



Validation of adsorbent materials and advanced oxidation techniques to remove emerging pollutants in treated wastewater

Dra. M^a Isabel Fortea Gorbe
UCAM



LIFE16 ENV/ES/000169

Valencia, 12 de Febrero de 2019
Networking LIFE EMPORE

Coordinador



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

Socios



Fecha comienzo: 1-10-2017

Fecha final: 30-9-2020

Presupuesto: 1500 millones Euros

OBJETIVO PRINCIPAL

Lograr la eliminación de CE's de las aguas residuales tratadas mediante el paso a través de un polímero de ciclodextrinas, que atraparán dichos compuestos, sometiendo tras su paso por el polímero el agua a un POA, para degradar los posibles contaminantes no retenidos.

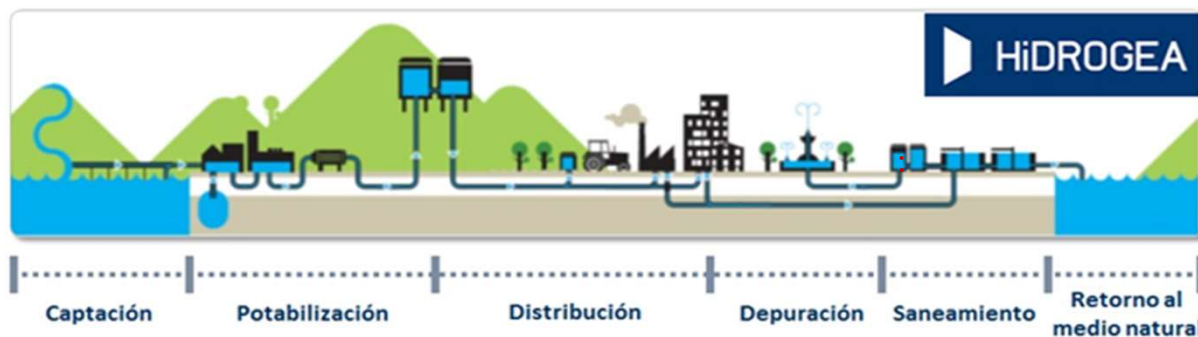
Objetivos Operativos

- Elaborar protocolos de generación de diferentes polímeros de ciclodextrinas con elevada capacidad de adsorción de compuestos orgánicos.
- Validar a escala laboratorio de la capacidad de adsorción de diferentes familias de contaminantes emergentes bien con un solo polímero o con una mezcla de ellos.

- Adecuar/modificar la metodología de polimerización de las ciclodextrinas desarrollada a escala de laboratorio para su implementación a escala industrial. Validación del proceso mediante comparación con los resultados obtenidos a escala de laboratorio.
- Validar a escala laboratorio de los dos procesos fotoquímicos sostenibles, pulsos de luz y fotocátalisis, para destruir contaminantes orgánicos.
- Desarrollar un prototipo piloto a escala semi-industrial que integre las tres tecnologías estudiadas.
- Validar las tecnologías desarrolladas a escala industrial, en condiciones reales y en depuradoras que traten aguas residuales de diferente procedencia y composición: efluentes urbanos, agrícolas y/o industriales.

1.-

HIDROGEA, GESTIÓN INTEGRAL DE AGUAS DE MURCIA, S.A. es una empresa del Grupo Suez Water Spain, con más de 140 años de experiencia, cuya actividad empresarial es la gestión integral del Ciclo del Agua



- 33 depuradoras
- I+D+i 700.000 €/año

Función dentro del proyecto:

- ✓ Proveer muestras de agua de diferentes EDARs
- ✓ Pruebas a nivel de planta piloto en sus EDARs
- ✓ Implantar la tecnología en sus propios procesos de tratamiento de aguas

2.- **HIDROTEC** TRATAMIENTO DE AGUAS

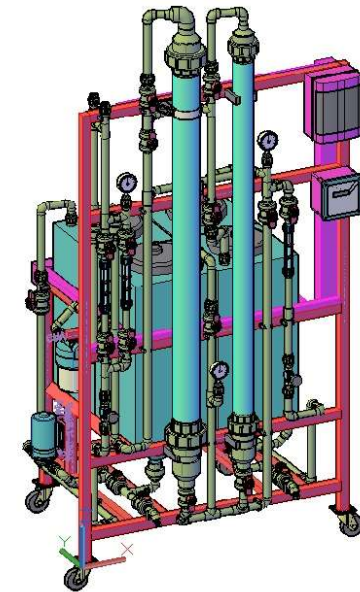
Es una compañía que nace en 1997, siendo su función principal la ingeniería, construcción, mantenimiento e instalación de equipos para el tratamiento de aguas

- ✓ **Diseño de plantas piloto tanto a nivel de laboratorio como semi-industrial**



Función dentro del proyecto:

Desarrollo de una solución tecnológica para el tratamiento y eliminación de contaminantes emergentes de las aguas depuradas mediante la utilización de polímeros de ciclodextrinas.





Fundada en 2007, REGENERA es una Empresa de Servicios Energéticos orientada hacia las áreas de energía y medio ambiente.

Función dentro del proyecto:

Desarrollar una instalación fotovoltaica para el autoabastecimiento energético del sistema



Función dentro del proyecto:

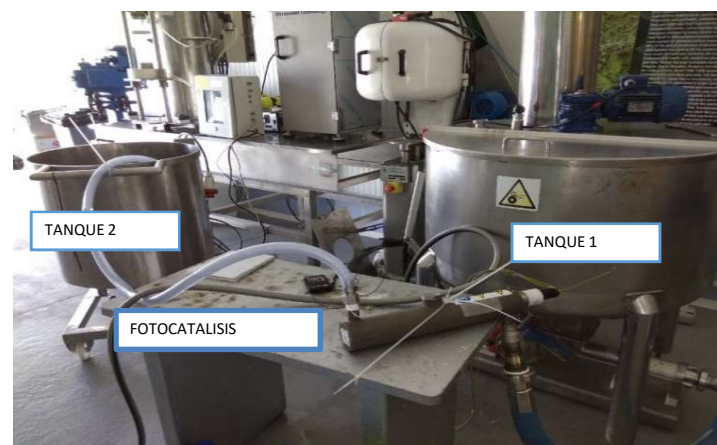
Uso de ciclodextrinas y sub-productos agrícolas para la remediación ambiental

5.

Centro Tecnológico Nacional ubicado en Murcia que ofrece apoyo a empresas del sector agroalimentario, con una importante división Medioambiental



Equipo de fotocatalisis



Diseño experimento fotocatalisis

Función dentro del proyecto:

- ✓ Estudios de fotocatalisis
- ✓ Recolección de muestras de diferentes EDARs
- ✓ Diagnóstico cualitativo y cuantitativo de la presencia de contaminantes emergentes en aguas de EDARs de la Región de Murcia
- ✓ Determinación analítica de contaminantes emergentes



El grupo de Reconocimiento y Encapsulación Molecular (REM), es un grupo de investigación de la Universidad Católica de Murcia (UCAM).

