# WASTE MANAGEMENT EUROPE EXHIBITION AND CONFERENCE

**Bergamo, 22 Giugno 2022**

## INNOVAZIONE TECNOLOGICA E CIRCOLARITÀ PER LA VALORIZZAZIONE DEI RIFIUTI ORGANICI

# SOSTENIBILITA' E TRACCIABILITA' DEI FANGHI BIOLOGICI

*Fabrizio Adani*
*Professore di Chimica del Suolo, Suolo e Ambiente, Uso e Riciclo delle Biomasse agroindustriali e agricole, Chimica delle Biomasse e Produzione di Bioenergia– Gruppo RICICLA*
*Università degli Studi di Milano*

E’ innegabile ed assodato il ruolo positivo del recupero dei fanghi in agricoltura sulla fertilità dei suoli.

# Effetto agronomico dei fanghi

**Table 1** Yield, *N* use efficiency, soil balances of *N* and *P* and bulk density in the four Swedish long-term field experiments with sewage sludge

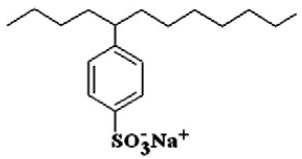
| Site, years and soil treatments | Mean yield | Nutrient application | | Nutrient removal | | *N* use efficiency[a] | Δ*N* in soil | Δ*P* in soil | Bulk density (2009) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *N* | *P* | *N* | *P* | | | | |
| | kg ha$^{-1}$ | kg ha$^{-1}$ year$^{-1}$ | | kg ha$^{-1}$ year$^{-1}$ | | % of added *N* | kg ha$^{-1}$ year$^{-1}$ | kg ha$^{-1}$ year$^{-1}$ | kg dm$^{-3}$ |
| Ultuna 2002–2009 | | | | | | | | | |
| Control | 3329 | 0 | 20 | 35 | 8 | – | −35 | +12 | 1.43 |
| Mineral fertilised | 7176 | 80 | 20 | 95 | 15 | 75 | −15 | +5 | 1.28 |
| Sewage sludge treated, 4 Mg C ha$^{-1}$ every 2nd year | 9719 | 276 | 233 | 146 | 19 | 40 | +131 | +215 | 1.02 |
| Lanna 1996–2009 | | | | | | | | | |
| Control | 1316 | 0 | 0 | 19 | 4 | – | −19 | −4 | 1.38 |
| Mineral fertilised | 3407 | 80 | 20 | 57 | 11 | 55 | +23 | +9 | 1.36 |
| Sewage sludge treated, 8 Mg dry matter ha$^{-1}$ every 2nd year | 3450 | 236 | 194 | 63 | 12 | 19 | +173 | +183 | 1.30 |
| Igelösa 2006–2009 | | | | | | | | | |
| Control | 4038 | 0 | 0 | 96 | 26 | – | −96 | −26 | n.a. |
| Mineral fertilised | 8010 | 128 | 19 | 154 | 38 | 45 | −26 | −19 | n.a. |
| Sewage sludge treated, 12 Mg dry matter ha$^{-1}$ every 4th year | 4838 | 105 | 171 | 110 | 29 | 13 | −5 | +141 | n.a. |
| Sewage sludge + *N* treated, 12 Mg dry matter ha$^{-1}$ very 4th year | 7698 | 232 | 190 | 161 | 38 | 28 | +71 | +152 | n.a. |
| Petersborg 2006–2009 | | | | | | | | | |
| Control | 3308 | 0 | 0 | 79 | 21 | – | −79 | −21 | 1.68 |
| Mineral fertilised | 6850 | 139 | 23 | 167 | 41 | 63 | −28 | −18 | 1.59 |
| Sewage sludge treated, 12 Mg dry matter ha$^{-1}$ every 4th year | 4235 | 132 | 105 | 98 | 25 | 14 | +34 | +80 | 1.61 |
| Sewage sludge + *N* treated, 12 Mg dry matter ha$^{-1}$ every 4th year | 7330 | 271 | 128 | 196 | 43 | 43 | +75 | +84 | 1.56 |

*n.a.* not analysed

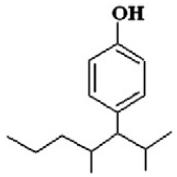
[a] Nitrogen use efficiency was based on the difference calculation: ($N$ removal$_{treatment}$ − $N$ removal$_{control}$)/$N$ input × 100

*Surfactants*

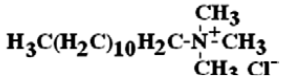
Sodium dodecylbenzenesulfonate, C12LAS



Nonylphenol, NP

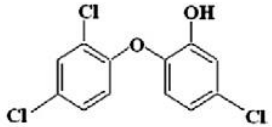


Dodecyl trimethyl ammonium chloride, $C_{12}TMA$

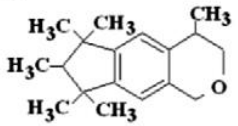


*Personal care products*

Triclosan, TCS

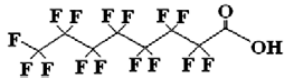


Galaxolide, HHCB



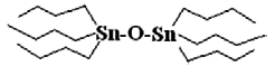
*Perfluorinated compounds*

Perfluorooctanoic acid, PFOA



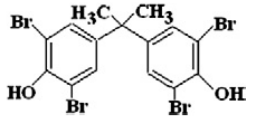
*Organotins*

Bis(tributyltin)oxide, TBTO



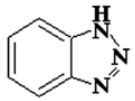
*Brominated flame retardants*

Tetrabromobisphenol A, TBBPA



*Benzotriazoles*

Benzotriazole, BTr

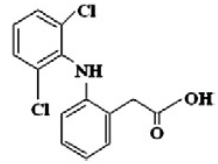


# CRITICITA’

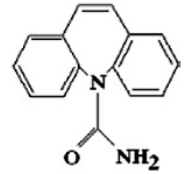
## Inquinanti (es. emergenti nei fanghi

*Pharmaceuticals*

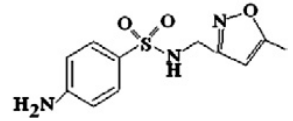
Diclofenac, DCF



Carbamazepine, CBZ

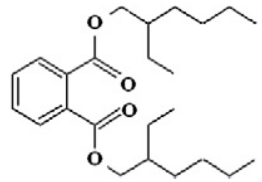


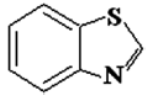
Sulfamethoxazole, SMX



*Phthalate acid esters*

Bis(2-ethylhexyl) phthalate, DEHP



| Compound | Chemical structure |
|---|---|
| *Benzothiazoles* Benzothiazole, BT |  |

