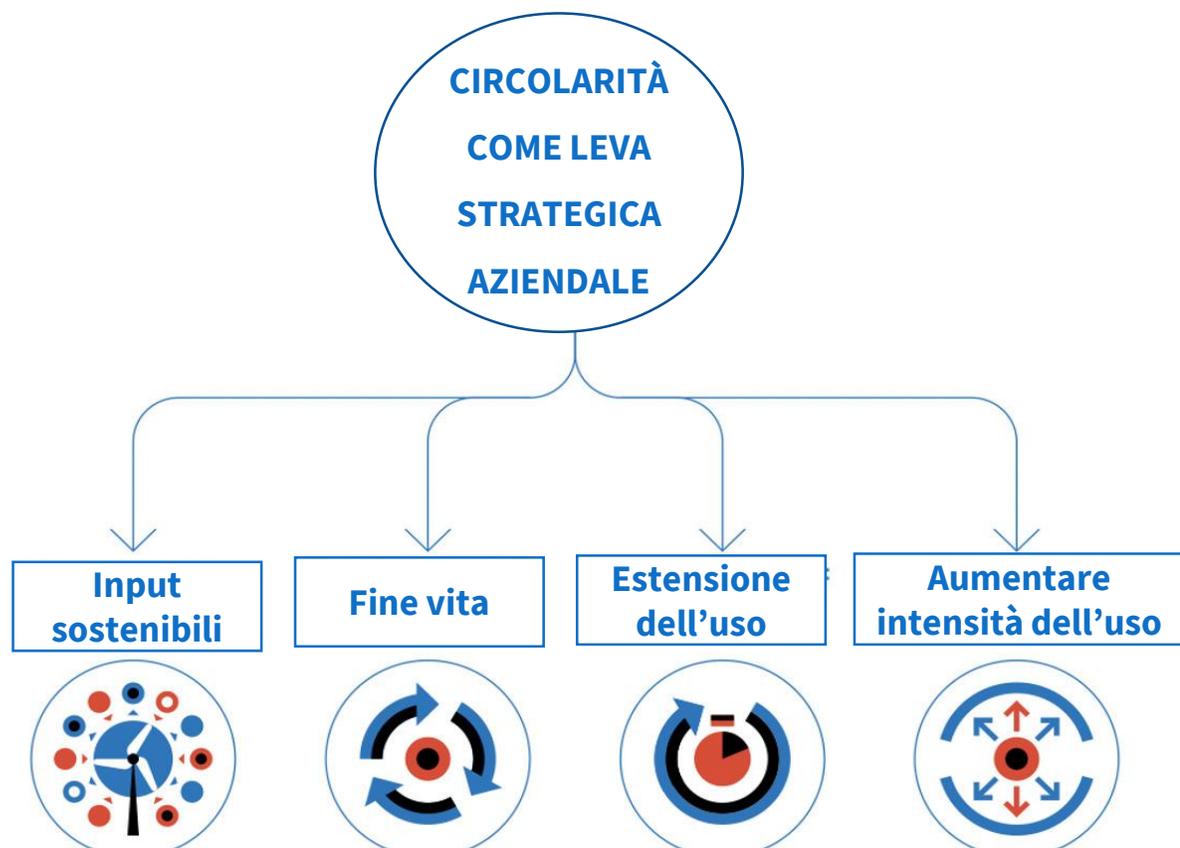




■ ACQUA E AMBIENTE: IL FUTURO È CIRCOLARE
WORKSHOP 13.07.2021



CIRCOLARITA' : DRIVER SVILUPPO ECONOMICO



6 maggio 2021 Gruppo Cap ha sottoscritto **il Protocollo per lo Sviluppo Sostenibile** di Regione Lombardia

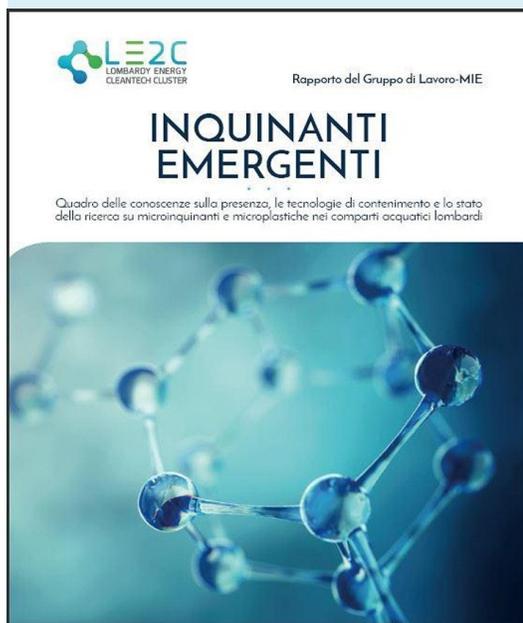
GRUPPO  **CAP**


SALAZZURRA
CENTRO RICERCHE GRUPPO CAP

- ❑ L'impegno del Gruppo CAP a favore di un modello economico sostenibile è profondamente radicato.
- ❑ **Una cultura di impresa volta alla sostenibilità**, significa condividere con il territorio e gli stakeholder il valore prodotto grazie alla nostra attività industriale.
- ❑ Gruppo CAP si propone di promuovere la **sostenibilità dei consumi** e degli usi della risorsa che amministra.



I microinquinanti emergenti (MIE) hanno fonti e vie di trasporto diverse. Un percorso importante sono gli impianti di trattamento delle acque reflue urbane (**UWWTP**) che sono stati progettati principalmente per ridurre i livelli di sostanze nutritive e materia organica; gli impianti di trattamento convenzionali riducono anche la concentrazione di molti microinquinanti, ma occorrono nuovi studi e nuove implementazioni tecnologiche per adeguare gli stessi alla rimozione totale.



Gruppo CAP ha contribuito alla redazione del Rapporto pubblicato nel settembre 2020 che affronta il problema degli inquinanti emergenti a scala regionale promuovendo un taglio metodologico innovativo per la gestione ed elaborazione dei dati, ma anche informativo preliminare dello stato della presenza degli inquinanti emergenti nei comparti acquatici e nelle acque reflue.

COSA POSSONO FARE I GESTORI DEL SII?

- Promuovere le **innovazioni** negli impianti di depurazione
- Lanciare la **ricerca full scale** su microinquinanti
- Promuovere **simbiosi industriali**



IL CASO STUDIO: PERFORM WATER2030



SUPPORTED BY



ROP ERDF 2014-2020 / INNOVATION AND COMPETITIVENESS

COSA?

