animal Disease Preparedness and Response Plan dell'USDA (USDA, 2018) afferma che i liquami dovrebbero essere generalmente conservati per almeno 60 giorni in estate o 90 giorni in inverno prima di essere sparsi su un pascolo per rendere inattivi i patogeni.
- Prima di optare per questo sistema, è necessaria un'indagine di fattibilità e un'analisi del rischio in base all'ubicazione dell'azienda agricola, alle condizioni delle dighe, alla vicinanza a corpi idrici superficiali o ad altri fattori del sito.

- Sarebbe utile eseguire un test di laboratorio (PCR ed eventualmente isolamento) trascorso il periodo di stoccaggio per verificare l'assenza del virus)

Stoccaggio a lungo termine SINTESI: Lo stoccaggio a lungo termine nella laguna è probabilmente fattibile per la maggior parte delle aziende agricole in caso di focolaio di PSA. Il periodo di tempo in cui una vasca di raccolta degli effluenti rimane infetta non è noto e probabilmente varierà in modo sostanziale per le diverse aziende agricole in base al clima locale e a molti altri fattori. Sei mesi è un'ipotesi generale prudente basata sui dati riportati per i liquami. Tuttavia, la legge europea (Regolamento delegato (UE) 2020/687) prevede, per i liquami, un periodo di attesa (dopo l'ultima applicazione di materiale infetto) di 42 giorni. La soluzione più prudente consiste nel campionare il liquame e determinare la presenza del virus infettante, che fornirà una determinazione più accurata del momento in cui il liquido può essere rimosso in sicurezza dalla laguna per l'applicazione al suolo.	
Vantaggi	Tecnicamente fattibile per qualsiasi azienda agricola con vasche di stoccaggio proporzionali alla capacità massima dell'allevamento. Non richiede attrezzature o costi operativi aggiuntivi. Affidabile ed efficace, se il tempo a disposizione è sufficiente.
Svantaggi	L'azienda non può essere ripopolata nel corso del periodo di stoccaggio. Incertezza sull'effettiva durata del periodo di stoccaggio → potrebbero rendersi necessari test per monitorare la presenza del virus infettivo. Necessaria la gestione delle precipitazioni durante lo stoccaggio → potrebbero causare il superamento della capacità massima di stoccaggio. La durata prolungata di questo sistema espone al rischio di fuoriuscita del materiale dalla vasca dovuto a eventi meteorologici estremi, a vettori animali a catastrofi naturali.

b) DISINFEZIONE CHIMICA

I trattamenti chimici più frequentemente raccomandati per l'inattivazione del virus della PSA nei liquami sono gli alcali, tra cui l'idrossido di sodio (soda caustica), l'idrossido di calcio (calce viva) soprattutto e, in misura minore, il carbonato di sodio (soda) (Štukelj et al., 2021; De Lorenzi et al., 2020; USDA, 2019; GARA, 2018; AHA, 2008; FAO, 2001).

Possibili disinfettanti:

- **Idrossido di calcio o calce viva:** è comunemente usata nelle aziende agricole per modificare il pH del suolo e stabilizzare i biosolidi e si è dimostrata efficace contro questo e altri virus nei liquami suini (Stevens et al., 2018; Turner e Williams, 1999). Poiché è facilmente disponibile per le operazioni agricole, **potrebbe essere la migliore opzione per il trattamento dei reflui infetti.**
- **Idrossido di sodio o soda caustica:** si è dimostrato efficace (Turner e Williams, 1999), e alcune fonti riportano che sia il **principio attivo più forte per l'inattivazione del virus della PSA nei liquami** (Juszkiewicz et al., 2019; Štukelj et al., 2021; De Lorenzi et al., 2020) ed ha il vantaggio di essere **efficace anche in presenza di materiale organico** (Kalmar et al., 2018). Tuttavia, è altamente corrosivo e costituisce una preoccupazione significativa per la sicurezza dei lavoratori.

→ La letteratura riporta una **concentrazione efficace di calce idrata e idrossido di calcio** per inattivare il virus della PSA nei liquami pari all'**1% p/v** (10 kg/m³) (in 5 minuti a 4°C) (Turner e Williams, 1999) per un **periodo di esposizione** raccomandato **da 4 a 7 giorni** per la disinfezione del letame liquido con **agitazione quotidiana per almeno un'ora**. L'uso della calce idrata è preferibile all'idrossido di sodio (soda caustica) per la disinfezione degli effluenti a causa delle proprietà altamente corrosive e irritanti di quest'ultimo.