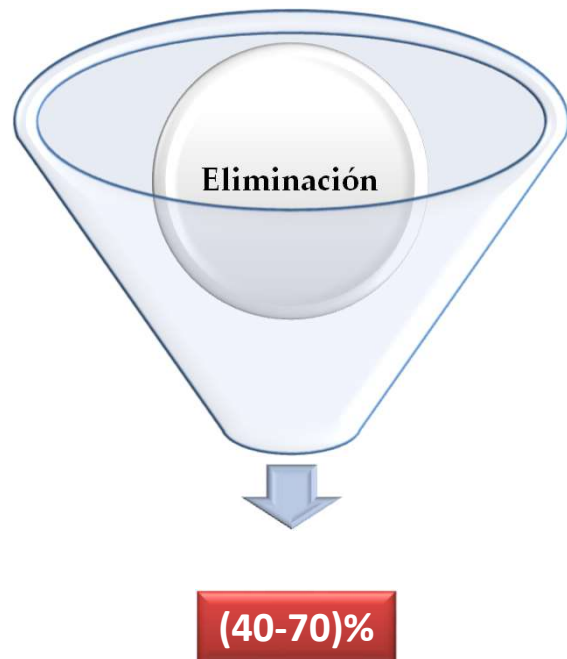
1. Encapsulación de diferentes compuestos por ciclodextrinas
2. Optimización de técnicas de inmunoensayo y PCR para diagnósticos analíticos
3. Desarrollo de métodos fotoquímicos para depuración de aguas

Función dentro del proyecto:

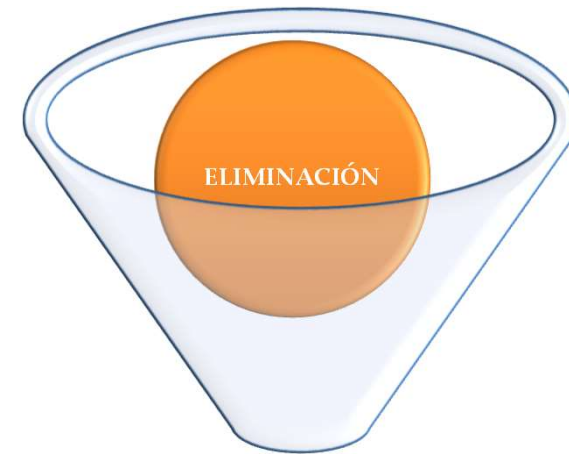
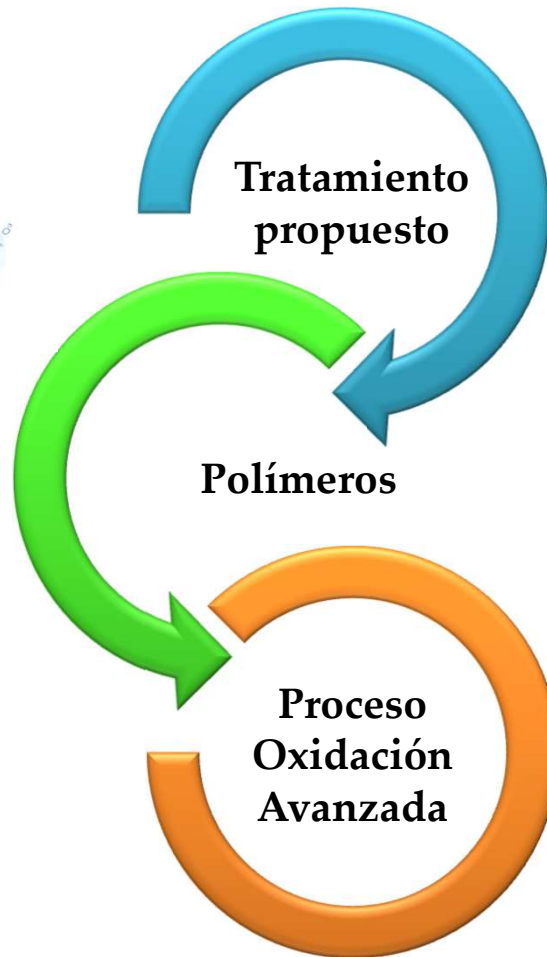
- ✓ Formación de agregados de ciclodextrina (polimerización) para su uso en la remediación ambiental.
- ✓ Ensayos adsorción y desorción in batch, regeneración polímero escala laboratorio, estudios cinéticos.
- ✓ Ensayos pulsos de luz.

Problemática

- Tratamientos convencionales EDARs no eficaces.



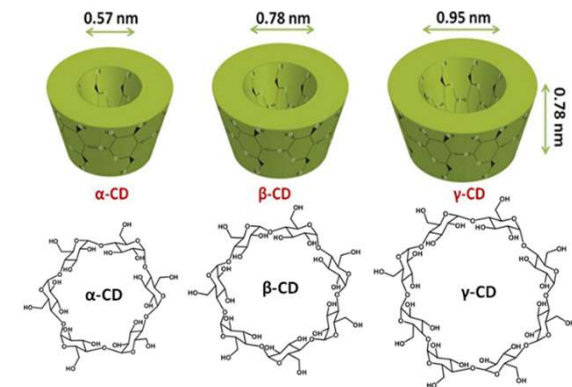
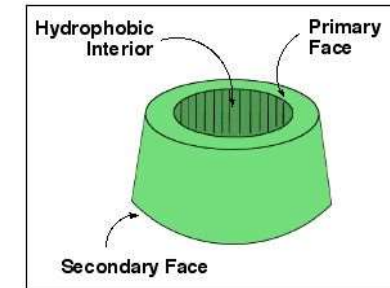
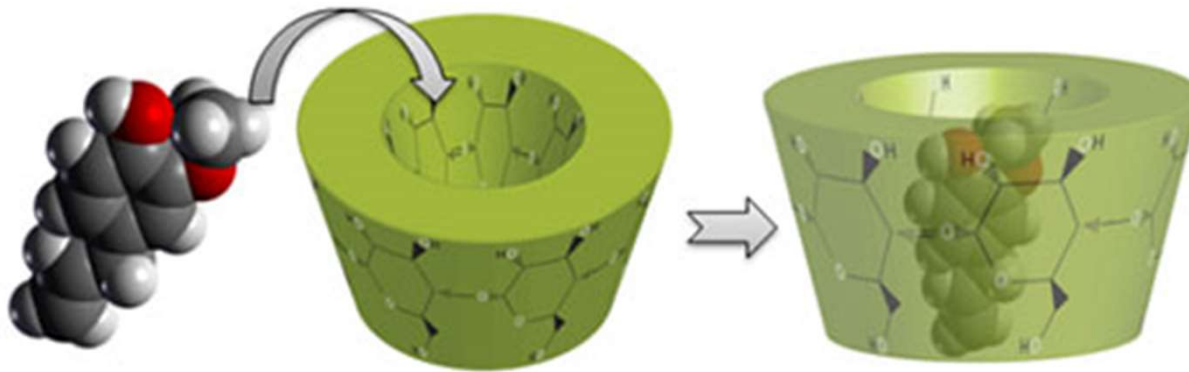
Planteamiento



