

Estrategias para la integración de tratamientos cuaternarios en esquemas de reutilización de aguas residuales urbanas

CETAQUA
WATER TECHNOLOGY CENTRE

RESEARCH

Carlos Echevarría, PhD
carlos.echevarria@cetaqua.com
Responsable del Ámbito de Producción y Nuevos Recursos

CETAQUA

COLLABORATION

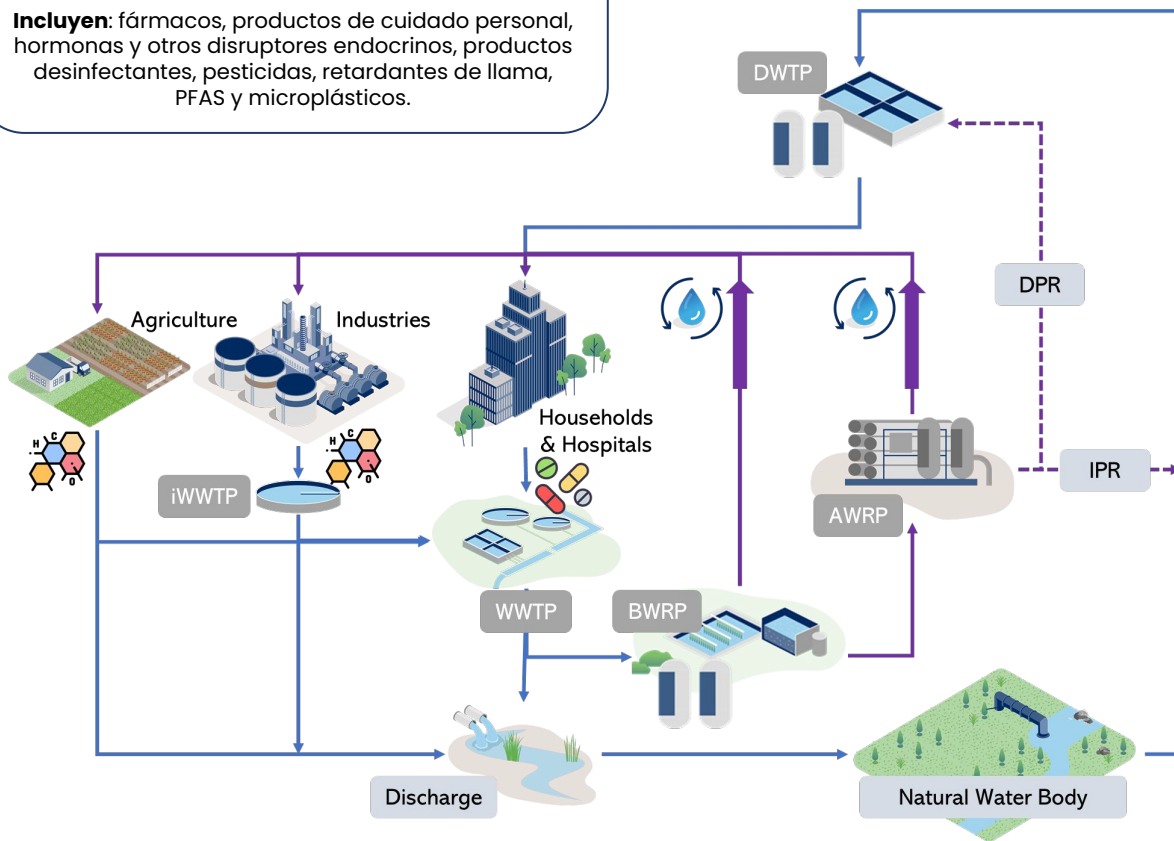
THINKING FORWARD

Contaminantes Emergentes e impacto en el Ciclo Integral del Agua

Existen miles de compuestos orgánicos de origen antropogénico que impactan en el ciclo integral del agua a través de la agricultura, la industria y el uso doméstico.

