

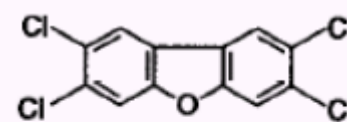
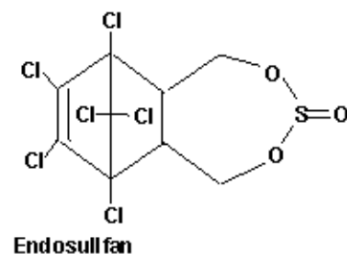
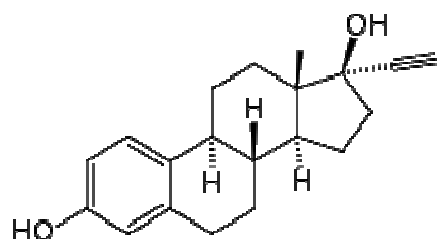




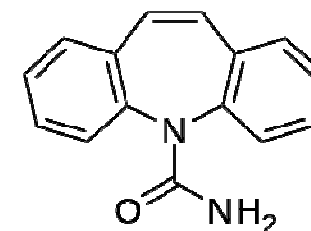
ESPINA

OBRAS HIDRAULICAS, S.A.

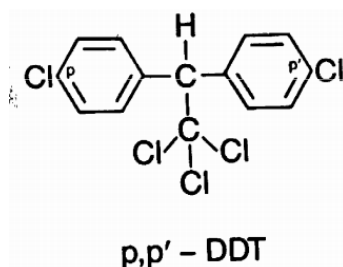
2



**TetraCl-DIBENZO
FURANO**

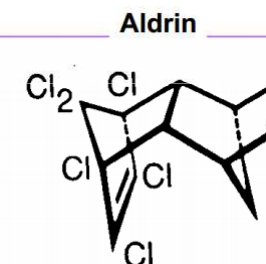


¿QUÉ SON LOS MICROCONTAMINANTES Ó CONTAMINANTES EMERGENTES?

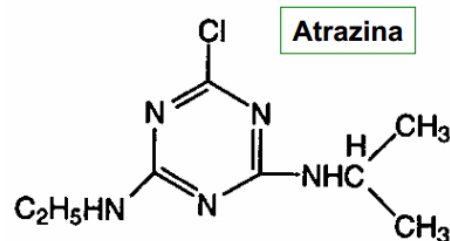
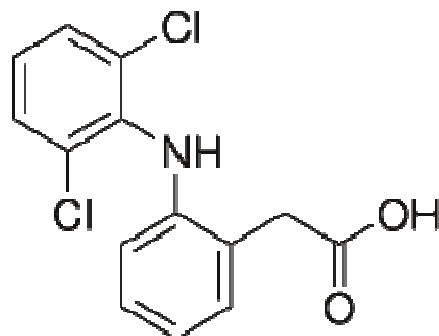


p,p' - DDT

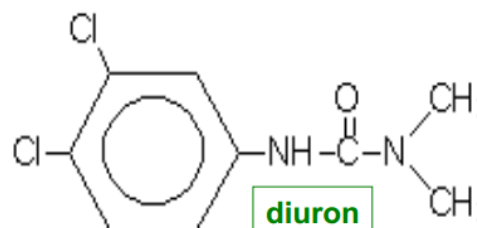
Sustancias químicas orgánicas, naturales o de síntesis, mayoritariamente creadas por procesos industriales para el uso o consumo por el ser humano, y que tras su uso se descargan en EDARs donde están presentes en concentraciones muy bajas (ppb, ppt).



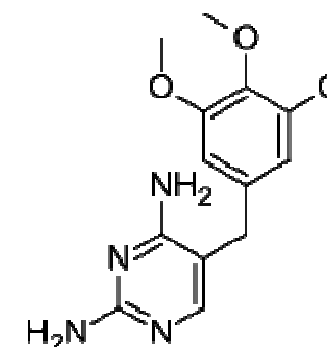
Aldrin



Atrazina



diuron





ESPINA
OBRAS HIDRAULICAS, S.A.

3

Fármacos



Hormonas



Productos de cuidado personal



Pesticidas



Otros: biocidas, metales, plastificantes, retardantes de llama, compuestos perfluorados, metabolitos y/o compuestos de degradación intermedia, etc.



Vigilancia

PRESENCIA DE ESTOS COMPUESTOS EN MASAS DE AGUA:

- Detección de contaminantes emergentes en aguas superficiales de zonas costeras de A Coruña (*Rodil et al., 2012*) – 11/51 compuestos, que incluyen fármacos Diclofenaco, Naproxeno, Atenolol (ppb)
- Proyecto POSEIDON: identificación microcontaminantes en efluentes EDAR Galicia

INFLUENCIA EN EL MEDIO AMBIENTE

- Persistencia/Bioacumulación en el medio
- Toxicidad/Alteraciones biológicas en organismos vivos
- Efectos desconocidos de productos intermedios



Especial preocupación por los **productos farmacéuticos**: están especialmente diseñados para producir efectos biológicos a concentraciones muy bajas, por lo que sus efectos en el medioambiente son elevados a pesar de encontrarse a niveles de traza.