Objetivo
> 90%

Hipótesis de partida

1. CDs ➤ Capacidad incluir moléculas (o partes) en su cavidad interna (hidrofóbica).

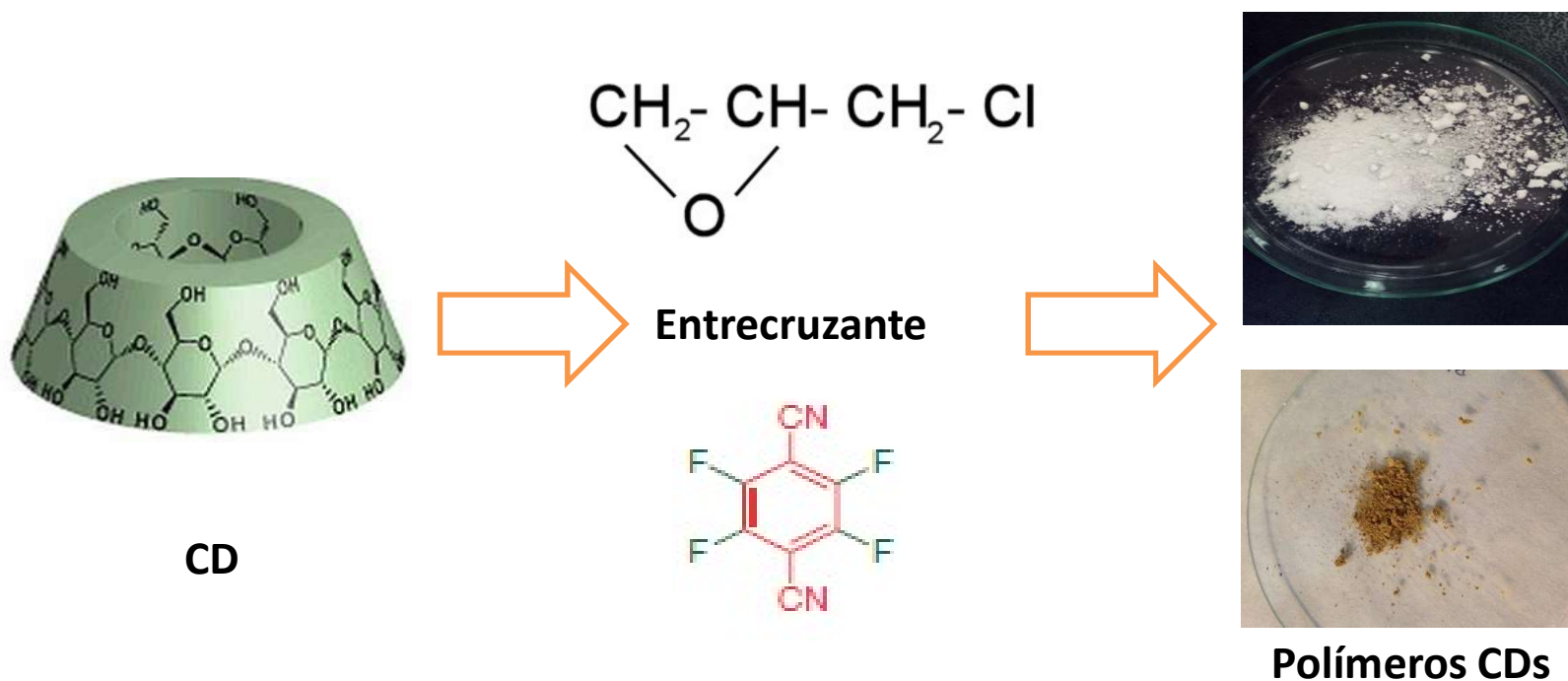


- Unidades de glucosa unidas por enlace α (1→4)

Hipótesis de partida

2. CDs

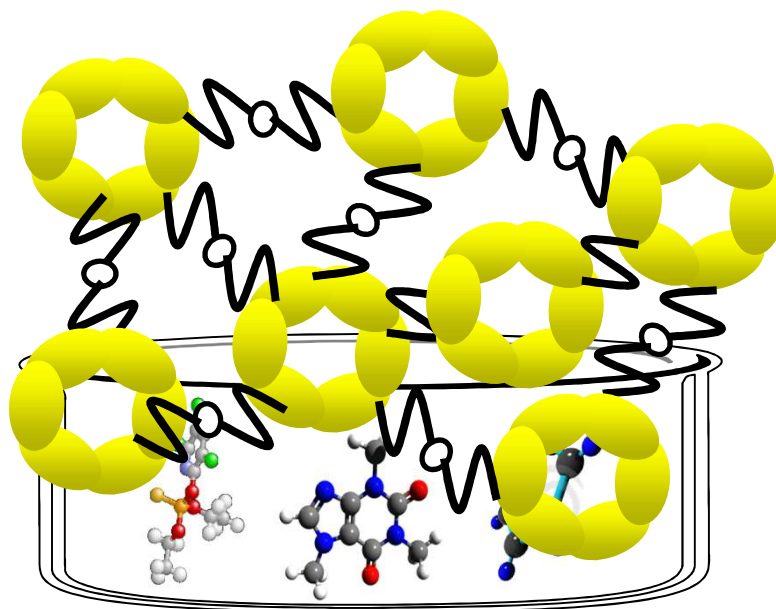
- Capacidad de formar agregados poliméricos con agentes entrecruzantes



Hipótesis de partida

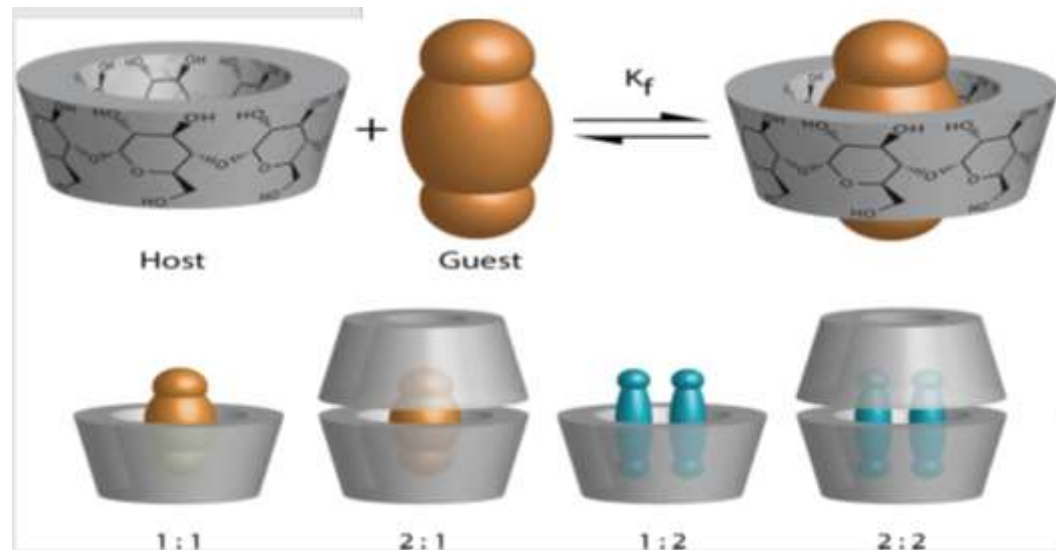
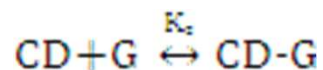
2. CDs

➤ Estructura reticular

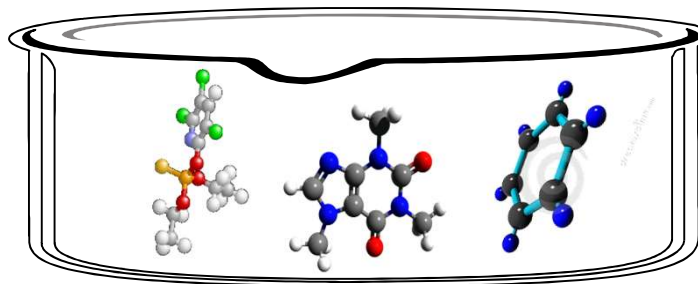


Hipótesis de partida

2. CDs



Complejos de inclusión: Equilibrio dinámico gobernado por una **constante de complejación K_c** , cuya fuerza depende del tamaño de la molécula complejada y de las interacciones establecidas entre la CDs y dicha molécula.




Hipótesis de partida



3. CDs





LIFE12 ENV/ES/000309





First use




Second use



Third use



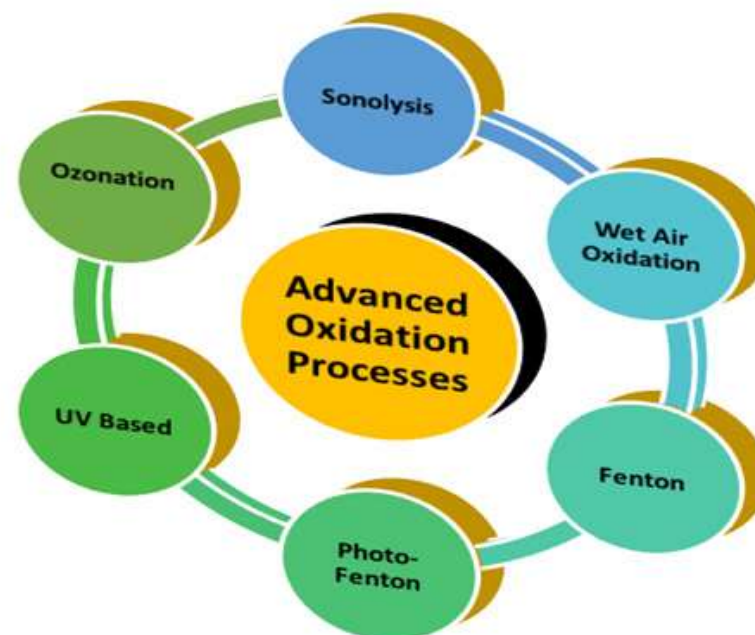
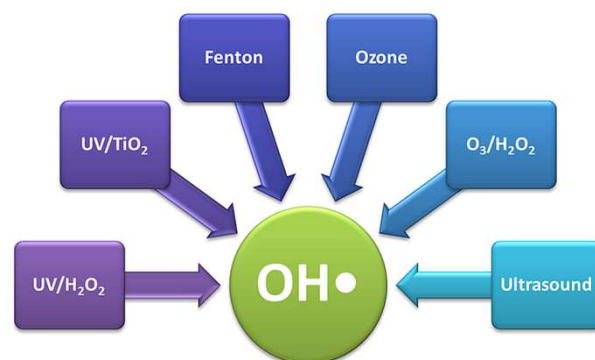


Textile obtained after dyeing with EPI- β CD polymer, EPI-HP- β CD polymer, EPI- γ -CD polymer and EPI-HP- γ CD from left to right with Direct Yellow 106 and Direct Red 83:1.