Incluyen: fármacos, productos de cuidado personal, hormonas y otros disruptores endocrinos, productos desinfectantes, pesticidas, retardantes de llama, PFAS y microplásticos.

*En los últimos años, como consecuencia al sobreconsumo de antibióticos, los genes de resistencia antibiótica y las bacterias resistentes a antibióticos han ganado relevancia.

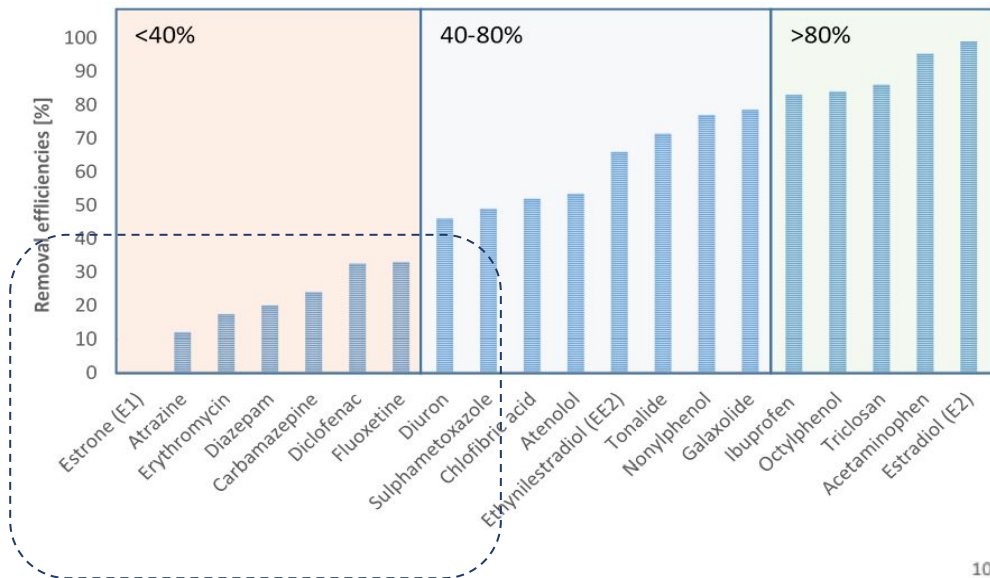


Algunos ejemplos:

Organic micropollutants			
Categories	Main sub-categories	Representative OMP's	
Pharmaceuticals	Anti-depressants	Fluoxetine Citalopram	
	Anti-inflammatory	Ibuprofen Naproxen	
	Anti-epileptic	Diclofenac Carbamazepine	
	Antibiotics		Erythromycin Azithromycin
			Sulphamethoxazole Trimethoprim
	Beta-blockers	Atenolol Metoprolol	
	Personal Care Products (PCPs)	Polycyclic musk fragrances	Galaxolide Tonaline
Sunscreen agents		Celestolide Benzophenols	
Preservatives		Methylparaben	

Organic micropollutants			
Categories	Main sub-categories	Representative OMP's	
Endocrine Disrupting Compounds (EDCs)	Hormones	Estrone (E1) 17-β-estradiol (E2)	
	Polychlorinated biphenyls (PCBs) (used in electrical equipments)	17α-ethinyloestradiol (EE2)	
	Alkylphenols (detergents)	Bisphenol A Nonylphenol	
	Dioxins (related from incinerators)		
	Plasticizers		
Disinfectants, anti-septics and other biocides	Alcohols	Triclosan	
	Phenols		
	Iodine		
	Chlorine		
Pesticides		Diuron Simazine Isoproturon	
	Brominated flame retardants		Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) Hexabromocyclododecanes (HBCDs) Tetrabromobisphenol-A (TBBP-A)