**GLI INQUINANTI SI RIPARTISCONO TRA LA FRAZIONE ACQUA E FANGO.**
**APPARENTEMENETE IL PROBLEMA E' IL FANGO (CONCENTRAZIONE RELATIVA)..MA UNA Più ATTENTA VALUTAZIONE**

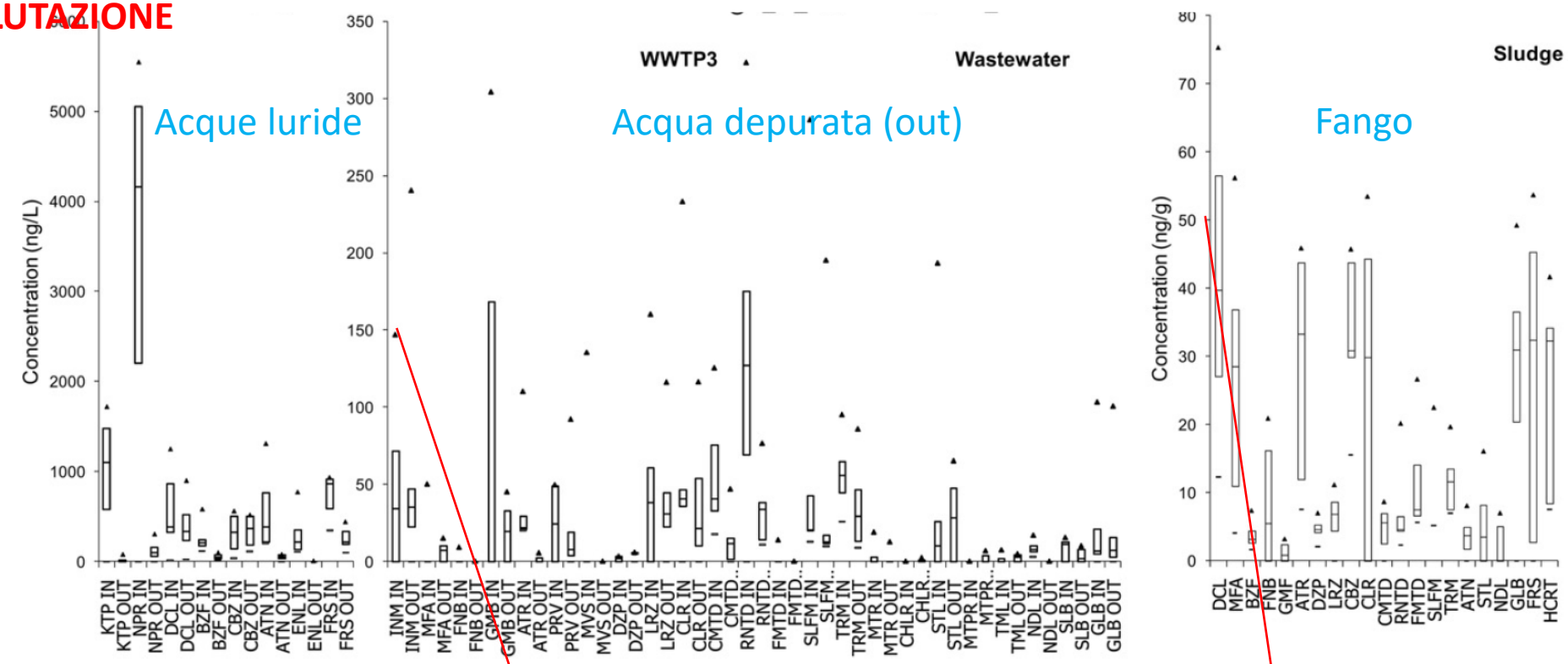



**Fig. 2 – Box plots of concentration ranges (Min (–), P 0.25, Median, P 0.75 and Max (▲) of the pharmaceuticals detected in wastewater influent (IN), effluent (OUT) and sewage sludge from the studied wastewater treatment plants (WWTP1, WWTP2 and WWTP3) during 8 sampling campaigns (compound abbreviations are indicated in Table 2).**

150 ng/kg acqua

0.14 ng/kg suolo (10 tss/ha)