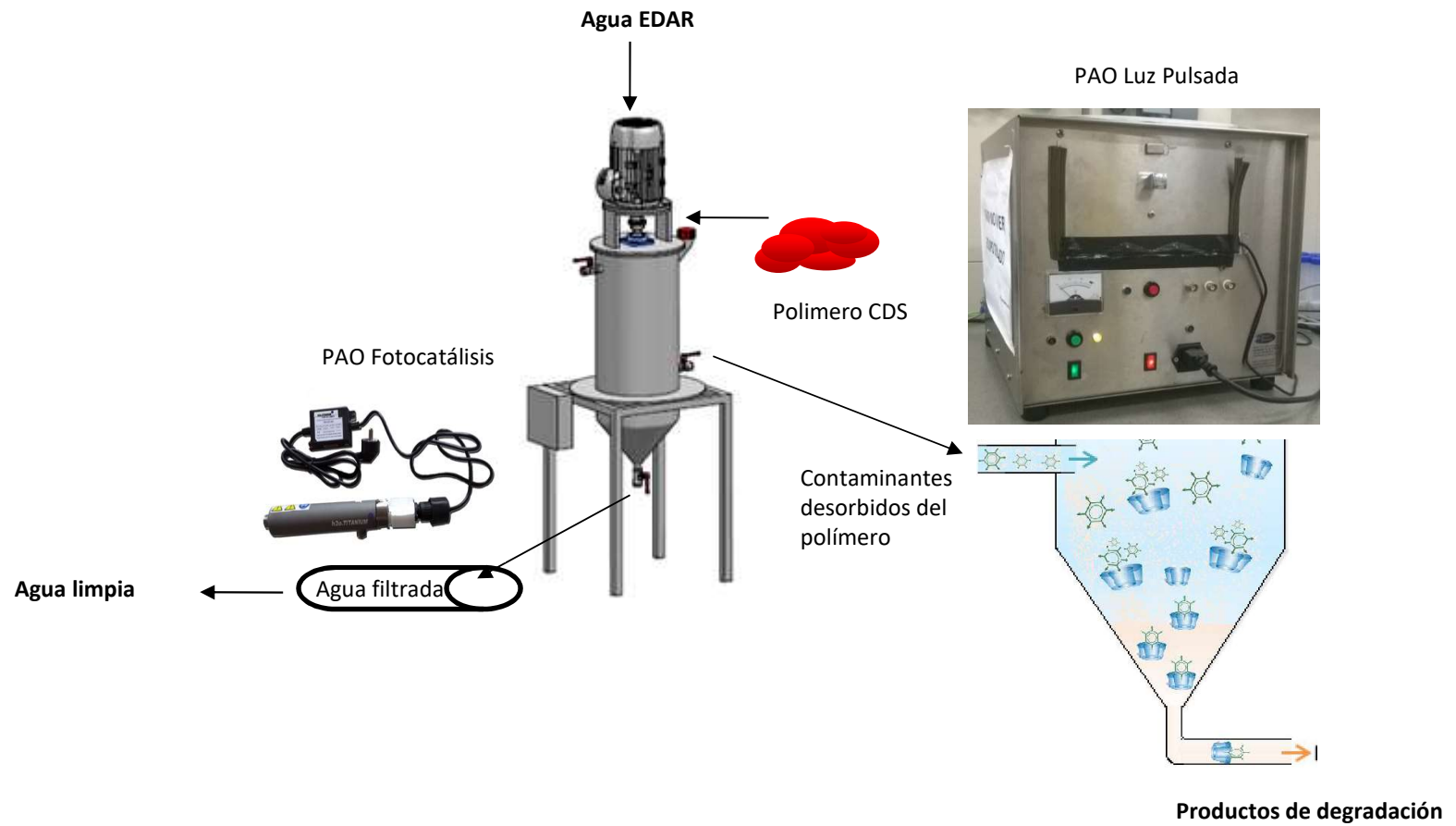
Hipótesis de partida

4. CDs

➤ Efectividad POAs. Mineralización contaminantes



PROPUESTA



ACCIONES

A. Preparatory actions (if needed)

- A1 Caracterización de contaminantes emergentes en aguas residuales tratadas de EDARs
- A2 Optimización del proceso de obtención de diferentes materiales adsorbentes de base polimérica
- A3 Optimización de innovadores Procesos de Oxidación Avanzada
- A4 Estudios preliminares y cálculos del prototipo a escala semi-industrial

B. Implementation actions (obligatory)

- B1 Construcción del prototipo semi-industrial para EDAR
- B2 Instalación, puesta en marcha y optimización del prototipo
- B3 Transferencia, replicación y sostenibilidad

C. Monitoring of the impact of the project actions (obligatory)

- C1 Validación de la tecnología y su viabilidad a escala semi-industrial

D. Public awareness and dissemination of results (obligatory)

- D1 Concienciación pública y difusión de resultados
- D2 Difusión técnica del proyecto

E. Project management (obligatory)

- E1 Gestión del proyecto

A.1 CARACTERIZACIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUAS RESIDUALES TRATADAS DE EDARS

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE CONTAMINANTES

- Se seleccionaron de una amplia lista de materias activas detectadas en EDARs urbanas
- Frecuencia de aparición
- Diferentes familias

A.2.1. NANOENCAPSULACIÓN MOLECULAR DE COMPUESTOS PERTENECIENTES A DIFERENTES FAMILIAS CON CDS.

Cálculo de constantes de complejación de Compuestos fitosanitarios en diferentes tipos de CDs (valores de absorbancia y/o fluorescencia)

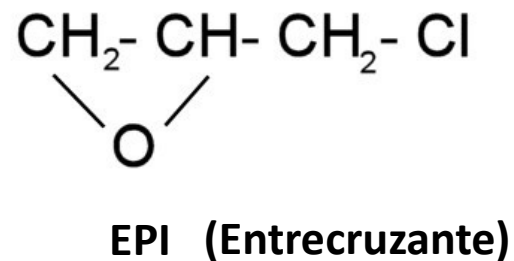
Contaminant	CDs	K ₁ (M ⁻¹)		K ₂ (M ⁻¹)*	
		P.S.	B-H	P.S.	B-H
PHYTOSANITARY COMPOUNDS					
Insecticides					
Acetamiprid	HP-β		6.2 ± 0.5		
Chlorpyrifos	G ₂ -β	12.34 ± 3.1	15.28 ± 3.3	3895 ± 183	4068 ± 195
Cypermethrin	Me-β	1010 ± 23			
Imidacloprid	HP-β		5.8 ± 0.5		
Fungicides					
Carbendazim	HP-β	61.07 ± 6.4			
Methyl-thiophanate	β	84.1 ± 7.2			
Herbicide					
Trifluralin	γ	5398 ± 503			

