

Le modalità di impiego del biochar sugli stoccaggi dei liquami suini

Filippo Ottani

Università di Modena e Reggio Emilia



Tecniche di riduzione delle emissioni dei reflui zootecnici
anche attraverso l'impiego di biochar



Webinar - 13 Dicembre 2023

OBIETTIVI SPECIFICI DEL PROGETTO

Validazione dell'efficacia del biochar nel ridurre le emissioni gassose inquinanti

Valutazione del metodo migliore di applicazione del biochar allo stoccaggio di liquami suini



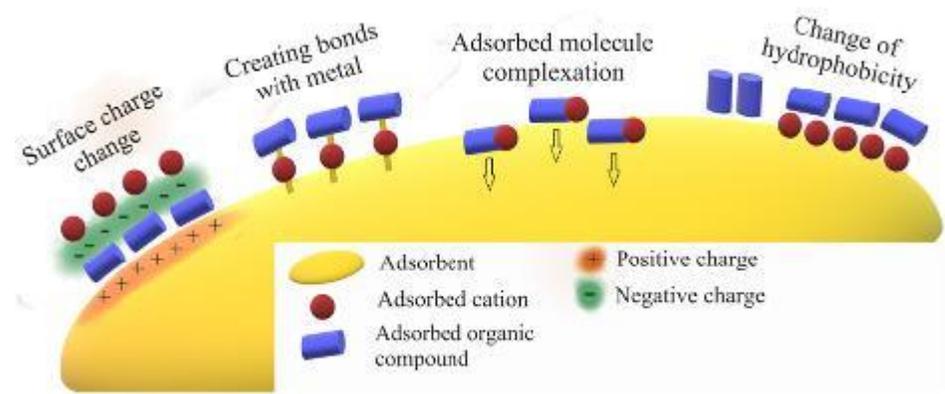
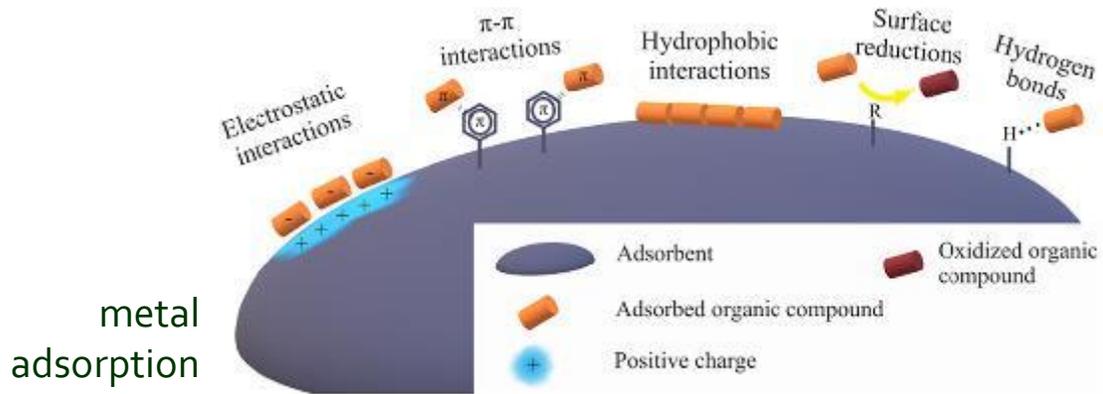
Marlena Geça, Małgorzata Wiśniewska, Piotr Nowicki, Biochars and activated carbons as adsorbents of inorganic and organic compounds from multicomponent systems – A review, *Advances in Colloid and Interface Science*, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.cis.2022.102667>.



Historical Perspective

Biochars and activated carbons as adsorbents of inorganic compounds from multicomponent systems – A review

Marlena Geça^a, Małgorzata Wiśniewska^{a,*}, Piotr Nowicki^b



METANO - CH₄

Grazie alla bassa densità,
il biochar facilita l'aerazione del substrato a cui è applicato
e di conseguenza facilita la proliferazione di batteri
metanotrofi invece che di batteri **metanogeni**
(*Sonoki et al., 2012*).

+

il biochar si lega e trattiene allo ione ammonio - NH₄⁺,
rendendo questi ioni meno disponibili
come elementi per la produzione di CH₄.
(*Liu et al., 2017*)



PROTOSSIDO DI AZOTO - N_2O

effetto di ritenzione degli ioni ammonio NH_4^+ e nitrato NO_3^- da parte del biochar, con conseguente rallentamento dell'attività dei **batteri denitrificanti**

+

legame alla superficie del biochar di gruppi funzionali stabili (carbossilici, carbonilici, ..) che non reagiscono nelle reazioni di formazione di N_2O

(He et al., 2019; Zhang et al., 2018)



AMMONIACA - NH₃

il biochar **assorbe** ioni ammonio (NH₄⁺) sulla sua superficie, **impedendo il passaggio** di questi ioni dalla fase liquida a quella gassosa, bloccando di fatto la produzione di NH₃
(Agyarko Mintah et al., 2017)

+

ridotto effetto di **stripping ed evaporazione** dei liquidi grazie al potere di adsorbimento del biochar
(Bagdonienė e Bleizgys, 2014; Y. Liang et al., 2004);



ANIDRIDE CARBONICA - CO₂

... il fenomeno dell'adsorbimento è principalmente imputabile all'assorbimento fisico, ovvero alle interazioni deboli generate dalle forze intermolecolari (es: forze di van der Waals) ...

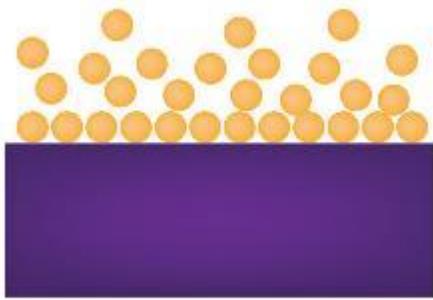
Il biochar ha un alto potere di adsorbimento. In particolare i biochar con un'ampia area superficiale mostrano una migliore capacità di adsorbimento rispetto a quelli con una bassa area superficiale.

