

PROGETTO NUTRIFARM

EVENTO DI DISSEMINAZIONE

CONFAGRICOLTURA, PERUGIA, 6/12/2024

**Programma di sviluppo rurale per l'Umbria 2014/2020 Misura 16 "Cooperazione" - sottomisura 16.2 –
Tipologia di intervento 16.2.1**

"Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie realizzati da altri partenariati diversi dai Gruppi Operativi e dalle Reti o Poli di nuova costituzione"

N° DOMANDA SIAN: 14250102069

**Dr. Biologist Luca Poletti –
Dr. Agr. Roberto Poletti**

Circular



economy

- *Linee guida Comunità Europea emanate nel 2015 (Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio che modifica la Direttiva 2008/98 relativa ai rifiuti)*

- *Necessità del riuso e del riciclo delle risorse che rimarrebbero nel ciclo economico per un tempo maggiore rispetto a quanto avviene nell'attuale MODELLO LINEARE*

- **Take-make-use-DISPOSE**

- *Nel MODELLO CIRCOLARE le risorse si collocano in un ciclo votato al RIUSO*

- **Take-make-use-REUSE**

- *La produzione di fertilizzanti da nutrienti recuperati da sottoprodotti organica è oggi una realtà tecnologica teoricamente **possibile** su tutti gli elementi della fertilità a partire da N, P e microelementi*

NEW FERTILIZATION

NUE aumento dell'efficienza delle unità fertilizzanti

Restituzione stimolante → la fertilizzazione non deve più essere vista da un punto di vista chimico come un mero apporto di nutrienti (bilancio di massa) ma come una pratica di stimolazione delle funzioni biologiche della pianta

Dinamicità e modularità nel tempo vs. criterio degli apporti massimi (quantità fisse)

Valorizzazione economica sottoprodotti e rifiuti organici

-Risparmi economici

- Costi acquisto prodotti chimici di sintesi
- Riduzione somministrazioni (fertilizzanti a lento rilascio: SCU, Sulphur Coated Urea, MAP; fertilizzanti a rilascio controllato: polymer coating)

Riduzione impatto ambientale

- Lisciviazione (NO_3) e volatilizzazione (NH_3)
- Apporti di inquinanti sul terreno (es: Cadmio)

QUALITA'

Organolettica (es: dimensione, omogeneità, colore frutti)

Tecnologica (es: contenuto proteico grano duro, orzo da malteria, ecc..)

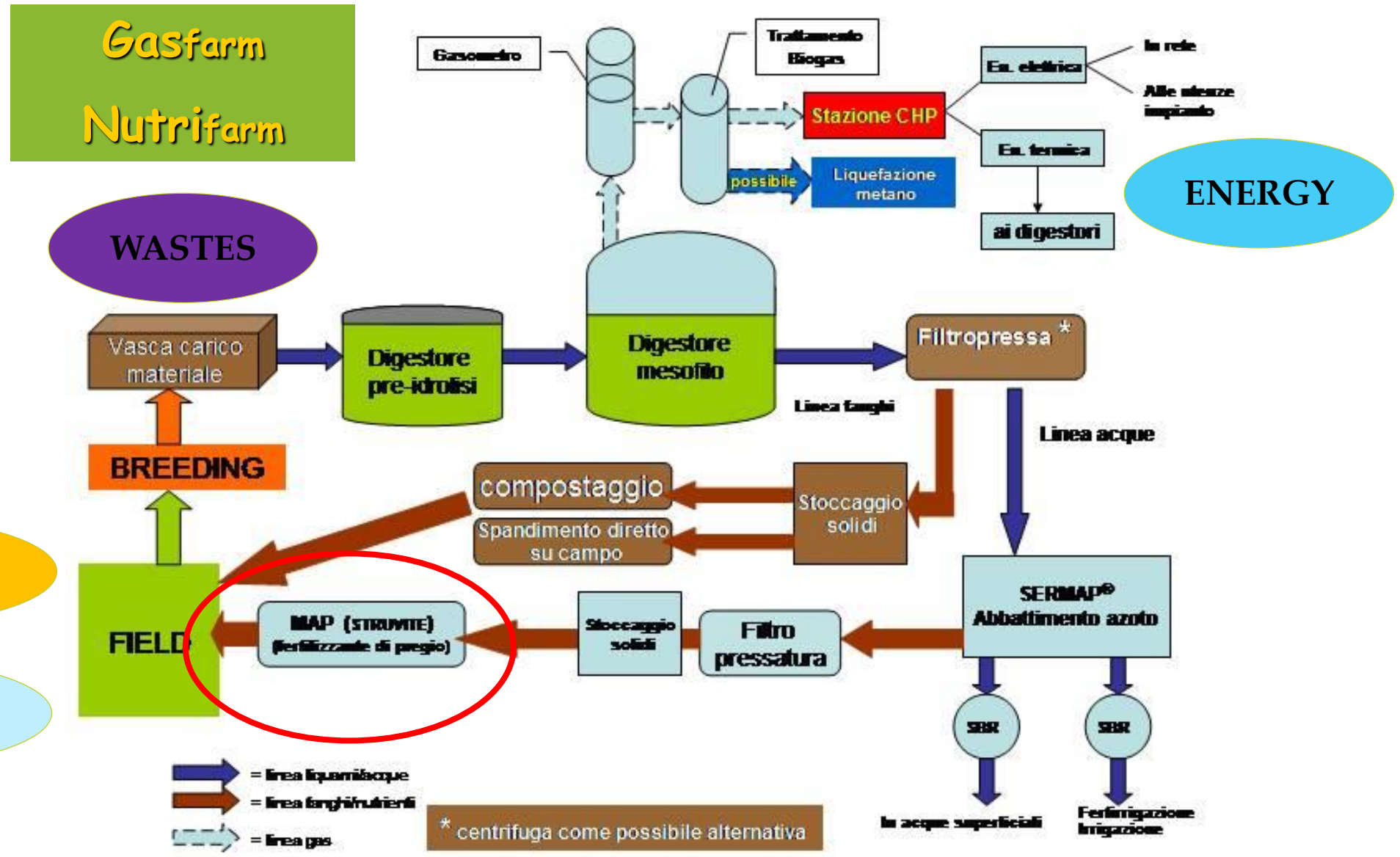
Nutrizionale (es: eccesso nitrati negli ortaggi a foglia)