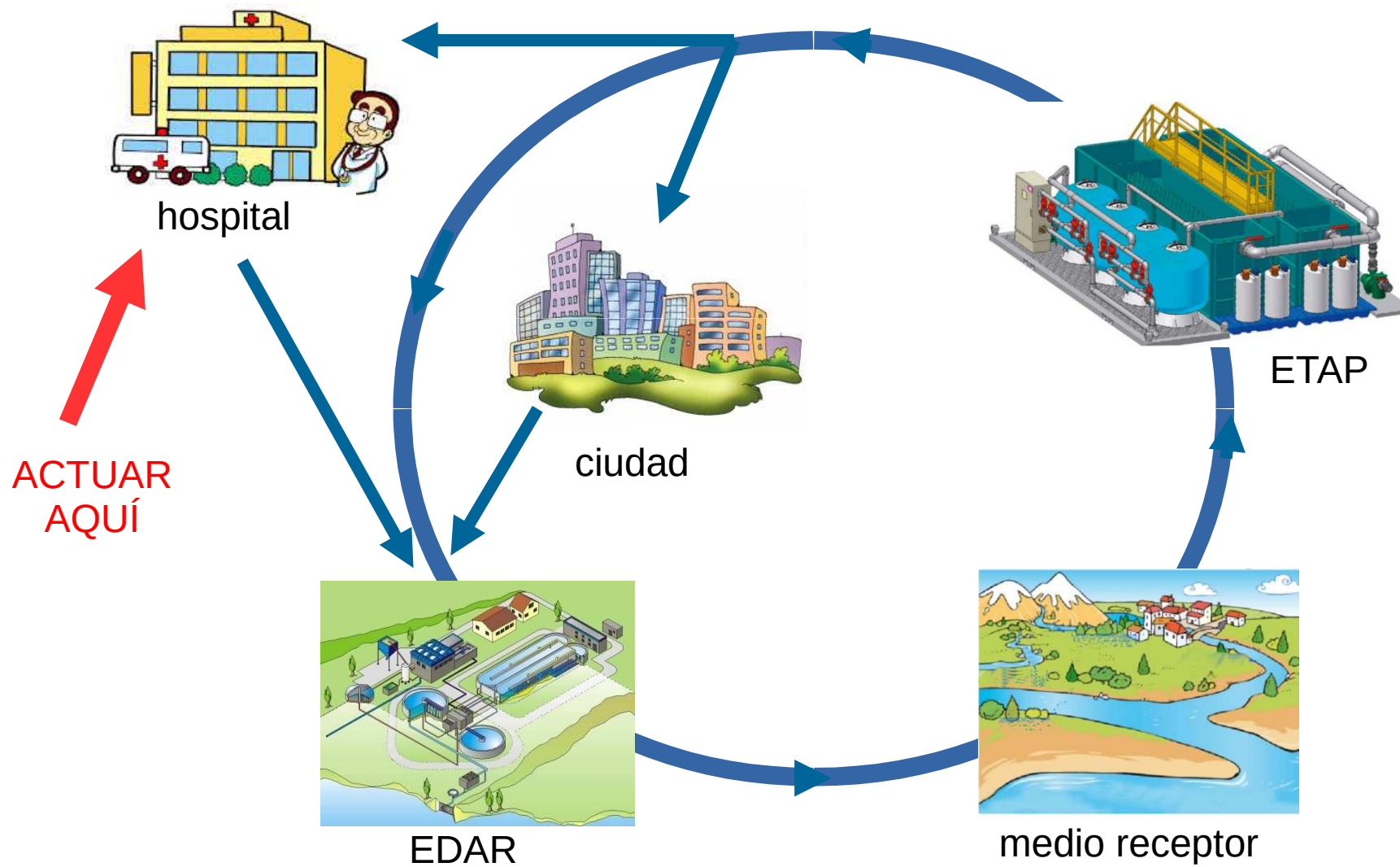
- Hormonas (estrón, estradiol, etinilestradiol): ng/L (ppt)
- Mayoría PPCPs: µg/L (ppb).



ESPINA

OBRAS HIDRAULICAS, S.A.

7





Marco normativo

- **Directiva Marco del Agua (2000/60/EC):**
 - valores límite de emisión para contaminantes “convencionales” (materia orgánica, nutrientes, sólidos, etc.)
 - lista de 33 sustancias o grupos de **sustancias** contaminantes **prioritarias** que presentan una amenaza para el medio acuático y para la salud humana (anexo X) – revisión cada 4 años
- **Directiva 2013/39/UE:**
 - Amplía a 45 compuestos el listado de sustancias prioritarias
 - **Artículo 8 ter: Lista de observación** donde se incluyen sustancias farmacéuticas como Diclofenac, 17-beta-estradiol (E2) y 17-alpha-ethinylestradiol (EE2)
 - **Artículo 8 quater: disposiciones específicas para sustancias farmacéuticas.** En 2017 la Comisión establecerá medidas para reducir las descargas de sustancias farmacéuticas.



ESPINA
OBRAS HIDRAULICAS, S.A.

9

Situación actual

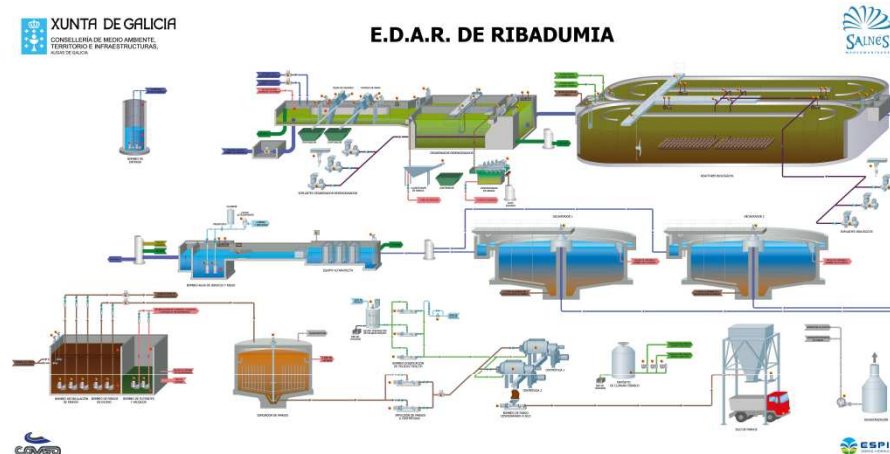
La tecnología implementada en las EDARU más modernas permite la eliminación eficaz de carbono y nitrógeno, incluyendo estricto control microbiano, pero no están preparadas para la eliminación de microcontaminantes.