(Sethupathi et al., 2017)



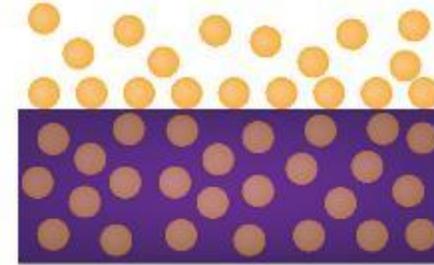
ASSORBIMENTO E ADSORBIMENTO

Validazione dell'efficacia del biochar nel ridurre le emissioni



ADSORBIMENTO:

il trattenere o concentrare sulla propria superficie uno o più componenti (atomi, molecole, o ioni) di altre sostanze solide e fluide a contatto con la superficie stessa. avviene all'interfaccia di separazione delle due sostanze



ASSORBIMENTO:

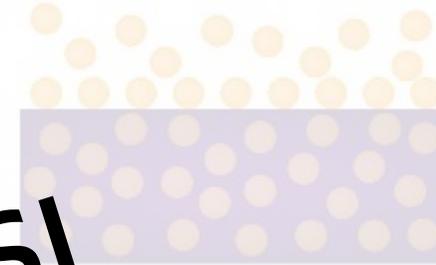
(detto talvolta assorbimento)

comporta invece la penetrazione di sostanze fluide nella massa di un solido o di un liquido.

NEL BIOCHAR SI HANNO ENTRAMBI

ASSORBIMENTO E ADSORBIMENTO

Validazione dell'efficacia del biochar nel ridurre le emissioni



NEL BIOCHAR SI HANNO ENTRAMBI

ADSORBIMENTO:

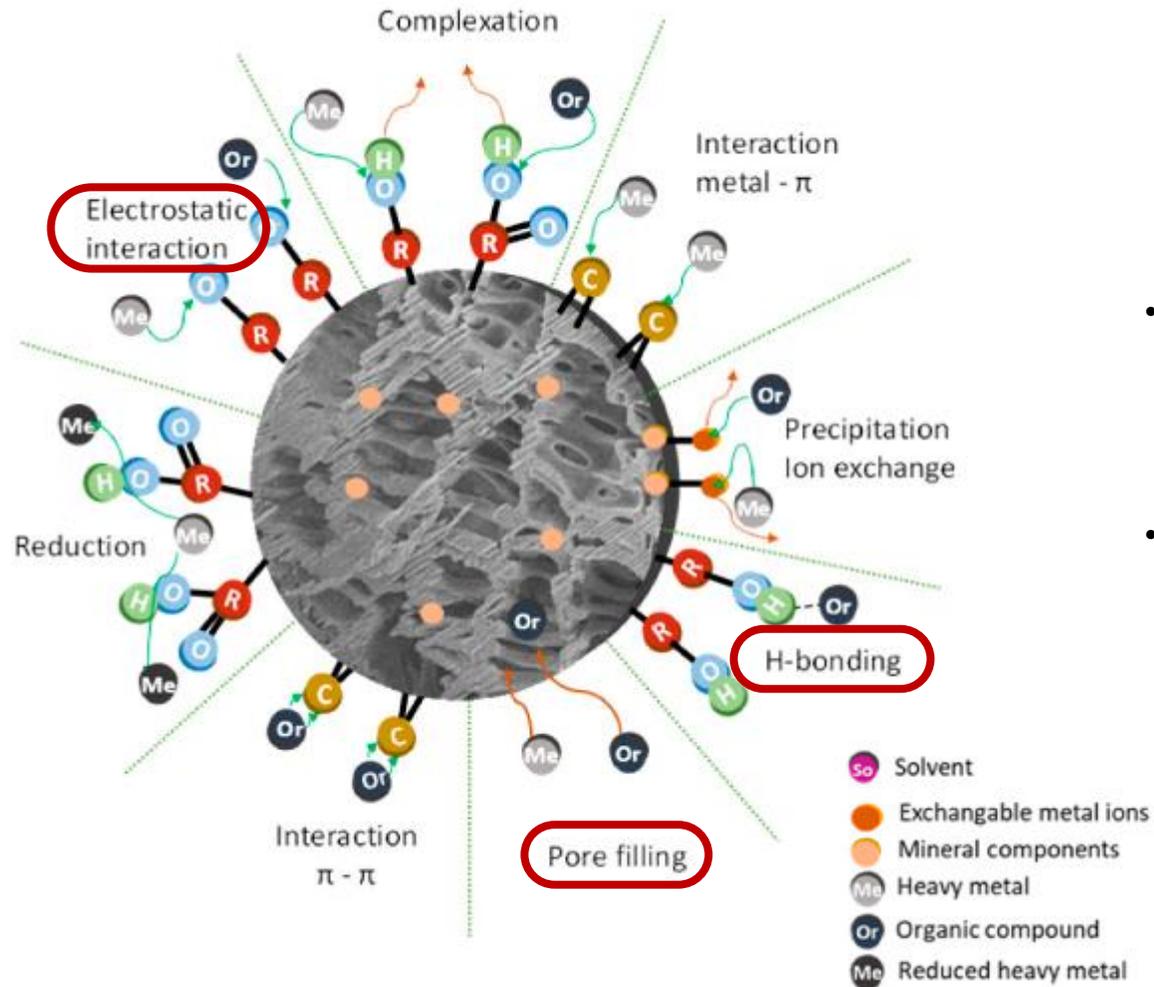
il trattenere o concentrare sulla propria superficie uno o più componenti (atomi, molecole, o ioni) di altre sostanze o di un fluido a contatto con la superficie stessa. avviene all'interfaccia di separazione delle due sostanze

ASSORBIMENTO: (detto anche assorbimento)

comporta invece la penetrazione di sostanze fluide nella massa di un solido o di un liquido.

