

Professore Giuseppe Corti, PhD
Direttore Centro CREA Agricoltura e Ambiente

Audizione informale di giovedì 16 marzo 2023

Esame degli atti COM(2022) 540 (Quadro per l'azione comunitaria in materia di acqua) e COM(2022) 541 (Trattamento delle acque reflue urbane)

A seguito dell'audizione del giorno 16 marzo 2023, riporto approfondimenti ai temi di cui ho parlato e che definiscono il sentire della ricerca applicata all'agricoltura e alla salvaguardia dell'ambiente.

1) Geni di resistenza agli antimicrobici (GRA)

Durante l'audizione ho espresso apprezzamento riguardo alla menzione tra le sostanze pericolose dei geni di resistenza agli antimicrobici (GRA). Si tratta di un problema molto serio che la ricerca scientifica ha affrontato al fine di eliminare gli antimicrobici di uso veterinario e i GRA che si ritrovano in quantità variabili nelle deiezioni animali. L'eliminazione dei GRA dalle deiezioni utilizzate per la fertilizzazione dei suoli agrari è un problema lontano dall'esser risolto a causa delle necessarie cure da prestare agli animali allevati ogni qualvolta questi contraggano malattie infettive che non prevedano la soppressione. Si potrebbe sostenere che il minor uso di antimicrobici comporterà comunque un miglioramento, ma è anche vero che i GRA si sviluppano e tramandano nel suolo più facilmente alle basse concentrazioni. Ciò significa che, mentre riteniamo che le deiezioni animali debbano sempre più essere utilizzate come ammendanti, così da riportare sostanza organica al suolo, è anche vero che le stesse deiezioni possono rappresentare un problema per lo sviluppo di GRA.

Un sistema in grado di eliminare i GRA dalle deiezioni è quello di utilizzare queste negli impianti di digestione anaerobica per la produzione di biometano. Con il digestato, se adeguatamente sottoposto a processo di compostaggio, sarà possibile ottenere un compost privo della stragrande maggioranza di antimicrobici e con un contenuto di GRA ridotto del 75%. Ciò significa che l'uso di questo compost apporterà meno GRA al suolo e, cosa più importante, non sarà in grado di indurre lo sviluppo di nuovi GRA. A questo proposito, val la pena sottolineare che nelle deiezioni digestate e compostate permangono alcune tetracicline e alcune sulfonamidi.

Bibliografia di riferimento:

Gurmessa et al., 2020. Science of the Total Environment. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137532> (è una review dove vi sono numerosi articoli scientifici precedenti)

Gurmessa et al., 2021. Bioresource Technology. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125550>

Gurmessa et al., 2021. Environmental Research. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111011>

2) Microinquinanti e microplastiche nelle acque sotterranee e nelle acque interne e di balneazione

Riguardo la presenza di inquinanti nelle acque sotterranee, molte possono essere le cause. Rimane il fatto che molti microinquinanti e le microplastiche non raggiungono la falda dopo aver attraversato il suolo. Per quanto riguarda la presenza di inquinanti, microinquinanti e microplastiche nelle acque interne e in quelle di balneazione, la gran parte della responsabilità è da attribuire all'erosione dei suoli di versante. Infatti, a causa del ruscellamento di acqua alla superficie del suolo, vengono asportata la prima parte, tra l'altro quella più fertile, di suolo. In certe parti d'Italia, l'erosione asporta anche 2-3 centimetri di suolo all'anno. Questo processo, già enormemente dannoso per i suoli, mina anche la salubrità delle interne e di quelle di balneazione poiché la velocità di deflusso delle acque

apporta nelle acque carichi di nutrienti che poi favoriscono eutrofizzazione (nitrati, fosfati, sostanza organica).

Di fatto, per ridurre la concentrazione di inquinanti e microinquinanti nelle acque interne sarebbe auspicabile un collegamento alle normative che mirano a ridurre l'erosione.

Per le microplastiche, è auspicabile una maggior spinta all'uso di plastiche compostabili e di bioplastiche, oltre a stabilire delle soglie di concentrazione numerica di frammenti di plastica per metro cubo di acqua oltre le quali si debba intervenire.

Bibliografia di riferimento:

Corti et al., 2011. In: Godone D., Stanchi S. (Eds.), Soil Erosion in Agriculture. Chapter 6. InTech Open Access Publisher.

Colombo et al., 2015. Geoderma. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.09.017>

Minacce del suolo: <https://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/pubblicazioniidipregio/suolo-radice/77-85.pdf>

Portale dedicato: <https://climate.copernicus.eu/soil-erosion-italy>

3) Inquinamento zero

Per "l'inquinamento zero" è necessario un approfondimento.

Se parliamo di sostanze estranee all'ambiente (oli, carburanti, prodotti chimici di sintesi, intermedi plastici, plastiche, ecc.) è facile definire l'inquinamento zero perché la soglia per certi prodotti può effettivamente essere lo zero. Invece, nel caso di metalli pesanti ed altri elementi pericolosi come l'arsenico, il limite zero non esiste perché questi sono presenti in natura. Per tale motivo, al fine di stabilire "l'inquinamento" e cioè l'apporto che è stato causato dalle attività umane, è necessario avere informazioni di dettaglio su quale sia il contenuto naturale degli elementi più pericolosi nel suolo e nel sottosuolo, perché dipenderà da questo contenuto anche la soglia da stabilire in altri comparti naturali (acqua, aria). Su questo tema, purtroppo, si è quasi completamente sguarniti in Italia, dove solo per pochi luoghi è nota la presenza eccessiva (e pericolosa) di certi elementi per cause naturali. In Toscana e in altre zone sono state fatte indagini sui corpi idrici, ma le informazioni a livello nazionale sono ancora frammentarie. Invece, per il suolo, le informazioni sono molto poche.

Sarebbe quindi necessari studi di dettaglio su suolo e corpi idrici per stabilire i valori di fondo delle varie situazioni italiane, così da poter meglio individuare gli apporti, cioè gli inquinamenti" dovuti alle attività umane.

Bibliografia di riferimento:

Per la Toscana (arsenico):

http://www.appenninosettentrionale.it/rep/distretto/aggiornamento/marzo2016/09_rt/Allegato2_fondo.pdf

Per il Lazio (arsenico): <https://www.arpalazio.it/documents/20124/e20bbaa7-addc-ffde-437f-76bb82f5464c>

Friuli Venezia Giulia (mercurio):

https://www.arpa.fvg.it/export/sites/default/istituzionale/consulta/Allegati/08_Il_mercurio_nelle_acque_marino-costiere_e_di_transizione.pdf

Emilia Romagna (metalli pesanti): <https://webbook.arpae.it/indicatore/Contenuto-di-metalli-nel-suolo-00001/?id=ef258eb9-6369-11e5-bf2c-11c9866a0f33>

Serrani et al., 2022. Environmental Geochemistry and Health. <https://doi.org/10.1007/s10653-021-01105-8>

4) Trattamento terziario e quaternario delle acque reflue

Il trattamento terziario e/o secondario delle acque reflue è assolutamente necessario.