** k_2 (molar⁻¹) is not reported when the complexes were 1:1. P.S.: Phase solubility; B-H.: Benesi-Hildebrand. Me: Methyl; HP: Hydroxypropyl. G₂: Maltosyl (6-O-α-maltosyl).*

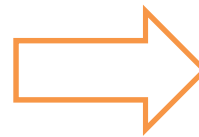
PHARMACEUTICAL					
COMPOUNDS	CDs	K_1 (M ⁻¹)		K_2 (M ⁻¹)*	
		P.S.	B-H	P.S.	B-H
β-blocker Atenolol	β	110 ± 22.0			
Anticonvulsant					
Carbamazepine	β	404 ± 16.7			
Anti-inflammatories					
Diclofenac	α	17.4 ± 3.5		1200 ± 39	
Paracetamol	β			106 ± 19.3	
Antibiotics					
Ciprofloxacin	HP- β		343± 12.3		
Norfloxacin	HP-β	642.7 ± 19.6			
Sulfametoxazole	HP-β	302 ± 13.4			
Sulfametoxazole	β	651.8 ± 10.5			
Sulphathiazole	β	4.98 ± 0.3	42.83 ± 3.3	5.1 ± 0.4	46.78 ± 3.5
Trimethoprim	Me-β	67.85± 14.2			
Tetracycline	β		137 ± 14.5		
Oxacillin	β		7.5 ± 0.8		

A.2.2. OPTIMIZACIÓN SINTESIS DE MATRICES POLIMÉRICAS CON CICLODEXTRINAS

Polímeros de CDs entrecruzados con epiclorhidrina.



COMPOSICION	Peso
EPI	132 g
CD	12g
NaBH ₄	30 mg
NaOH	40% w/w



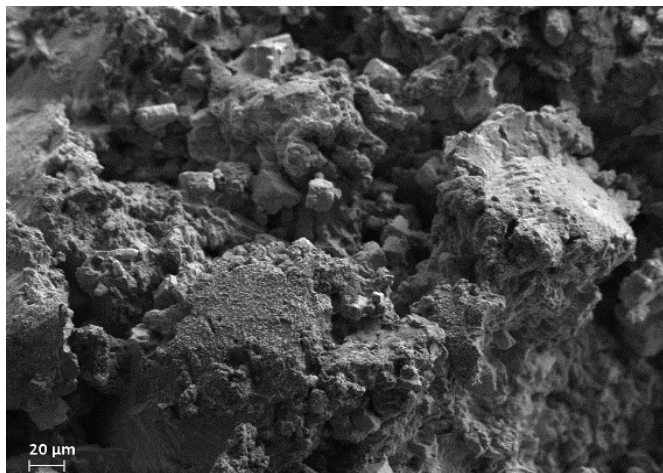
SÍNTESIS



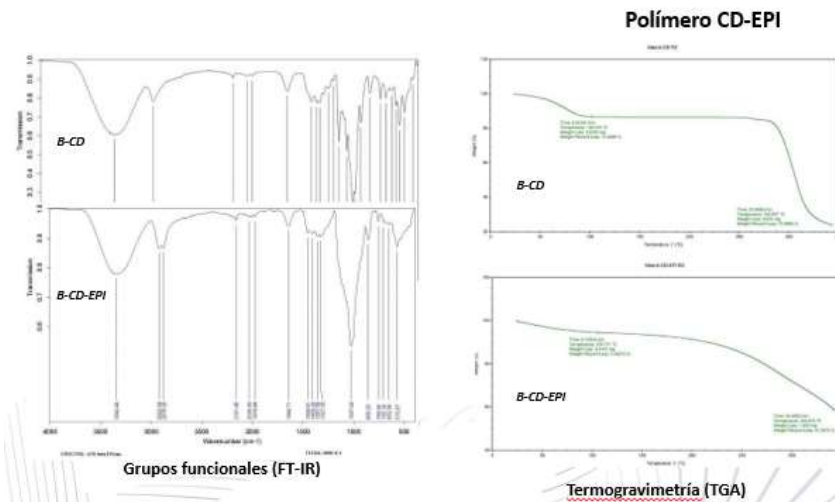
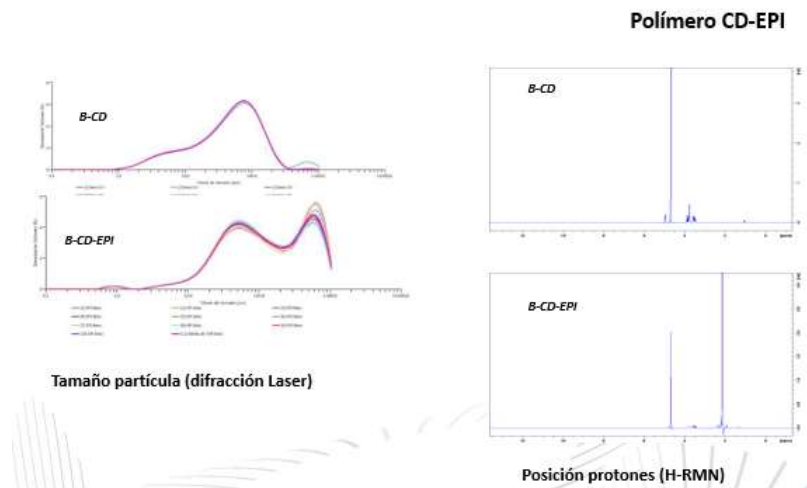
Polímero CD-EPI

A.2.3 Caracterización polímeros

Polímero CD-EPI

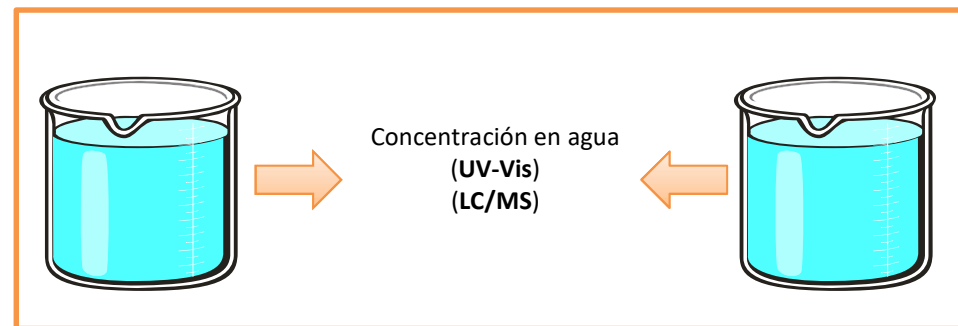
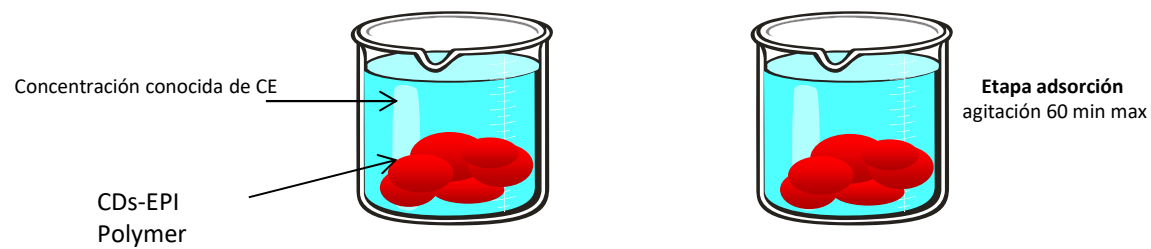
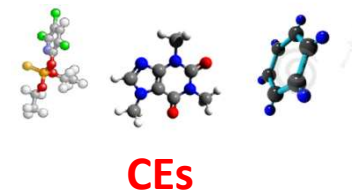


Micrografía SEM



A.2.4 EVALUACION DE LA ADSORCIÓN IN BACTH

Capacidad de adsorción (Selección mejor CD-EPI)



A.2.4 EVALUACION DE LA ADSORCIÓN IN BACTH

. Capacidad de adsorción (Selección mejor CD-EPI)