ALCUNI MECCANISMI DI ADSORBIMENTO

Validazione dell'efficacia del biochar nel ridurre le emissioni



- interazione $\pi - \pi$ - legame di tipo non covalente che si instaura tra composti organici contenenti gruppi aromatici, a causa della sovrapposizione intermolecolare degli orbitali p.
- precipitation ion exchange - reazione a doppio scambio tra due sali che danno luogo a un sale poco solubile, che precipita.

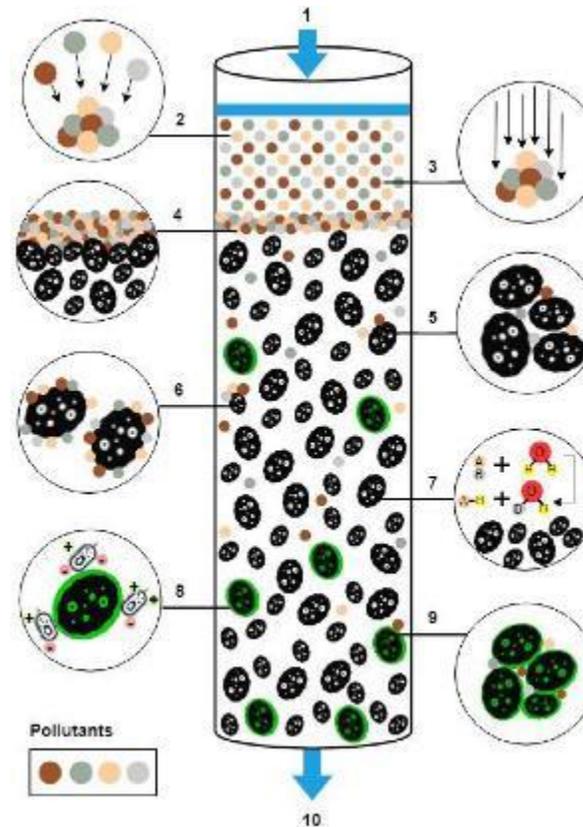
Fdez-Sanromán, A.; Pazos, M.; Rosales, E.; Sanromán, M.A. Unravelling the Environmental Application of Biochar as Low-Cost Biosorbent: A Review. Appl. Sci. 2020, 10, 7810. <https://doi.org/10.3390/app10217810>

ASSORBIMENTO E ADSORBIMENTO - FILTRAZIONE CON BIOCHAR -

Validazione dell'efficacia del biochar nel ridurre le emissioni

MECCANISMI

- attrazione elettrostatica
- scambio ionico
- co-precipitazione sulla superficie del biochar (ad esempio di metalli)
- meccanismi fisici di adsorbimento
- assorbimento (o adsorbimento)
- gruppi funzionali carbossilici e idrossilici liberi, disponibili a legami, sulla superficie del biochar.
- formazione di biofilm sulla superficie del biochar



PARAMETRI

- proprietà fisico-chimiche del biochar
- configurazione del sistema
- condizioni operative (tempo di contatto, velocità di flusso, ...)
- granulometria del biochar
- area superficiale del biochar
- area di contatto biochar-sostanza

J.I. Bautista Quispe, L.C. Campos, O. Mašek, A. Bogush, Use of biochar-based column filtration systems for greywater treatment: A systematic literature review, Journal of Water Process Engineering, Volume 48, 2022, 102908, ISSN 2214-7144, <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.102908>.

ASSORBIMENTO E ADSORBIMENTO + INTERAZIONI - SISTEMA NITRO/DENITRO -

Validazione dell'efficacia del biochar nel ridurre le emissioni

Review

Application of biochar as an innovative substrate in constructed wetlands/biofilters for wastewater treatment: Performance and ecological benefits

Shengjiong Deng^{a,c}, Jinqian Chen^{a,b}, Junjun Chang^{a,b}

Open Access Article

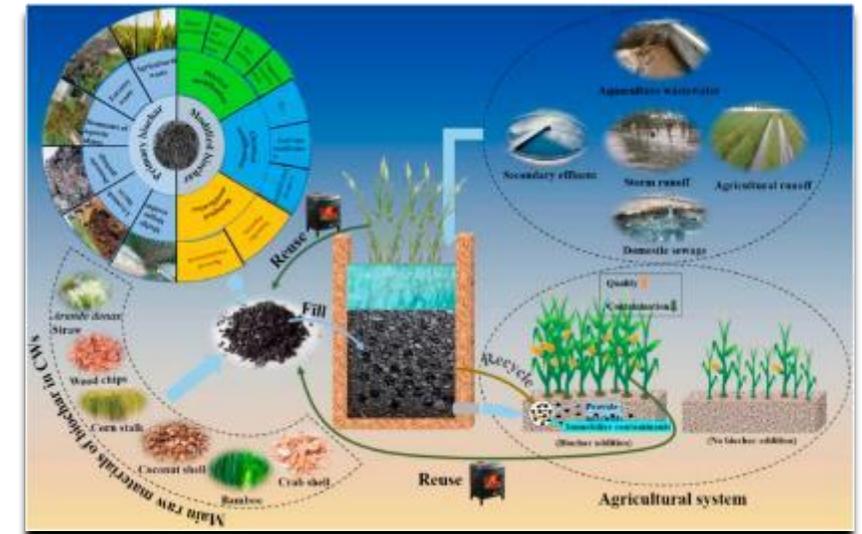
Biochar and Zeolite as Alternative Biofilter Media for Denitrification of Aquaculture Effluents

by Diplina Paul and Steven G. Hall*

Department of Biological and Agricultural Engineering, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695, USA