BIOMASSHUB
biometano per una società sostenibile

## .....BILANCI DI MASSA .....

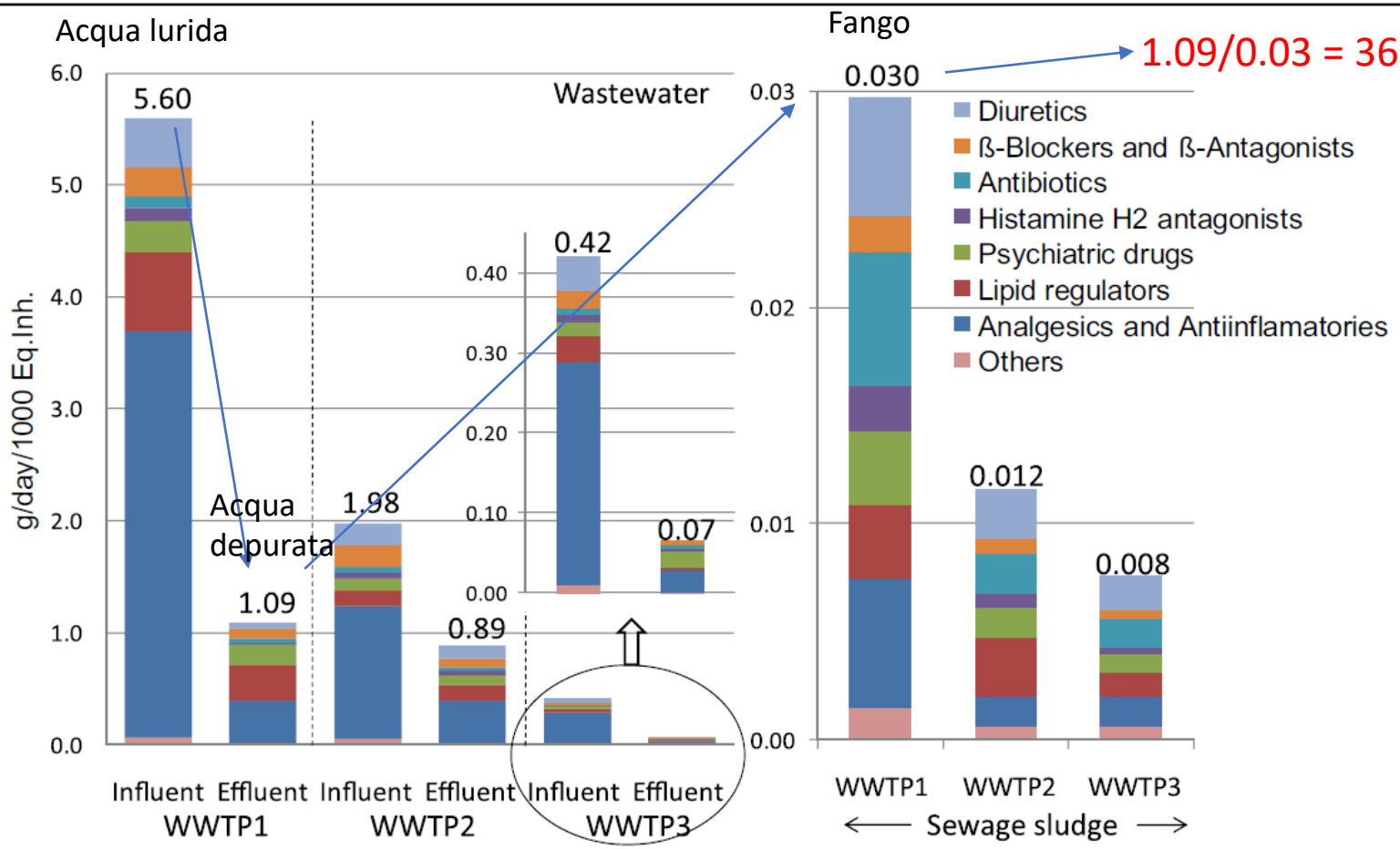



**Fig. 3 – Daily mass loads (g/day per 1000 eq.inh.) of different therapeutic groups at the influent and effluent, and in the sludge from the studied WWTPs.**

Jelic et al., 2011



BIOMASSHUB biometano per una società sostenibile

## Circular Economy

*Technical nutrients*

*Biological nutrients*

*Making use of energy from renewable sources*

*Safeguarding the resilience of natural ecosystems*

*After Ellen MacArthur Foundation, 2013*

# L'Economia circolare implica un ripensamento completo della filiera produttiva.

Transforming linear into circular products implies not only technical innovation, but also a completely new organisation of product chains. As the raw materials and components should be apt for reuse and recycling, other types of suppliers must get involved. In the manufacturing stage, the production process must be carefully adjusted to the prescribed redesign requirements and, after use, a collection, take-back and/or reuse system should be available to give the product a second life. When the product cannot be reused, the resources should be recovered with the highest potential value and returned to the producer making new products from the reclaimed resources. To create a viable business case, a new financial arrangement that is economically attractive to all involved parties is often needed.

# *Effetto locomotive*

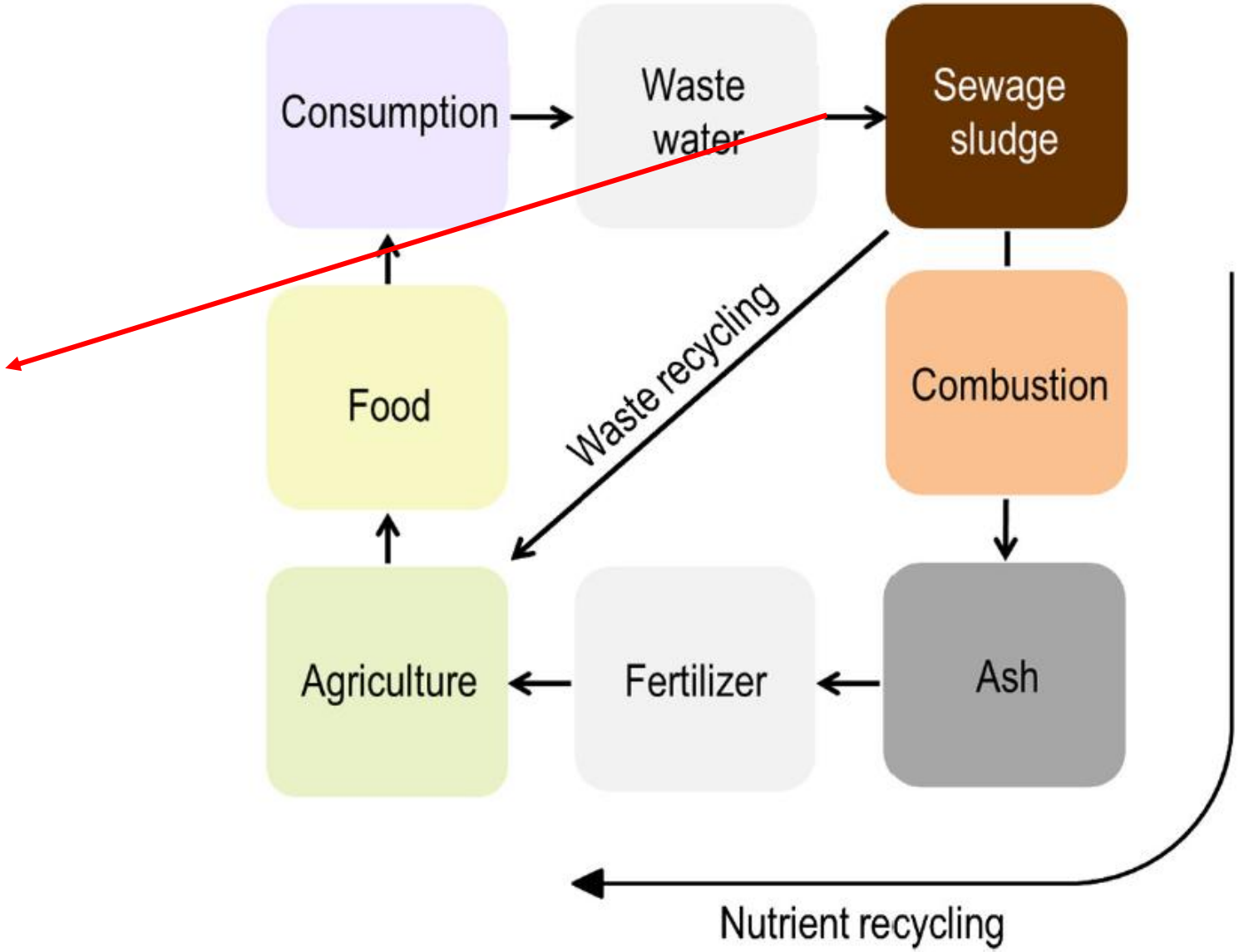
***Spinosa, 2018***

Secondo gli approcci più tradizionali, i fanghi sono generalmente considerati come "*l'ultimo vagone*" del treno del ciclo delle acque e non la "*locomotiva*".....visione errata!!!