Durante l'audizione ho sottolineato che esistono alternative a basso costo e che non costituiscono tare paesaggistiche, non emanano maleodoranze e non sono portatrici di insetti molesti. E' questo il caso della bio-pedodepurazione. Si tratta di far scorrere le acque all'interno di vasche interrate contenenti

materiali di scarto (rottami di terra cotta, sanitari, scarti litici, ...) sopra alle quali crescono piante della flora locale. L'interazione pianta-scarti è in grado di rimuovere sia i macronutrienti (nitrati), sia i nutrienti meno rappresentati ma anche più pericolosi per l'eutrofizzazione (fosfati), sia la gran parte dei metalli pesanti. Se adeguatamente costruita, la bio-pedodepurazione può occupare superfici di 0.8-1.0 metri quadrati per abitante equivalente. Tali superfici però non sono sottratte all'ambiente dato che hanno portanza ed è quindi possibile svolgere sopra di esse attività diverse (posteggio su verde, attività sportiva, giochi, ecc.).

Secondo la stima riportata nella relazione che ho ricevuto, si parla di arrivare a collettare un carico di circa 9,5 milioni di abitanti equivalenti per un totale di 145 depuratori. Il trattamento terziario/quaternario della massa di acqua equivalente potrebbe essere effettuato occupando una superficie complessiva di 950 ettari, con una superficie media per impianto di circa 6,5 ettari.

In ogni caso, tale sistema trova ottimo utilizzo anche nelle case sparse e nei piccoli centri o borghi (meno di 2000 abitanti equivalenti) dove il collettamento con la rete centrale sia estremamente costoso. In questo caso, a seguito di un trattamento imhoff, e portando la superficie per abitante equivalente a 1,2-1,4 metri quadrati si ottiene una ottima depurazione delle acque di scarico civile.

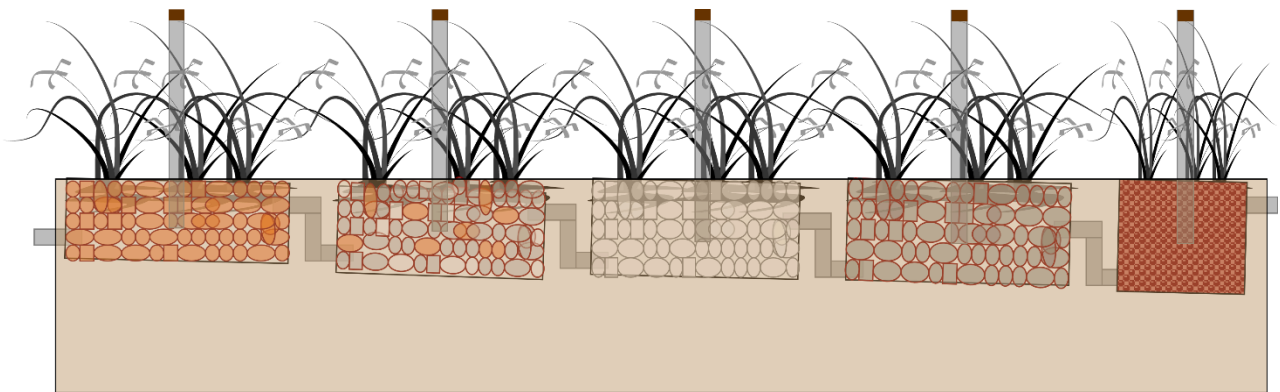


Fig. 1. Rappresentazione dell'impianto, costituito dal bacino impermeabilizzato con all'interno le vasche di depurazione contenenti diversi materiali e vegetate con specie locali di ambienti umidi. In ciascuna vasca è presente un tubo forato per garantire una buona areazione del materiale, dotato di un tappo di compost in grado di bloccare l'uscita di cattivi odori.

Allego alla presente nota un file dove sono esplicitati i processi chimico-fisico-biologici che sovrintendono al funzionamento della bio-pedodepurazione (Allegato 1).

5) Inquinamento urbano

Durante l'audizione ho riferito anche della necessità di attenzione alle acque di prima pioggia, vale a dire alle acque che dipartono da strade e centri abitati durante i primi 15 minuti di pioggia, ed equivalenti a circa 5 millimetri di pioggia.

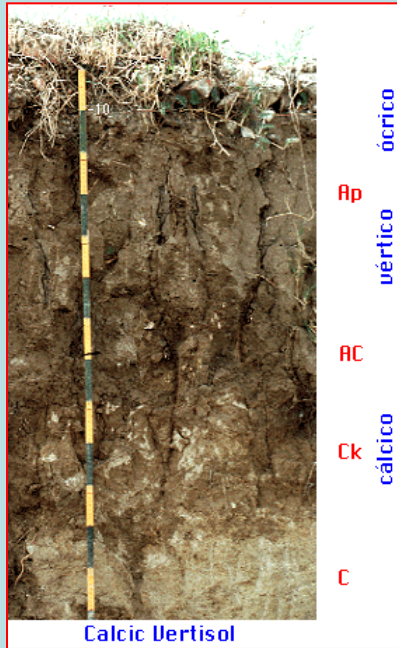
Soprattutto alle latitudini quali quelle italiane, e ancor più nel sud Italia, quando vi sono lunghi periodi senza pioggia, sull'asfalto delle strade e su tutte le superfici urbane impermeabilizzate si accumulano residui del traffico veicolare e delle altre attività umane: oli, tracce di combustibili, polveri di varia natura, gomme, plastiche, metalli pesanti, ecc.. Queste sostanze vengono asportate con la pioggia soprattutto nei primi 15 minuti, così che l'acqua di prima pioggia è carica di inquinanti di differente natura e, ancora troppo spesso nel nostro Paese, raggiunge rapidamente le acque interne o marine senza alcun trattamento.

Alle acque di prima pioggia fanno seguito le acque di seconda pioggia, vale a dire quelle derivanti dalle piogge dei successivi 15 minuti. Anche queste presentano un certo carico inquinante, pur minore rispetto alle precedenti.

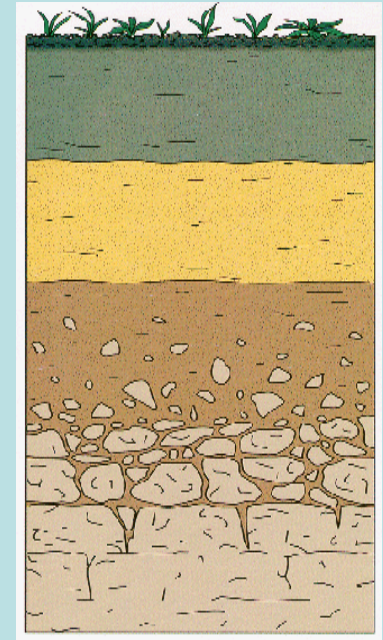
Per questo motivo è necessario arrivare al trattamento delle acque di prima e di seconda pioggia in tutta Italia, con sistemi alternativi a quelli delle acque reflue urbane.