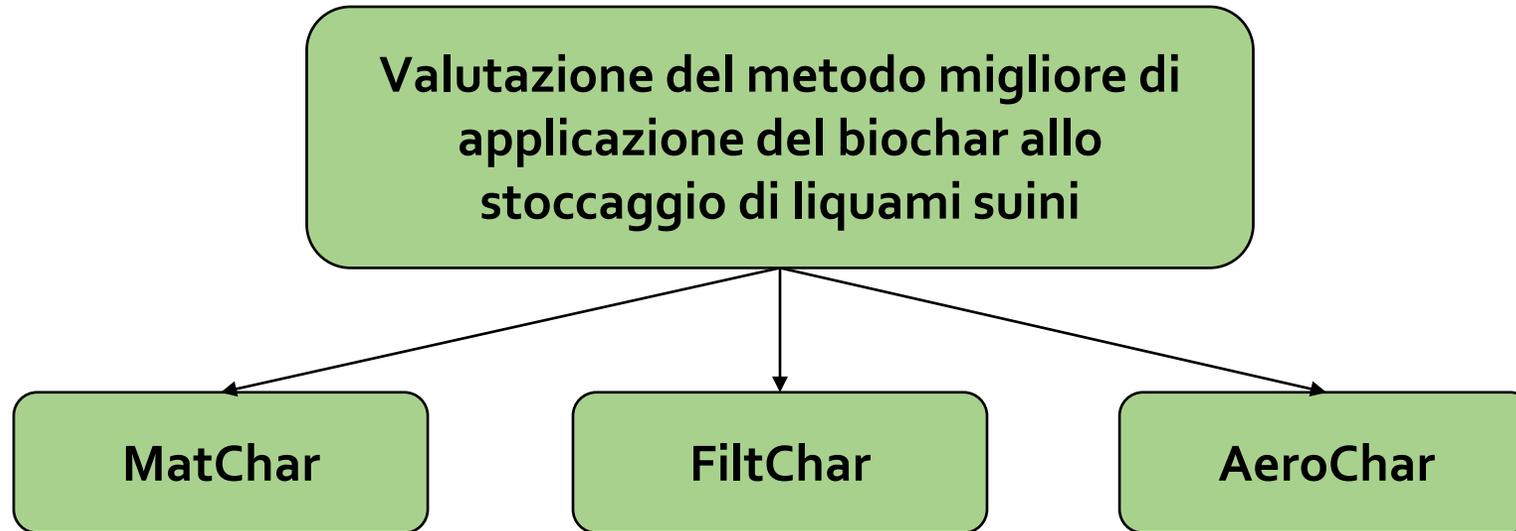
* Author to whom correspondence should be addressed.

Water 2021, 13(19), 2703; <https://doi.org/10.3390/w13192703>



DA QUESTA ANALISI DI
LETTERATURA SONO STATE
INDIVIDUATE
TRE
SOLUZIONI APPLICATIVE

OBIETTIVI SPECIFICI DEL PROGETTO



Valutazione della modalità più indicata per lo scaling up industriale

CONTENITORI E VOLUME DI LIQUAME

Serbatoio da 1000 L

Serbatoio con pelo libero completamente esposto all'aria

Serbatoio completamente sigillato durante le misure

Volume di testa pari a 1/5 del volume occupato dal liquame durante le misure

GENERALITA' DEI PROTOTIPI

Valutazione del metodo migliore di
applicazione del biochar allo
stoccaggio di liquami suini

CONTENITORI E VOLUME DI LIQUAME



<https://www.packservices.it/>



GENERALITA' DEI PROTOTIPI

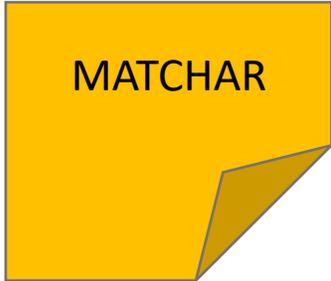
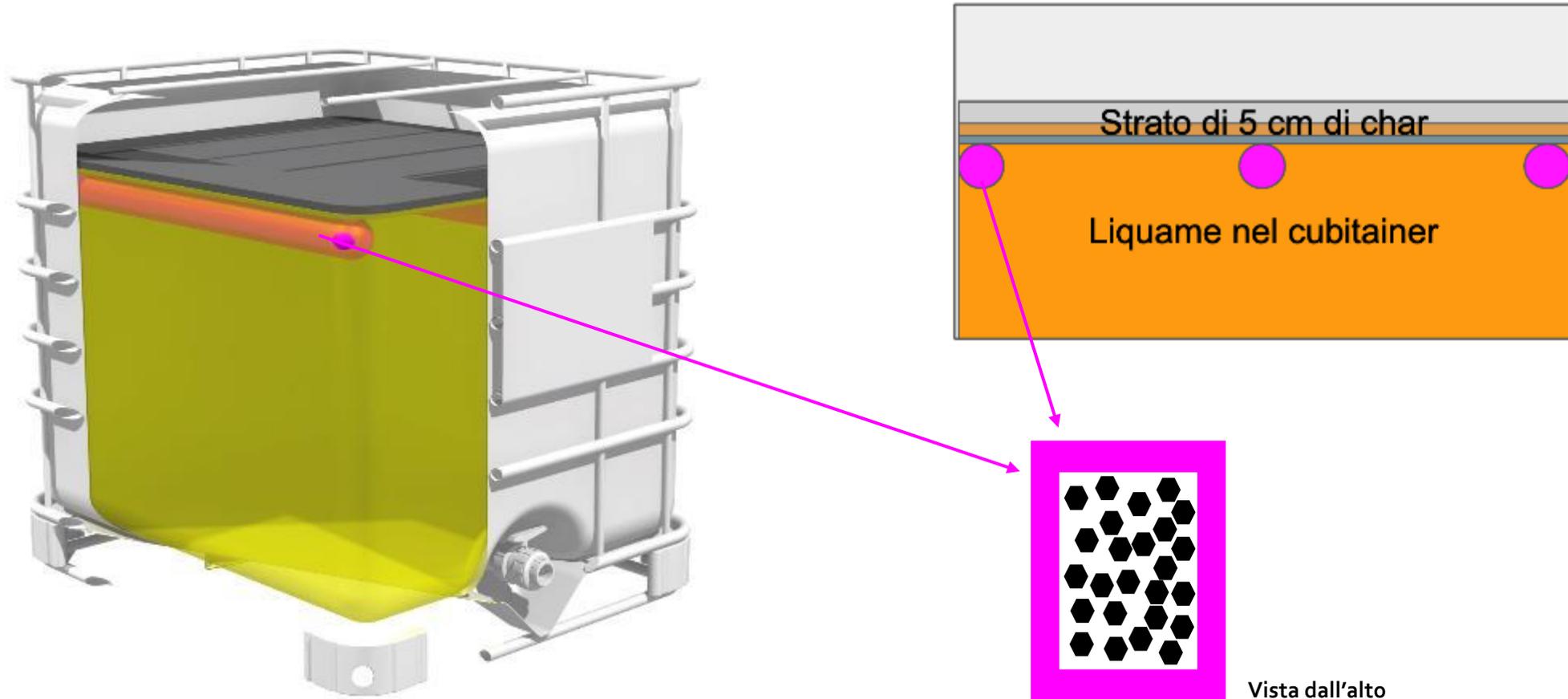
Valutazione del metodo migliore di applicazione del biochar allo stoccaggio di liquami suini