→ Nel manuale operativo pesti suine nei suini domestici è riportato che, per l'abbattimento della carica virale residua, bisogna aggiungere **15 lt di soda caustica al 3% ogni m³ di liquame**, che deve essere mantenuto in agitazione costante.

Esperimenti di laboratorio hanno messo in evidenza che l'inattivazione del virus della PSA si è verificata quando il pH nei liquami viene elevato sopra 10,6 (Turner e Williams, 1999). Altri studi hanno concluso che l'aggiunta di agenti alcalini dovrebbe portare il pH del liquame al di sopra di 11 per inattivare la maggior parte dei virus (Sobsey, 2006).

In generale, **è raccomandato un periodo di esposizione da 4 a 7 giorni** per la disinfezione del liquame mediante l'aggiunta di un reagente alcalino, con agitazione giornaliera per almeno un'ora durante il periodo di esposizione (USDA, 2018; Martens e Böhm, 2009; FAO, 2001);

Gli acidi inorganici sono raramente utilizzati per il trattamento del liquame a causa della loro corrosività e per il fatto che il contenuto proteico del liquame riduce notevolmente l'efficacia degli acidi organici (Haas et al., 1995). Le aldeidi sono meno corrosive degli acidi, ma la loro efficacia nel liquame dipende dalla temperatura (Haas et al., 1995). Inoltre, l'uso di alcune aldeidi, per esempio della formaldeide, è limitato a causa della loro tossicità (Štukelj et al., 2021).

NB. tutti i dati sull'efficacia dei trattamenti chimici sui liquami derivano da studi di laboratorio, non condotti in campo.

Fattibilità tecnica

- Il trattamento può essere messo in atto nelle vasche di stoccaggio sia dei liquami o del digestato, è invece **meno fattibile nelle lagune di raccolta**, per le quali si consiglia l'impiego di una vasca di stoccaggio addizionale o di una cisterna di spandimento dei liquami per le procedure di disinfezione. Per la disinfezione chimica è necessaria **un'attrezzatura per la miscelazione**, poiché l'efficacia di questa procedura dipende dal fatto che i disinfettanti chimici siano completamente disciolti e distribuiti uniformemente nell'effluente (Turner e Burton, 1997; Haas et al., 1995).
→ N.B. gli impianti suinicoli dovrebbero avere a disposizione dei mezzi atti ad evitare la stratificazione del letame, funzionali alla distribuzione nel terreno e alla omogenizzazione del contenuto utile in termini di elementi nutritivi per il terreno (anche quando il liquame viene solo stoccato si considera adeguata una miscelazione di almeno 0.5-1 h a settimana).
- Il **disinfettante dovrebbe essere aggiunto alla vasca di stoccaggio in più punti contemporaneamente**, per garantire che il disinfettante sia distribuito correttamente in tutta la fossa. Durante l'esposizione dei liquami ai disinfettanti, non devono essere introdotti liquami freschi nella vasca (OIE, 1995; FAD PRoP, 2018)
- **Non si prevedono effetti negativi di lunga durata sul suolo se gli effluenti trattati con calce vengono applicati ai terreni agricoli** (Martens e Böhm, 2009). La calce, in varie forme, viene comunemente applicata ai terreni agricoli, principalmente per risolvere il problema dell'acidità del suolo e aumentare la produttività (Holland et al., 2018). È fondamentale quindi considerare il pH del terreno ricevente e la sensibilità della coltura ricevente prima di applicare effluenti trattati con calce. L'applicazione di effluenti trattati può avere effetti negativi sulla coltura ricevente se il pH è troppo alto o troppo basso. Per questo motivo, prima di essere applicato al terreno, il materiale dovrebbe essere eventualmente trattato con un agente acido per riaggiustare il pH.
- **Costi:** Le spese associate all'implementazione di questo metodo includono l'acquisto di una quantità sufficiente di sostanze chimiche necessarie per il trattamento, l'eventuale affitto o l'acquisto di un serbatoio che funga da recipiente per il trattamento e di un'attrezzatura per la miscelazione, nonché l'eventuale acquisto di una quantità sufficiente di agente acido per riaggiustare il pH dell'effluente dopo il trattamento.