Bio-pedo-depuration of wastewater

A pedological approach



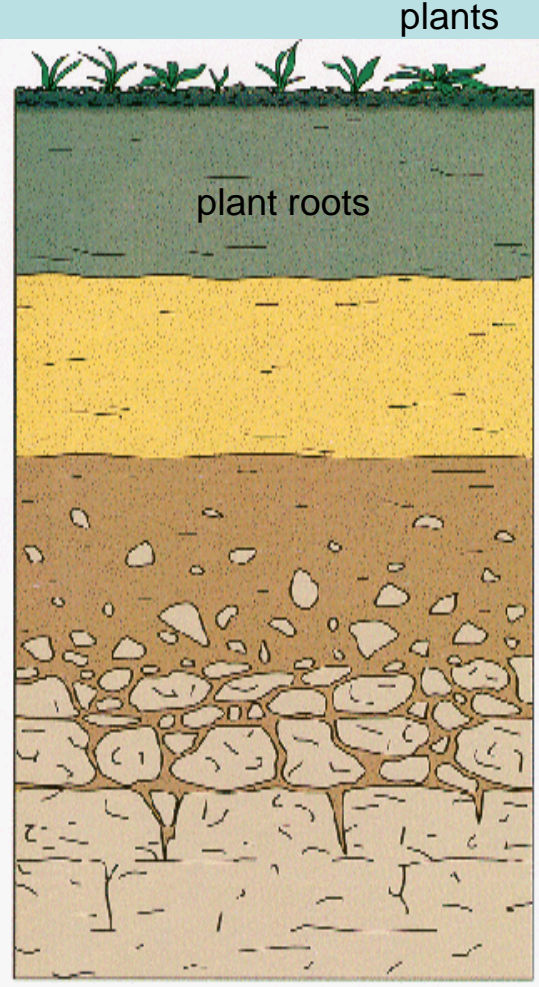
Giuseppe Corti



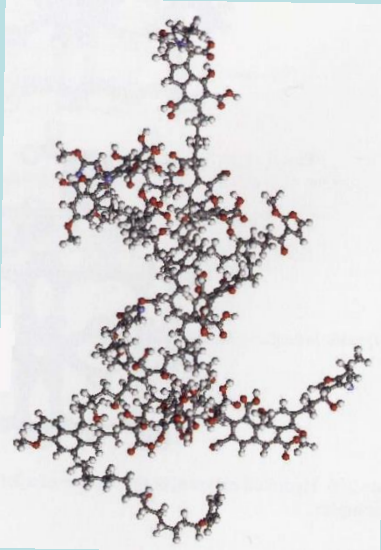
Department of Agricultural, Food and Environmental Sciences
Università Politecnica delle Marche
Via Brecce Bianche, Ancona (Italy)

g.corti@univpm.it

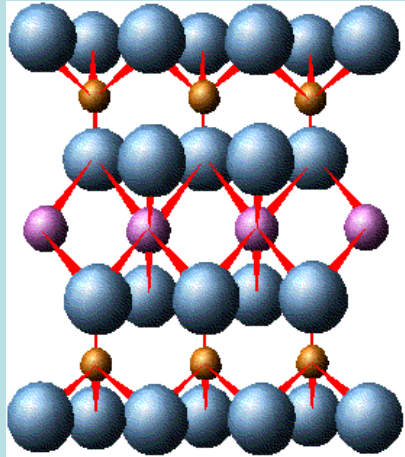
Soil is the environmental sphere designated to purify water



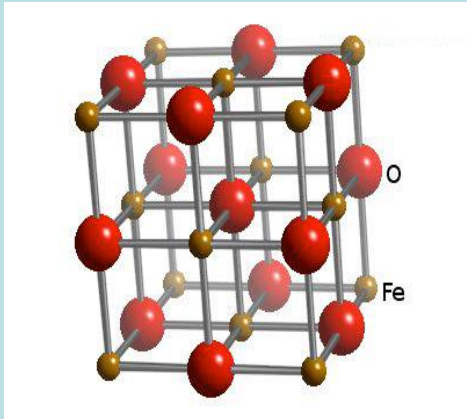
Soil is organized in horizons, each one with its composition