Factores que favorecen eliminación microcontaminantes en reactores biológicos:

- Altas concentraciones de lodo
- Altos TRC
- Nitrificación – desnitrificación



BIORREACTORES DE MEMBRANA (MBR)



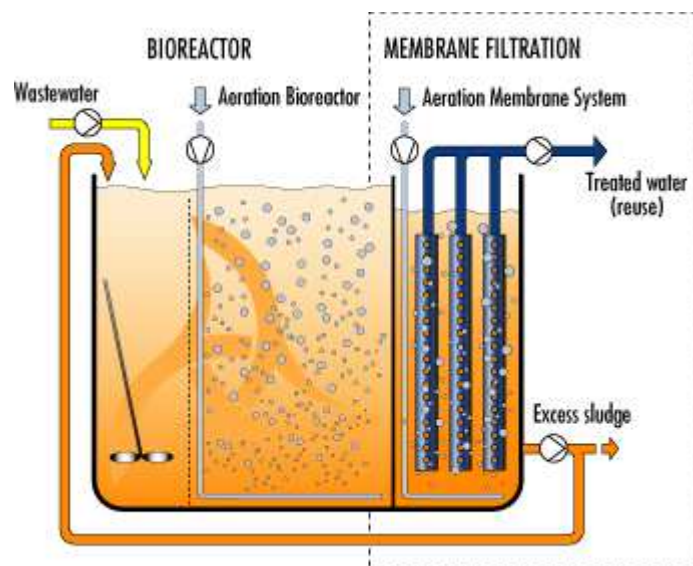


CAS

MBR vs CAS

VENTAJAS:

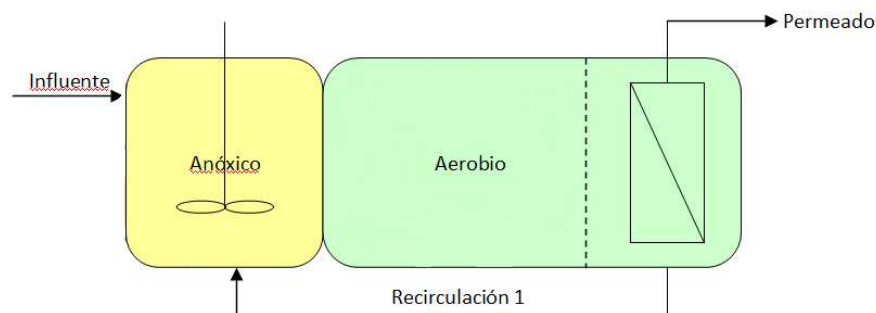
- Reducción volumen reactor biológico
- Reducción producción fangos en exceso
- Eliminación decantación secundaria
- Eliminación trat. 3º de desinfección
- Agua depurada de elevada calidad:
 - ✓ Ausencia SS, turbidez
 - ✓ Baja contaminación DBO5, N
 - ✓ Libre de bacterias y virus (reutilización)



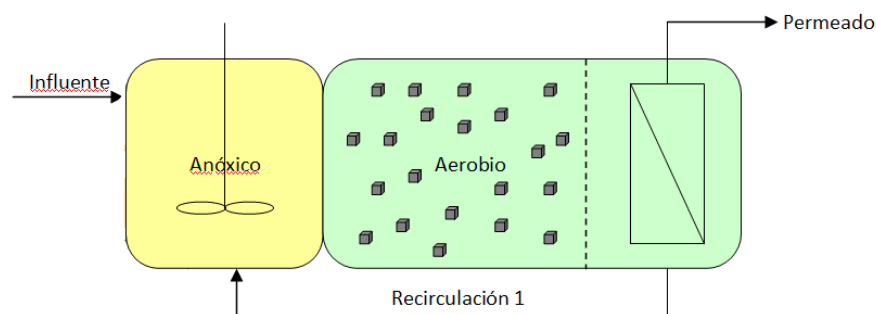
MBR

INCONVENIENTES:

- Costes inversión
- Costes O&M:
 - ✗ consumo energético (aireación membranas/bombeo recirculación)
 - ✗ reposición membranas



MBR



MBR-H

CARÁCTER INNOVADOR

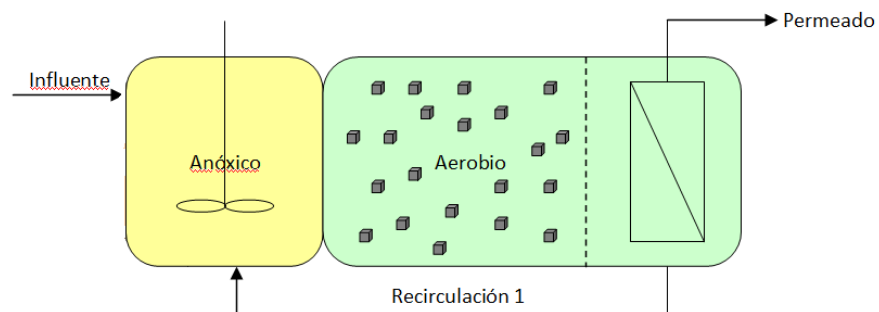
Introducción de soporte para crecimiento de biomasa fija (ocupación 15-30% volumen de cámara aerobia)