Green labelling



AN EXAMPLE OF CIRCULAR AGRO-ECONOMY

Energy&Material Flow Optimization (EMFO) in agro-energetic cycles



Le problematiche: gli impianti anaerobici

**GLI IMPIANTI ANAEROBICI - MEZZO UTILE A MITIGARE L'IMPATTO AMBIENTALE
DEI REFLUI ZOOTECNICI**

**CONCENTRANO UN INQUINAMENTO DIFFUSO (PROCESSO NEGhentropico)
OTTENENDO UN RILEVANTE ABBATTIMENTO DEL CARICO ORGANICO TRAMITE
LA PRODUZIONE DI BIOGAS**

MA

**GLI ELEVATISSIMI CARICHI AZOTATI IN USCITA DALLA DA (1500-1800 mg/l NH₄)
NON CONSENTONO IL RAGGIUNGIMENTO DEGLI STANDARD DI QUALITA'
RICHIESTI DALLA NORMATIVA PER LA FERTIRRIGAZIONE O LO SCARICO IN
ACQUE SUPERFICIALI**

QUINDI

**RICORSO A SOLUZIONI TECNOLOGICHE ALTERNATIVE SEQUENZIALI AL
TRATTAMENTO ANAEROBICO**

Le possibili soluzioni

METODI	IMPATTI	RESE (abb.to N-NH ₄)	COSTI Gestione/ Investimento
OSSIDAZIONE Ipoclorito/Cloro	CLOROFENOLI CLORAMMINE ECC	BASSA , causa elevati valori del COD	<ul style="list-style-type: none"> • GESTIONE: (4-6 €/KG N) per consumo prodotti • INVESTIMENTO: Modesto
STRIPPING con aria	SMALTIMENTO FANGHI ALCALINI PH 10,5 - 11	BASSE: bassa T° (45-50%) ALTE: alta T° (80-85%)	<ul style="list-style-type: none"> • GESTIONE: (aria 6-7 €/kg N, vapore 8-10 €/kg N) • INVESTIMENTO: ELEVATISSIMO
CONCENTRAZIONE PER EVAPORAZIONE	<ul style="list-style-type: none"> • PRODUZIONE AMMONIACA • RESIDUI SALINI ELEVATI • SMALTIMENTO DEL CONCENTRATO 	ELEVATE 80-90%	<ul style="list-style-type: none"> • GESTIONE: (6-8 €/KG n) • INVESTIMENTO: ELEVATO senza recupero di NH₃
BIOREATTORE A MEMBRANA			<ul style="list-style-type: none"> • GESTIONE: (4-5 €/KG N) • INVESTIMENTO: ELEVATISSIMO