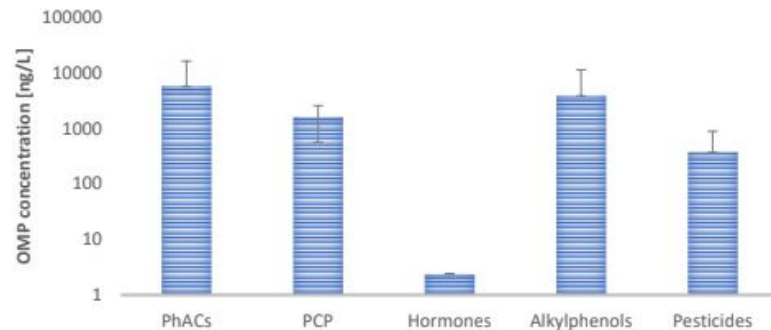
Eliminación de CECs en sistema de depuración convencional



Ejemplos de compuestos que por sus propiedades fisicoquímicas, presentan una biodegradabilidad baja o nula y que por lo tanto no son eliminados en los CAS. (Gros et al. 2017; Luo et al., 2014)



Concentraciones de CECs medidas en aguas superficiales (Cabeza et al. 2012; Teijon et al. 2010)



Retos asociados a la eliminación de contaminantes emergentes en el ciclo integral del agua:

Visión Holística

- Eficacia de los tratamientos ante un abanico amplio de contaminantes.
- Centralizado vs Descentralizado
- Integrado / Compato vs Post-tratamiento

TECNOLÓGICOS
¿Qué tipo de tratamiento debemos aplicar en cada caso?

GOBERNANZA & LEGISLATIVOS
¿Qué estrategia debemos seguir?

- Lista de sustancias prioritarias (EU) + Watch List (EU).
- BREF y autorizaciones de vertido industrial.
- Recepción centralizada (EDAR) de contaminantes recalcitrantes generados aguas arriba.
- Reutilización Potable no contemplada y regulada en RD 1620/2007; 'case by case' se siguen criterios RD 3/2023 + aprobación Sanidad.

GESTIÓN DEL RIESGO
¿Cuál es el riesgo real asociado al vertido?

- Incertidumbre asociada a los riesgos asociados a la presencia de algunos de los compuestos en el medioambiente o su ingesta por parte de la fauna o las personas.
- Necesidad de desarrollar indicadores realistas que permitan la toma de decisiones.

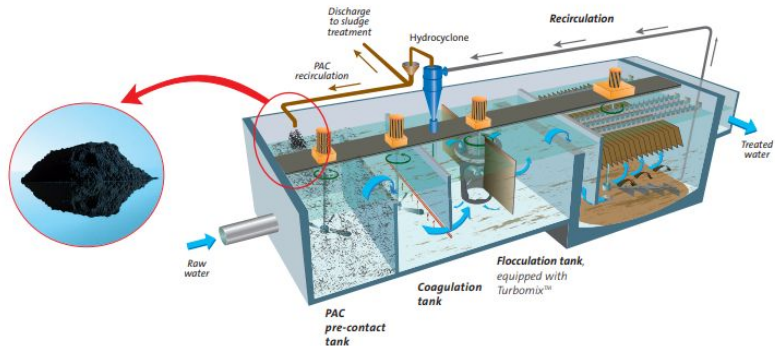
MONITORIZACIÓN Y CONTROL
¿Qué método debemos usar?

- Monitorización off-line (no existen métodos ni sensores on-line que permitan disponer de resultados en menos de 24-72 h)
- No se pueden detectar eventos puntuales.
- Fluctuación de las concentraciones a lo largo del día.
- Concentraciones bajas (orden $\mu\text{g/L}$ o ng/L)

Experiencias en Trenes de tratamiento para eliminación de CECs recalcitrantes

Procesos híbridos de adsorción y separación

Actiflo® CARB



Aplicaciones:

Reutilización
Potabilización
Agua Industrial

References

Actiflo® Carb

- Bouil de Chambon (France) 13 200 m³/d
- Kermorvan (France) 8 400 m³/d
- Montry (France) 12 720 m³/d