VENTAJAS MBR-H:

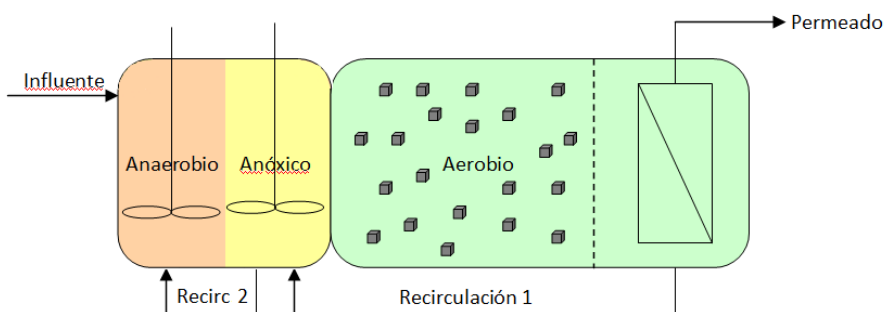
- Aumento capacidad reactor (DBO5, N)
→ equipos más compactos
- Aumento capacidad de eliminación microcontaminantes
- Reducción costes O&M:
 - ✓ Menor consumo energético aireación: mejora transferencia oxígeno
 - ✓ Aumenta vida útil membranas: menor ensuciamiento → reducción limpiezas



MEJORAS PROCESO:



MBR-H



MBR-H modificado

- Eliminación P (cámara anaerobia)
- Soporte flexible



Soporte rígido PP



Soporte flexible

- ✓ Fluidización con burbuja fina
 - ✓ Mayor superficie específica del soporte
- ↓
- ✓ Menor concentración lodos en suspensión: 2-5 g/L vs 8-12 g/L de MBR



ESPINA
OBRAS HIDRAULICAS, S.A.

13

PROTOTIPO



FILTRO CAG



**PROTOTIPO
UNIDAD CENTRAL: BRM-H
14 m³/d**



**TAMIZ +
DECANTADOR 1º**

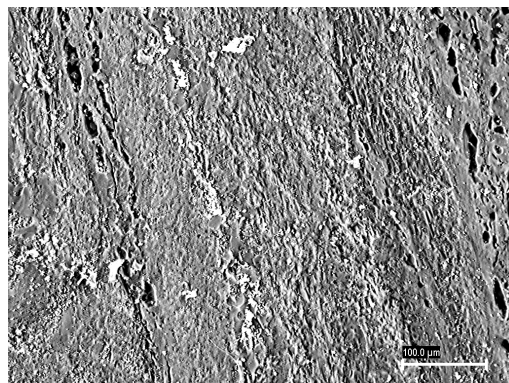
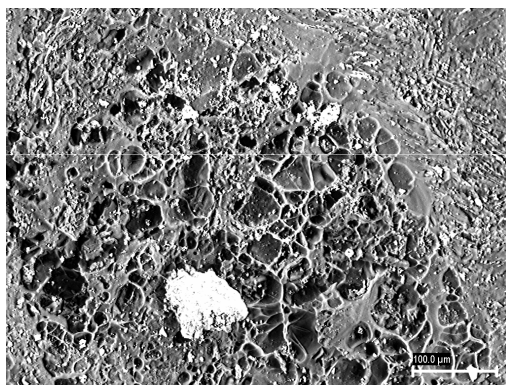


ESPINA
OBRAS HIDRAULICAS, S.A.

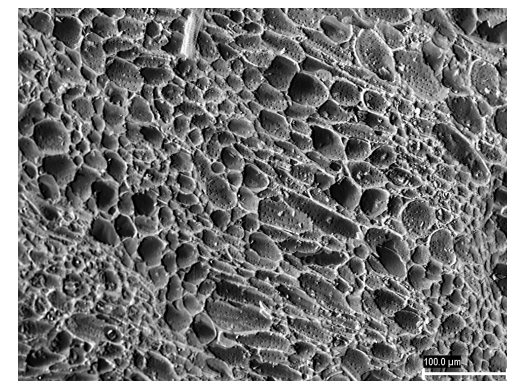
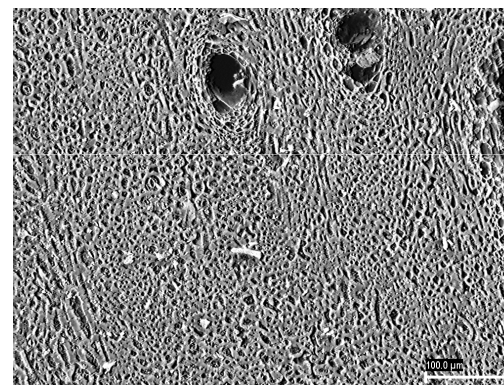
14