I problemi che il trattamento chimico potrebbe comportare sono legati in particolare alla sostanza utilizzate. In particolare:

- Può creare danni alle strutture di stoccaggio:
 - La calce viva provoca la formazione di carbonati che precipitano e formano un fango spesso (Schmidt, 2016; Albiñ et al., 2012) e possono causare intasamenti;
 - Le sostanze impiegate possono essere corrosive per le attrezzature;
 - Può avere effetti tossici per i lavoratori:
 - Occorre evitare l'inalazione e il contatto con gli occhi e la pelle (Stevens et al., 2018). L'idrossido di sodio (soda caustica) è altamente corrosivo e irritante per la pelle, gli occhi e le mucose e può produrre gravi ustioni (Iacolina et al., 2021);
 - Quando la calce viva viene aggiunta all'acqua, si verifica una reazione esotermica che può essere pericolosa per le persone vicine. L'idrossido di calcio (o calce idrata) è molto meno reattivo e deve essere preferito (Stevens et al., 2018);
 - L'aumento del pH del liquame attraverso l'aggiunta di alcali determina la conversione dell'ammonio in ammoniaca e la conseguente volatilizzazione di quest'ultima (Boyles, 2018), specialmente quando il pH passa da 11 a 12. Come conseguenza, si possono raggiungere livelli potenzialmente dannosi di ammoniaca (Schmidt, 2016);
 - Altri gas che possono essere rilasciati durante l'agitazione degli effluenti o dei liquami sono il monossido di carbonio, l'anidride carbonica, l'idrogeno solforato e il metano (AHA, 2008).
- Nel momento in cui si devono miscelare effluente e disinfettante, è sempre raccomandato aggiungere alla vasca prima il disinfettante, poi l'effluente. Oltre a ridurre l'esposizione dei lavoratori a gas pericolosi, questo procedimento favorirà anche la miscelazione (Stevens et al., 2018). Inoltre, è anche consigliabile eseguire il trattamento in piccoli lotti, quando possibile, per ridurre la quantità di gas rilasciata per lotto.
- Può determinare problemi nell'utilizzo agronomico del prodotto finale:
 - Può determinare riduzione del valore del prodotto finale come fertilizzante a causa della perdita di ammoniaca (Stevens et al., 2018);
 - Lo smaltimento o l'applicazione al suolo di grandi volumi di effluenti trattati può comportare difficoltà logistiche per le aziende agricole, soprattutto se il pH dell'effluente trattato diventa eccessivamente alcalino e debba essere neutralizzato con un agente acido appropriato.

SINTESI Disinfezione chimica: La disinfezione chimica degli effluenti lagunari con idrossido di calcio (calce idrata, considerata la miglior opzione) sarebbe tecnicamente fattibile per la maggior parte delle aziende agricole in seguito a un focolaio di PSA; tuttavia, potrebbero essere necessarie attrezzature aggiuntive (ad esempio attrezzature per il mescolamento) per effettuare il trattamento e occorre prestare attenzione per evitare i danni alle persone, alle attrezzature o al suolo. La letteratura riporta una concentrazione efficace di calce idrata per inattivare il virus negli effluenti pari all'1% p/v (10 kg/m ³) e un periodo di esposizione da 4 a 7 giorni, con agitazione quotidiana per almeno un'ora durante il periodo di esposizione, fino a portare il pH a un valore >11. L'uso dell'idrossido di sodio (soda caustica) per la disinfezione degli effluenti è meno preferibile a causa delle sue proprietà altamente corrosive e irritanti. Per accertarsi dell'inattivazione virale è utile misurare il pH (>11).	
Vantaggi	Lo stoccaggio a lungo termine non è previsto o comunque il periodo di stoccaggio si riduce in maniera importante.
Svantaggi	Difficoltà di miscelare la sostanza chimica nell'effluente, Lungo periodo di trattamento, Formazione di precipitati solidi e potenziale intasamento di valvole e ugelli, Potenziali danni alle apparecchiature dovuti alla corrosività dell'effluente trattato. Regolazione del pH neutro al termine del trattamento prima dell'applicazione al suolo dell'effluente.