Actiflo® Twin Carb

- Aire-sur-La-lys (France) 100 000 m³/d
- Landivisiau (France) 12 000 m³/d
- Lucien Grand (France) 66 000 m³/d
- Miré Moranne (France) 5 280 m³/d
- Parker, CO (USA) 38 750 m³/d
- Perros Guirec (France) 9 600 m³/d

PAC-MBR (integrado)



Aigües de Barcelona



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

La gestió responsable

Demostración a escala piloto de un sistema PAC-MBR en la EDAR Baix Llobregat (Barcelona)

2 M€

Experiencias en Trenes de tratamiento para eliminación de CECs recalcitrantes

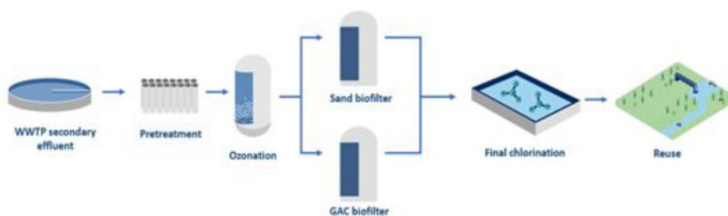
Procesos híbridos de oxidación y adsorción

Proyecto **GUARDIAN**



GUARDIAN

Green Urban Actions for Resilient Fire Defense of the Interface Area





UIA | URBAN INNOVATIVE ACTIONS



AGENCIJA DE Paterna



CETAQUA
CENTRO TECNOLÓGICO DEL AGUA

Reutilización de agua en sistemas contra incendios.



VNIVERSITAT ID VALÈNCIA



HiDRAQUA



ILAMA



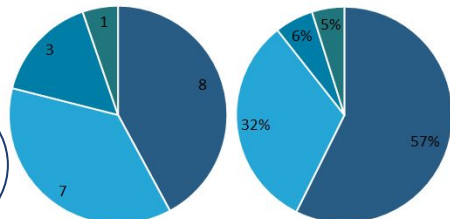
XXI
mediXXI

5,5 M€

Referencias Plantas Full-scale - Europa



19
full-scale



- Ozon / Ozone / Ozono
- PAK / CAP / PAC
- GAK / CAG / GAC
- Kombi / Combinaison/ Combination / Combinazione

Current state (December 2022) of the distribution of processes to reduce micropollutants in Switzerland based on the number of WWTPs (left) and the affiliated residents (right).