Le possibili soluzioni

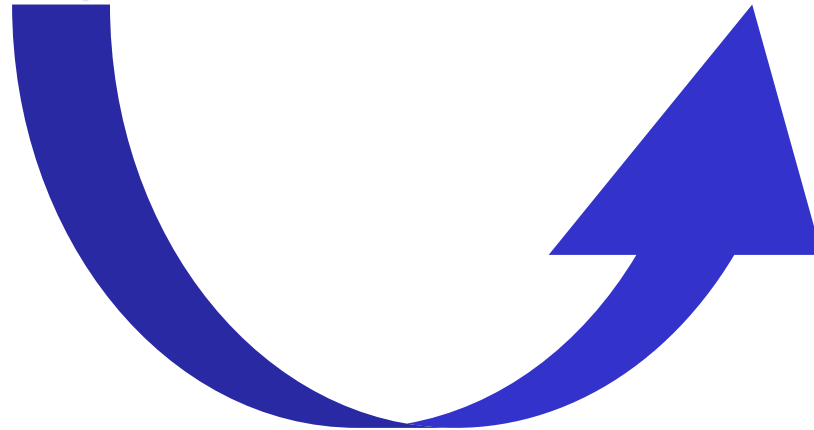
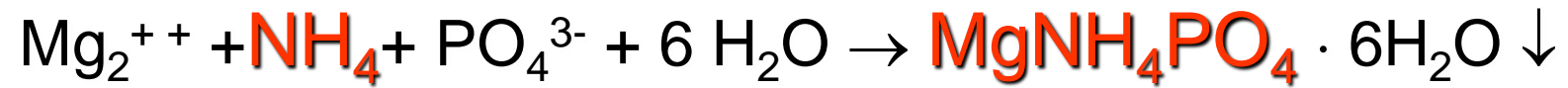
METODI	IMPATTI	RESE (abb.to N-NH ₄) GOVERNABILITA'DI PROCESSO	COSTI Gestione/ Investimento
REATTORE AIR LIFT A FILM E ALTRE BIOMASSE ADESE			<ul style="list-style-type: none"> • GESTIONE: (4-6 €/KG N) • INVESTIMENTO: MEDIO ALTO
SHARON/A NAMMOX	DIFFICILE GESTIONE: richiede T° > di 30-32°	NH ₄ max fino a 1.000 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> • GESTIONE: (0,9-1 €/kg N) • INVESTIMENTO: ELEVATO senza recupero di NH₃
OLAND CANON		NH ₄ max fino a 1.000 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> • GESTIONE: (1-1,2 €/kg N) • INVESTIMENTO: MEDIO riadattabile a vasche esistenti

Le

METODI	IMPATTI	RESE (abb.to N-NH ₄) GOVERNABILITA' DI PROCESSO	COSTI Gestione/ Investimento
N/D classico senza MAP		DIFFICILE SOPRA A NH ₄ 1.000 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> • GESTIONE: (3,7-4,8 €/kg N) • INVESTIMENTO: MEDIO ALTO
N/D classico dopo MAP	AFFIDABILE	RELATIVAMENTE FACILITATA	<ul style="list-style-type: none"> • GESTIONE: ELEVATI (3,7-4,8 €/kg N) • INVESTIMENTO: MEDIO ALTO
SERMAP	AFFIDABILE	80-85% CON COSTI CONTENUTI; IL PROCESSO E' AUTOMATIZZATO E REGOLABILE A SECONDA DI QUANTO SI VUOLE ABBATTERE	<ul style="list-style-type: none"> • GESTIONE: 5-6 €/Kg N • INVESTIMENTO: LIMITATO
SERMAPREC	AFFIDABILE	80-85% CON COSTI CONTENUTI; IL PROCESSO E' AUTOMATIZZATO E REGOLABILE A SECONDA DI QUANTO SI VUOLE ABBATTERE; IL SISTEMA E' AUTOSUFFICIENTE ENERGETICAMENTE	<ul style="list-style-type: none"> • GESTIONE: 3-4 €/Kg N • INVESTIMENTO: MEDIO

MAP: PRECIPITAZIONE AMMONIO-FOSFATO-MAGNESIACA

IL PROCESSO MAP SI BASA SULLA PRECIPITAZIONE DELLO IONE AMMONIO, SECONDO UNA REAZIONE NOTA IN CHIMICA ANALITICA E SFRUTTATA PER L'IDENTIFICAZIONE DELLO IONE Mg^{2+}



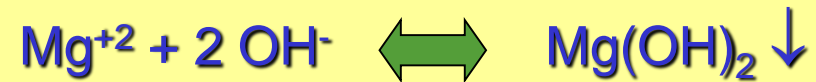
MAP: PRECIPITAZIONE AMMONIO-FOSFATO-MAGNESIACA

REAZIONE GOVERNATA DA EQUILIBRI COMPLESSI

Alto numero di reazioni in competizione tra loro

Es:

Precipitazione:

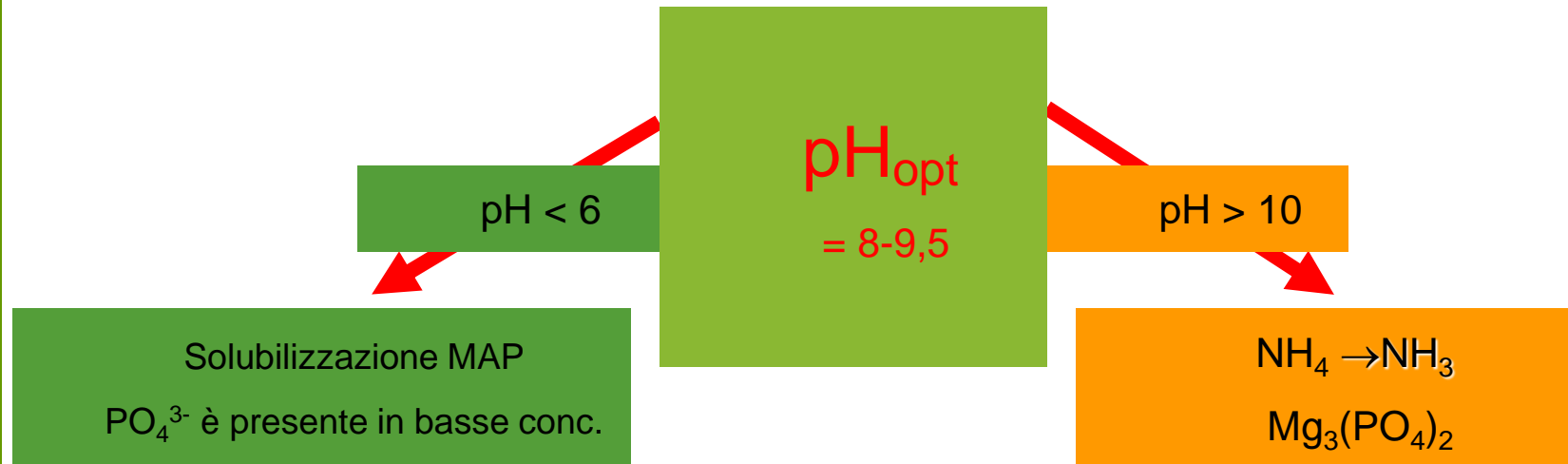


Acido-base



MAP: PRECIPITAZIONE AMMONIO-FOSFATO-MAGNESIACA

La precipitazione cristallina (struvite) è strettamente dipendente dal pH della reazione