FILTRO CAG

CAG origen mineral

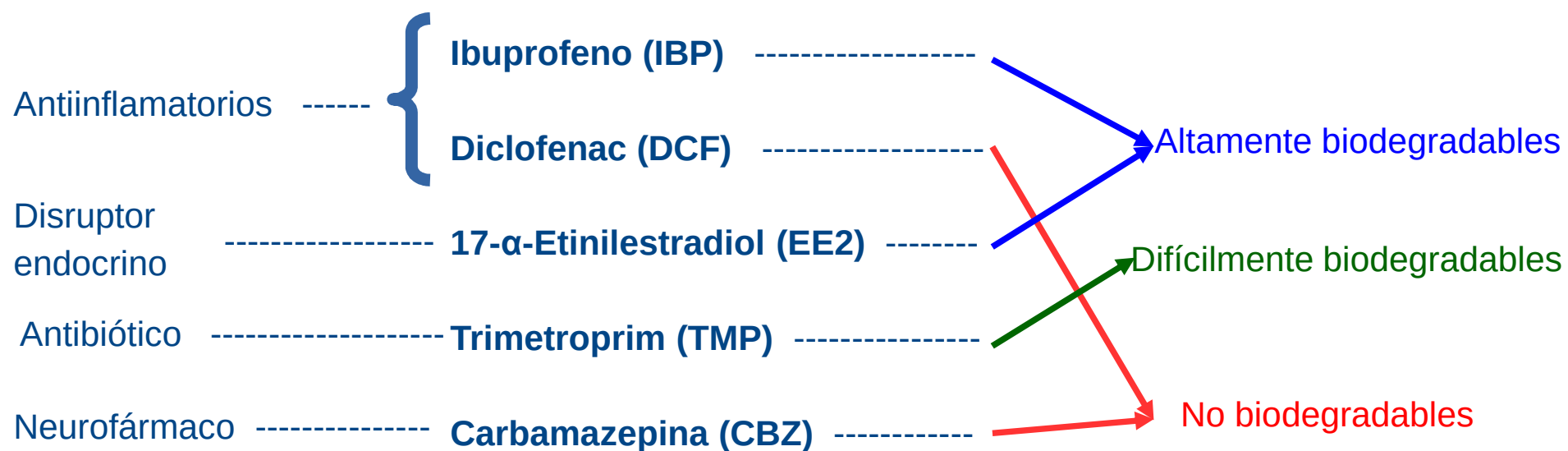


CAG origen vegetal





Microcontaminantes seleccionados





Composición del agua residual hospitalaria

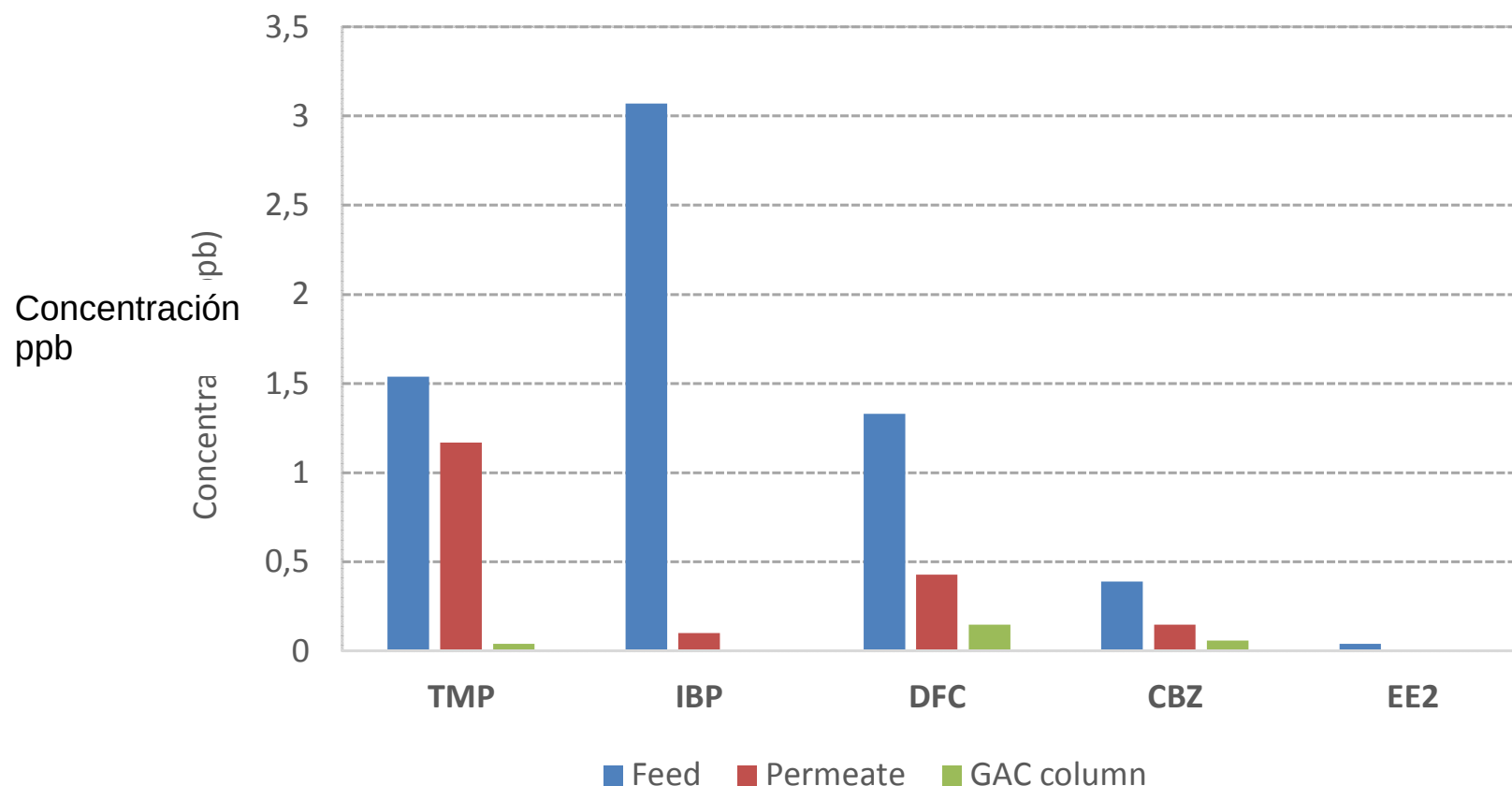
- Alta variabilidad
- Porcentaje elevado de materia orgánica no disuelta
- Microcontaminantes: adición complementaria en la entrada al reactor