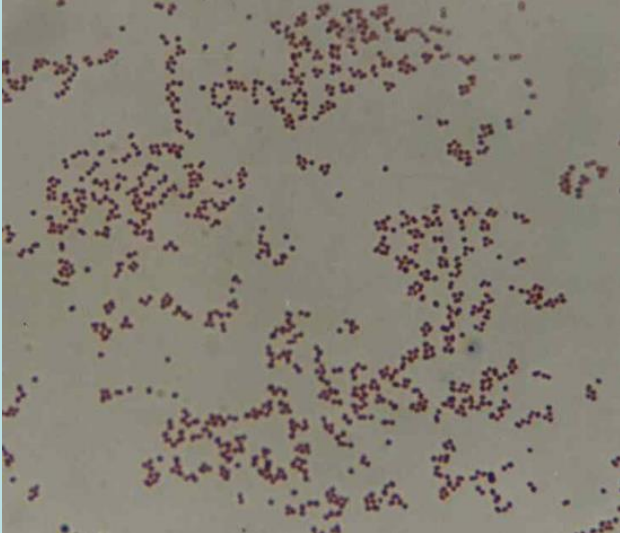
humic substances



2:1 clay minerals



Fe-oxy-hydroxides

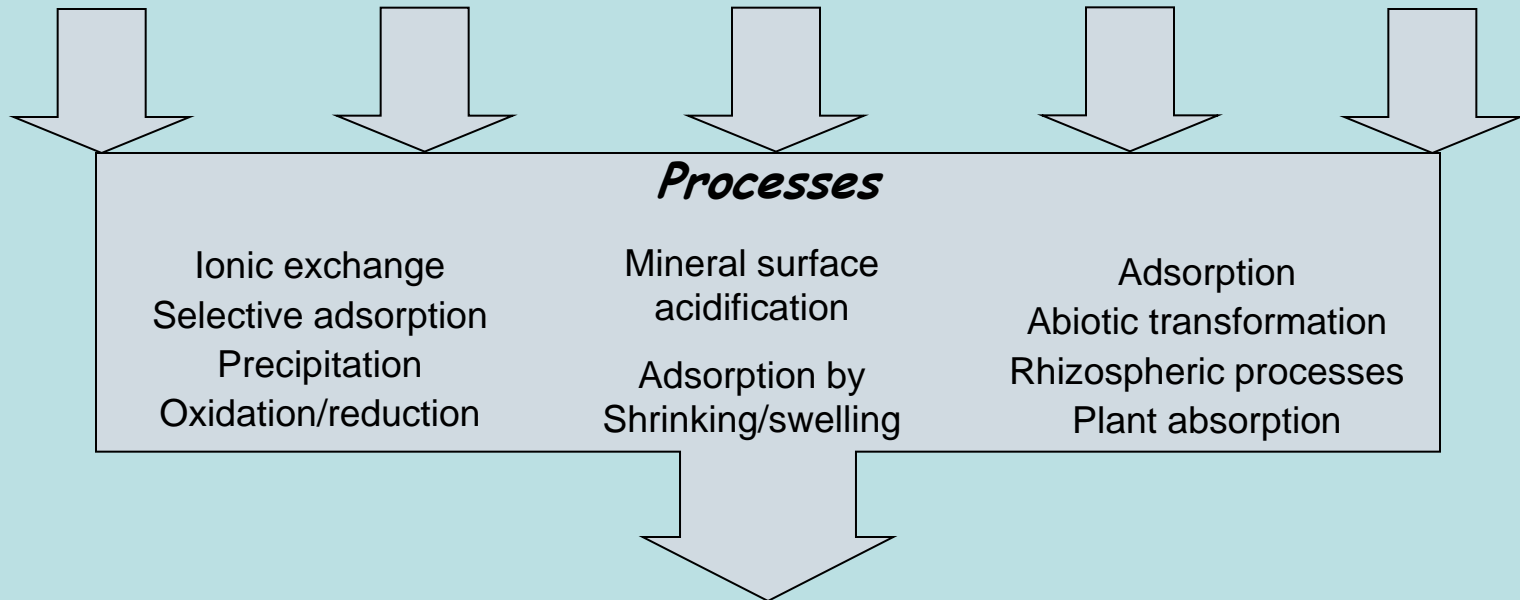


microbial communities

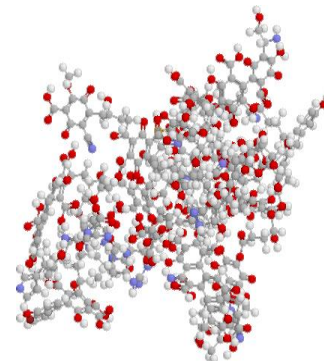
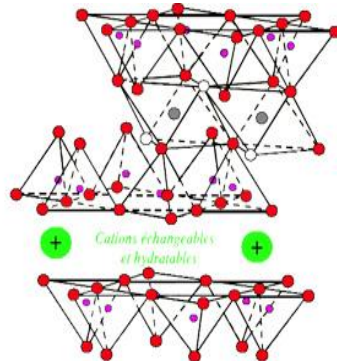
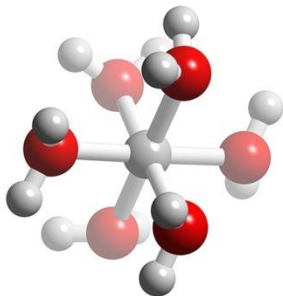
Soil solution

Inorganic cations (heavy metals)
and anions

Organic compounds
(hydrophilic and hydrophobic)

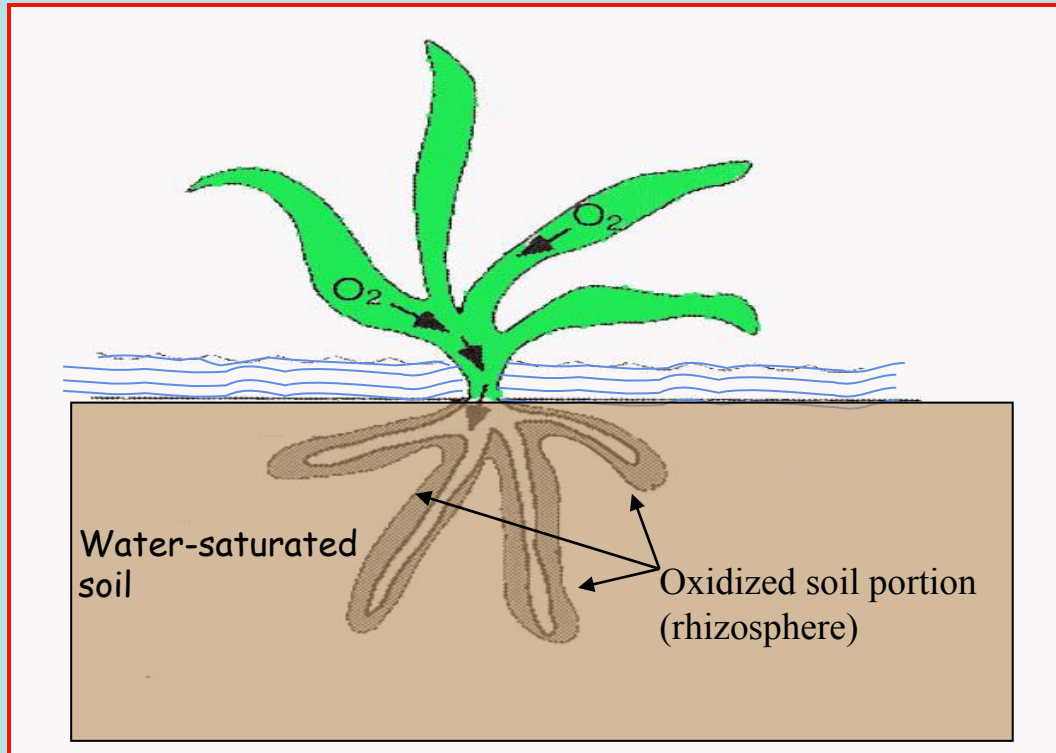


Soil components



Soil adsorption and degrading capacity is maintained thanks to rooting plants, which extract what the exchangeable complex has adsorbed. Because of this, components designated to adsorption do not reach saturation.

Plants act as a biological pump: they convert solar energy in chemical energy and carry on O_2 from leaves to roots, so allowing microorganisms colonizing the rhizosphere.

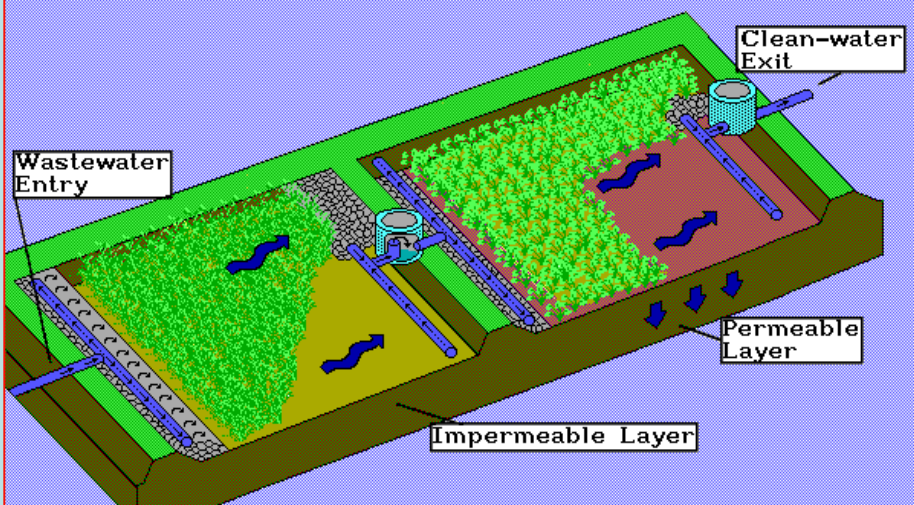


Paddy soil with oxidized rhizosphere

Thanks to all the processes and reactions occurring in soil, soils of different nature are used to dispose wastewaters of civil and agricultural origin.