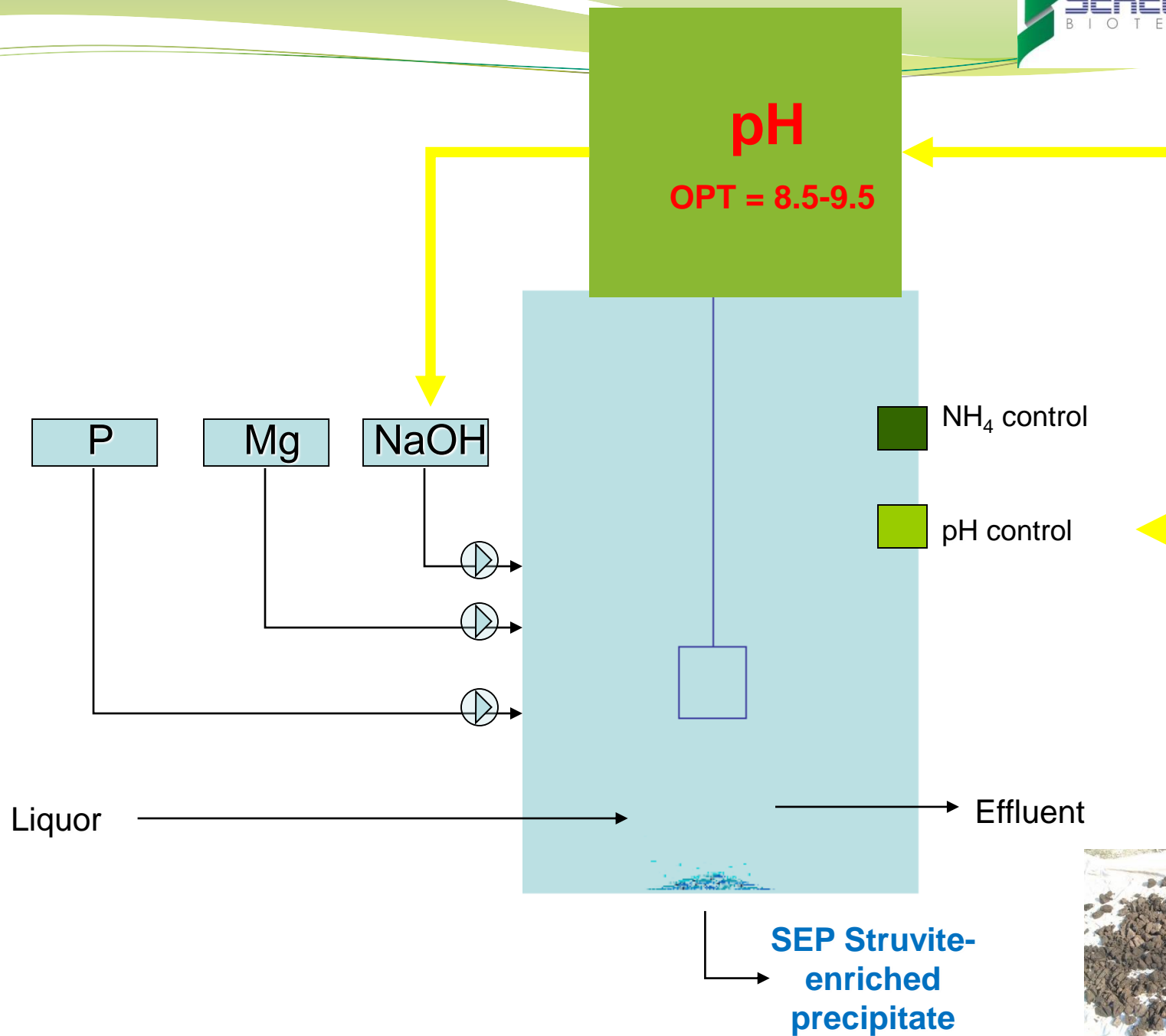




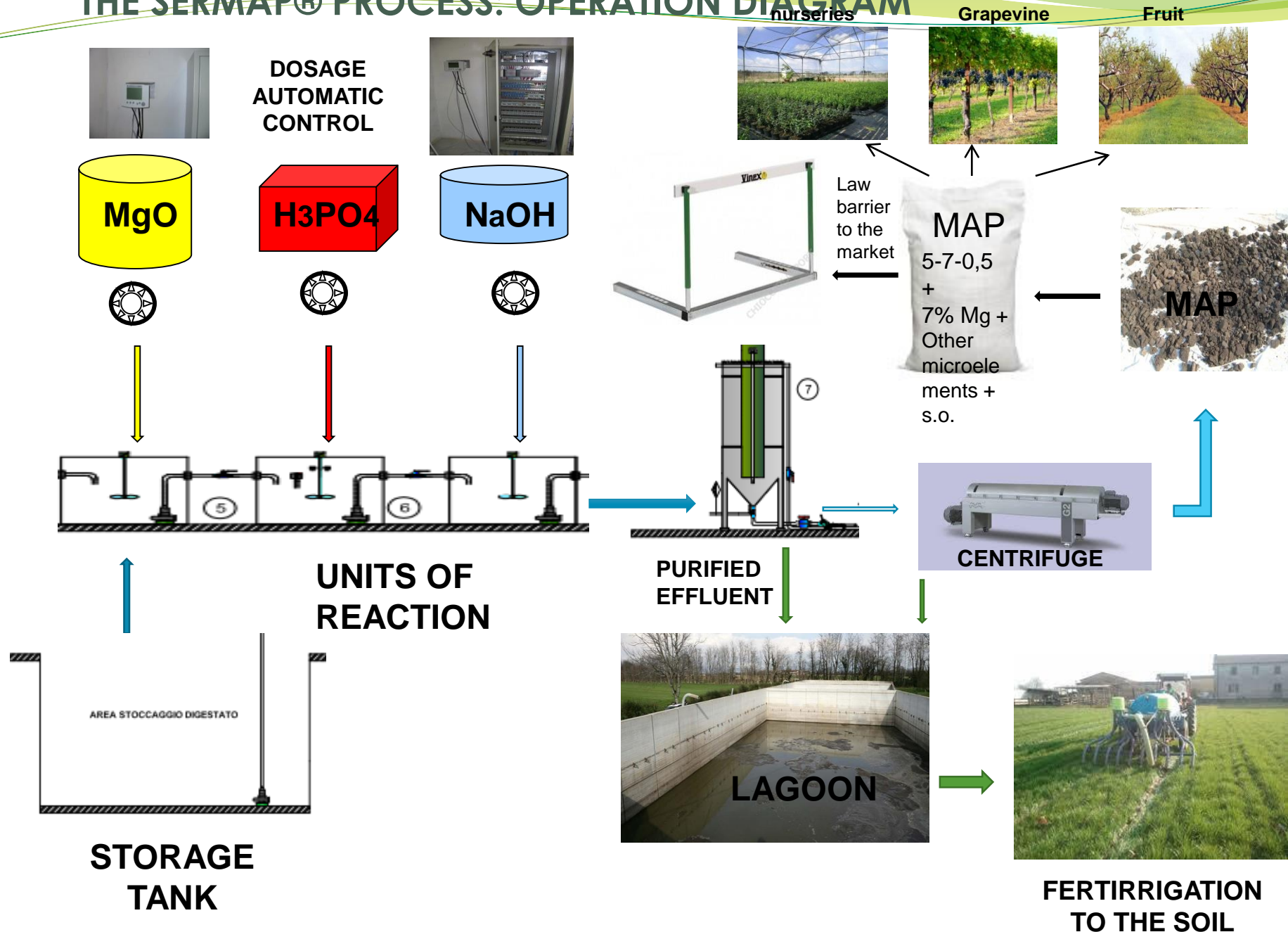
UNIONE EUROPEA
FONDO EUROPEO AGRICOLO
PER LO SVILUPPO RURALE
L'Europa investe nelle zone rurali