	Elevati costi legati all'acquisto di grandi quantità di prodotti chimici, l'eventuale noleggio o acquisto di un recipiente per il trattamento e di un'attrezzatura per la miscelazione, e l'eventuale acquisto di un agente acido per regolare il pH. Potenziali danni per la salute/sicurezza dei lavoratori che maneggiano sostanze chimiche corrosive e irritanti e l'esposizione al gas ammoniacale durante il trattamento.
--	---

c) TRATTAMENTO TERMICO

Prevede il riscaldamento diretto o indiretto di piccoli lotti di materiale o il trattamento a microonde con modalità a flusso continuo. L'uso del calore è poco diffuso, utilizzato in risposta a focolai di malattie animali notificabili (Martens e Böhm, 2009).

Uno studio ha valutato l'efficacia del trattamento termico per l'inattivazione del virus della PSA nei liquami suini con concentrazioni variabili di solidi totali (dallo 0,5% al 5%) (Turner et al., 1999). Gli autori hanno determinato che la temperatura critica per l'inattivazione del virus della PSA nel liquame era compresa tra 56°C e 65°C: liquami di diversa provenienza e con diverse concentrazioni di solidi richiedevano tempi diversi per l'inattivazione, tuttavia, in tutti i campioni di liquami il virus non era più rilevabile entro 5 minuti a 60°C.

Fattibilità tecnica

- Un'ipotesi prudente secondo cui i lotti di effluenti con un basso contenuto di solidi dovrebbero essere riscaldati a 65°C per un minimo di 5 minuti per garantire la distruzione del virus della PSA (EPA, 2023).
- Risulta necessario acquisire e installare tempestivamente apparecchiature specializzate.
- Difficoltoso garantire il raggiungimento della temperatura necessaria in tutto l'effluente per il tempo necessario alla distruzione del virus.
- Rischi per i lavoratori: una grave ustione può verificarsi dopo soli 5 secondi di esposizione a un liquido di 60°C
- I costi associati l'acquisto o il noleggio delle attrezzature specializzate e all'elevata quantità di energia richiesta sarebbero probabilmente proibitivi per la maggior parte delle aziende agricole che si trovano ad affrontare un focolaio.

Il trattamento termico è ***tecnicamente impraticabile per la maggior parte degli allevamenti***.

SINTESI trattamento termico:	
Sebbene le alte temperature (>65°C) si siano dimostrate efficaci per l'inattivazione del virus della PSA nei liquami, il trattamento termico è probabilmente un metodo poco pratico per la maggior parte delle aziende agricole durante un'epidemia, a causa dell'elevato consumo energetico e di combustibile richiesto.	
Vantaggi	Lo stoccaggio a lungo termine non è previsto o comunque il periodo di stoccaggio si riduce in maniera importante.
Svantaggi	Richiede attrezzature specializzate che potrebbero non essere prontamente disponibili. I costi energetici e di apparecchiature potrebbero essere proibitivi per alcune aziende agricole.

d) TRATTAMENTO UV

Questo metodo di trattamento non è comunemente utilizzato per la disinfezione delle acque reflue suine, ma le fonti suggeriscono che potrebbe essere efficace per ridurre il livello dei virus e di altri patogeni se si applicano su materiale pre-chiarificato e in dose elevata (Macauley et al., 2006; Turner e Burton, 1997).

Gli UVC sono efficaci nell'inattivare i virus suini con e senza envelope (Blázquez et al., 2021), anche se i virus sono più resistenti alla disinfezione tramite questo metodo rispetto ad altri tipi di patogeni (Sobsey, 2006) e possono richiedere dosi di UV da tre a quattro volte superiori a quelle dei batteri per ottenere la decontaminazione (Turner e Burton, 1997).

La disinfezione UV sembra essere efficace contro l'ASFv nell'acqua potabile limpida (Xu et al., 2020). Tuttavia, **le informazioni disponibili indicano che l'efficacia della disinfezione UV sarebbe bassa a causa della quantità e delle dimensioni dei solidi sospesi nell'effluente**. L'efficacia della disinfezione UVC delle acque reflue, come gli effluenti, dipende da molti fattori, i più importanti dei quali sono: la presenza di solidi sospesi e la torbidità dell'acqua. Il successo della disinfezione mediante radiazioni UVC è molto più elevato quando i solidi sospesi totali (TSS) sono bassi e la trasmissibilità percentuale è elevata (Turner e Burton, 1997). L'efficacia di disinfezione delle lampade UV a bassa pressione diminuisce quando i livelli di TSS nelle acque reflue sono superiori a 30 mg/L (equivalenti allo 0,003 %, nettamente inferiore rispetto alla quantità presente negli effluenti zootecnici) (USEPA, 1999).