Constructed wetlands is an example of soil use for treating wastewaters.

Constructed Wetland



JG

There is a branch of research devoted to find plants or genotypes able to accumulate high concentrations of heavy metals per mass of biomass.



Based on the idea of constructed wetlands, our approach consists of two major challenges:



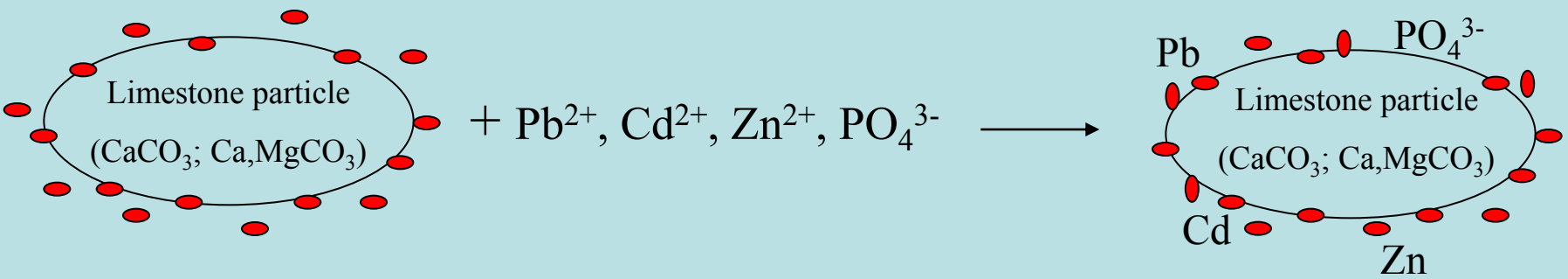
- to reconstruct soils (Technosols) suitable for different types of wastewater;
- to improve depurating capacity by using the minerals that in nature are more involved in water depuration so to allow reducing the surface to be used;
- to use *waste materials* containing useful minerals.

Let's go shortly to get a look on the materials we refer to and on the activity of their components...

Waste materials forming carbonates



action: heavy metals and phosphates co-precipitate at the surface of limestone particles because of CO_3^{2-} •



Waste materials forming Fe-oxy-hydroxides



bricks



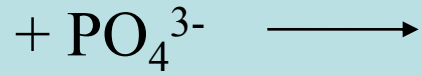
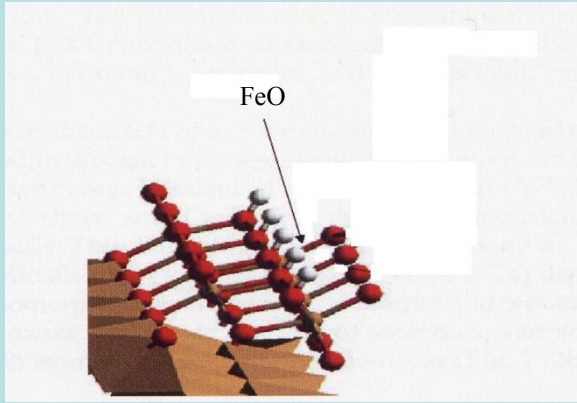
waste iron



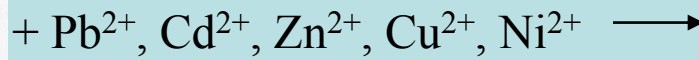
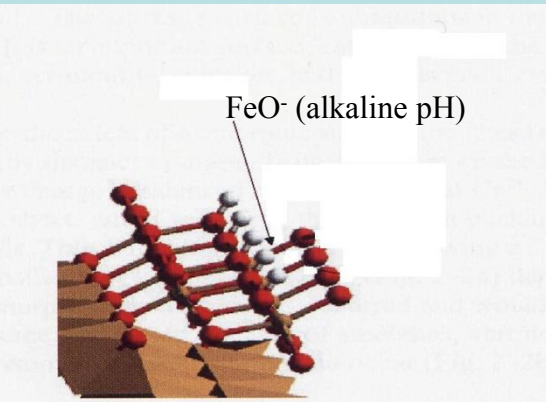
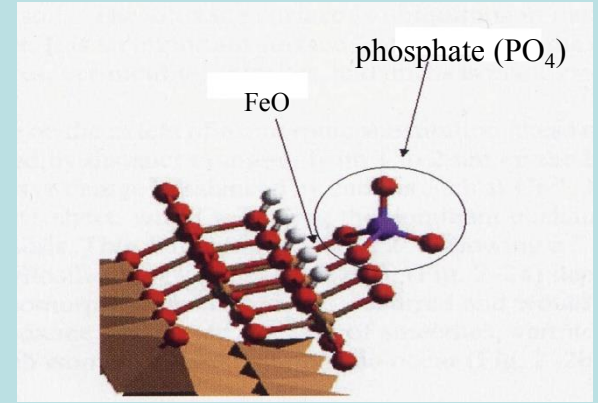
tiles



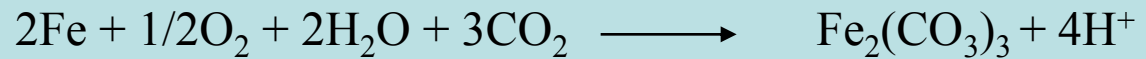
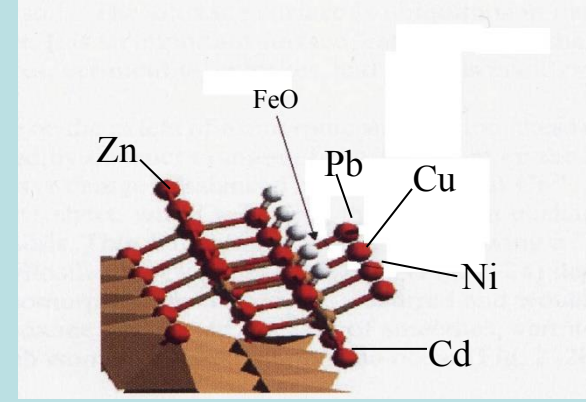
action:



ligands exchange



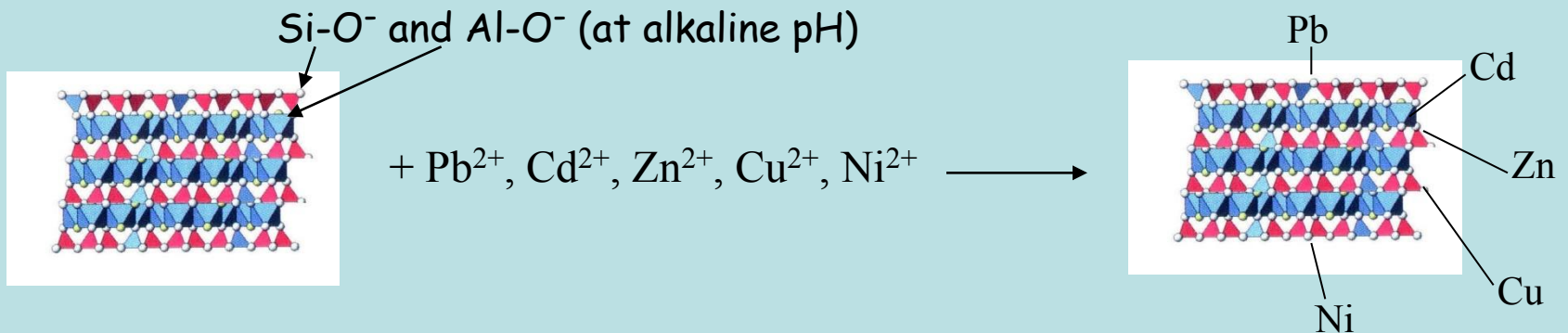
Ionic adsorption



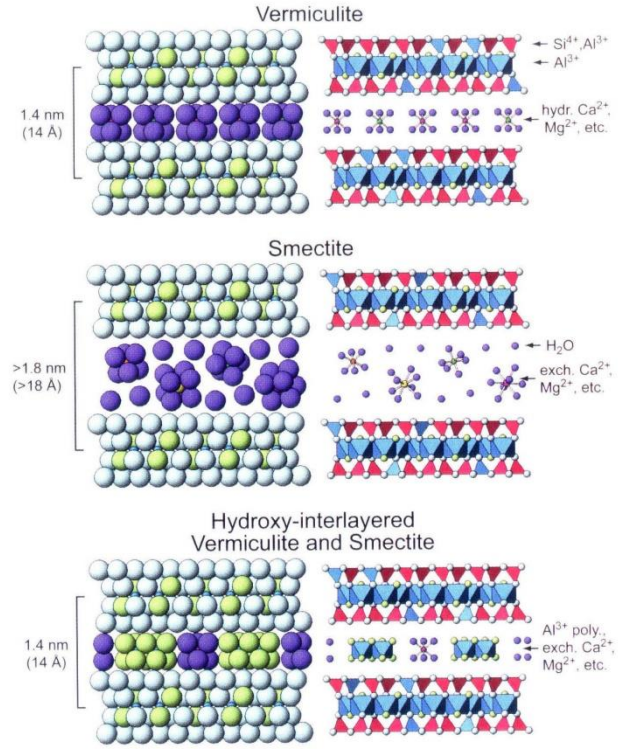
Waste materials forming kaolinite



action:

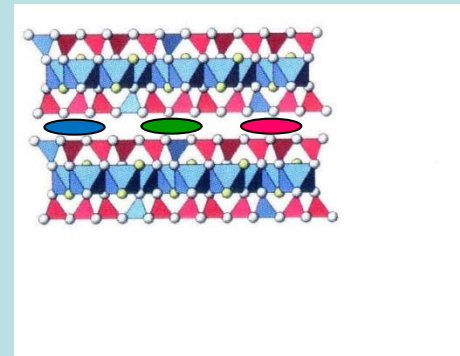
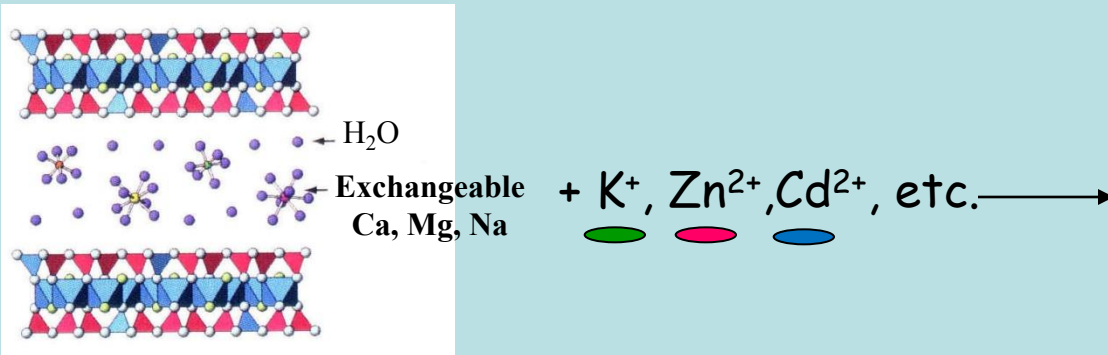


Waste materials forming clay minerals

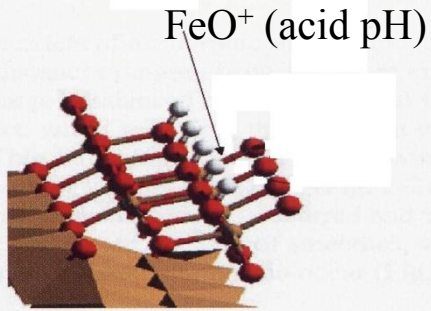


action:

the interlayer of clay minerals is able to selectively adsorb K⁺, NH₄⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, Cs⁺, Ba²⁺, Pb²⁺, Cd²⁺, Ag⁺, Al³⁺ and other ions

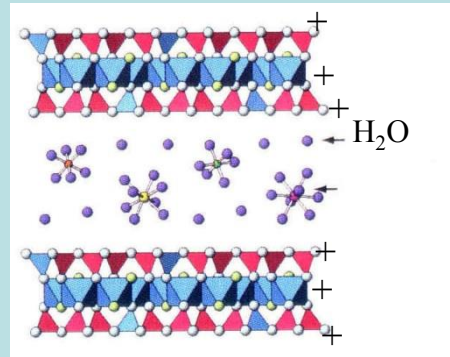
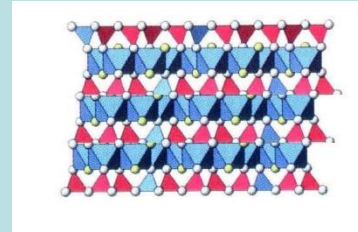


Fe-oxy-hydroxides



Kaolinite

Si-O⁺ and Al-O⁺ (at acid pH)



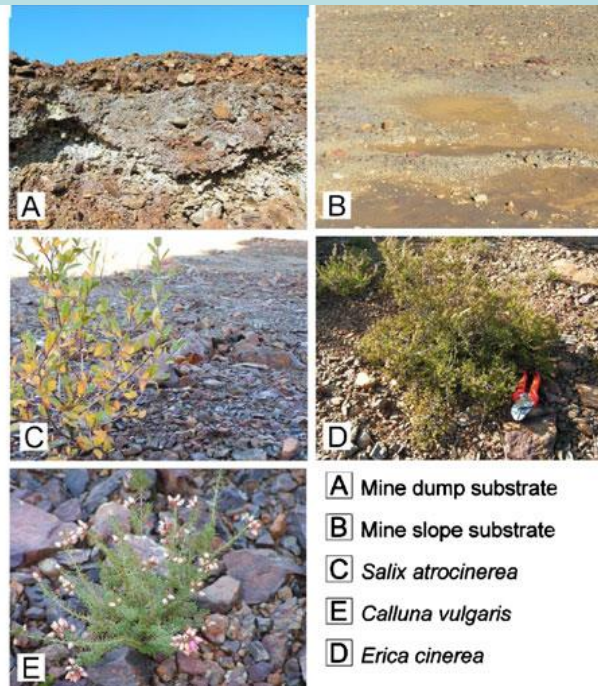
Clay
minerals

At acid (pH < 5.2-5.5), Fe-oxy-hydroxides, kaolinite and clay minerals can adsorb AsO_4^{3-} , VO_4^{3-} , phosphates, and other anions on the variable charges.