Macrocontaminantes	(mg/L)	Microcontaminantes	(µg/L)
DQO total	400-1300		
DQO soluble	200-450	Trimetoprim	10
N-NH ₄ ⁺	15-60	Ibuprofeno, Diclofenac	10
N-NO ₃ ⁻	1,3-5	Etinilestradiol	1
N-NO ₂ ⁻	0-0,1	Carbamazepina	10
P-PO ₄ ³⁻	2,5-6,5		



Día 76 operación: sin adición de microcontaminantes

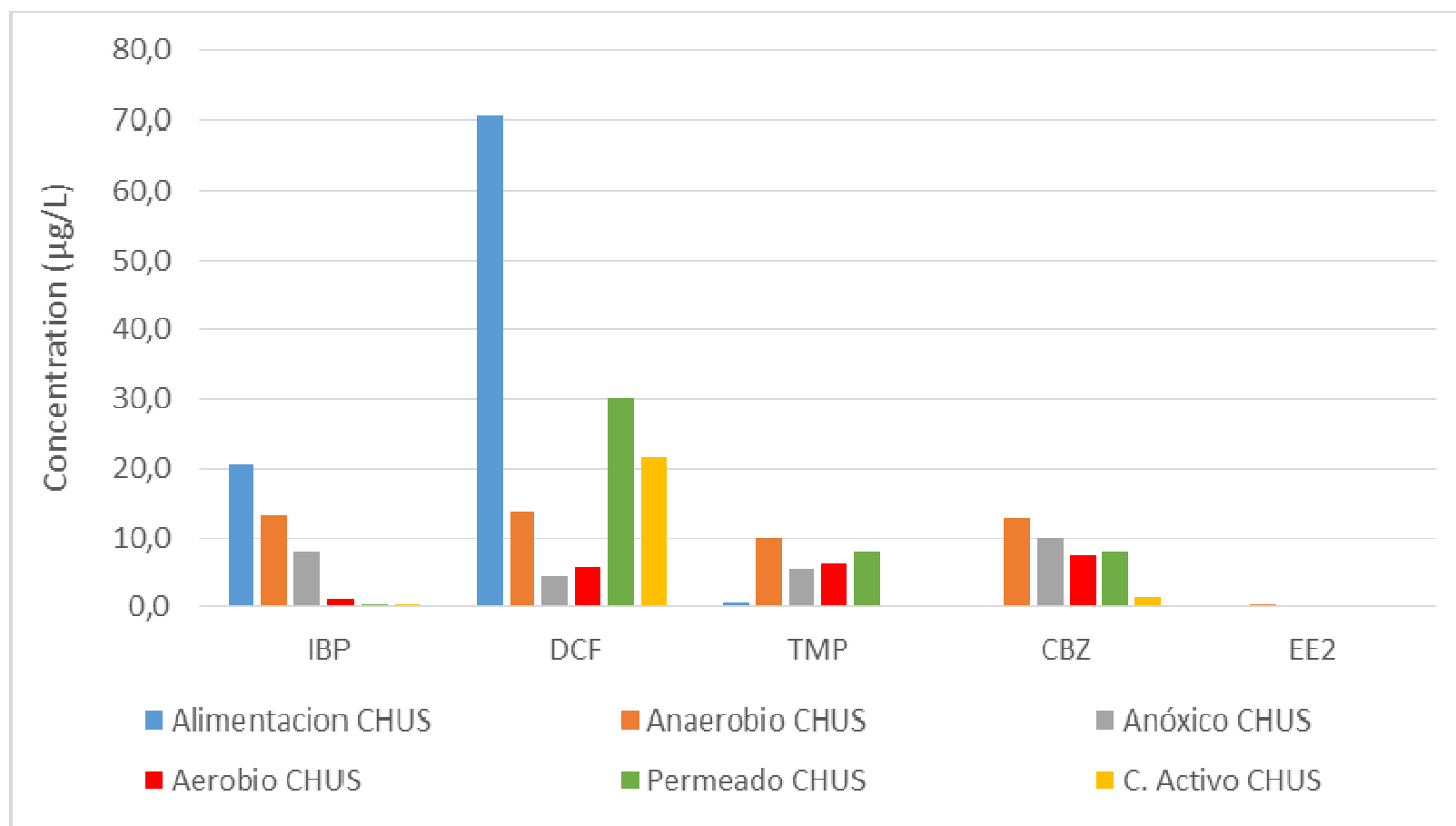
Paso por filtro GAC: 2.000 volúmenes de agua