Fattibilità tecnica

- Il trattamento tramite UV potrebbe richiedere una fase di pre-chiarificazione per la rimozione dei solidi sospesi prima della disinfezione (Bilotta et al., 2017; Bilotta e Kunz, 2013), con conseguente aumento dei tempi e dei costi.
- Poiché il trattamento UV è comunemente utilizzato per la disinfezione delle acque reflue, il suo impiego non è limitato dalla disponibilità di attrezzature e competenze. Tuttavia, potrebbe essere **difficile acquistare e installare un sistema di trattamento nei tempi necessari per la risposta a un focolaio di PSA**.
- Tra i potenziali vantaggi, i tempi molto brevi di inattivazione virale. Inoltre, questo metodo non richiede disinfettanti chimici, il che elimina la necessità di maneggiare sostanze chimiche potenzialmente pericolose e la presenza di sostanze chimiche residue nell'effluente trattato. Inoltre, questa tecnica di trattamento conserva il contenuto di nutrienti dell'effluente per l'applicazione al suolo (Sobsey, 2006) e la sua efficacia non è sensibile alla temperatura (Xu et al., 2020; Turner e Burton, 1997).
- Mancano informazioni specifiche e studi sperimentali per definire la dose efficace e la durata dell'esposizione necessarie per una sufficiente inattivazione del virus nell'effluente zootecnico.
- Costi: includono l'energia per il sistema di trattamento UV (costi variabili in dipendenza delle dimensioni dell'azienda e ai parametri produttivi dell'unità) e un sistema di pre-chiarificazione, se necessario.
- Rischi per i lavoratori: la luce UVC è mutagena e cancerogena. Pertanto, la camera di trattamento UVC deve essere completamente chiusa e l'esposizione a qualsiasi parte della pelle o degli occhi di una persona deve essere evitata (Ruston C, 2022).

SINTESI trattamento UV: Le informazioni disponibili indicano che l'efficacia della disinfezione UV sarebbe bassa a causa della quantità e delle dimensioni dei solidi sospesi nell'effluente zootecnico. Inoltre, non sono disponibili informazioni sperimentali per determinare la dose efficace e la durata dell'esposizione necessarie per una sufficiente inattivazione del virus.	
Vantaggi	Le apparecchiature comunemente utilizzate per il trattamento UV delle acque reflue potrebbero essere riutilizzate per questo scopo. UV non lascia residui chimici e il trattamento viene completato in un periodo di tempo relativamente breve.
Svantaggi	La torbidità dell'effluente potrebbe interferire con l'efficacia di questo metodo. Per un trattamento efficace potrebbe essere necessaria una pre-chiarificazione. Il fabbisogno energetico è incerto perché non si conosce la dose e la capacità di trattamento. I costi aggiuntivi includono l'acquisto o il noleggio di apparecchiature per il trattamento UV e qualsiasi altra apparecchiatura (ad esempio, per la pre-chiarificazione) necessaria per il sistema di trattamento. È necessario proteggere i lavoratori dall'esposizione ai raggi UV.

e) TRATTAMENTO BIOTECNOLOGICO → DIGESTORI ANAEROBICI

I sistemi di digestione anaerobica sono utilizzati nelle aziende agricole principalmente per la stabilizzazione del letame, il controllo degli odori e la produzione di biogas.

Esistono due tipi di digestori anaerobici che si differenziano per la temperatura di funzionamento: mesofili (30-37°C) e termofili (50-60°C). La temperatura è uno dei fattori principali che determinano l'inattivazione degli agenti patogeni durante il processo di digestione anaerobica (Buchanan et al., 2013).

→ Sulla base della sola temperatura, si potrebbe presumere che un sistema termofilo inattivi efficacemente il virus della PSA; tuttavia, una previsione simile non può essere fatta per un sistema mesofilo (Franke-Whittle e Insam, 2013).

→ È stato individuato un solo studio sperimentale, una tesi di dottorato in tedesco (Moss, 2001) citata in (Blome et al., 2020), che ha rilevato che il virus della PSA è stato inattivato in poche ore in un impianto di biogas di digestione anaerobia termofilo gestito correttamente e in pochi giorni in un impianto mesofilo.