Other useful waste materials

Residues of limestone rocks deriving from mines operations: marble, marl, shale, flinstone;

Mine waste materials with a physiological acid pH (pyrite, ...), can be used to adsorb anions (PO_4^{3-} , AsO_4^{3-} , NO_3^- ,).

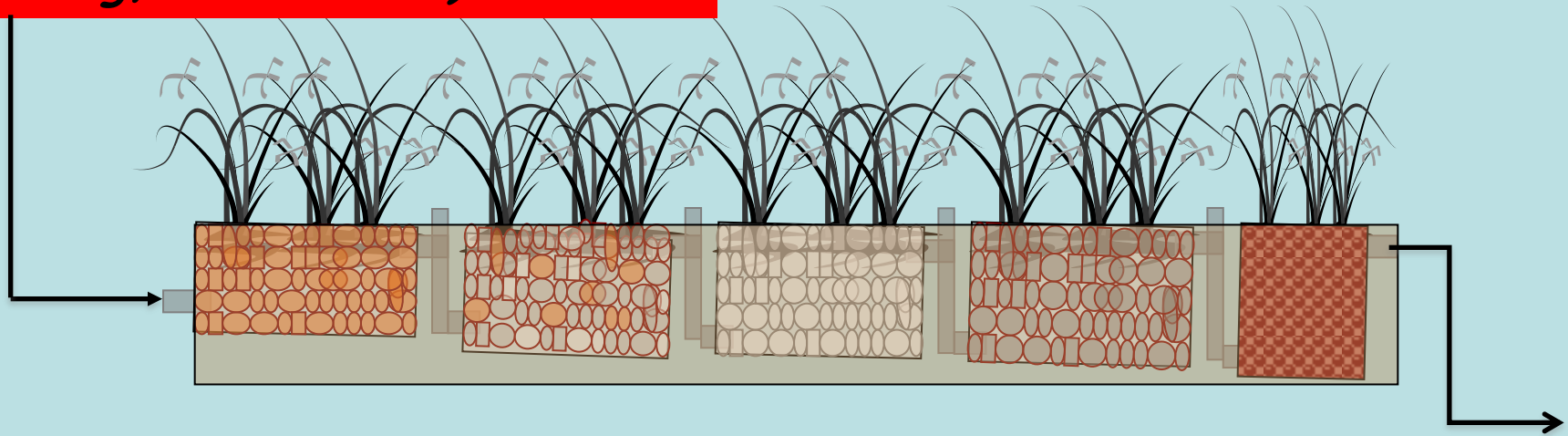


Copper mine at Touro, Galicia, Spain.

Amphibolite with pyrite, pyrrhotite, chalcopyrite. (JSSS, 2011. 11:221-230)

Scheme of a bio-pedo-treatment plant

Wastewater, sludge or water coming from pre-treatment plants (decanting, imhoff tank)



Decontaminated water

As in the constructed wetlands, in each segment there are processes such as:

- evapotranspiration

- plant absorption

- increase of temperature due to fermentation

- humification of SOM,

which help water to be depurated.

Bio-pedo treatment plant differentiates from other depurating systems for:

- use of waste lithic (and local) materials
- sequence of waste materials on the basis of their mineral composition and pH of the medium

Because of this, other things being equal, a water with a given polluting load can be treated in a smaller plant, contributing to save natural soil and landscape.



Olive trees grove or water treatment plant?

Bio-pedo-depuration plant in Tuscany, Italy.

The plant has been devised for a small village of 20 inhabitants

Villa garden or water treatment plant?

Bio-pedo-depuration plant in Tuscany, Italy.

The plant has been devised for a wine cellar producing 100 tons of wine

Major problems of cellar sludge:

- tannins
- lignified particles



The plant for cow rearing at Saint Christophe (Italy), in a cold area: 70 cows, about 200 m³ per year, amounting to 175 equivalent inhabitants*.

Surface of the plant: 207 m² (9x23 m) for a depth of 105 cm.

Material treated: sludge.



Major problems of the sludge:

- High organic load
- High microbial load

**equivalent inhabitant: biological organic load requiring a biochemical demand of oxygen at 5 days (BOD₅) equal to 60 g of oxygen per day. Roughly: the amount of biodegradable organics produced by an user in one day, or a volume of wastewater of 200 L per day per person.*

The plant at the Champagne cooperative cheese factory at Chambave (Aosta, Italy) - 486 m a.s.l., 45° parallel

Surface of the plant: 270 m²
(10x27 m); mean depth: 1 m.

Material treated: water from a
decanting plant with a diameter
of 6 m.

Major problems:

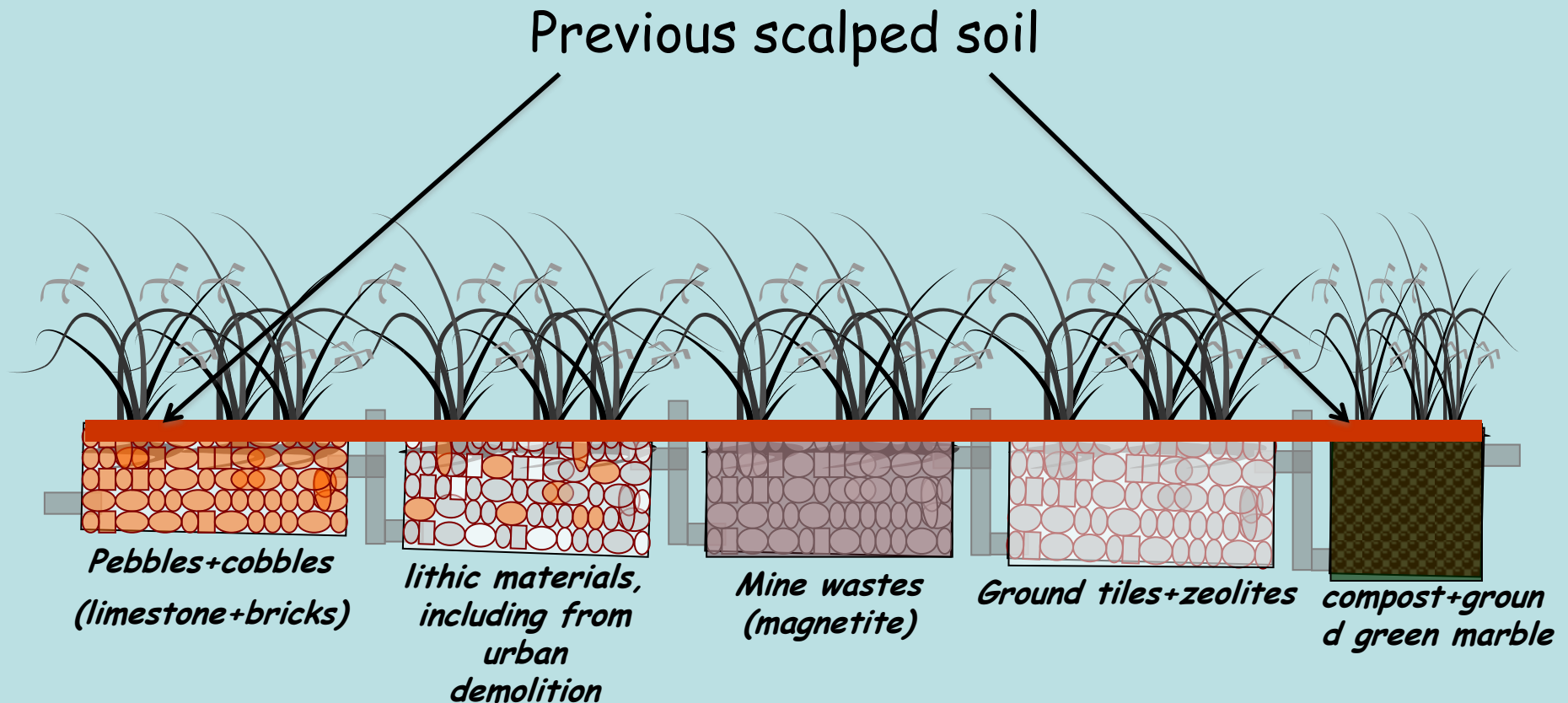
- Proteins
- Fat
- Soap



Plant of the Champagne cooperative cheese factory

350 Equivalent Inhabitant (70 m³/day), 270 m² = ~0.8 m²/EI

Roughly: considering porosity (~30%) and evapotranspiration (few), contact time of daily wastewater is 28 hours



Chemical and biological parameters of cheese factory wastewater before and after bio-pedo-treatment (Chambave, Aosta, Italy).

	Water in	Water out
BOD-5*	667.2 mg O ₂ L ⁻¹	129.4 mg O ₂ L ⁻¹
pH	5.56	6.86
Total bacteria load	8.8 x 10 ⁶ CUF [§] mL ⁻¹	1.4 x 10 ⁶ CUF mL ⁻¹
<i>Escherichia coli</i>	3.2 x 10 ⁶ CUF mL ⁻¹	1.2 x 10 ⁶ CUF mL ⁻¹
Fecal Streptococcus	2.6 x 10⁶ CUF mL⁻¹	0 CUF mL⁻¹
Total N	169.2 mg L ⁻¹	89.4 mg L ⁻¹

The system was not so efficient in this case, and we are now making longer the plant so to reach 360 m²: 10x36 m.

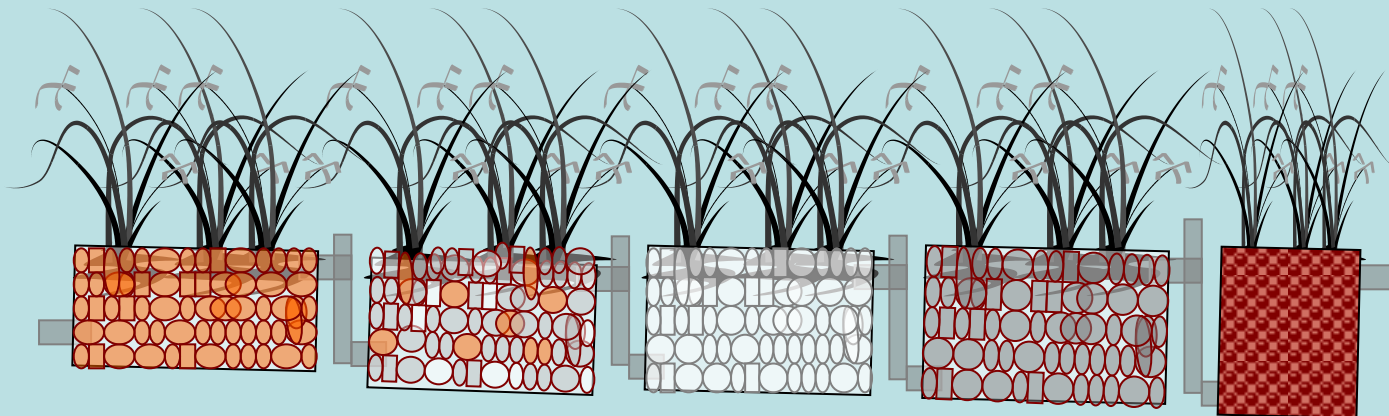
contact time of daily wastewater will be 37.5 hours

*BOD-5: biochemical Oxygen Demand at 5 days; it is an indirect determination of the organic matter content in the water, and it measures the consume of oxygen due to microorganisms in a given time. The water of a non-polluted river has a BOD-5 < 1 mg L⁻¹ di O₂.

§ CUF (Colony-Forming Units): number of living microorganisms, each one able to form a visible colony on a suitable solid nutritive substrate.

Consumption of waste materials

Based on the rate on mineral weathering calculated for five years of use, with no managing of the filling materials, the plant should maintain its functionality for about a **century**.



We may use the same approach in cases like flowerbeds, roundabouts, kennels, areas surrounding car-washing or parking lots, and in all situations where water flow can not be collected, so contributing to reduce air pollution too.



Beds (horizons) of different waste materis

In urban area, when particulate matter (PM10 and PM2.5) is trapped into a Technosol, its re-suspension in air due to wind blowing is really unlikely: organics are degraded, heavy metals are selectively adsorbed.

What we have learned with our experiments:

- Bio-pedo-treatment of wastewater with the use of waste materials is feasible and allows us reducing occupying surface so to preserve soil and landscape
- Waste materials to be used must be characterized for their physical, mineralogical and geo-chemical properties
- Needed contact times and fluxes inside the treating plants must be calculated more carefully
- Each wastewater requires its own Technosol, so much research on this aspect is needed.

Important message to be addressed:

let's save soil and let's use local waste materials

**World Health Organization 2005 motto:
Clean Care is Safer Care**

**ASEM 2014 motto could be:
Cleaner World is a Safer and Nicer World**



Thanks for your attention