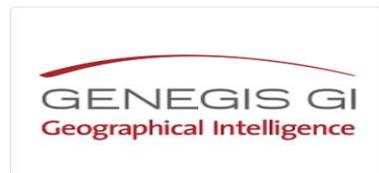
PERFORM WATER 2030 SI PONE L'OBIETTIVO DI REALIZZARE UNA PIATTAFORMA DI RICERCA, SVILUPPO E VALIDAZIONE DI TECNOLOGIE E STRUMENTI CONOSCITIVO/DECISIONALI, VOLTI A GARANTIRE UNA GESTIONE EFFICACE ED EFFICIENTE DEL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO.

COME?

PERFORM WATER 2030 COSTITUIRÀ UN LIVING LAB DI IMPORTANZA STRATEGICA PER IL SETTORE DELLE ACQUE PUBBLICHE. TECNOLOGIE E PRATICHE INNOVATIVE PERMETTERANNO DI DISEGNARE UN FUTURO PIÙ EFFICIENTE E SOSTENIBILE PER IL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO. IL PROGETTO, INOLTRE, MIRA A SUPPORTARE LA CRESCITA DEGLI OPERATORI DEL SETTORE PER FARLI DIVENTARE PROTAGONISTI E PROMOTORI DELL'INNOVAZIONE.

IL PROGETTO, CHE SARÀ DIFFUSO SUL TERRITORIO NEGLI IMPIANTI GESTITI DA GRUPPO CAP NEI COMUNI DELLA CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO, SI SVILUPPERÀ PRINCIPALMENTE IN **4 AMBITI TEMATICI: LINEA ACQUE, LINEA FANGHI, RECUPERO DI ENERGIA E MATERIA E VALORIZZAZIONE ECONOMICA E SOCIALE DELLE TECNOLOGIE**

CHI?





LINEA ACQUE



- *Processo Anammox*
- Contaminanti emergenti
- Emissioni in atmosfera
- Monitoraggio della qualità delle acque
- Ottimizzazione della rete acquedottistica
- Misure e modelli nei sistemi fognari

RECUPERO DI ENERGIA E MATERIA



- *Recupero di acqua, materia ed energia*
- *Upgrading del biogas*
- *Ottimizzazione della digestione anaerobica*

VALORIZZAZIONE DEI BIOSOLIDI



- *Minimizzazione della produzione dei fanghi*
- *Modellazione dei processi*
- *Valorizzazione termica dei fanghi*

VALORIZZAZIONE ECONOMICA E SOCIALE DELLE TECNOLOGIE



- *Coinvolgimento delle parti interessate*
- *Analisi dei costi e delle tariffe*
- *Operation & Maintenance*



CRITERI DI RICERCA BIBLIOGRAFICA E SCREENING QUALITATIVI

Le sostanze classificabili come microinquinanti emergenti attualmente oggetto di indagine all'interno del progetto PerFORM WATER 2030 sono state determinate attraverso un procedimento in due fasi propedeutiche alle sperimentazioni.

Ad una prima fase di **ricerca bibliografica** è seguita una seconda fase di **screening qualitativo ("Suspect Screening")** delle acque reflue degli impianti di depurazione che ha permesso di **generare una lista di sostanze da studiare**, effettivamente **rintracciabili nei reflui e rappresentative per classi di sostanze simili**.

Oltre ai microinquinanti emergenti, una parte del progetto è dedicata allo studio degli elementi in traccia, che possono sfuggire ai trattamenti convenzionali, specificatamente progettati per la rimozione della sostanza organica

	Nome	Categoria d'uso
1	Carbamazepina	Farmaceutico/ Antiepilettico
2	Lamotrigina	
3	Diclofenac	Farmaceutico/ Antinfiammatorio (FANS)
4	Ketoprofene	
5	Amisulpride	Farmaceutico/ Antidepressivo
6	Irbesartan	Farmaceutico/ Antipertensivo
7	Propifenazone	Farmaceutico/ Analgesico-antipiretico
8	Metoprololo	Farmaceutico/ Beta-bloccante
9	Gabapentin-lattame	Prodotto di trasformazione del Gabapentin
10	Metilbenzotriazolo	Industriale/ Inibitore di corrosione
11	Sulfametossazolo	Antibiotico/ Sulfonamide
12	Ofloxacina	Antibiotico/ Chinolone
13	Claritromicina	Antibiotico/ Macrolide
14	Azitromicina	

Lista dei composti polari analizzati nelle acque e la loro categoria d'uso



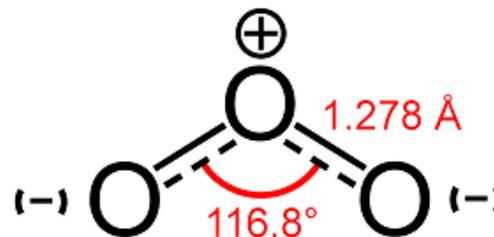
LA SFIDA MICROINQUINANTI NEL PERFORM WATER2030

Nell'ambito del progetto PerFORM WATER 2030, sono state attuate **tre soluzioni tecnologiche** in relazione alla rimozione di microinquinanti emergenti dalle acque reflue:



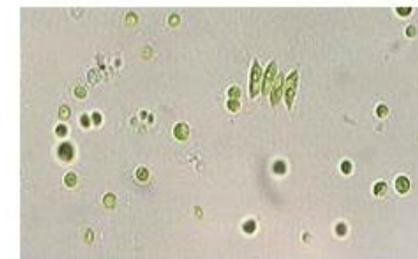
ADSORBIMENTO SU CARBONE ATTIVO

Si prevede di progettare e realizzare un impianto a scala pilota per la rimozione dei microinquinanti nel refluo in uscita dai sedimentatori secondari del depuratore di San Giuliano Milanese Est tramite tecnologia Actiflo™ Carb, brevettata dal gruppo Veolia



OSSIDAZIONE CHIMICA

L'impianto pilota, dal volume complessivo di 930 litri, si compone di una doppia colonna di reazione e da un comparto di ossidazione avanzata costituito da reattori da laboratorio da 1 a 5 litri per processi di fotolisi, fotocatalisi, catalisi e da un comparto di adsorbimento su carbone attivo (colonna da 5 litri).



PURIFICAZIONE CON MICROALGHE

Inserimento di colture algali nel ciclo della depurazione e sull'utilizzo della biomassa algale ottenuta per la produzione di nanoparticelle di ferro zero-valente (nZVI, nano Zero-Valent Iron) incapsulate in carbonio tramite HTC (Hydrothermal Carbonization o carbonizzazione idrotermica).