Fitosanitarios

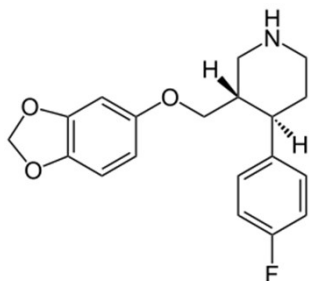
Polímero

<i>Analito</i>	<i>α-EPI</i>	<i>β-EPI</i>	<i>γ-EPI</i>	<i>mix-EPI</i>
Clorpirifos	71.5%	74.1%	75.9%	80.5%
Penconazol	83.4%	79.5%	79.1%	82.5%
Fluvalinato	55.8%	96.9%	36.9%	95.6
Imidacloprid	100%	100%	100%	100%
Metil-T	100%	100%	*	91.2%

A.2.4 EVALUACION DE LA ADSORCIÓN IN BACTH

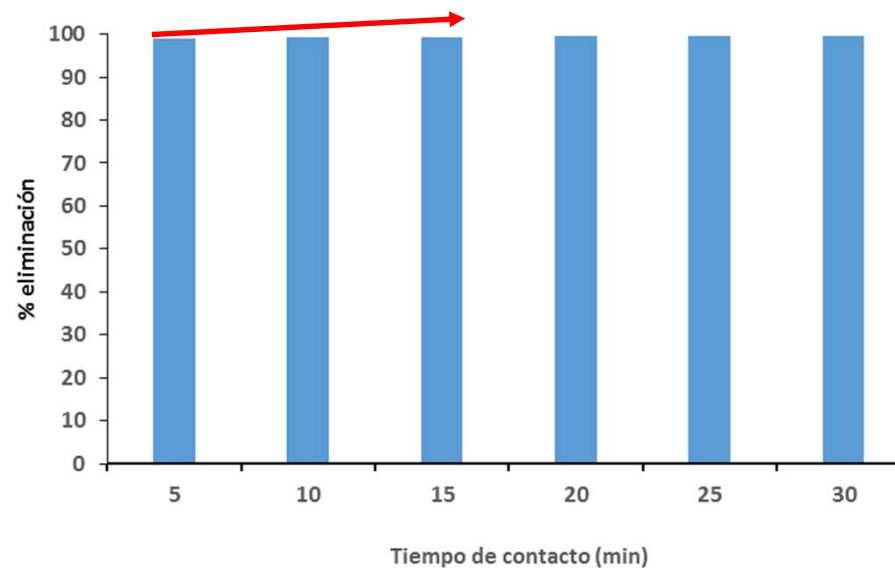
Capacidad de adsorción (Individual).

Paroxetina



15 min: Eliminación 100 %

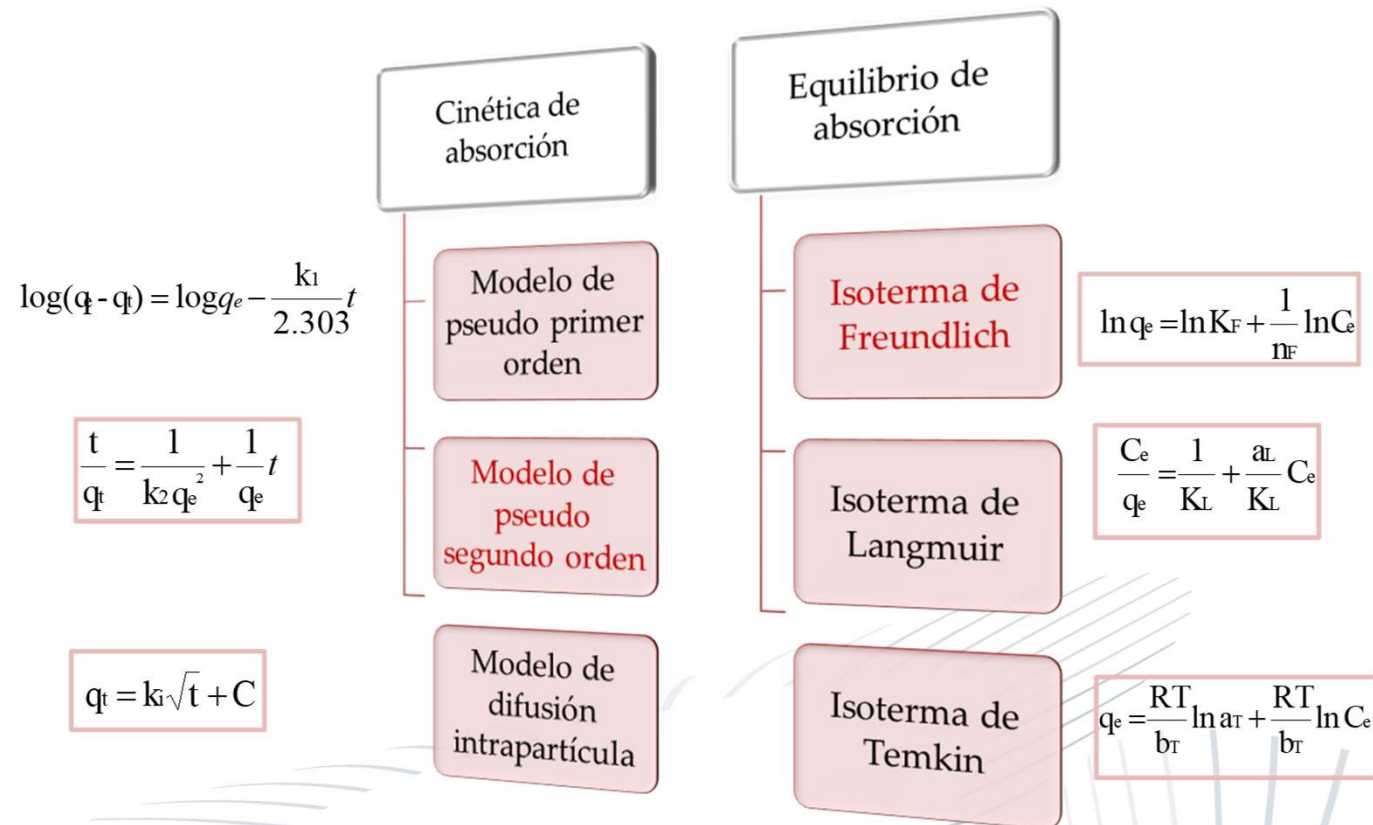
Efecto del tiempo de contacto



A.2.4 EVALUACION DE LA ADSORCIÓN IN BACTH

Cinética de adsorción (Capacidad beta CD-EPI sobre diferentes CE).