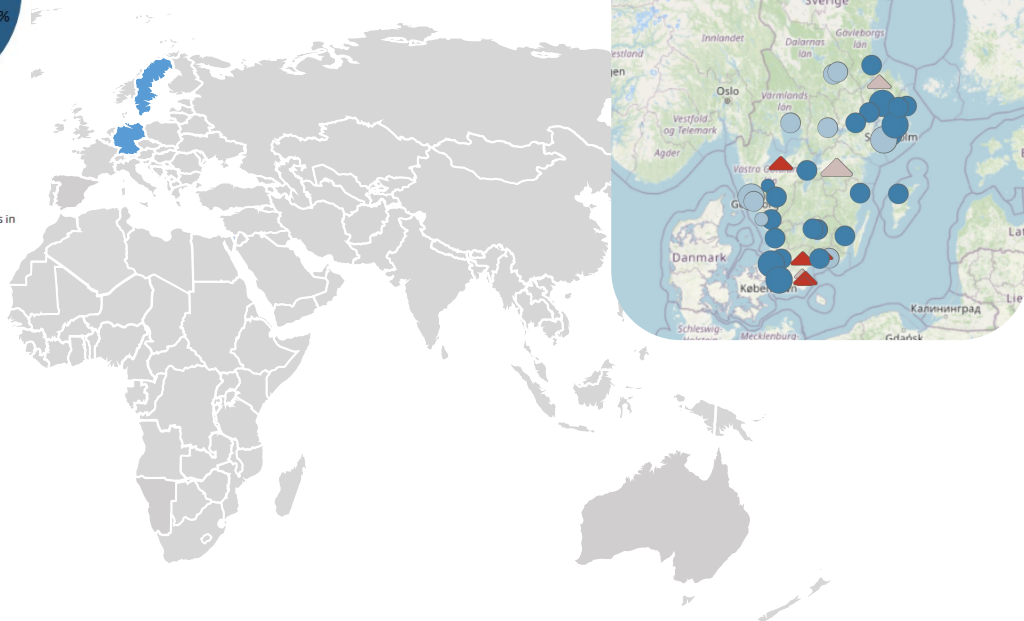
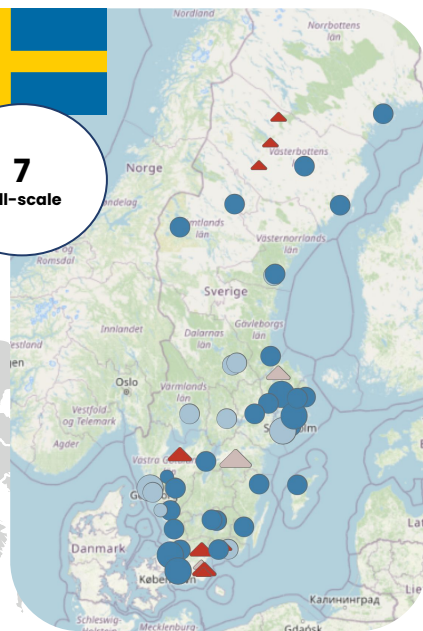


17
full-scale

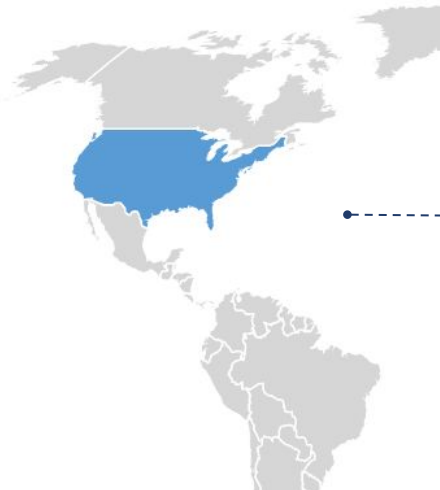
	Location	Plant size [p.e.]	Technology
North Rhine-Westphalia	Bad Sassendorf	13.000	Ozone
	Bad Oeynhausen	78.500	GAC
	Barntrup	12.000	PAC
	Detmold	135.000	Ozone
	Duisburg Verlinden	30.000	Ozone
	Gütersloh	150.600	GAC
	Obere Lutter	380.000	GAC
Schwerte	50.000	Ozone/PAC	
Baden-Württemberg	Albstadt	125.000	PAC
	Emmingen-Liptingen	7.500	GAC
	Hechingen	57.200	PAC
	Kressbron	24.000	PAC
	Lahr	100.000	PAC
	Mannheim	725.000	PAC
	Ravensburg	184.000	PAC
	Sindelfingen	250.000	PAC
Stockacher Aach	43.000	PAC	