Regione Umbria



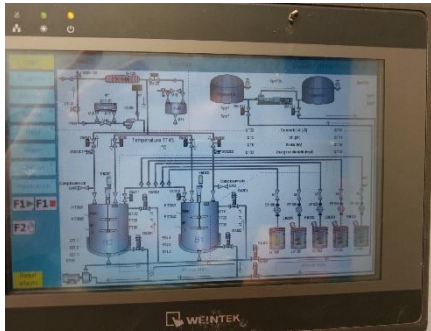
THE SERMAP® PROCESS: OPERATION DIAGRAM



IMPIANTO SPERIMENTALE PRESSO AZIENDA AGRICOLA IRACI

Pieno recupero di strutture impiantistiche ed attrezzature dismesse

Control room



IMPIANTO



UNITA' DI DOSAGGIO REAGENTI



SEDIMENTATORE A PACCHI LAMELLARI

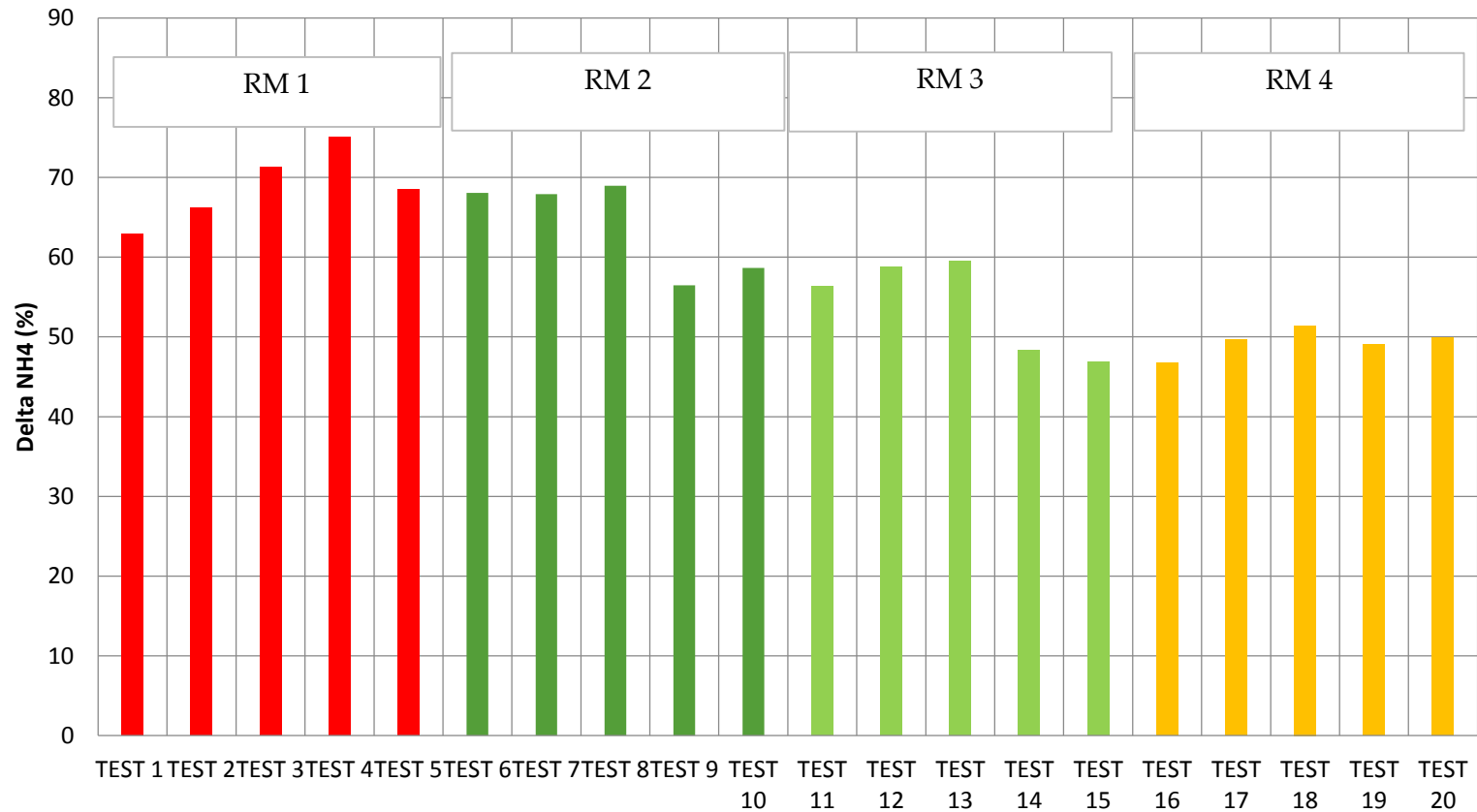
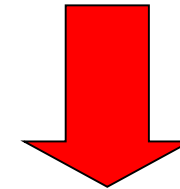