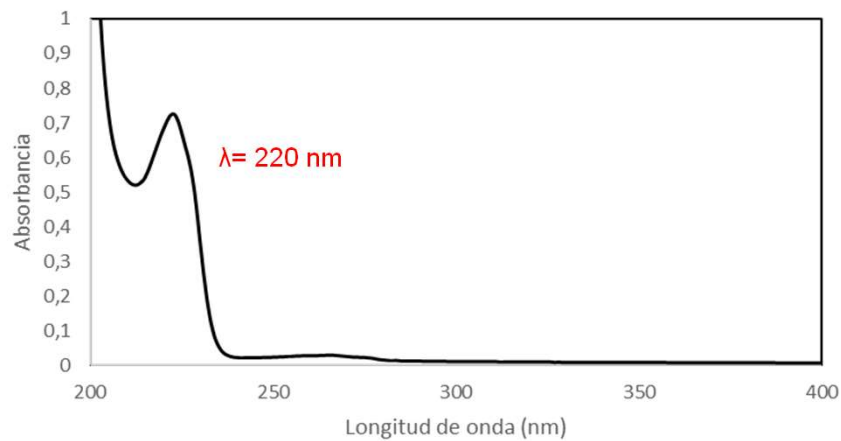
Ajustes Modelos Matemáticos



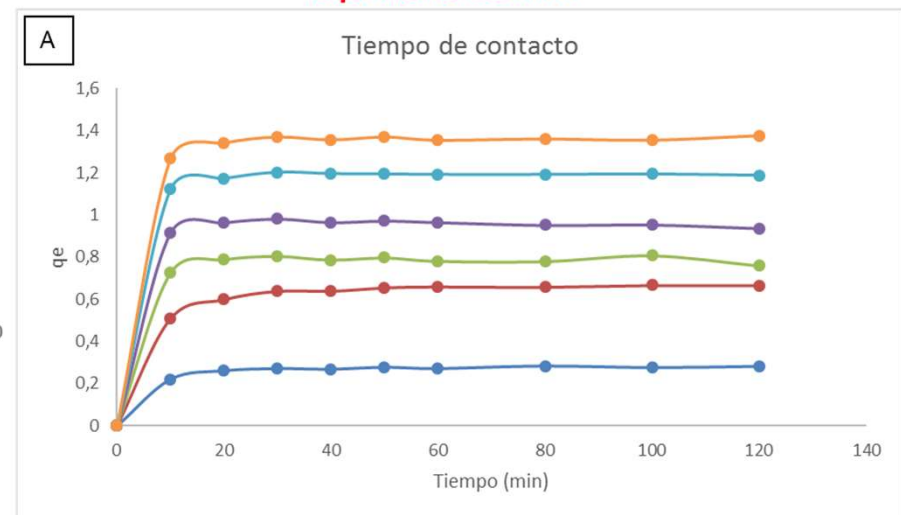
A.2.4. EVALUACION DE LA ADSORCIÓN IN BACTH

Cinética de adsorción (Capacidad beta CD-EPI sobre diferentes CE).

Ciproconazol



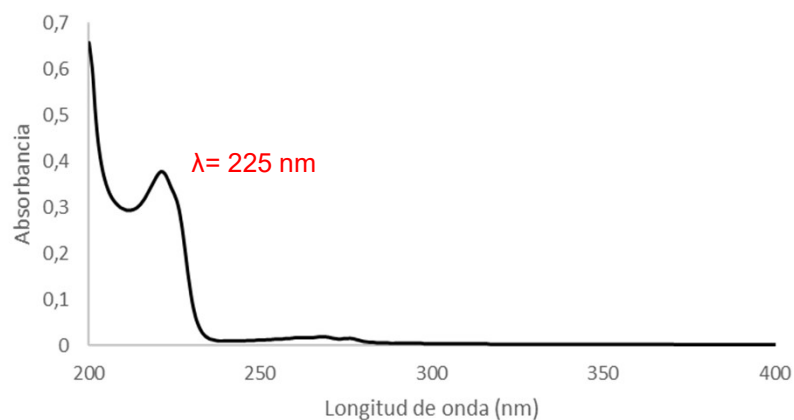
Equilibrio 20 min



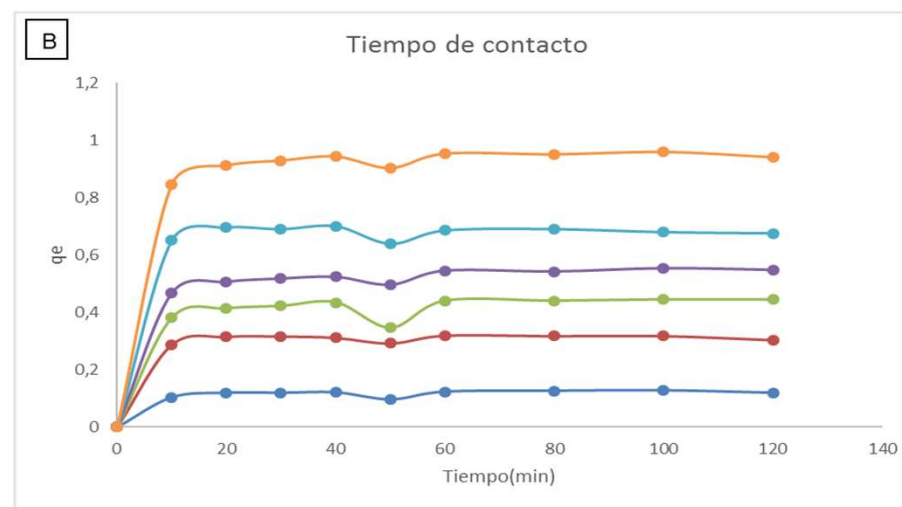
A.2.4 EVALUACION DE LA ADSORCIÓN IN BACTH

Cinética de adsorción (Capacidad beta CD-EPI sobre diferentes CE).

Tebuconazol



Equilibrio 20 min

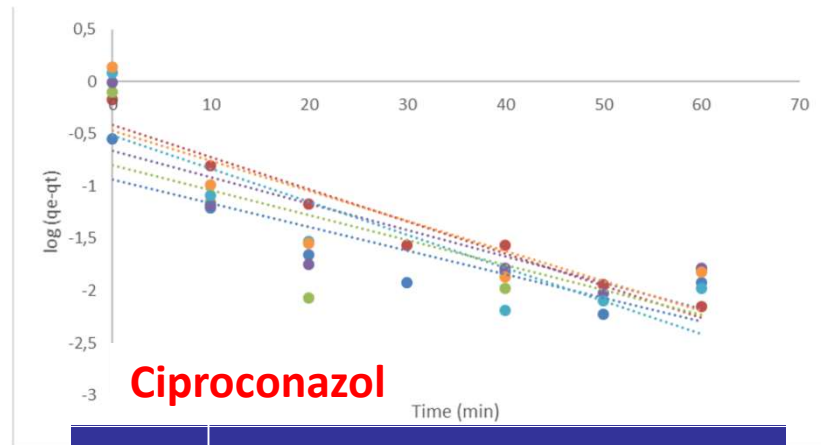


A.2.4 EVALUACION DE LA ADSORCIÓN IN BACTH

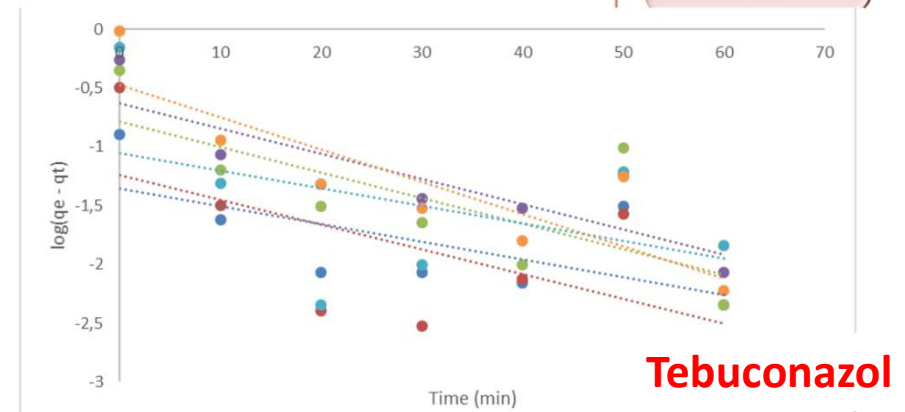
Cinética de adsorción (Capacidad beta CD-EPI sobre diferentes CE).

$$\log(q - q_t) = \log q_e - \frac{k_1}{2.303} t$$

Modelo de
pseudo primer
orden



Ciproconazol β-CDs-EPI				
Co (mg/L)	q _{eexp}	q _{ecal}	k ₁ (min ⁻¹)	R ²
10 mg/L	0,2835	0,9493	2,156	0,7476
2,156	0,0423	0,0396	0,0499	0,0373
20 mg/L	0,6665	0,9317	0,9621	0,9453
25 mg/L	0,797	0,9464	1,837	0,4905
30 mg/L	0,9815	0,216	1,532	0,6371
35 mg/L	1,2025	0,302	1,197	0,7519
40 mg/L	1,3685	0,337	1,086	0,6871