Fattibilità tecnica

- La digestione anaerobia termofila è un metodo efficace e fattibile per inattivare il virus nel liquame, ma solo per le aziende agricole che dispongono già di un sistema di questo tipo.

SINTESI trattamento biologico in anaerobiosi: Il trattamento in anaerobiosi, quando condotto in condizioni termofile (50-60°C) sembra essere efficace nell'inattivazione del virus della PSA, altri studi sono necessari per capire l'efficacia del sistema mesofilo (30-37°C). Si tratta di un sistema che potrebbe essere messo in atto nelle aziende agricole che dispongono già di un sistema di questo tipo.	
Vantaggi	Le informazioni disponibili indicano che il trattamento anaerobico è efficace nell'inattivazione il virus della PSA.
Svantaggi	Nessun costo aggiuntivo per le aziende agricole che dispongono già di questi sistemi di trattamento. Non è un'opzione per la maggior parte delle aziende agricole perché non dispongono già dei sistemi necessari. È possibile che le acque reflue provenienti dalla disinfezione delle strutture aziendali interferiscano con il trattamento biologico.

f) TRATTAMENTO BIOTECNOLOGICO → AEROBICO

Consiste nell'insufflazione nei liquami di ossigeno. Studi sperimentali hanno dimostrato che l'aerazione dei liquami può ridurre la persistenza di virus e patogeni batterici nei liquami suini (Bauza-Kaszewska et al., 2015; Grewal et al., 2007). Tuttavia, non ci sono dati sufficienti per stimare la persistenza del virus della PSA nelle lagune di trattamento aerobiche.

Fattibilità tecnica.

- Nelle aziende con sistemi di trattamento aerobico già in essere, potrebbe essere un'alternativa valida per il trattamento dei liquami, ma ancora non sono a disposizione stime sul tempo necessario per l'inattivazione del virus della PSA.

SINTESI trattamento biologico in aerobiosi: Non sono disponibili dati sufficienti per stimare per quanto tempo le lagune aerobiche rimarranno infettive dopo un focolaio di ASFv. Per la maggior parte delle aziende agricole non sarebbe tecnicamente fattibile iniziare ad aerare una laguna anaerobica dopo un focolaio, a causa della forte anaerobiosi di queste lagune. Il fabbisogno energetico per fornire la quantità di ossigeno necessaria sarebbe molto elevato. Inoltre, per mantenere le condizioni aerobiche nelle lagune sono necessarie profondità relativamente basse e grandi superfici.	
--	--

Vantaggi	-
Svantaggi	Nessun costo aggiuntivo per le aziende agricole che dispongono già di questi sistemi di trattamento. Non è un'opzione per la maggior parte delle aziende agricole perché non dispongono già dei sistemi necessari. È possibile che le acque reflue provenienti dalla disinfezione delle strutture aziendali interferiscano con il trattamento biologico.

Spandimento degli effluenti zootecnici e stoccaggio

Dopo il trattamento, il liquame può essere impiegato per l'utilizzo come fertilizzante organico e può essere applicato sul terreno. Tuttavia, sarebbe consigliabile testarlo per PSA prima di spanderlo e non spanderlo al di fuori delle zone di restrizione II e III identificate o a meno di 500 m da altre aziende suinicole. Inoltre, tra i sistemi di spandimento, prediligere quelli che consentono uno spandimento più preciso e localizzato.

BIBLIOGRAFIA

AHA (Animal Health Australia). (2008). Operational Procedures Manual: Decontamination (Version 3.0). In Australian Veterinary Emergency Plan (AUSVETPLAN) (3 ed.). Animal Health Australia.

Albihn, A; Nyberg, K; Ottoson, J; Vinnerås, B. (2012). 17. Sanitation Treatment Reduces the Biosecurity Risk when Recycling Manure and Biowaste. In Ecosystem Health and

Bauza-Kaszewska, J; Paluszak, Z; Olszewska, H. (2015). Aeration as an Effective Method for Pathogen Elimination in Pig Slurry. *Annals of Animal Science* 15: 737-745.

Bellini, S; Rutili, D; Guberti, V. (2016). Preventive Measures Aimed at Minimizing the Risk of African Swine Fever Virus Spread in Pig Farming Systems. *Acta Veterinaria Scandinavica* 58: 82.