**Ingegneria dell'Ambiente** Vol. 5 n.1/2018

**Intervenire sulla qualità dei fanghi, intervenendo sulla depurazione delle acque e qualità degli scarichi**

**Fango = Locomotiva e non ultimo vagone !!!!!**



## Metalli pesanti

# Riduzione progressive del contenuto di metalli nei fanghi (Svezia)

Kirchmann t al., 2017



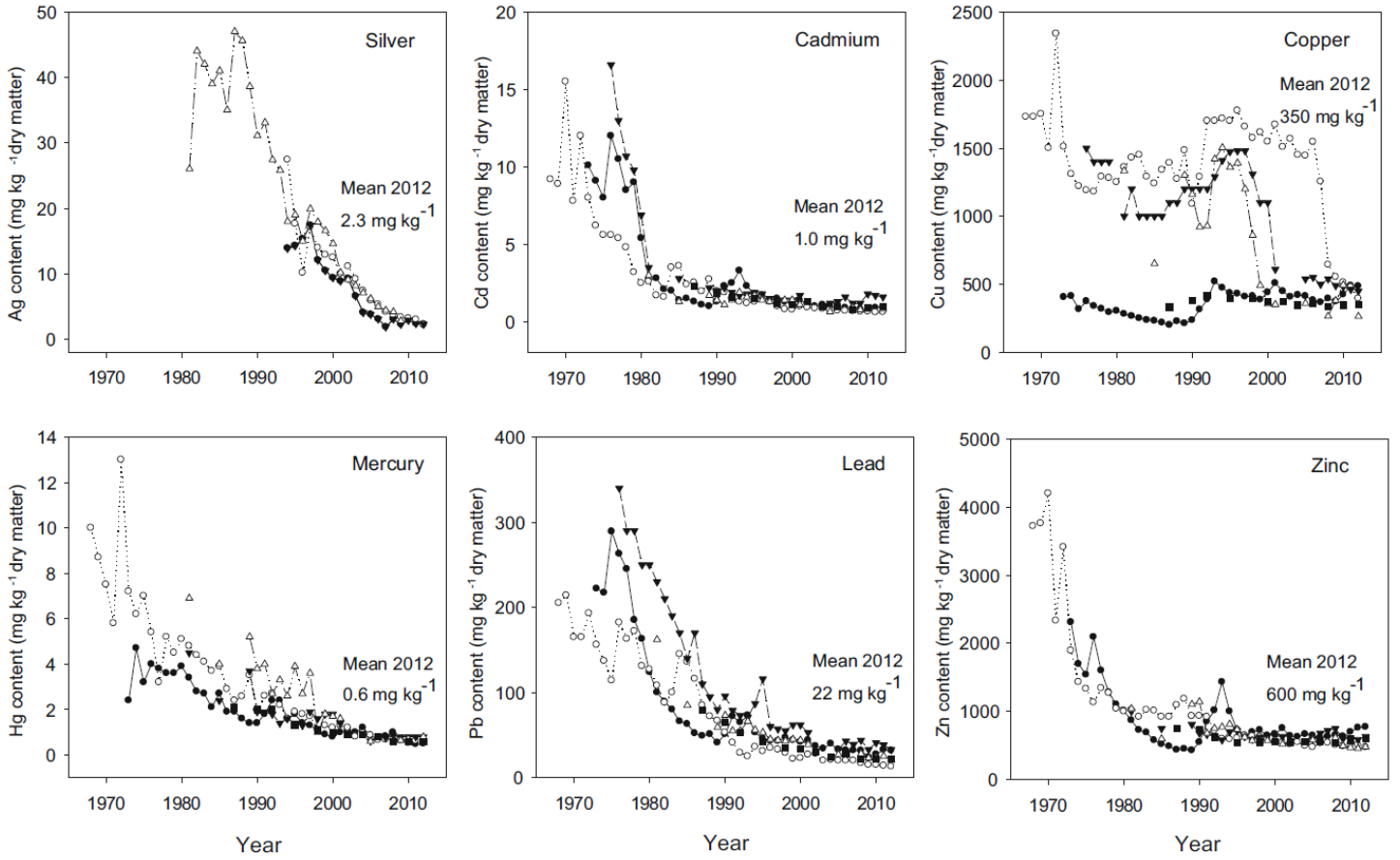



**Fig. 1** Decline in the concentrations of silver, cadmium, copper, mercury, lead and zinc in Swedish sewage sludge over time (1970–2010). Mean data for silver are not available (*open circle* sludge from Uppsala; *filled circle* sludge from Gothenburg; *open triangle* sludge from Stockholm; *inverted filled triangle* sludge from Malmö/Lund; *filled square* mean data on Swedish sewage sludge). Data taken from Statistics Sweden (SCB 1987, 1990, 1992, 1995, 2012) with additional information from Sveder (2002), Ernst-Olof Swedling, Kungsängsverket, Uppsala (pers. comm. 1 Dec. 2011), Lars Nordén, Gryyab, Gothenburg (pers. comm. 14 April 2014) and Mats Thuresson, Stockholm County Administrative Board (pers. comm. 1 March 2013)



BIOMASSHUB biometano per una società sostenibile

Serve però anche dagli operatori del settore una consapevolezza e quindi un nuovo approccio che faccia perno su:

**Tracciabilità e Sostenibilità**

Tracciabilità: capacità di tracciare tutti i processi dall'approvvigionamento delle materie prime, al prodotto e al suo utilizzo