BIOCHAR

| Parameter | Value |
|--|-------------|
| Total Nitrogen (N) | < 0.5% |
| Carbon from carbonates (C) | < 0.1 % |
| Maximum water retention | 115 % |
| Total Carbon of biological origin - dry basis | 70 % |
| Salinity | 110 mS/m |
| pH | 9.85 |
| Ash content | 4.6 % s.s. |
| H/C - mole fraction | 0.2 |
| Fraction of grain size < 0.5 mm | 1 % |
| Fraction of grain size < 2.0 mm | 1 % |
| Fraction of grain size < 5.0 mm | 60 % |



COPERTURA CON MATERASSINE - progetto



COPERTURA CON MATERASSINE - progetto

Distribuire 5 kg/m³ di biochar, contenuto in materassine.

Spessore del biochar di 5 cm.

Materassina viene essere immersa per metà (circa 2.5 cm).

Struttura portante e galleggiante.

MATCHAR

COPERTURA CON MATERASSINE - realizzazione



- maglia della rete: 5x5 mm
- ~ 10 litri di biochar

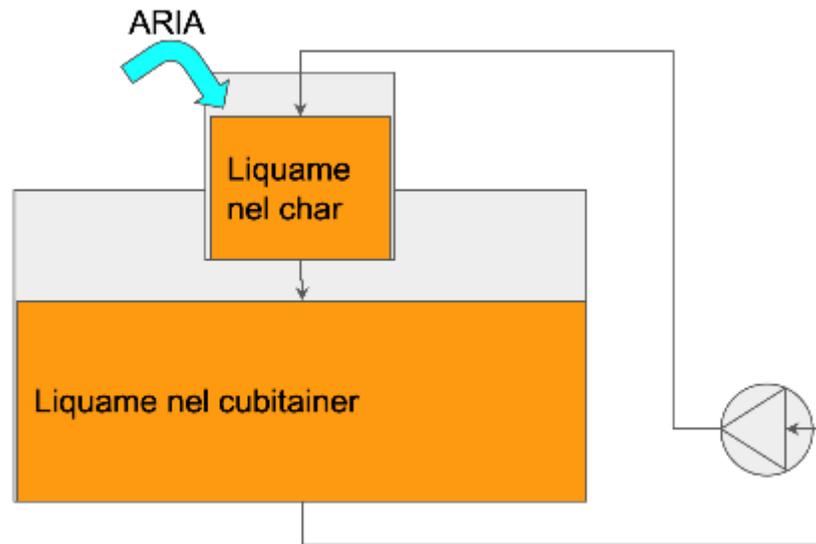
MATCHAR

COPERTURA CON MATERASSINE - realizzazione



MATCHAR

SISTEMA NITRO / DENITRO - progetto



SISTEMA NITRO / DENITRO - progetto

Utilizzo del biochar come substrato (da inoculare)

Creare cicli aerobici e anaerobici (nitro e denitro)