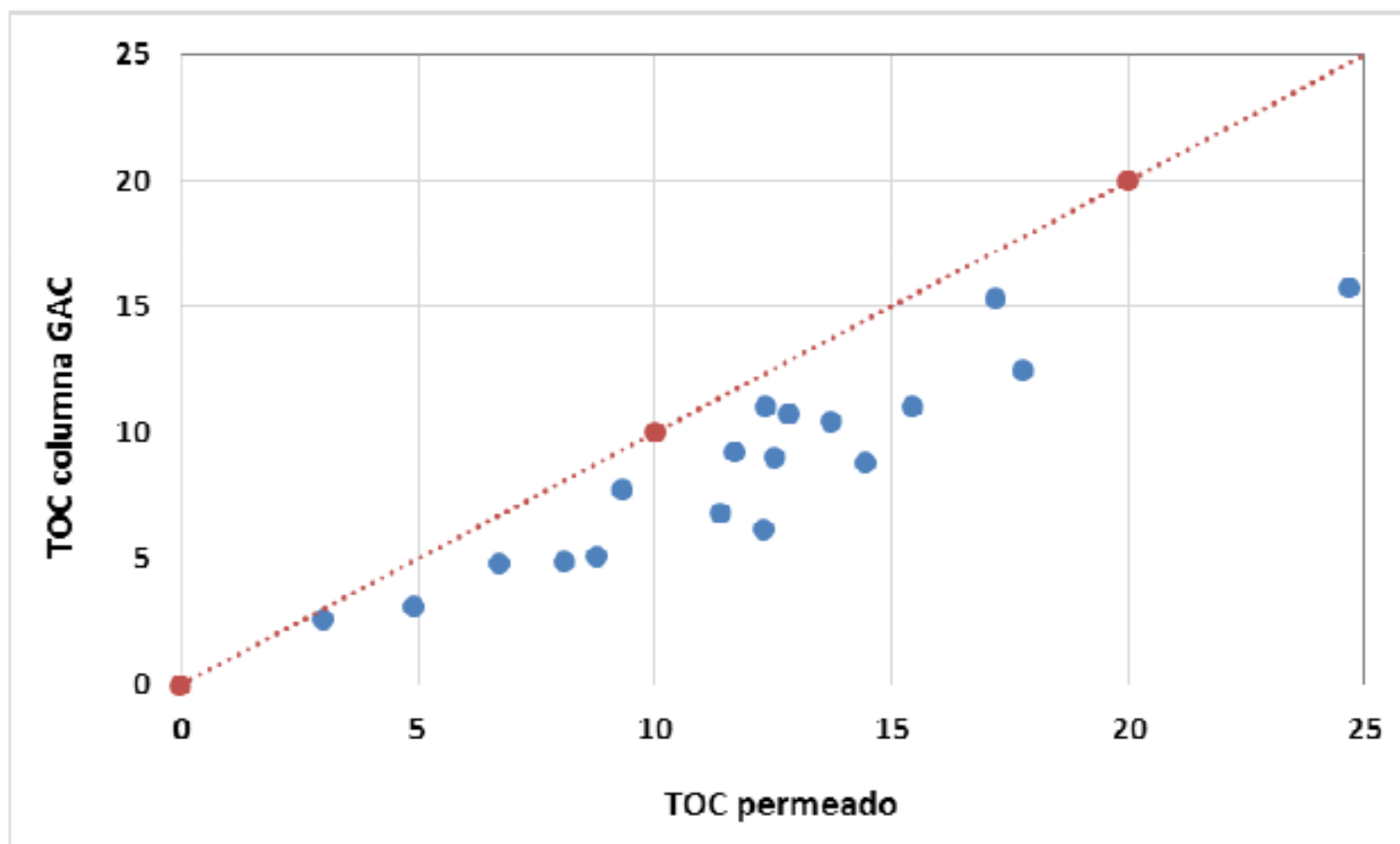
Día 135 operación: con adición de microcontaminantes