# TRACCIABILITA’ DELLE BIOMASSE IN AGRICOLTURA

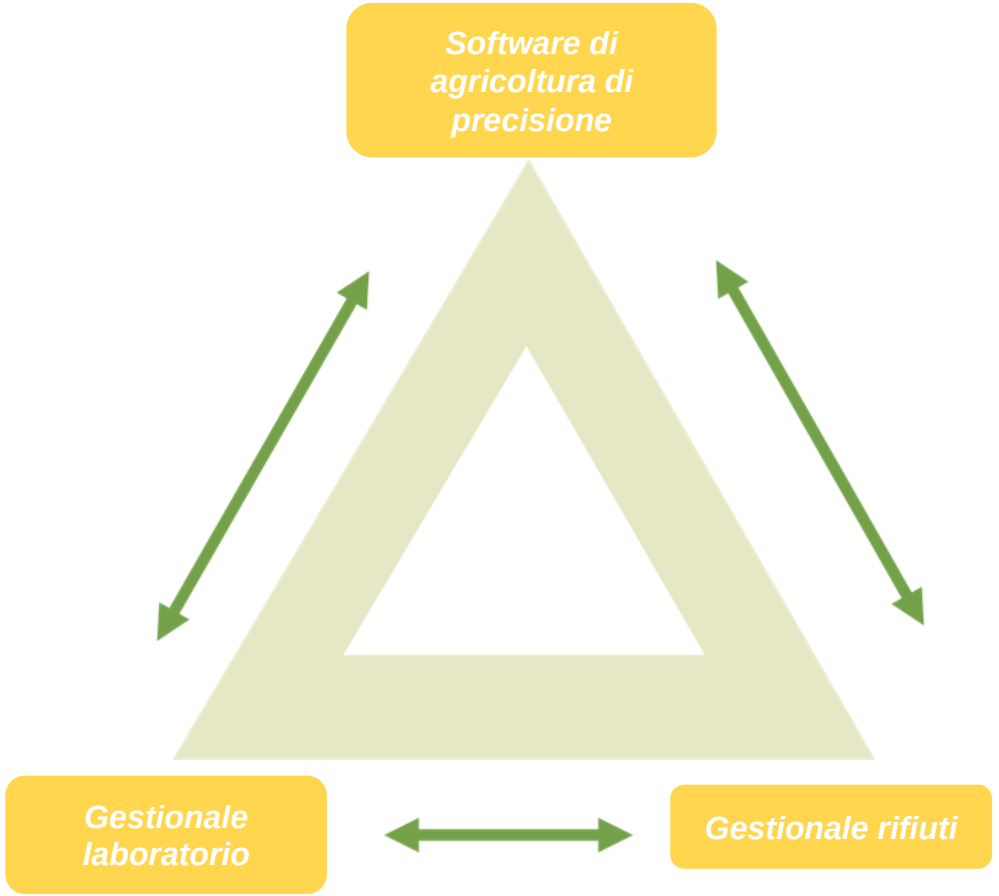
La Piattaforma Ginevra del Gruppo Fratelli Visconti nasce con tre obiettivi principali :

- Fornire uno **strumento di tracciabilità** dell’intera filiera.
- Fornire un **report consuntivo** dell’avvenuta fertilizzazione dei suoli.
- Fornire **consigli agronomici**, garantendo una fonte ammendante e concimante per i suoli secondo il principio “more with less” e grazie alla costruzione di mappe di prescrizione.

# GINEVRA: *come funziona*

Ginevra è una piattaforma integrata, ovvero uno strumento di supporto alle decisioni, **accessibile e replicabile da qualsiasi azienda,** all'interno del quale flussano e vengono elaborate molteplici informazioni in arrivo da differenti gestionali :

- *Gestionale rifiuti;*
- *Gestionale laboratorio per l'emissione di rapporti di prova analitici;*
- *Software di agricoltura di precisione per la gestione digitalizzata delle campagne di spandimento dei fertilizzanti.*



# GINEVRA: *come funziona*

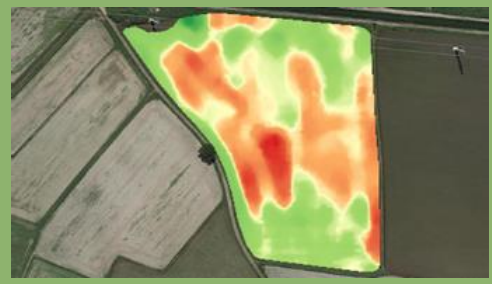
*Generare mappe di prescrizione*

A partire dai dati di vigore vegetativo, ottenuti tramite satellite, è possibile generare mappe di prescrizione che calcolano il massimo quantitativo spandibile per ettaro sulla base delle analisi effettuare sulle biomasse e sui terreni

1. Per ogni appezzamento individuato per la DISTRIBUZIONE GIORNALIERA vengono calcolati gli indici NDVI attraverso acquisizioni multispettrali satellitari.

2. Questi dati, associati ad un algoritmo che tiene conto dei vincoli normativi (Direttiva Nitrati, D.L. 99/92 e DGR 2031) ci permettono di definire il fabbisogno puntuale del suolo.

3. La realizzazione di mappa di prescrizione della concimazione a dose variabile permette così di apportare più nutrienti laddove la coltura ne ha più bisogno (aree rosse) e meno dove ha già produttività massima (aree verdi)



# Il recupero in agricoltura del digestato

Le macchine impiegate per l'iniezione del digestato sono state studiate e specificatamente sviluppate con l'ausilio di agronomi specializzati in modo da:

- Garantire un dosaggio corretto ed omogeneo, grazie all'uso accoppiato di sistemi GPS e pompe volumetriche;
- Restituire l'esatto percorso di distribuzione all'interno del campo;
- Interfacciarsi con sistemi di telerilevamento dello stato di salute delle colture coltivate successivamente alla distribuzione;
- Effettuare una minima lavorazione del terreno, preservando così ulteriormente la sua fertilità;
- Garantire una fertilizzazione omogenea e di conseguenza l'ottimizzazione della coltura per l'agricoltore.

# Tracciabilità dell'intera filiera

L'applicazione della normativa sui rifiuti (D. Lgs. 152/2006 parte IV) al digestato dell'impianto di Vellezzo Bellini (impiegato in agricoltura in sostituzione dei fertilizzanti chimici come attività R10 e codice EER 19 06 99) consente la tracciabilità di tutta la filiera (artt. 188,190, 193 del TU Ambientale).

I flussi vengono tracciati in ingresso, dall'impianto di provenienza, all'interno dell'impianto di recupero e in uscita, con dettaglio fino al singolo campo (riferimenti catastali - foglio e mappale) fertilizzato con la singola partita di digestato.

Ciò viene attuato mediante software altamente specializzati nella gestione dei rifiuti, che coadiuvano il personale nella compilazione dei documenti di legge (formulari per ciascun trasporto e registro di carico e scarico), ed implementando idonee procedure gestionali ed una scrupolosa formazione del personale che sovrintende alle operazioni di distribuzione in campo.

L'incrocio di tali sistemi con le innovative tecnologie GPS utilizzate consente di associare ad ogni singolo conferimento di rifiuto presso l'impianto di recupero il campo in cui il digestato da esso derivante è stato impiegato in sostituzione di fertilizzanti chimici.