Liquame fermo a contatto con il biochar durante il ciclo anaerobico

AEROCHAR

SISTEMA NITRO / DENITRO - realizzazione



AEROCHAR

SISTEMA NITRO / DENITRO - realizzazione



Cartuccia di biochar
~ 25 litri

AEROCHAR

SISTEMA NITRO / DENITRO - realizzazione

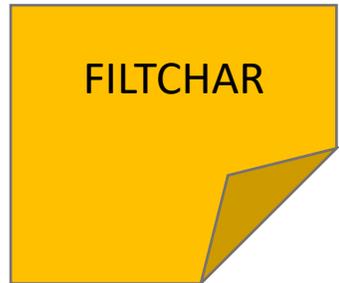
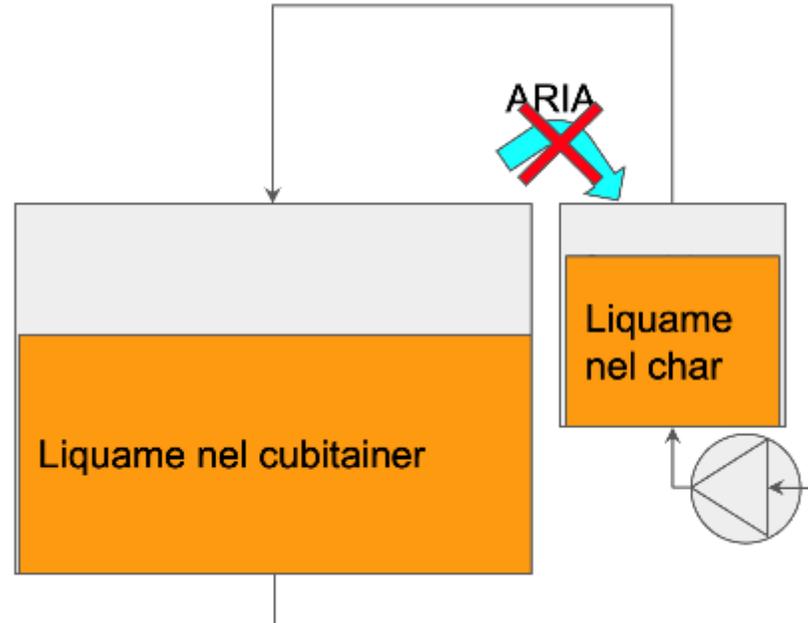
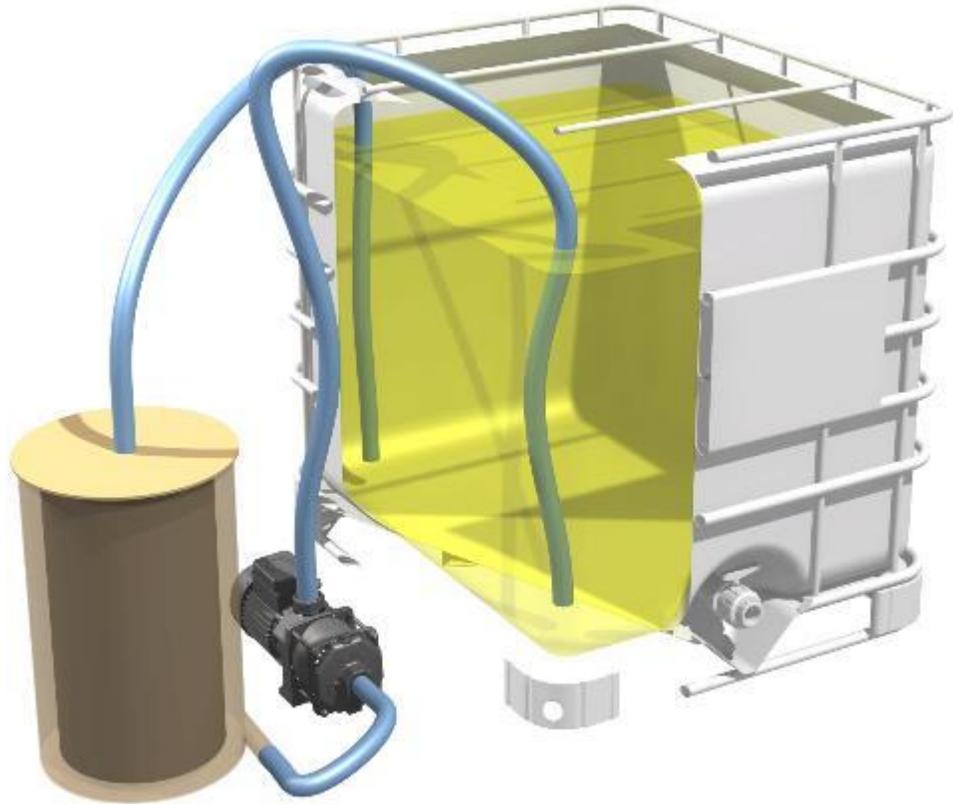


SISTEMA NITRO / DENITRO - realizzazione

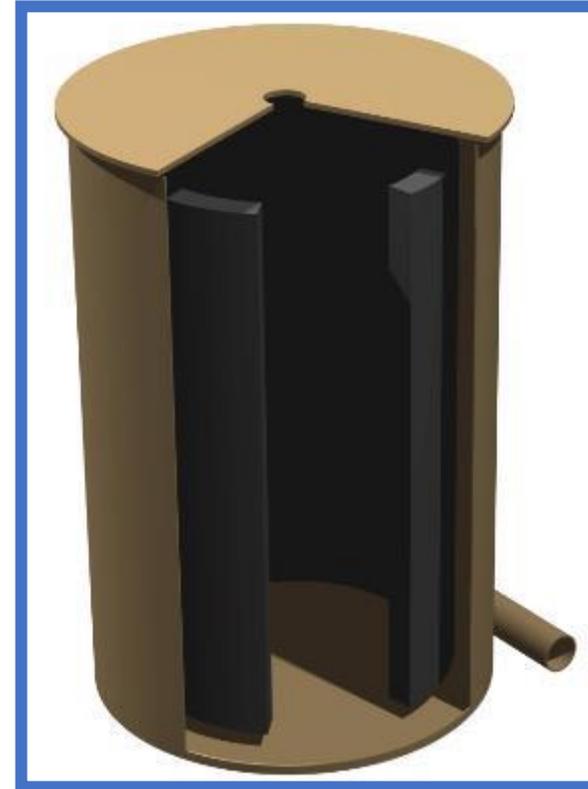
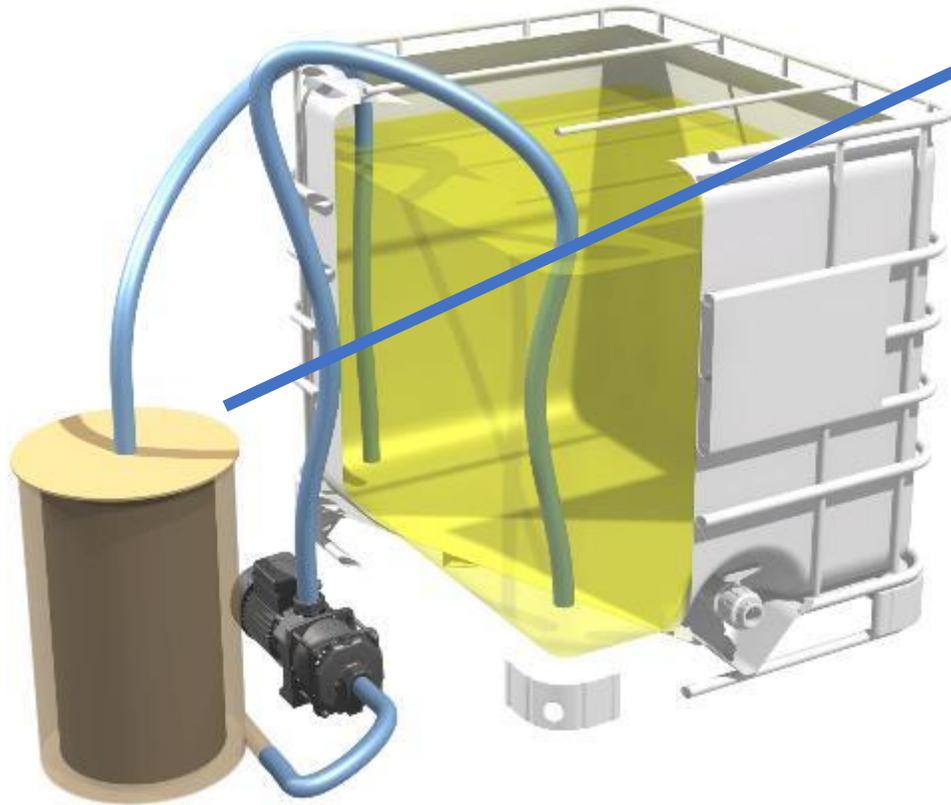