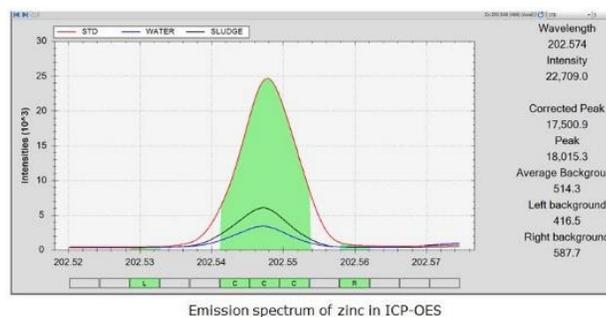
LA SFIDA MICROINQUINANTI NEL PERFORM WATER2030

TECNICHE ANALITICHE PER LA MISURAZIONE DI MICROINQUINANTI

Attività preliminari hanno permesso di identificare alcune classi di microinquinanti: 10 prodotti farmaceutici, 1 prodotto di trasformazione farmaceutica e 1 composto industriale nelle acque reflue; 5 fragranze e diversi oligoelementi rilevati nelle acque



METODO ANALITICO PER MICROINQUINANTI POLARI



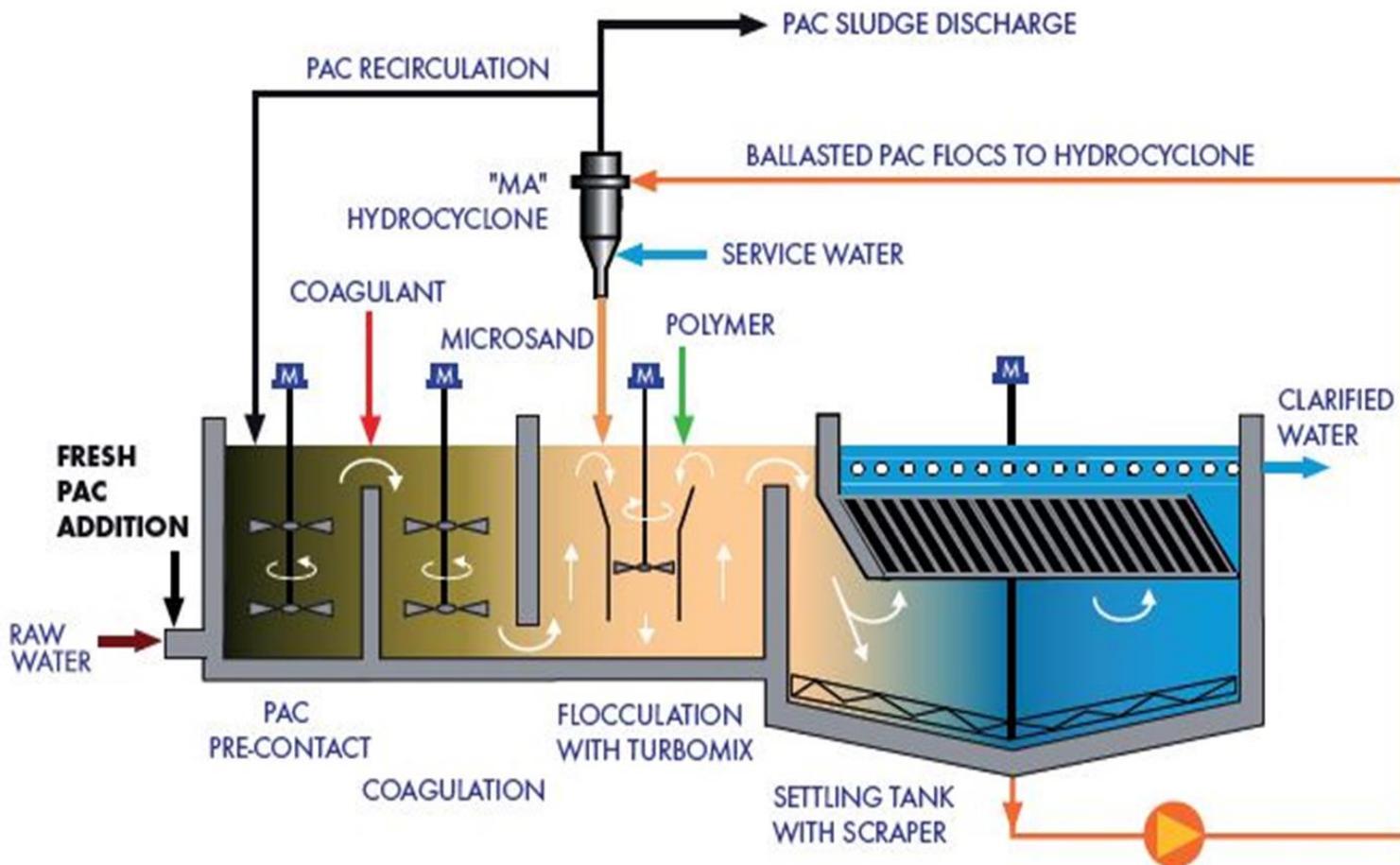
METODI ANALITICI PER GLI ELEMENTI IN TRACCIA



METODI ANALITICI PER LA DETERMINAZIONE DEGLI ODORI ATTRAVERSO I CAMPIONI DI ACQUE REFLUE E DEI FANGHI



PERFORM WATER 2030: CARBONI ATTIVI PER LA RIMOZIONE DEI MIE



TECNOLOGIA: Actiflo™ Carb, brevettata dal gruppo Veolia - impianto chimico-fisico in cui vengono rimossi i microinquinanti emergenti contenuti nel refluo. Tale tecnologia consente di ottimizzare l'uso del PAC (carbone attivo in polvere) all'interno di un impianto molto compatto e performante.

Tra i diversi processi di depurazione, **l'adsorbimento con carbone attivo risulta essere molto efficace quando occorre rimuovere sostanze in tracce o in piccole quantità**, che possono sfuggire ai processi convenzionali di depurazione dei reflui urbani.



PERFORM WATER 2030: CARBONI ATTIVI PER LA RIMOZIONE DEI MIE

Parametri di funzionamento scelti nelle varie configurazioni di funzionamento impianto pilota

Actiflo Carb

Parametro			
Portata in ingresso (m3/h)	6	8,6	
Concentrazione di PAC nel sistema (gSST/l)	Variabile da 0,25 a 1		
Dosaggio di PAC fresco (mg/l)	5	10	20

Per ogni configurazione, dopo aver aspettato il rispettivo SRT, si sono svolte due giornate di campionamento in cui si sono prelevate 5 aliquote da 0,75 l per ogni punto di prelievo: in ingresso e in uscita dall'impianto pilota.