Sostenibilità: caratteristica di uno stato che può essere mantenuto a un certo livello di capacità, i.e. mantenimento della fertilità, biodiversità e funzionalità di un suolo

Nutri2Cycle
Nurturing the Circular Economy

Systemic
Circular solutions for biowaste

H2020

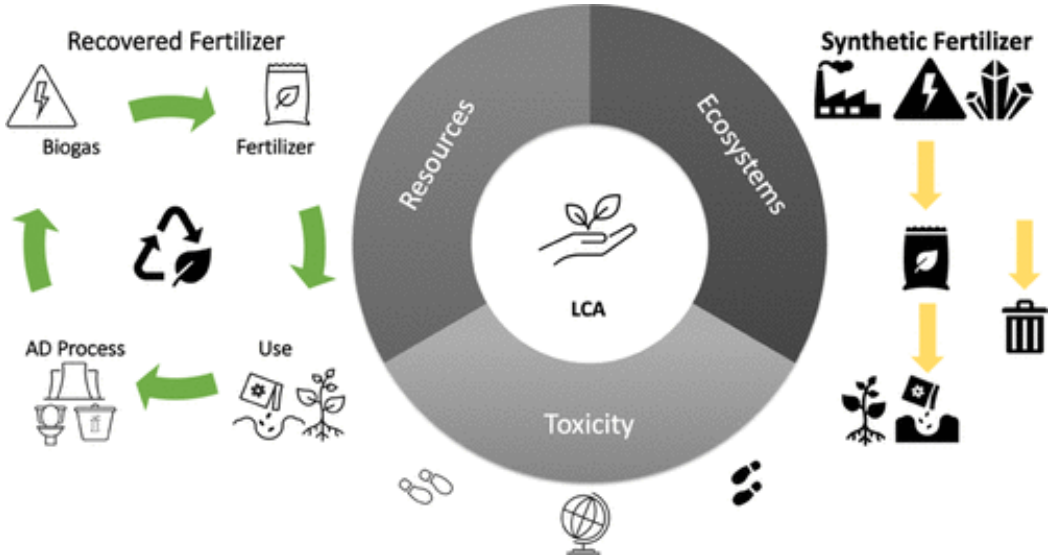
Aspetti chimico-agrari e aspetti ambientali

| | |
|---|---|
| PAH | mg $kg^{-1}$ DM |
| PCB | mg $kg^{-1}$ DM |
| PCDD/F + PCB-DL | ng TEQ $kg^{-1}$ DM |
| DEHP | mg $kg^{-1}$ DM |
| Hydrocarbon C10-C40 | mg $kg^{-1}$ wwmg $kg^{-1}$ DM |
| AOX | mg $kg^{-1}$ DM |
| Ciproflaxacin | mg $kg^{-1}$ DM |
| Sulfamethoxazole | mg $kg^{-1}$ DM |
| Fenofibrat | mg $kg^{-1}$ DM |
| Gemfibrozil | mg $kg^{-1}$ DM |
| Carbamazepine | mg $kg^{-1}$ DM |
| Metoprolol | mg $kg^{-1}$ DM |

**Table 2**
Main chemical parameters (mean ± SD; $n = 3$) of soil before the pre-sown fertilization on March 2018 and after the end of the third crop season on January 2021.

| Parameter | Unit | March 2018 | January 2021 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Unfertilized | Synthetic fertilizer | Recovered fertilizer |
| Sand | % | | 47 ± 2.8 | 49 ± 3.7 | 46 ± 4.4 |
| Silt | % | | 41 ± 0.2 | 39 ± 1.5 | 43 ± 1.4 |
| Clay | % | | 12 ± 2 | 12 ± 1.1 | 12 ± 2.6 |
| pH | pH unit | 7 ± 0.7(a)[a] | 7.14 ± 0.2 (a) | 7.06 ± 0.1 (a) | 7.05 ± 0.2 (a) |
| CEC | C (mol $kg^{-1}$) | 24.2 ± 2.1 (ab) | 23.8 ± 0.4 (a) | 26.8 ± 0.8 (b) | 22.3 ± 0.9 (a) |
| Total organic carbon (TOC) | g $kg^{-1}$ dw[b] | 10.3 ± 0.6 (a) | 11.9 ± 0.2 (ab) | 11.3 ± 0.4 (a) | 12.3 ± 0.4 (b) |
| Total nitrogen | g $kg^{-1}$ dw | 1.27 ± 0.1 (a) | 1.3 ± 0 (a) | 1.41 ± 0 (b) | 1.42 ± 0.9 (b) |
| Ratio C/N | | 8.13 ± 0.9 (ab) | 9.22 ± 0 (b) | 8.01 ± 0.1 (a) | 8.65 ± 0.4 (ab) |
| $P_{tot}$ | mg $kg^{-1}$ dw | 575 ± 11 (a) | 521 ± 26 (a) | 581 ± 32 (a) | 550 ± 15 (a) |
| $P_{available}$ | mg $kg^{-1}$ dw | 43.6 ± 2.6 (a) | 46.4 ± 0 (a) | 60.1 ± 16 (a) | 58.9 ± 16 (a) |
| As | mg $kg^{-1}$ dw | 19.9 ± 1.1 (a) | 22.9 ± 2.8 (a) | 19.6 ± 0.5 (a) | 21.1 ± 2.3 (a) |
| Cd | mg $kg^{-1}$ dw | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| Hg | mg $kg^{-1}$ dw | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| Cr | mg $kg^{-1}$ dw | 39.2 ± 2.3 (a) | 42.6 ± 2 (a) | 40 ± 4.1 (a) | 40.2 ± 1.6 (a) |
| Ni | mg $kg^{-1}$ dw | 23.3 ± 2.3 (a) | 25.7 ± 1.7 (a) | 25.9 ± 3.7 (a) | 26 ± 1.6 (a) |
| Pb | mg $kg^{-1}$ dw | 32.8 ± 0.1 (a) | 34.2 ± 4.2 (a) | 33.4 ± 2.2 (a) | 33.6 ± 4.5 (a) |
| Cu | mg $kg^{-1}$ dw | 19.1 ± 1.3 (a) | 22.2 ± 3.3 (a) | 21.4 ± 3.5 (a) | 24.4 ± 3.1 (a) |
| Zn | mg $kg^{-1}$ dw | 69.8 ± 0.5 (a) | 71.4 ± 3 (a) | 71.4 ± 1.3 (a) | 70.8 ± 1.8 (a) |
| PCDD/PCDF + PCB DL | ng WHO-TEQ $kg^{-1}$ dw | – | 4.09 ± 0.1 (b) | 4.3 ± 0.2 (b) | 4.16 ± 0.1 (b) |
| Hydrocarbon C10–C40 | mg $kg^{-1}$ dw | <30 | <30 | <30 | <30 |
| Toluene | mg $kg^{-1}$ dw | <0.2 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Phenols NPE + NP2EO + NP1EO | mg $kg^{-1}$ dw | <7.5 | <7.5 | <7.5 | <7.5 |
| ΣAOX | mg $kg^{-1}$ dw | <0.6 | <0.6 | <0.6 | <0.6 |
| PCB | mg $kg^{-1}$ dw | <0.005 | <0.005 | <0.005 | <0.005 |
| DEHP | mg $kg^{-1}$ dw | 0.24 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Ciproflaxacin | mg $kg^{-1}$ dw | | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Sulfamethoxazole | mg $kg^{-1}$ dw | | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Fenofibrat | mg $kg^{-1}$ dw | | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Gemfibrozil | mg $kg^{-1}$ dw | | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Carbamazepina | mg $kg^{-1}$ dw | | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Metoprolol | mg $kg^{-1}$ dw | | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Diclofenac | mg $kg^{-1}$ dw | | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Ethinylestradiol | mg $kg^{-1}$ dw | | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Estradiol | mg $kg^{-1}$ dw | | <0.01 | <0.01 | <0.01 |

[a] Letters in parenthesis are referred to One-way ANOVA comparing values in each row ($p < 0.05$; $n = 3$; Tukey post-test).
[b] dw: dry weight.