MAP reaction tanks



EFFICIENZA ABBATTIMENTO NH₄

ABBATTIMENTO NH₄



PRECIPITATO SOLIDO



		TEST 1	TEST 2	TEST 3	TEST 4	TEST 5	TEST 6	TEST 7	TEST 8	TEST 9	TEST 10	TEST 11	TEST 12	TEST 13	TEST 14	TEST 15	TEST 16	TEST 17	TEST 18	TEST 19	TEST 20	
PS 40°C	g	55000	59221	57356	54828	#####	56784	54856	58810	53984	61663	54938	63643	57330	57296	56953	57547	64671	62510	57751	64782	
Vol trattato	litri	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
PS 40°C	%	1,8	2,0	1,9	1,8	1,8	1,9	1,8	2,0	1,8	2,1	1,8	2,1	1,9	1,9	1,9	1,9	2,2	2,1	1,9	2,2	
Resa spec PS	Kg PS/m ³	18	20	19	18	18	19	18	20	18	21	18	21	19	19	19	19	22	21	19	22	
NH ₄	%	1,17	1,51	2,67	2,53	2,78	2,65	1,87	2,67	1,78	3,04	2,78	2,99	1,23	1,56	2,54	2,78	1,78	1,56	0,98	2,12	
N-NH4	%	0,90	1,16	2,06	1,95	2,14	2,04	1,44	2,06	1,37	2,34	2,14	2,30	0,95	1,20	1,96	2,14	1,37	1,20	0,75	1,63	
PM NH4		18																				
n N-NH4	n	27,5	38,3	65,5	59,3	64,9	64,4	43,9	67,2	41,1	80,2	65,3	81,4	30,2	38,2	61,9	68,4	49,2	41,7	24,2	58,8	
M _{truv}	n	245,40																				
m _{O-SEP}	g	55000	59221	57356	54828	54608	56784	54856	58810	53984	61663	54938	63643	57330	57296	56953	57547	64671	62510	57751	64782	
O-SEP NH4																						
molar PURITY	%	12,3	15,9	28,0	26,6	29,2	27,8	19,6	28,0	18,7	31,9	29,2	31,4	12,9	16,4	26,7	29,2	18,7	16,4	10,3	22,3	
Ntot Kjeldahl	%	1,93	1,33	1,38	2,86	1,71	1,19	2,39	1,09	2,58	2,27	2,60	2,00	2,26	1,88	1,03	1,90	2,53	1,03	1,75	1,88	
N-NH4/NTK	%	0,47	0,88	1,49	0,68	1,25	1,71	0,60	1,89	0,53	1,03	0,82	1,15	0,42	0,64	1,91	1,13	0,54	1,16	0,43	0,87	
Ptot	%	4,78	3,82	3,41	3,40	3,72	3,82	3,23	4,99	3,78	4,75	3,66	3,86	4,12	3,43	4,57	3,78	4,04	3,27	4,47	3,45	
Mg	%	1,07	1,36	1,18	1,19	1,17	1,09	1,10	0,80	1,18	1,31	0,90	1,33	1,35	0,97	0,94	0,95	0,85	0,90	1,18	1,01	
Ca	%	1,37	1,57	1,32	0,99	1,08	1,27	1,47	1,47	0,95	1,59	1,14	1,30	1,37	1,51	1,07	0,91	1,43	1,39	1,34	1,53	
K	%	0,36	0,51	0,62	0,62	0,56	0,39	0,43	0,21	0,47	0,54	0,50	0,49	0,61	0,48	0,53	0,23	0,46	0,33	0,29	0,39	
TOC	%	2,93	1,99	1,53	2,43	2,78	3,91	2,25	3,69	3,39	1,63	2,20	1,94	2,05	3,22	3,02	1,79	2,62	3,06	2,09	3,65	
SO	%	5,1	3,4	2,6	4,2	4,8	6,7	3,9	6,4	5,8	2,8	3,8	3,3	3,5	5,6	5,2	3,1	4,5	5,3	3,6	6,3	

Il Fosfato Ammonio Magnesiaco MAP – mixed liquor (slurry)



Organic Struvite-
Enriched Precipitate
O-SEP



CONSIDERAZIONI AGRONOMICHE



MAP ENT



- Prodotto ad elevata stabilità termodinamica (perdita in peso del 53% a 200°C – misure DSC e TGA)
- La solubilità del MAP in acqua è molto bassa e varia con il pH. Al di sotto di 10°C è praticamente insolubile. Il pKSO (Conditional Solubility Product) varia da 5,4 a pH 6,3, 7 a pH 7 fino a 9,4 a pH 9,5.

Considerazioni agronomiche

1. Il **MAP** è caratterizzato da bassissima volatilizzazione dell'azoto e da bassa solubilizzazione dei suoi costituenti anionici e cationici e può essere catalogato come **fertilizzante a bassa cessione**. Tende quindi a solubilizzarsi a pH sotto la neutralità, per raggiungere la massima stabilità a pH circa 9. Poiché i terreni possiedono generalmente valori di pH compresi tra 5,5 e 8,5, si può concludere che **la cessione dei singoli componenti è più lenta su terreni con caratteristiche neutre o basiche**.