Giorno analisi	Configurazione	PAC	Portata	Dosaggio PAC fresco	Conc. PAC teorica	Conc. PAC effettiva media
-	-	-	(m3/h)	(ppm)	(g/L)	(g/L)
13/05/2019	A	1	8.6	10	1.00	1.19
14/05/2019						
27/05/2019	B	1	6	10	1.00	0.86
28/05/2019						
04/06/2019	C	1	8.6	20	1.00	0.61
05/06/2019						
12/06/2019	D	1	6	20	1.00	0.57
13/06/2019						
24/06/2019	E	1	8.6	10	0.85	0.73
25/06/2019						
08/07/2019	F	1	6	10	0.85	0.79
09/07/2019						
16/07/2019	G	1	8.6	10	0.50	0.51
17/07/2019						
24/07/2019	H	1	6	10	0.50	0.56
25/07/2019						
30/09/2019	I	1	6	10	0.25	0.49
01/10/2019						
09/10/2019	L	1	6	20	0.25	0.29
10/10/2019						
15/10/2019	M	1	8.6	20	0.25	0.29
16/10/2019						
21/10/2019	N	1	8.6	10	0.25	0.28
22/10/2019						
28/10/2019	O	1	6	10	0.25	0.30
29/10/2019						
02/12/2019	P	1	8.6	5	0.25	0.28
03/12/2019						



PERFORM WATER 2030: OSSIDAZIONE CON OZONO PER RIMOZIONE MIE

ATTIVITÀ PREVISTE:

la progettazione, la realizzazione, l'installazione e la conduzione impianto pilota per il trattamento con Ozono dell'effluente secondario filtrato, al fine della rimozione di composti microinquinanti organici e inorganici.

IMPIANTO PILOTA MIE

Trattamento refluo in uscita dalla filtrazione dopo intercettazione dosaggio ipoclorito)

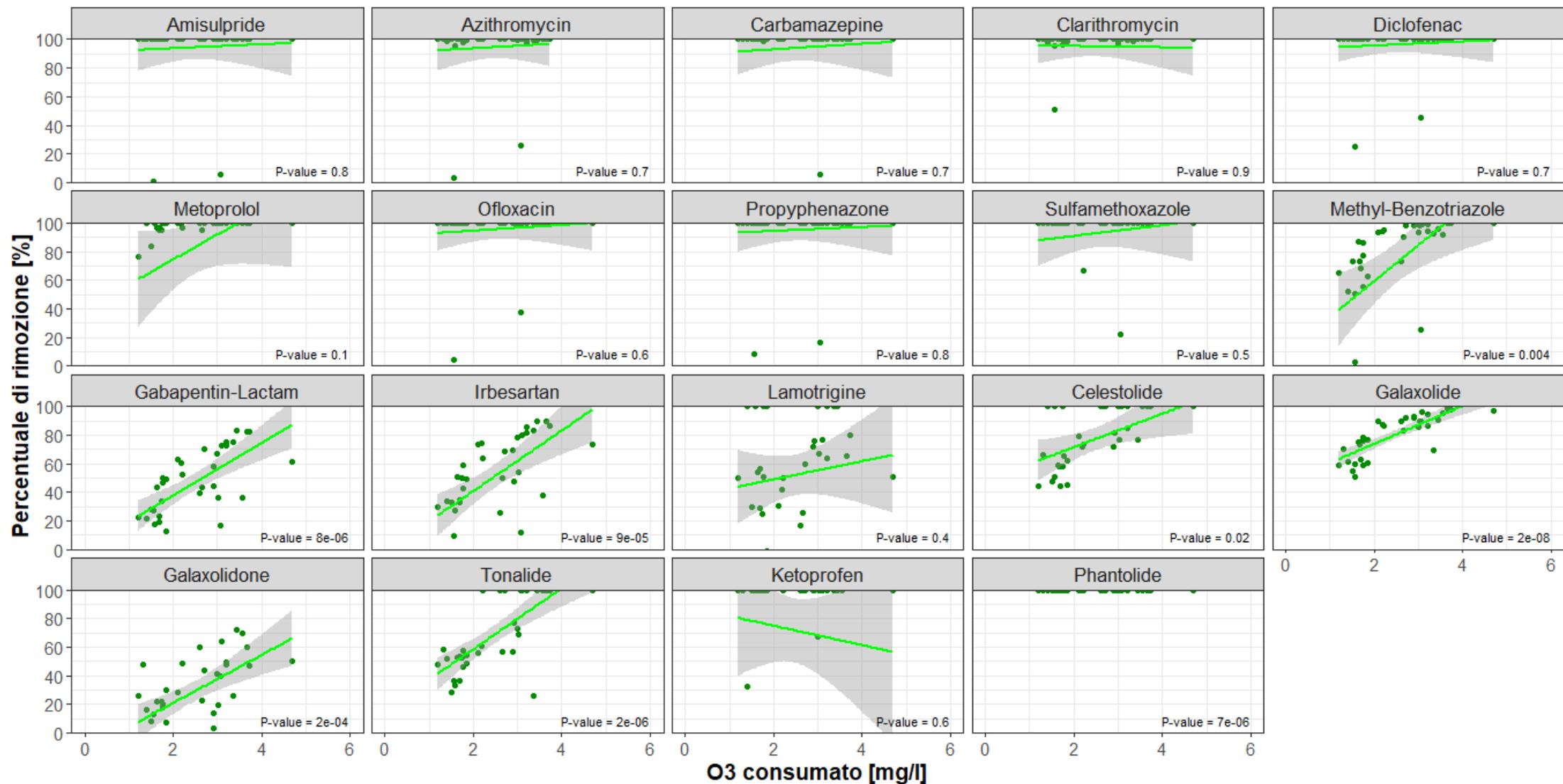
Reattore composto da due colonne:

- V = 650 litri (325 l/colonna)
- H= 6m
- Diffusore microporoso
- Generatore ozono con funzionamento ad ossigeno puro (Pot : 100g/h)
- Analizzatori O₃ in gas IN e OFF GAS reattore
- 2 punti di campionamento:
 - OUT 1 colonna
 - OUT 2 colonna