Nutri2Cycle
Nurturing the Circular Economy

Systemic
Circular solutions for biowaste

EU H2020

Digestato da fanghi

RF = recovered fertilizers (digestate)

RF = Synthetic mineral fertilizers

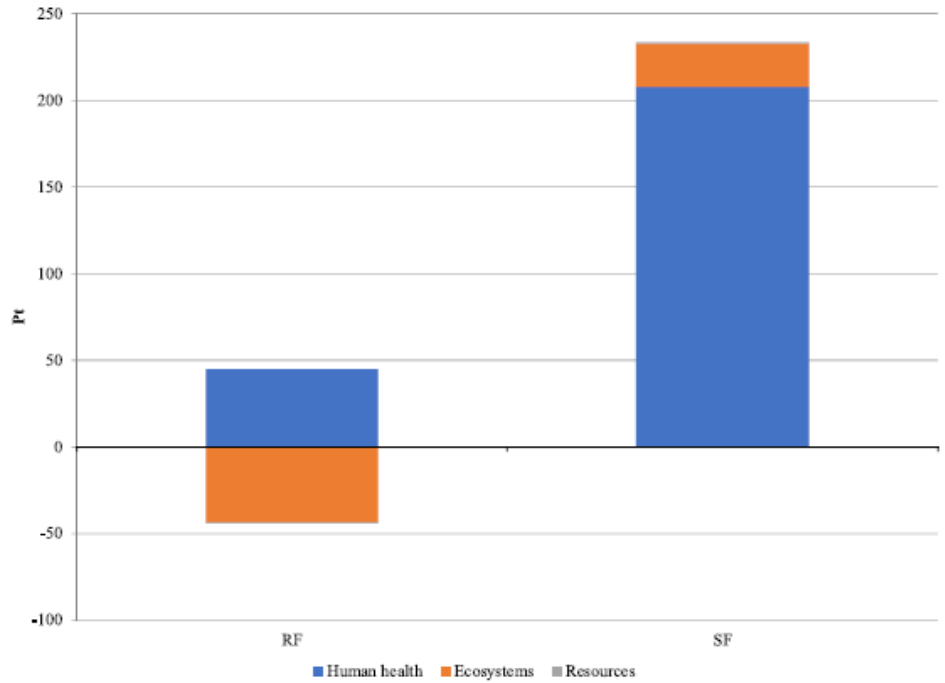



**Figure 2.** Comparative environmental results for Scenarios Recovered Fertilizers (RFs) and Synthetic Fertilizers (SFs). Impact assessment (Ecopoint—Pt) calculated according to the ReCiPe 2016 end point (H) V 1.03 impact assessment method.



Herrera et al., 2022, ACS Sustainable Chem. Eng. 2022, 10, 986−997

BIOMASSHUB

……non è una sorpresa che……..

# *Valutazione dell'impatto ambientale di fertilizzanti organici: analisi ecotossicologiche*

## *2021-2022*

| MATRICE FERTILIZZANTE | TIPOLOGIA | INFORMAZIONI |
|---|---|---|
| **UREA (Chimico)** | Chimico | ▪ Fertilizzante azotato, molto utilizzato per il suo alto titolo in azoto<br>▪ Molti batteri presenti nel terreno infatti possiedono un enzima chiamato ureasi in grado di idrolizzare l'urea in ammoniaca e anidride carbonica, rendendo in questo modo l'azoto disponibile per le piante. |
| **GESSO DI DEFECAZIONE (Gesso)** | Chimico | ▪ Correttivo agricolo, risultante dalla reazione chimica (idrolisi basica, ed eventuale attacco enzimatico) di materiali biologici mediante calce e/ o acido solforico, seguita da precipitazione del solfato di calcio e calce viva<br>▪ La sua azione si esplica migliorando le caratteristiche chimico-fisiche dei terreni alcalini, acidi e/o sabbiosi quali, ad esempio, la reazione del terreno (pH), il contenuto di sostanza organica, la ritenzione idrica. |
| **REFLUO SUINO (Liquame)** | Biologico | ▪ Reflui provenienti dagli allevamenti suini, costituiti dagli escrementi e dalle urine degli animali allevati diluiti nelle acque impiegate per le pulizie dei locali di allevamento |
| **COMPOST DA UMIDO** | Biologico | ▪ Risultato della bio-ossidazione e dell'umificazione di un misto di materieorganiche da parte di macro e microrganismi in condizioni particolari<br>▪ Presenza di ossigeno ed equilibrio tra gli elementi chimici della materiacoinvolta nella trasformazione |
| **FANGO R10** | Chimico | ▪ Fanghi derivanti dal trattamento delle acque reflue che sono sottoposti alla disciplina dei rifiuti (R10), risultanti dal trattamento chimico con calce viva, in modo da ridurre in maniera rilevante il loro potere fermentescibile e gli inconvenienti sanitari della loro utilizzazione<br>▪ Materiale fertilizzante, ad effetto concimante |
| **DIGESTATO ZOOTECNICO** | Biologico | ▪ Residuo del processo di digestione anaerobica<br>▪ Materiale fertilizzante, ad effetto concimante<br>▪ Proviene appunto dalla digestione di effluenti zootecnici |
| **DIGESTATO DA FANGHI (R10)** | **Biologico** | ▪ Residuo del processo di digestione anaerobica<br>▪ Materiale fertilizzante, ad effetto concimante, derivante dalla co-digestione anaerobica termofila di fanghi (R10) ed altri rifiuti organici |