2. Altra caratteristica preziosa, e che lo rende unico, è imputabile alla presenza delle sei molecole di acqua di cristallizzazione che contribuiscono alla **microsolubilizzazione** dei nutrienti indotta dagli enzimi emessi dagli apparati radicali. Questo aspetto conferisce al MAP la proprietà di essere utilizzato **secondo biodisponibilità e biorichiesta**.

MAP – LA SOLUZIONE



1. SOLUZIONE EFFICACE AL PROBLEMA DEI CARICHI AZOTATI DI PUNTA
2. PROCESSO PRODUTTIVO DI FERTILIZZANTI DI ALTO PREGIO E BASSO IMPATTO AMBIENTALE, IL CUI COMMERCIO PUO' PORTARE UNA SENSIBILE RIDUZIONE DEI COSTI DI DEPURAZIONE FINO AL LORO COMPLETO AMMORTAMENTO
3. ATTUALE E APPROPRIATO IN QUANTO A ECO-SOSTENIBILITA'
4. PROCESSO CON CAPACITA' DI MODULAZIONE DEL CONTENUTO DI AZOTO VERSO IL PROCESSO BIOLOGICO
5. PROCESSO INQUADRABILE IN UNA FILOSOFIA DI BIOMASS UPGRADING
6. PRODOTTO PREGIATO CAPACE DI INCREMENTARE LA SOSTENIBILITA' AMBIENTALE DEGLI ALLEVAMENTI IN TERMINI DI MINORE DISSIPAZIONE ENTROPICA LOCALE
7. POSSIBILITA' CONCRETA PER CONTRASTARE L'ESPORTAZIONE DEL PLUS-VALORE DELLA CARNE SUINA IN ALTRE REGIONI CON FORTE DEFICIT DEL BILANCIO AMBIENTALE REGIONALE

Il MAP nel MONDO

- In Giappone e negli USA il MAP viene commercializzato e ha un valore di mercato compreso tra gli 800 e i 1000 \$/t
- Negli USA una società (OSTARA) commercializza il Crystal Green®. struvite ottenuta dal trattamento di reflui civili



Consultate il sito www.crystalgreen.com

CONCLUSIONI

Le prove sperimentali hanno permesso il trattamento di 60 m³ di digestato anaerobico e liquame suinicolo tal quale e hanno dimostrato la fattibilità del processo basato sulla reazione di precipitazione cristallina dell'ammonio sottoforma di MAP con percentuali di abbattimento molto soddisfacenti e a costi contenuti.

Il precipitato ottenuto, con rese soddisfacenti, ha mostrato un contenuto di struvite, presumibilmente pari al 15-30% in massa secondo un'analisi proxy.

Composizione chimica è interessante -> fertilizzante organo-minerale ternario.

Implementazione di successo del processo di precipitazione dell'ammonio riutilizzando un impianto dismesso -> un revamping completo.

Tecnologia flessibile, modulabile ed adattabile ad ogni situazione

Implementazione customerizzabile economica e alla portata di aziende agro-zootecniche e agro-industriali medio-piccole delle filiere agro-industriali.

LE TECNOLOGIE CONCORRENTI

Tralasciando stripping ammoniacale e evaporazione l'unica alternativa alla precipitazione struvitica risultano al momento essere le tecnologie di separazione a membrana, in particolare: Membrane Filtranti (MF, UF) e Osmosi Inversa (RO)

Le principali problematiche riscontrabili sono:

- Clogging e fouling da solidi sospesi e sali minerali
- Procedure di maintenance complesse e costose che comprendono
 - Uso massiccio di agenti detergenti a pH estremi (soda caustica e anticalcare)
 - Uso di membrane tubulari a bassa densità (low packing density) molto costose
 - Pulizia delle membrane con metodo fisici e chimico-fisici (back flushing, enzimi)
- Interferenza negativa data dagli agenti coadiuvanti di processo, quali antisiliconici e polielettroliti
- Produzione di Concentrato Minerale (CM) a basso potenziale di riutilizzo e circolarità economica (cattivi odori, smaltimento in discarica)
- Permeato liquido necessita di un trattamento di rifinitura (Carboni attivi, seconda batteria RO, colonna a scambio ionico)

PER TUTTI QUESTI E ALTRI MOTIVI L'USO DELLE TECNOLOGIE DI FILTRAZIONE E ULTRAFILTRAZIONE NON COSTITUISCE AD OGGI UNA SOLUZIONE PERCORRIBILE PER LA DEAMMONIFICAZIONE DEI REFLUI AGRO-ZOOTECNICI E BIOENERGETICI

Grazie per la cortese attenzione

ANCHE DAL NOSTRO AMICO

CICCIO



.....