Paso por filtro GAC: 4.000 volúmenes de agua





Seguimiento adsorción del filtro de CAG mediante TOC

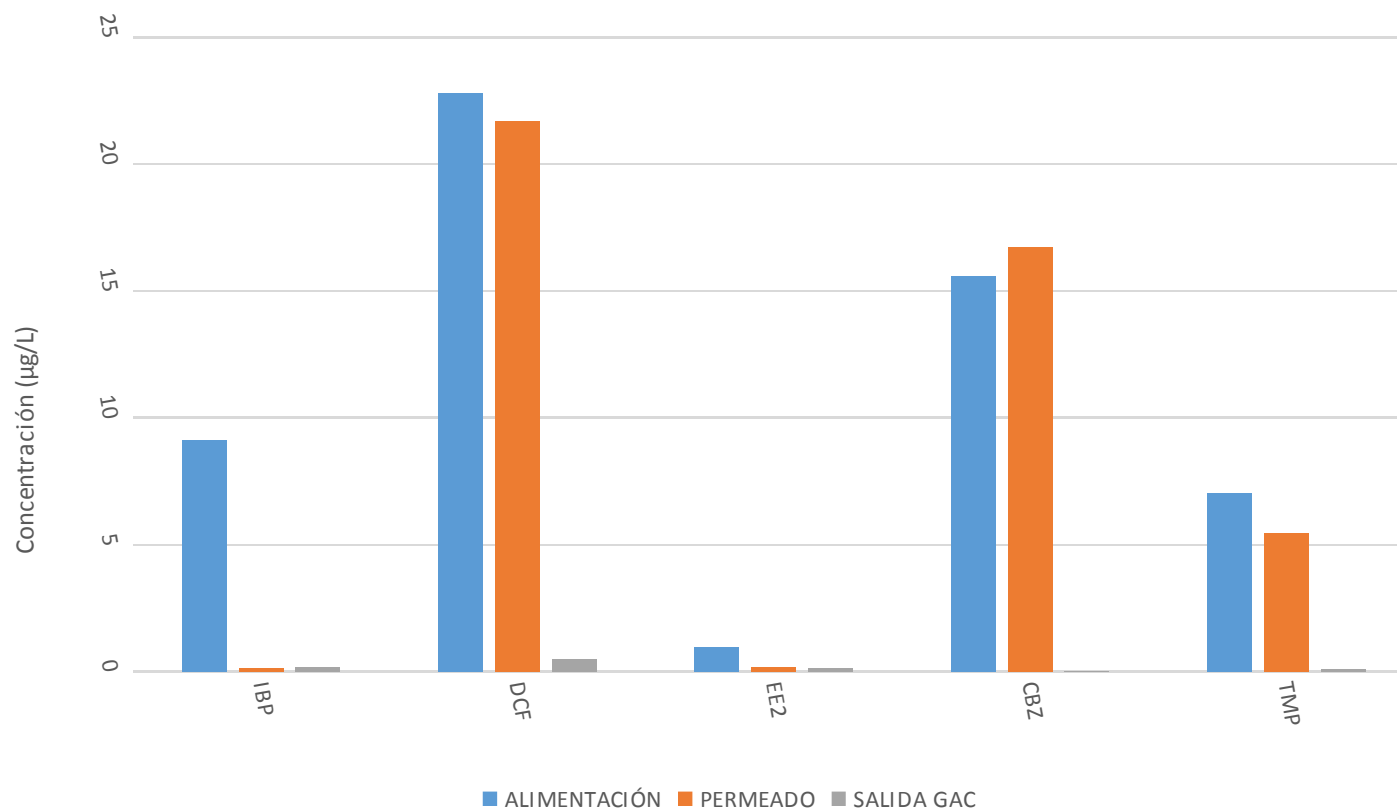


Fuente: Kennedy, A. et.al. 2015, Water Research



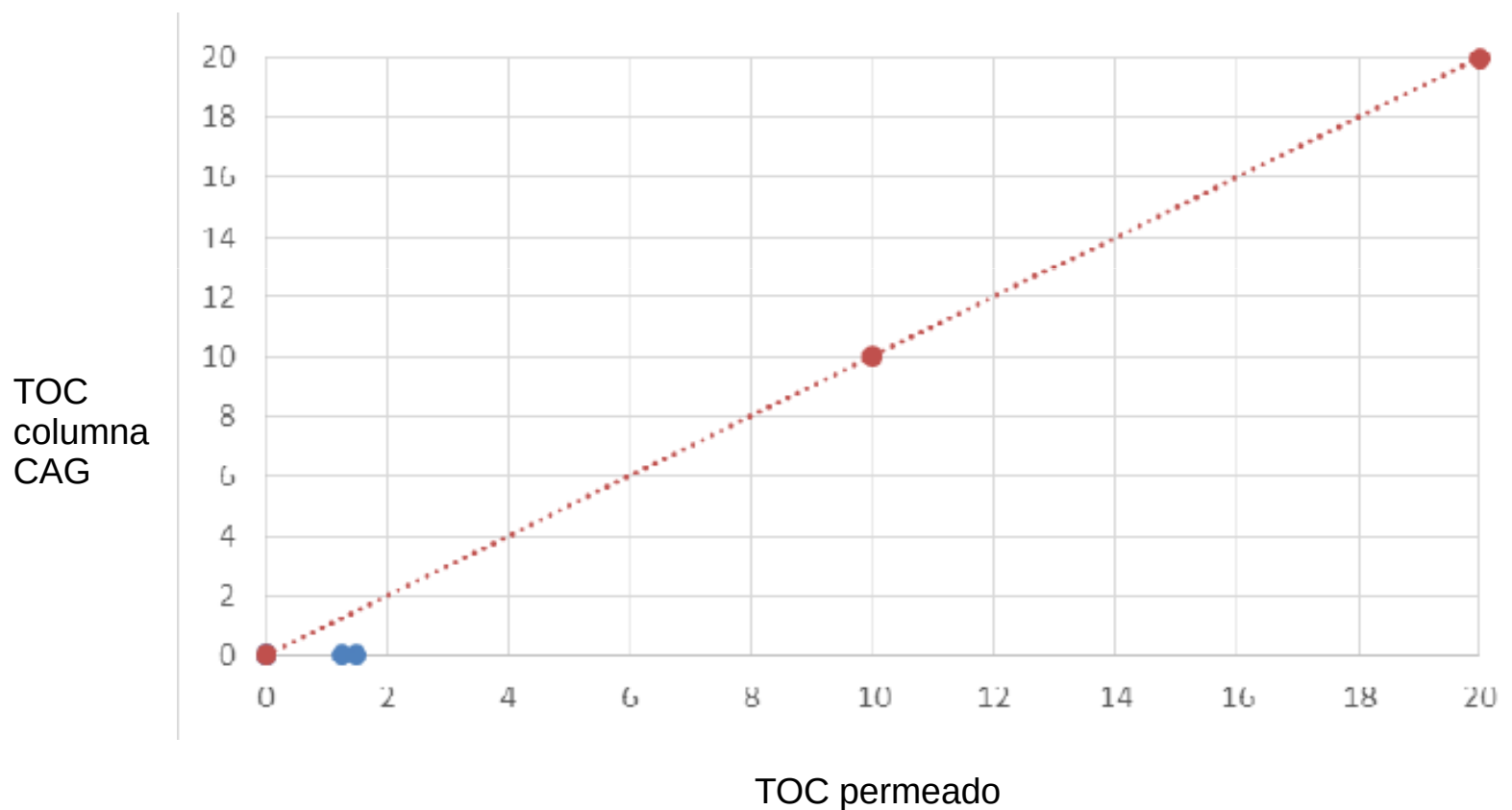
Día 61 operación: con adición de microcontaminantes

Paso por filtro GAC: 2.000 volúmenes de agua





Seguimiento adsorción del filtro de CAG mediante TOC



Fuente: Kennedy, A. et.al. 2015, Water Research

**NUEVA TECNOLOGÍA DE
DEPURACIÓN DE
CONTAMINANTES EMERGENTES
EN AGUAS RESIDUALES**