Bilotta, P; Kunz, A. (2013). Swine Manure Post-Treatment Technologies for Pathogenic Organism Inactivation. *Engenharia Agricola* 33: 422-431.

Bilotta, P; Steinmetz, RLR; Kunz, A; Mores, R. (2017). Swine Effluent Post-Treatment by Alkaline Control and UV Radiation Combined for Water Reuse. *Journal of Cleaner Production* 140: 1247-1254.

Blome, S; Franzke, K; Beer, M. (2020). African Swine Fever – A Review of Current Knowledge. *Virus Research* 287: 198099.

Buchanan, A; Bolton, N; Moheimani, N; Svoboda, I; Grant, T; Batten, D; Cheng, N; Borowitzka, M; Fallowfield, H. (2013). Algae for Energy and Feed: A Wastewater Solution: A Review. In *Pork CRC Project 4A-101*.

Centro di Referenza Nazionale per le Pesti Suine (CEREP) in collaborazione con il Ministero della Salute, 2023. Manuale operativo Peste Suina Classica e Peste Suina Africana. Rev. n. 4., Perugia, Italy. Available at: https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pagineAree_1670_1_file.pdf

Davies, K; Goatley, LC; Guinat, C; Netherton, CL; Gubbins, S; Dixon, LK; Reis, AL. (2017). Survival of African Swine Fever Virus in Excretions from Pigs Experimentally Infected with the Georgia 2007/1 Isolate. *Transboundary and Emerging Diseases* 64: 425-431.

De Lorenzi, G; Borella, L; Alborali, GL; Prodanov-Radulović, J; Štukelj, M; Bellini, S. (2020). African Swine Fever: A Review of Cleaning and Disinfection Procedures in Commercial Pig Holdings. *Research in Veterinary Science* 132: 262-267.

United States Environmental Protection Agency (EPA). (2023). Feasibility Study Report: Management of Swine Lagoons Following African Swine Fever Outbreak.

Cleland, J. Feasibility Study Report: Management of Swine Lagoons Following African Swine Fever Outbreak. 2023. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-22/209.

FAO (Food and Agriculture Organization). (2001). Part 3: Decontamination Procedures. In *Manual on Procedures for Disease Eradication by Stamping Out*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Franke-Whittle, IH; Insam, H. (2013). Treatment Alternatives of Slaughterhouse Wastes, and their Effect on the Inactivation of Different Pathogens: A Review [Article]. *Critical Reviews in Microbiology* 39: 139-151.

GARA (Global African Swine Fever Research Alliance). (2018). African Swine Fever - Gap Analysis Report. Global African Swine Fever Research Alliance. Available online at <https://go.usa.gov/xPfwR>