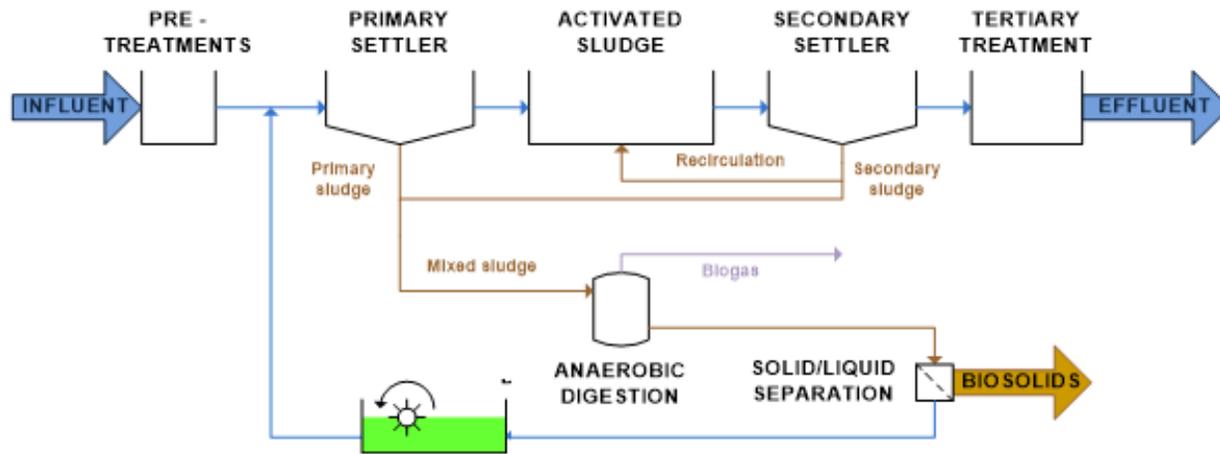


RIMOZIONE MICROINQUINANTI





PERFORM WATER 2030: MICROALGHE PER RIMOZIONE MIE



Si tratta di **un trattamento termochimico** che avviene in condizioni di temperatura e pressione abbastanza contenute (180-250°C e 15-30 bar) sfruttando l'acqua come unico solvente di processo.

Ciò determina la formazione di un materiale adsorbente con forte potere riducente, il quale si caratterizza anche per interessanti proprietà magnetiche che rendono tali nanoparticelle una soluzione innovativa per la rimozione di metalli e contaminanti organici emergenti dalle acque.

L'attività è volta alla **produzione di nanoparticelle di ferro zero-valente incapsulate in una matrice carboniosa a scala di laboratorio**, da impiegare per il trattamento dei reflui dai contaminanti in essi disciolti.

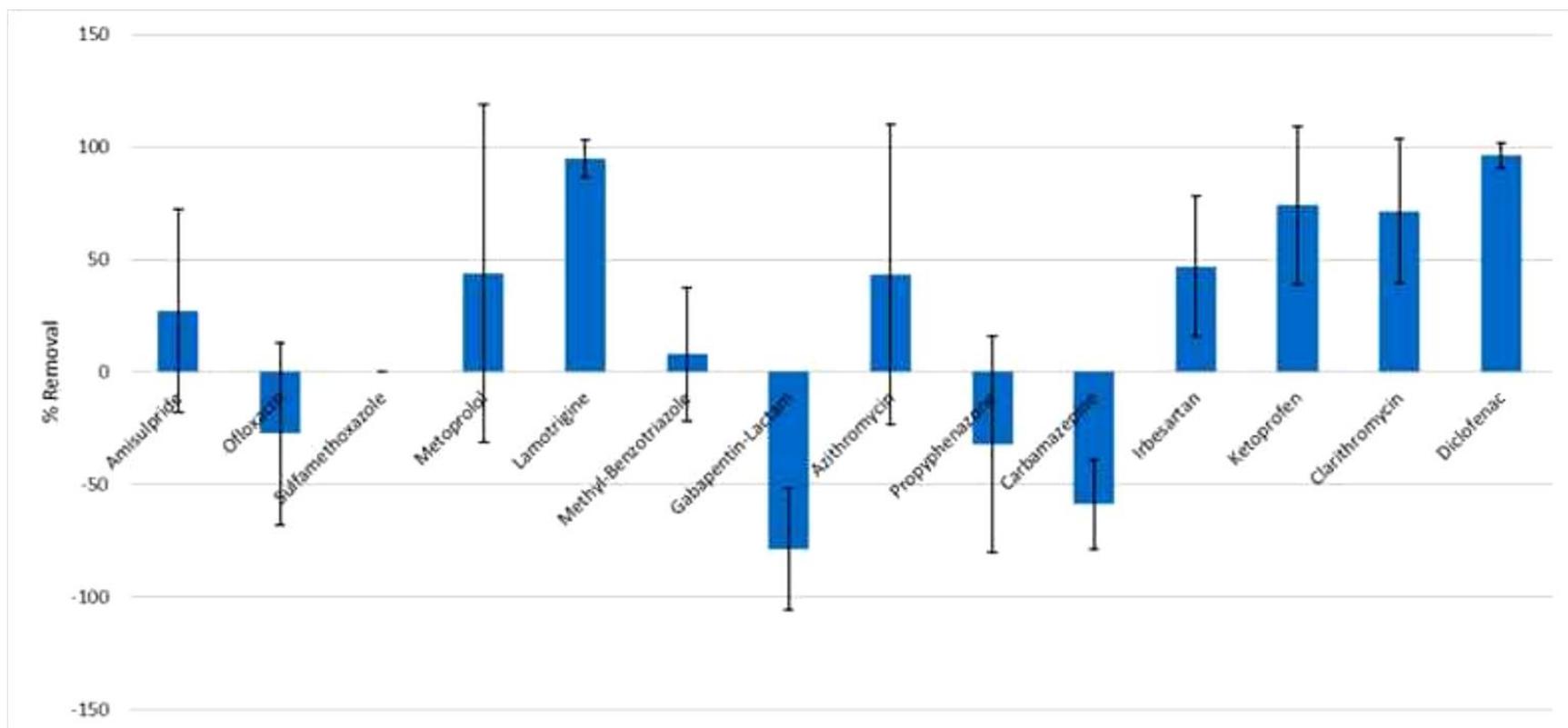
Partendo da nitrato di ferro e da biomassa microalgale, le nanoparticelle vengono ottenute mediante il processo di carbonizzazione idrotermica (HTC).





PERFORM WATER 2030: MICROALGHE PER RIMOZIONE MIE

La rimozione di composti organici in sistemi che sfruttano microalghe e batteri, proprio come il raceway di Bresso, può avvenire attraverso adsorbimento e assorbimento ad opera delle microalghe, degradazione, ossidazione batterica o semplicemente per foto-ossigenazione.



La rimozione è apparsa promettente in particolare per **Diclofenac, Lamotrigine e Ketoprofen** con efficienze **superiori all'80%**.



VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER IL RIUSO

GESTIONE DEL RISCHIO PER LA SALUTE

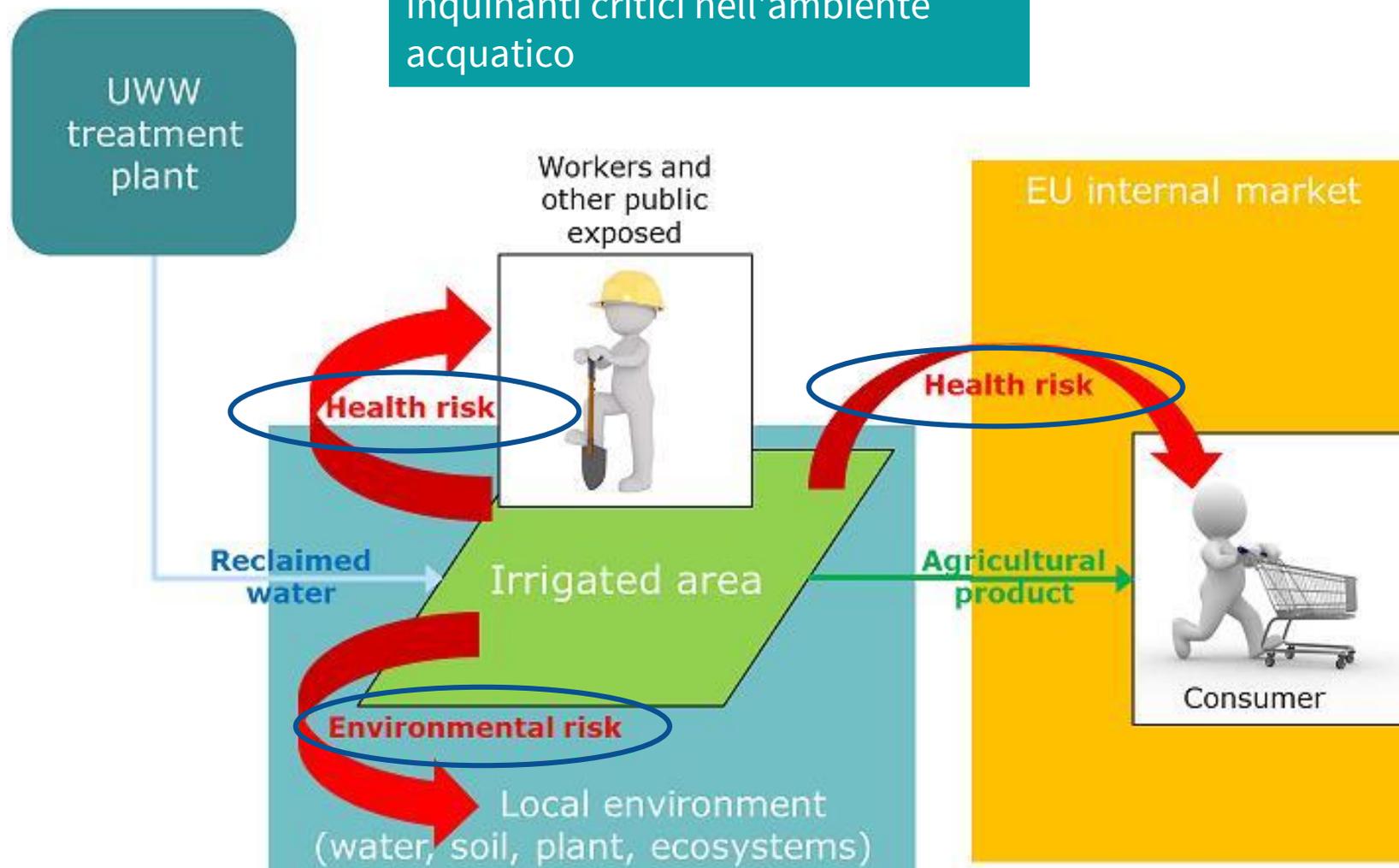
gli strumenti per valutare l'impatto di questi inquinanti sulla vita acquatica e sulla salute umana devono essere ulteriormente sviluppati e perfezionati

GESTIONE DEL RISCHIO PER L'AMBIENTE

- devono essere esplorate e implementate tecnologie di bonifica e trattamento delle acque convenienti e appropriate

CAMBIAMENTO DEL FEEDSTOCK- le strategie di utilizzo e smaltimento, insieme alla ricerca di prodotti e processi più rispettosi dell'ambiente, dovrebbero mirare a ridurre al minimo l'introduzione di inquinanti critici nell'ambiente acquatico

ridurre al minimo l'introduzione di inquinanti critici nell'ambiente acquatico





VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER IL RIUSO

Al fine di minimizzare l'introduzione di microinquinanti emergenti nell'ambiente tramite riutilizzo irriguo dell'acqua depurata, è stata analizzata, presso il depuratore di Peschiera Borromeo l'abbattimento di farmaci, prodotti per la cura della persona e PFAS all'interno della filiera di trattamento delle acque.



Risultati dell'analisi:

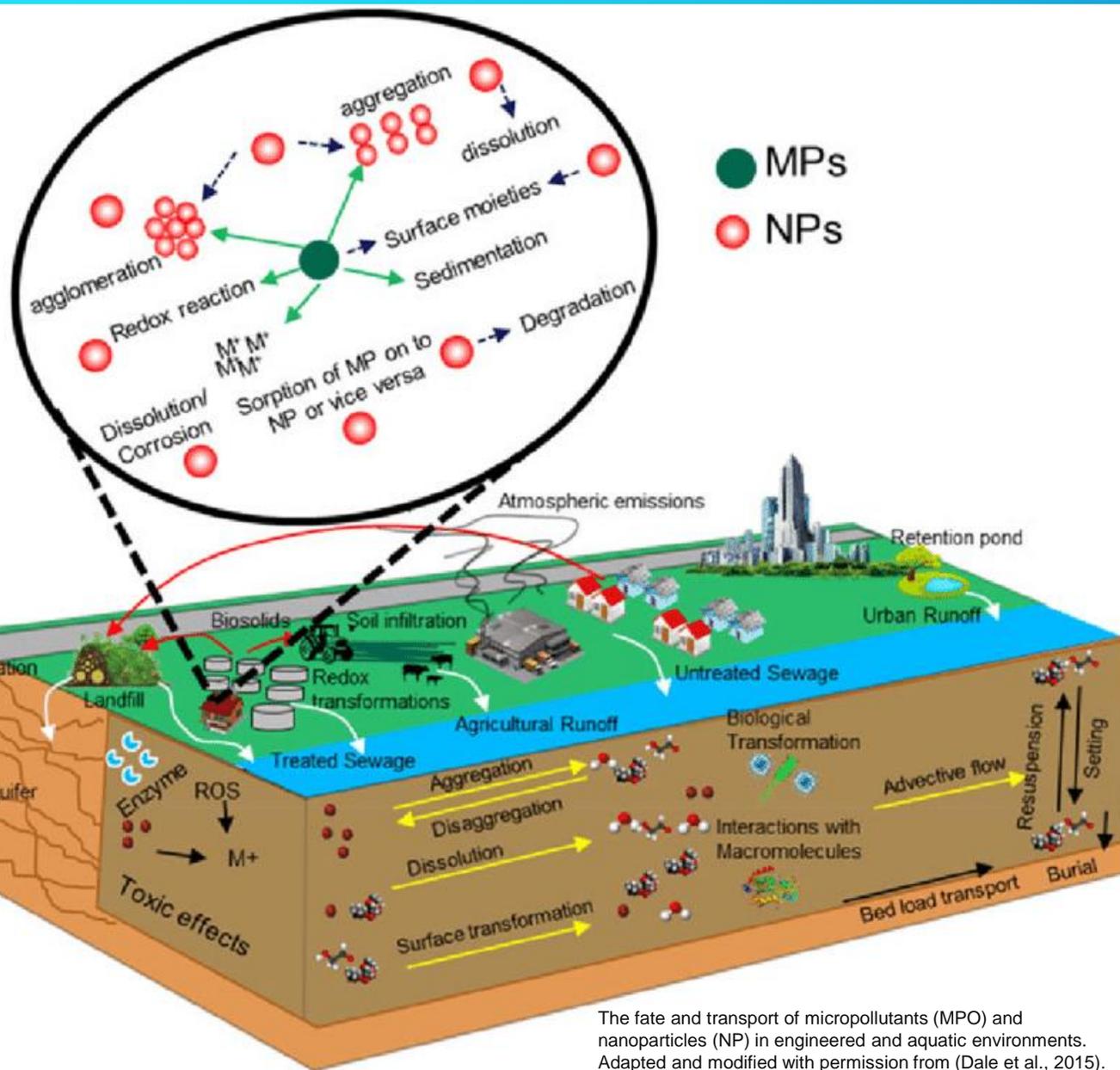
- Per i PFAS, si è registrato un abbattimento quantitativo per tutti i composti analizzati
- Per i farmaci si sono evidenziate grosse differenze tra le diverse molecole, con una percentuale di abbattimento molto bassa per alcuni dei composti

Antibiotici
Ciprofloxacina
Clarithromycin
Ofloxacina
Antiinfiammatori
Diclofenac
Ibuprofen
Ketoprofen
Naproxen
Antiipertensivi
Irbesartan
Valsartan
Cardiovascolari
Atenolol
Azione sul Sistema Nervoso
Carbamazepina
Diuretici
Furosemide
Hydrochlorothiazide
Gastrointestinali
Ranitidine
Regolatori Lipidici
Bezafibrate
Prodotti per la Cura Personale
PBSA
Benzophenone- 4
Triclosan

SANITATION SAFETY PLAN (SSP)



Istituto di Ricerca sulle Acque
CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE



The fate and transport of micropollutants (MPO) and nanoparticles (NP) in engineered and aquatic environments. Adapted and modified with permission from (Dale et al., 2015). Copyright (2015) American Chemical Society.

Il trattamento dei microinquinanti emergenti nelle acque reflue è anche a supporto dei vari progetti che CAP ha in corso sul riuso irriguo dell'acqua depurata

FOCUS TEMATICO PER IL FUTURO:

Valutazione del rischio eco tossicologico (ERE Ecotoxicological Risk Evaluation) di microinquinanti dai reflui urbani per il riuso

- ❑ ERE fornisce strumenti decisionali essenziali alle autorità pubbliche per stabilire politiche ambientali e condurre una pianificazione territoriale
- ❑ Questo tipo di valutazione si basa su due categorie: (1) la prima, basata sul rischio legato a ogni singolo inquinante (singole sostanze ERE); (2) la seconda, considerando tutti gli inquinanti presenti, e l'“effetto cocktail” (miscela ERE)



MICROPLASTICHE: PROPOSTA MONITOR

La questione di microplastiche è stata affrontata nella proposta progettuale **H2020 MONITOR** presentata da CAP, in qualità di coordinatore su call SC1-BHC-2020

Gli obiettivi del progetto erano di approfondire la conoscenza sull'evoluzione delle microplastiche lungo il processo di depurazione del refluo urbano, andando a testare le migliori tecnologie disponibili di campionamento e analisi, e a valutarne la tossicità umana e per l'ambiente delle quantità rilevate.

STRUTTURA PROGETTUALE



3 casi studio principali

con determinazione dei bilanci di materia di micro- e nano-plastiche su acqua e fanghi e sviluppo di best practice di gestione dell'impianto

- Milano (CAP): coinvolti i depuratori di Robecco, Assago e Basiglio.
- Amburgo (Hamburg Wasser)
- Helsinki (HSY)



5 casi studio aggiuntivi

esclusivamente dedicati all'analisi di campioni di acqua e fanghi

- 3 disponibili per soci Water Alliance
- Budapest
- Uno negli USA tramite contatto University North Carolina



2 casi studio di sviluppo

- Comportamento plastiche biodegradabili durante il processo di depurazione (Novamont)
- Valutazione utilizzo ceppi fungini per degradazione specifica micro- e nano-plastiche (UniPv)