# *Valutazione dell'impatto ambientale di fertilizzanti organici: analisi ecotossicologiche*

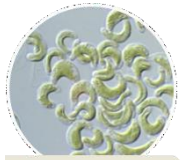
## *2021-2022*

| BIOINDICATORE | TEST | METODICA DI RIFERIMENTO | INFORMAZIONI |
|---|---|---|---|
| **Aliivibrio fischeri** | Test di inibizione e bioluminescenza | ISO 11348-3:2007 | **INFO: BATTERIO GRAM NEGATIVO di forma bastoncellare, si muove tramite l'uso di un singolo flagello polare. Eterotrofo, ossidasi-positivo. HABITAT: Ambienti marini.** |
| **Raphidocelis subcapitata** | Inibizione della crescita algale | ISO 8692:2012 | **INFO: Raphidocelis subcapitata (Pseudokirchneriella subcapitata) NIES-35 è un'ALGA VERDE, precedentemente nota come "Selenastrum capricornutum NIVA-CHL1". HABITAT: Acque dolci.** |
| **Lepidium sativum** | Test di germinazione ed allungamento radicale | UNICHIM 1651:2003 | **INFO: PIANTA ERBACEA diffusa in Italia, generalmenteusata per la determinazione della fitotossicità del compost. HABITAT: Pianta annuale a crescita rapida (crescioned'acquua) tipica di Asia e Africa del Nord.** |
| **Sinapsis alba** | Test di germinazione ed allungamento radicale | UNICHIM 1651:2003 | **INFO: Sinapis alba o Brassica hirta è una PIANTA ERBACEA appartenente alla famiglia delle Crucifere. HABITAT: Pianta erbacea annuale. Originaria di Africa eIndia.** |
| **Sorghum saccaratum** | Test di germinazione ed allungamento radicale | UNICHIM 1651:2003 | **INFO: PIANTA ERBACEA anche detta Sorghum vulgare o bicolor, meglio conosciuto come miglio o mais di Guinea. HABITAT: Tipica di Africa, America, Asia. Pianta annuale.** |
| **Daphnia magna** | Test di immobilità (acuto) | UNI EN ISO 6341:2013 | **INFO: Daphnia magna è un piccolo CROSTACEO D'ACQUA DOLCE classe Brachiopodi, ordine Cladoceri. HABITAT: Piccole pozze temporanee, grandi bacini idrici come nei laghi.** |
| **Caenorhabditis elegans** | **Valutazione della mortalità** | **ASTM E2172-01:2014** | **INFO: NEMATODE (in gergo, VERME CILINDRICO) molto usato per studi in vivo, in biomedicina e tossicologia: offre caratteristiche complementari a comuni modelli cellulari. HABITAT: Habitat naturale sconosciuto. Ritrovati in frutti in decomposizione o steli di piante.** |

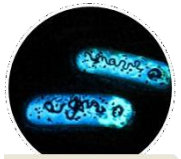
# Analisi di tossicità delle MATRICI FERTILIZZANTI

| Campioni | % EC50 (IC 95%)- v/v | | | |
|---|---|---|---|---|
| | D. magna | R. subcapitata | A. fischeri | C. elegans |
| Liquame | 9.7 | 38.5 | 8.1 | 10.3 |
| Digestato da Fango R10 | 8.6 | 34.2 | 40.0 | 5.3 |
| Digestato agricolo | 7.8 | 34.3 | 45.8 | 6.4 |
| Compost | 25.0 | 56.7 | 9.3 | 12.4 |
| Urea (Chimico) | 6.4 | 29.4 | 31.2 | 7.5 |
| Fango R10 | 23.9 | 34.3 | 45.6 | 17.7 |
| Gesso di defecazione | 11.5 | 30.1 | 7.7 | 10.3 |

*D. magna*
Crostaceo acqua dolce



*R. subcapitata*
Alga Verde



*A. fischeri*
Batterio Gram-

*C. elegans*
Nematode



EVERGREEN ITALIA

# Conclusioni e prospettive future

**La valutazione della ecotossicità su matrici fertilizzanti complesse tal quali, ovvero senza considerarne l'effettivo uso e dosaggio nel suolo, non ha fondamento scientifico poiché il risultato che ne deriverebbe non avrebbe alcun senso applicativo**: matrici fertilizzanti di largo utilizzo, anche non derivanti da scarti, potrebbero apparire tossiche per motivi completamente diversi da quelli attribuibili alla presenza di molecole tossiche.

**La determinazione della ecotossicità di matrici fertilizzanti su suoli ha una forte applicabilità** e importanza perché permette, nel tempo, la **verifica della eventuale insorgenza di ecotossicità** che potrebbe in alcuni casi essere **transitoria per fattori non legati alla presenza di molecole tossiche** (es. pH non ottimale, acidi grassi volatili, ecc.) nella matrice fertilizzante **o invece essere permanente nel caso di ecotossicità legata alla presenza di molecole ecotossiche**.

**L'analisi dei dati relativi ai suoli fertilizzati con le matrici in esame ha evidenziato l'assenza di tossicità per tutti i bioindicatori considerati, per i 5 tempi di analisi considerati** (t0,t1, t2, t3 e t4).

**Specifici bioindicatori (ad esempio, *C. elegans*)**, come anche per l'analisi delle matrici, sono risultati **più sensibili alle variazioni di tossicità rispetto ad altri, mostrandosi pertanto più adatti ad un'eventuale implementazione di metodiche per la valutazione della tossicità** delle matrici fertilizzanti sui suoli agricoli

Secondo **l'analisi attraverso l'indice di rischio**, evidenziata una **diminuita risposta tempo-dipendente sui campioni ai tempi t0 > t1 > t2 > t3 > t4** , successivi e prossimi alla fertilizzazione.

GRUPPO RICICLA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE E AMBIENTALI
PRODUZIONE, TERRITORIO, AGROENERGIA

# Grazie dell'attenzione

**Arianna Carrara**
Biotechnologist

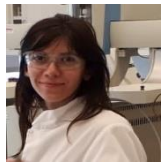
**Fabrizio Adani**
*Full Professor*

**Fulvia Tambone**
*Associate professor*

**Parisa Abbasi Parizad**
*Biologist*

**Axel Herrera**
*Agricultural Engineer*

Gabriella Papa
*Biobased and Biofuels expert*



**Marta Dell'Orto**
*Agronomist*

GRUPPO RICICLA

**Barbara Scaglia**
*Associate professor*

web site: http://users.unimi.it/ricicla/

**Andrea Goglio**
*Bioelctrochemistry*

**Mirko Cucina**
Biotechnologist

**Min Su**
*Agricultural Engineer*

**Elisa Clagnan**
Molecular biologist

**Tommy Pepè Sciarria**
*Biologist*

**Massimo Zilio**
*Biologist*

**Patrizia De Nisi**
*Agronomist*

**Giuliana D'Imporzano**
*Agronomist*