AEROCHAR

SISTEMA FILTRANTE - progetto



SISTEMA FILTRANTE - progetto



- diametro: 150 mm
- altezza: 600 mm

FILTCHAR

SISTEMA FILTRANTE - progetto

Filtro ermetico con “cartuccia” di biochar

Flussaggio intermittente a 20 l/ora (circa)

FILTCHAR

SISTEMA FILTRANTE - realizzazione



Cartuccia di biochar
~ 7 litri

FILTCHAR

SISTEMA FILTRANTE - realizzazione



- 1) vascone → pompa
- 2) pompa → filtro
- 3) filtro → vascone

FILTCHAR

CONTROLLO

Valutazione del metodo migliore di
applicazione del biochar allo
stoccaggio di liquami suini

CONTROLLO - realizzazione



CTRL

NUMERO DI RIPETUTE

3 TESI + CONTROLLO

3
RIPETUTE
PER
OGNI TESI

3
RIPETUTE
PER
CONTROLLO

| | |
|-------------------|-------------------|
| CTRL ₃ | CTRL ₂ |
| CTRL ₁ | MAT ₂ |
| MAT ₃ | MAT ₁ |
| AERO ₃ | AERO ₂ |
| AERO ₁ | FILT ₂ |
| FILT ₃ | FILT ₁ |