PROPOSTA MONITOR: TRL

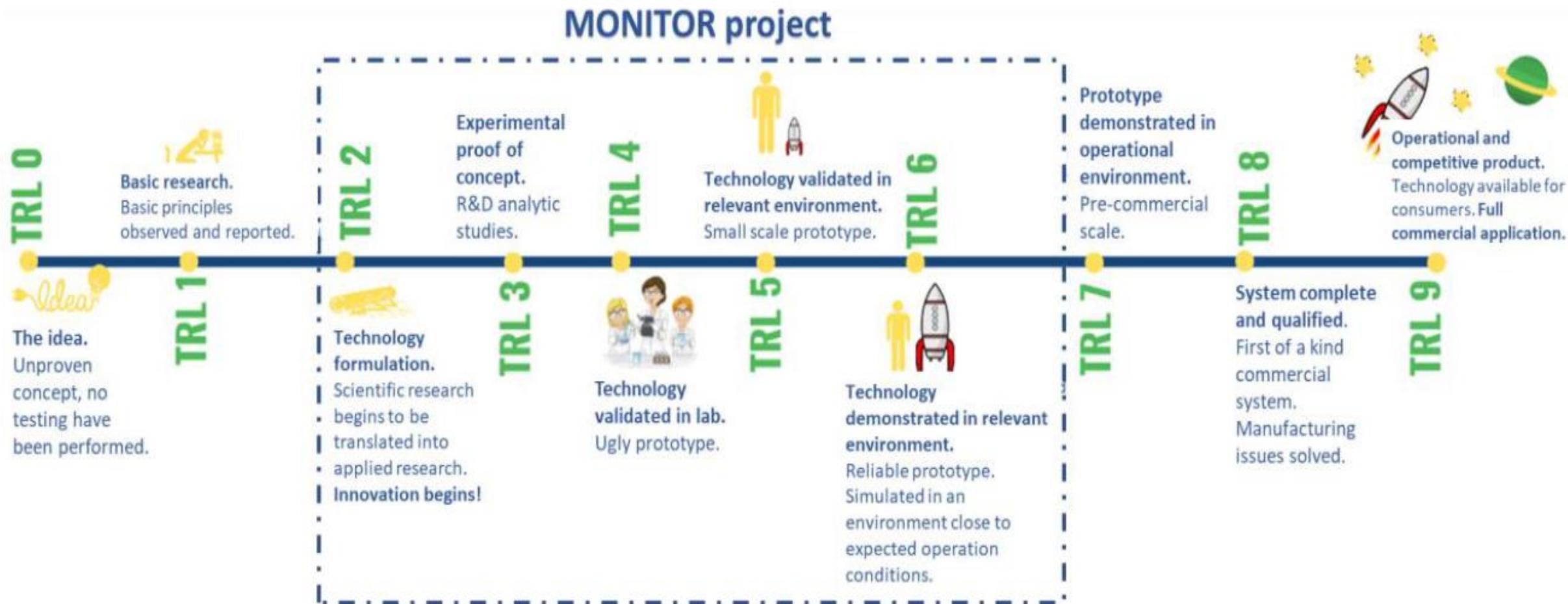


Figure 4: MONITOR Technology Readiness Level (TRL) positioning



PROPOSTA MONITOR: CASO STUDIO GRUPPO CAP

Impianti	Stato dell'arte	Risultati attesi
Robecco sul Naviglio	340.000 PE - integrazione del tradizionale trattamento biologico a fanghi attivi con la tecnologia MBBR (Moving-Bed Biofilm Reactor)	indagine su qualsiasi potenziale rilascio di MP o NP dal materiale di supporto utilizzato in MBBR
Assago	160.000 PE - dotato di filtri MBR (Membrane Bio Reactor) per la separazione delle acque reflue trattate e dei fanghi a seguito del trattamento biologico.	esecuzione di un preciso bilancio di massa MP e NP sull'unità MBR, tenendo conto del processo principale e dell'influenza dei parametri operativi
Basiglio WWTP	16.000 PE - è dotata di due linee di processo separate per il trattamento delle acque reflue, con la separazione delle acque reflue trattate dai fanghi che viene eseguita nella Linea 1 con fasi di sedimentazione secondaria convenzionale e filtrazione finale a disco e nella Linea 2 con MBR	confronto tra sedimentazione secondaria/filtrazione convenzionale ed efficienza di rimozione di MBR MP e NP sulle due linee.



Gruppo CAP è uno dei vincitori del bando con progetto CE4WE le cui sinergie saranno mirate ad implementare il concetto di **economia circolare** al ciclo idrico integrato, dove l'acqua entra come materia di lavorazione ed escono diversi **prodotti riutilizzabili sul mercato**, sviluppando allo stesso tempo buone pratiche e processi in grado di **valorizzare**, soprattutto dal punto di vista energetico, i suoi **prodotti di scarto**.

CE4WE nel quadro dell'Ecosistema sostenibilità di Regione Lombardia **risponde al bisogno delle persone** di vivere in un contesto socio-economico e ambientale in grado di fornire risorse sufficienti al proprio sostentamento (water) e di assicurare lo sviluppo (energy), la tutela (monitoring) e la **valorizzazione del territorio**.

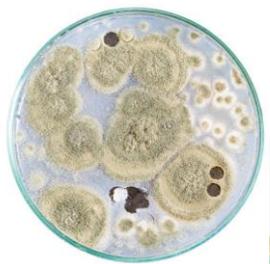
Tra gli obiettivi del progetto, c'è la messa a punto di soluzioni innovative, bio-based ed eco-sostenibili, per migliorare i processi di depurazione delle acque attraverso l'utilizzo di ceppi fungini nel sistema depuratore, realizzazione di nuove membrane con i ceppi selezionati, costruzione e sperimentazione di microorganismi/molecole con capacità assorbente ottimizzata (WP 1.2), al fine di:

- Ridurre la biomassa (peso e/o volume)
- Ridurre gli odori
- Ridurre inquinanti quali metalli pesanti e MIE



PROGETTO CE4WE

Abbattimento di microinquinanti emergenti e metalli pesanti dai fanghi di depurazione tramite utilizzo di specifici ceppi fungini, al fine di garantire una maggiore qualità dei fanghi da utilizzare in agricoltura.



Isolamento dei ceppi fungini

Dati da fanghi di depurazione provenienti da impianti di trattamento acque reflue



Test di laboratorio



Specie	Idrocarburi	Farmaci	Riferimenti
P. ostreatus	PAH,PCB,CBA phenanthrene, anthracene, pyrene, fluorene, Oxo-Biodegradable plastic	Atenolol, ketoprofen, diclofenac	Akthar 2020, Covino 2016, Kaphai 2017, Kulshreshtha 2014, Palli 2017
T. versicolor	PAH, PCB	naproxen, ketoprofen, analgesic, codein, diazepam, carbamazepine, metoprolol, ibuprofen, clofibric acid, TCS, Diclofenac, indomethacin	Akthar 2020, Covino 2016, noman 2019, Sardrood 2013
B. adusta	PAH,PCB, fluorene, anthracene	erythromycin, sulfamethoxazole, tetracycline, citalopram, diclofenac, ibuprofen, naprozen, carbamazepine	Covino 2016, Dhiman 2020, Aydin 2016, Morales 2011
T. asperellum	Alkylfenoli e PAHs come phenanthrene, pyrene e benzo[a]pyrene	Antibiotici fluorochinolonici (usati in medicina umana e veterinaria): ciprofloxacina (CIP), ofloxacina (OFL), climbazole (CLB)	Zafra 2015, Chang 2020,, Manasfi 2020



GRAZIE