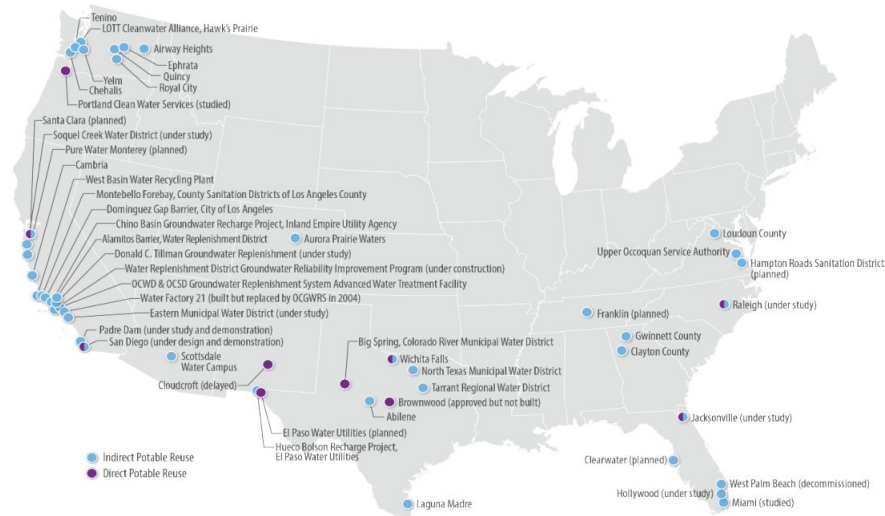
7
full-scale



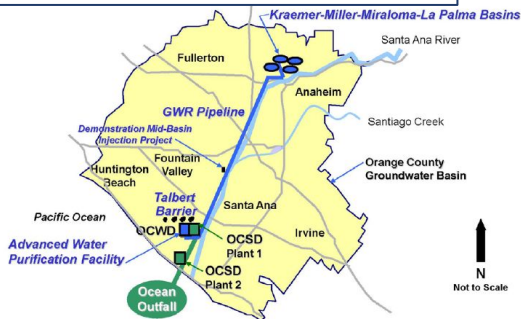
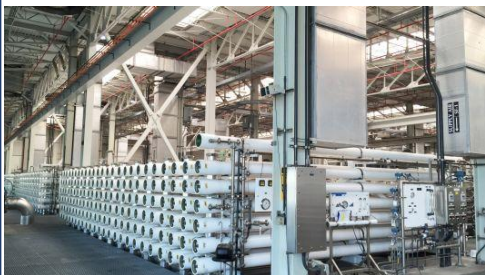
Referencias Plantas Full-scale - EEUU



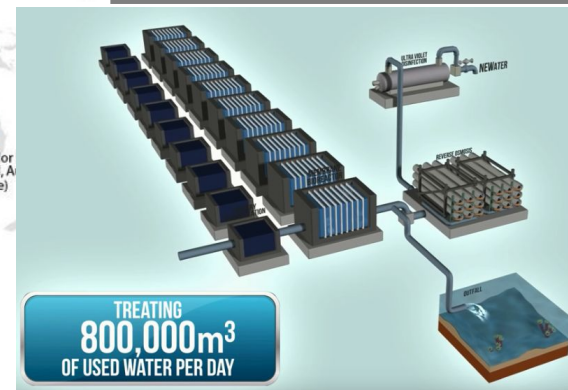
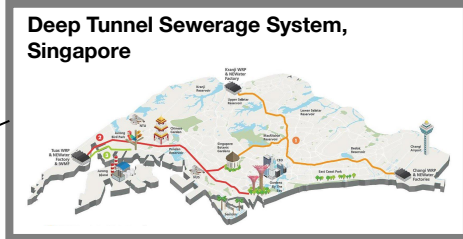
>45
full-scale



Proyecto GWRS (California) - 380.000 m3/día

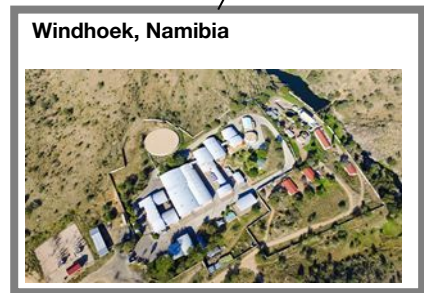


Referencias Plantas Full-scale - Otros casos de éxito



Primer sistema de Reutilización Potable Directa (1968)

O3+BAC



RESEARCH

COLLABORATION

THINKING FORWARD

Carlos Echevarría, PhD

carlos.echevarria@cetaqua.com

CETAQUA