- Grewal, S; Sreevatsan, S; Michel, FC. (2007). Persistence of *Listeria* and *Salmonella* During Swine Manure Treatment. *Compost Science & Utilization* 15: 53-62.
- Haas, B; Ahl, R; Böhm, R; Strauch, D. (1995). Inactivation of Viruses in Liquid Manure. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)* 14: 435-445.
- Holland, JE; Bennett, AE; Newton, AC; White, PJ; McKenzie, BM; George, TS; Pakeman, RJ; Bailey, JS; Fornara, DA; Hayes, RC. (2018). Liming Impacts on Soils, Crops and Biodiversity in the UK: A Review. *Science of the Total Environment* 610-611: 316-332.
- Iacolina, L; Penrith, M-L; Bellini, S; Chenais, E; Jori, F; Montoya, M; Stahl, K; Gavier-Widén, D. (2021). Understanding and Combatting African Swine Fever. A European Perspective [Book]. Wageningen, Pays-Bas: Wageningen Academic Publishers.
- Juszkiewicz, M; Walczak, M; Woźniakowski, G. (2019). Characteristics of Selected Active Substances Used in Disinfectants and their Virucidal Activity Against ASFV. *Journal of Veterinary Research (2450-7393)* 63: 17.
- Kalmar, I.D., Cay, A.B. and Tignon, M., 2018. Sensitivity of African swine fever virus (ASFV) to heat, alkalinity, and peroxide treatment in presence or absence of porcine plasma. *Veterinary Microbiology* 219: 144-149. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2018.04.025>.
- Macauley, JJ; Qiang, Z; Adams, CD; Surampalli, R; Mormile, MR. (2006). Disinfection of Swine Wastewater Using Chlorine, Ultraviolet Light and Ozone. *Water Research* 40: 2017-2026.
- Marszałek, M; Kowalski, Z; Makara, A. (2019). The Possibility of Contamination of Water-Soil Environment as a Result of the Use of Pig Slurry. *Ecological Chemistry and Engineering* 26: 313- 330.
- Martens, W; Böhm, R. (2009). Overview of the Ability of Different Treatment Methods for Liquid and Solid Manure to Inactivate Pathogens. *Bioresource Technology* 100: 5374-5378.
- Moss, A. (2001) Tenazität viraler Tierseuchenerreger in biogenen Abfällen in Biogasanlagen bei der Kofermentation mit Gülle. (PhD). Justus-Liberg University, Giessen, Germany.
- OIE, 1995. Disinfectants: actions and applications. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epizoot.* 14.
- Pesaro, F; Sorg, I; Metzler, A. (1995). In Situ Inactivation of Animal Viruses and a Coliphage in Nonaerated Liquid and Semiliquid Animal Wastes. *Applied Environmental Microbiology* 61: 92- 97.
- Ruston C, HD, Li P, Koziel JA, Stephan A, Loesekann T, Torremorell M, Murray D, Wedel K, Johnson C, Zaabel P, Sundberg P. (2022). Effectively Using Ultraviolet-C Light for Supply Decontamination on Swine Farms. *Journal of Swine Health and Production* 30: 101-106.
- Schmidt, AM. (2016). PEDv Survivability in Manure-amended Soil and Evaluation of Lime Application to Soil as a PEDV Biosecurity Measure. (NPB #14-269). University of Nebraska; National Pork Board.
- Sobsey, M, Khatib, LA Hill, VR, Alocilja, E, Pillai, S. (2006). Pathogens in Animal Wastes and the Impacts of Waste Management Practices. In *Animal Agriculture and the Environment: National Center for Manure and Animal Waste Management White Papers*. American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Stevens, EE; Miller, DN; Brittenham, BA; Vitosh-Sillman, SJ; Brodersen, BW; Jin, VL; Loy, JD; Schmidt, AM. (2018). Alkaline Stabilization of Manure Slurry Inactivates Porcine Epidemic Diarrhea Virus. *Journal of Swine Health and Production* 26: 95-100.

Štukelj, M; Prodanov-Radulovi, J; Bellini, S. (2021). 11. Cleaning and Disinfection in the Domestic Pig Sector. In *Understanding and Combatting African Swine Fever* (pp. 11): Wageningen Academic Publishers.

Turner, C; Burton, CH. (1997). The Inactivation of Viruses in Pig Slurries: A Review. *Bioresource Technology* 61: 9-20.

Turner, C; Williams, SM. (1999). Laboratory-Scale Inactivation of African Swine Fever Virus and Swine Vesicular Disease Virus in Pig Slurry. *Journal of Applied Microbiology* 87: 148-157.

Twomey, D.F., Miller, A.J., Snow, L.C., Armstrong, J.D., Davies, R.H., Williamson, S.M., Featherstone, C.A., Reichel, R. and Cook, A.J.C., 2010. Association between biosecurity and *Salmonella* species prevalence on English pig farms. *Veterinary Record* 166: 722-724. <https://doi.org/10.1136/vr.b4841>

USDA (United States Department of Agriculture). (2018). Standard Operating Procedures 15. Cleaning and Disinfection. In *FAD PReP: Foreign Animal Disease Preparedness & Response Plan*. United States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service, Veterinary Services.

USDA (United States Department of Agriculture). (2019). ASF Response: Depopulation, Disposal, and Decontamination Guidance—Option Matrices and Considerations. United States Department of Agriculture.

USEPA (United States Environmental Protection Agency). (1999). Ultraviolet Disinfection. In *Wastewater Technology Fact Sheet*. United States Environmental Protection Agency, Office of Water.

Wales, AD; Davies, RH. (2021). Disinfection to Control African Swine Fever Virus: A UK Perspective. *Journal of Medical Microbiology* 70.

Xu, R; Gong, L; Wang, H; Zhang, G. (2020). Disinfection Effect of Short-wave Ultraviolet Radiation (UV-C) on ASFV in Water. *Journal of Infection* 80: 671-693.