Disposizione bins

Disposizione tesi

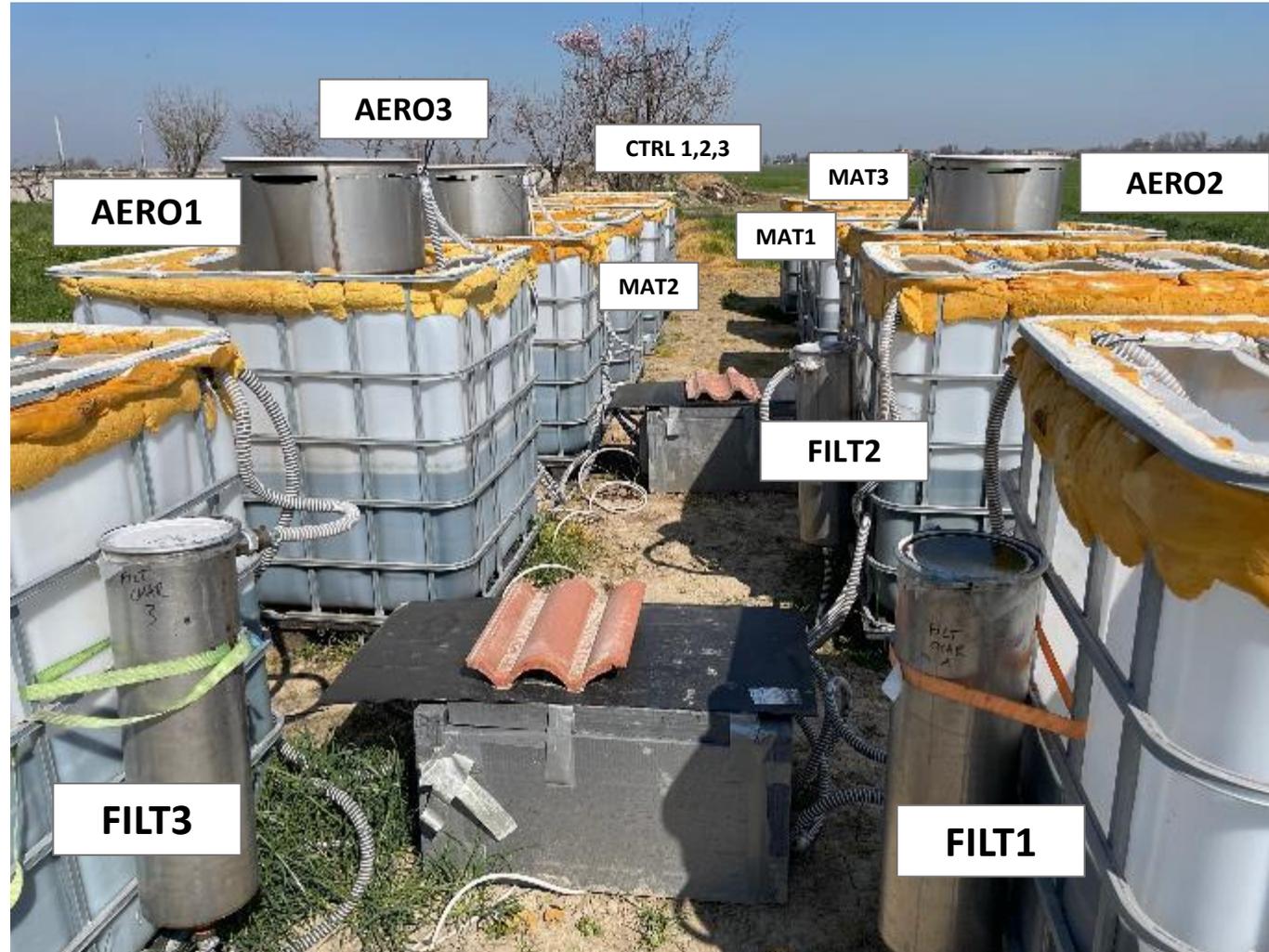
SETUP SPERIMENTALE

Valutazione del metodo migliore di applicazione del biochar allo stoccaggio di liquami suini



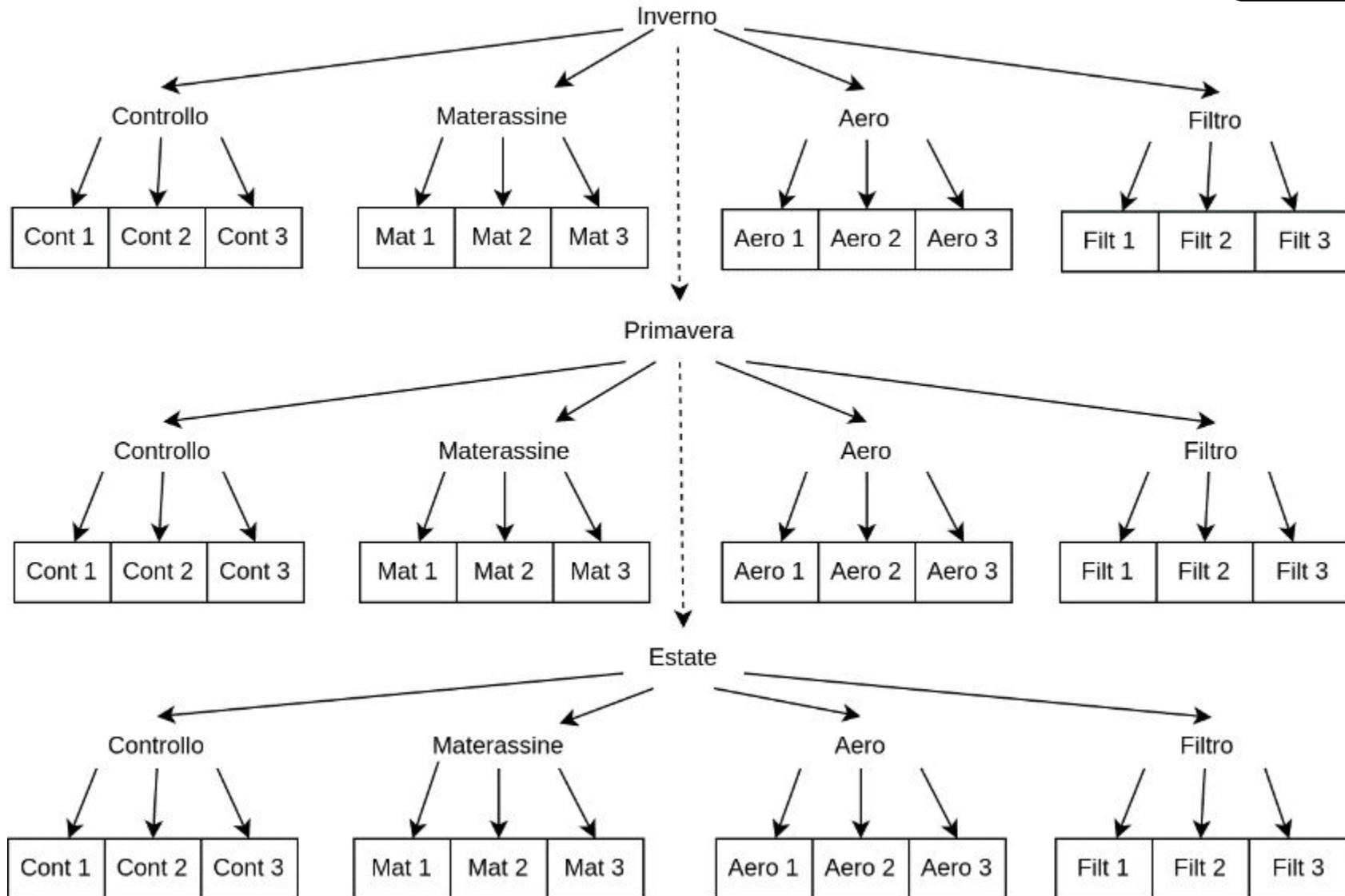
SETUP SPERIMENTALE

Valutazione del metodo migliore di applicazione del biochar allo stoccaggio di liquami suini



CAMPAGNA SPERIMENTALE DI MISURA DELLE EMISSIONI

Valutazione del metodo migliore di applicazione del biochar allo stoccaggio di liquami suini



Le modalità di impiego del biochar sugli stoccaggi dei liquami suini

Filippo Ottani

Università di Modena e Reggio Emilia



Tecniche di riduzione delle emissioni dei reflui zootecnici anche attraverso l'impiego di biochar

Webinar - 13 Dicembre 2023