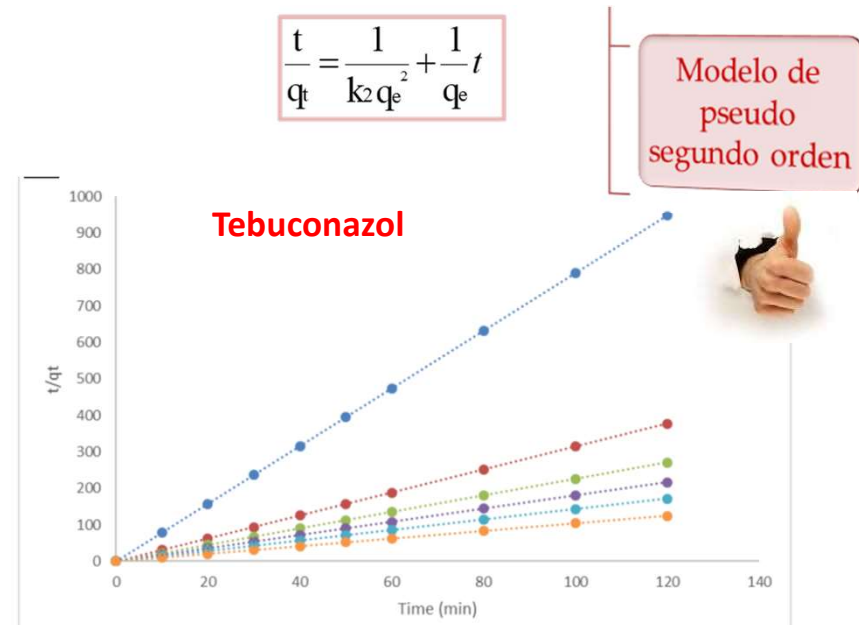
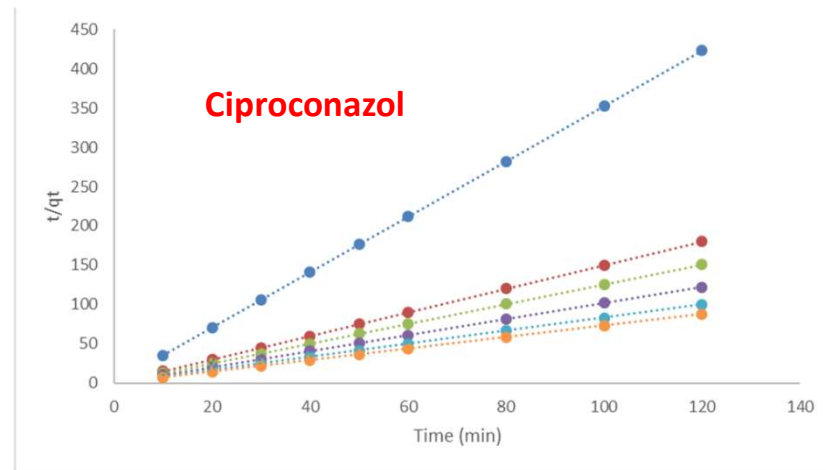
Tebuconazol β-CDs-EPI				
Co (mg/L)	q _{eexp}	q _{ecal}	k ₁ (min ⁻¹)	R ²
5 mg/L	0,1265	0,044	0,035	0,421
0,035	0,0423	0,0396	0,0499	0,0373
10 mg/L	0,318	0,057	0,005	0,273
12,5 mg/L	0,4435	0,1643	0,050	0,5084
15 mg/L	0,553	0,232	0,0494	0,7093
20 mg/L	0,6895	0,087	0,034	0,1975
25 mg/L	0,959	0,3365	1,089	0,7249

q_{e exp} ≠ q_{e cal}

Baja R²

A.2.4 EVALUACION DE LA ADSORCIÓN IN BACTH

Cinética de adsorción (Capacidad beta CD-EPI sobre diferentes CE).



	Ciproconazol β-CDs-EPI		
Co (mg/L)	q _{eexp}	q _{ecal}	R ²
10 mg/L	0.2835	0.2835	0.9999
20 mg/L	0.6665	0.6665	0.9999
25 mg/L	0.797	0.797	0.9999
30 mg/L	0.9815	0.9815	0.9999
35 mg/L	1.2025	1,2025	0.9999
40 mg/L	1,3685	1,3685	0.9999

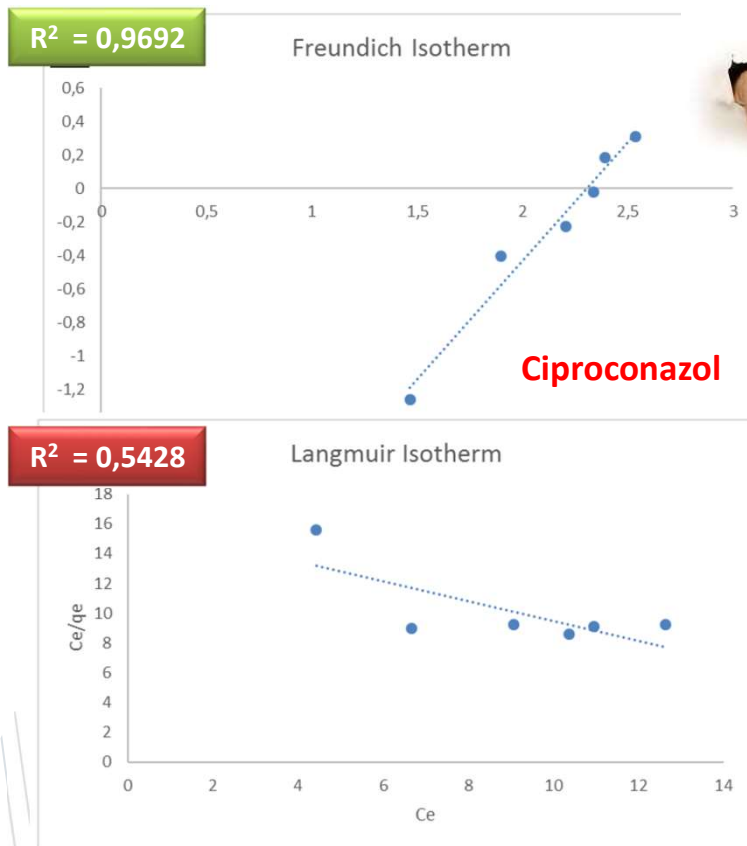
$$q_{e \text{ exp}} = q_{e \text{ cal}}$$

Alta R²

	Tebuconazol β-CDs-EPI		
Co (mg/L)	q _{eexp}	q _{ecal}	R ²
5 mg/L	0.1265	0.12365	0.9999
10 mg/L	0.318	0.3179	0.9999
12.5 mg/L	0.4435	0.4435	0.9999
15 mg/L	0.553	0.553	0.9999
20 mg/L	0.6995	0.6994	0.9999
25 mg/L	0.959	0.9589	0.9999

A.2..4 EVALUACION DE LA ADSORCIÓN IN BACTH

Equilibrio de adsorción (Capacidad beta CD-EPI sobre diferentes CE).



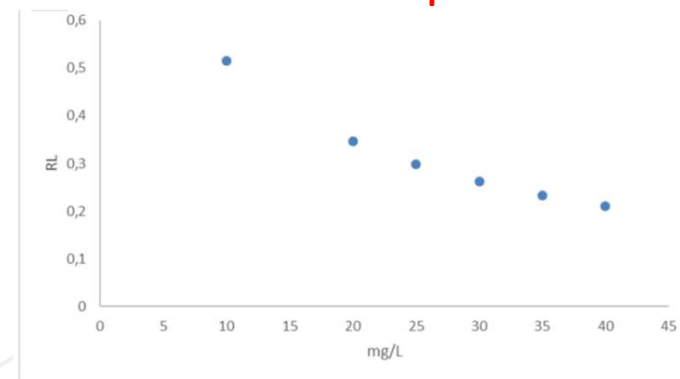
Isoterma de Freundlich

$$\ln q_e = \ln K_F + \frac{1}{n_F} \ln C_e$$

Isoterma de Langmuir

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{K_L} + \frac{a_L}{K_L} C_e$$

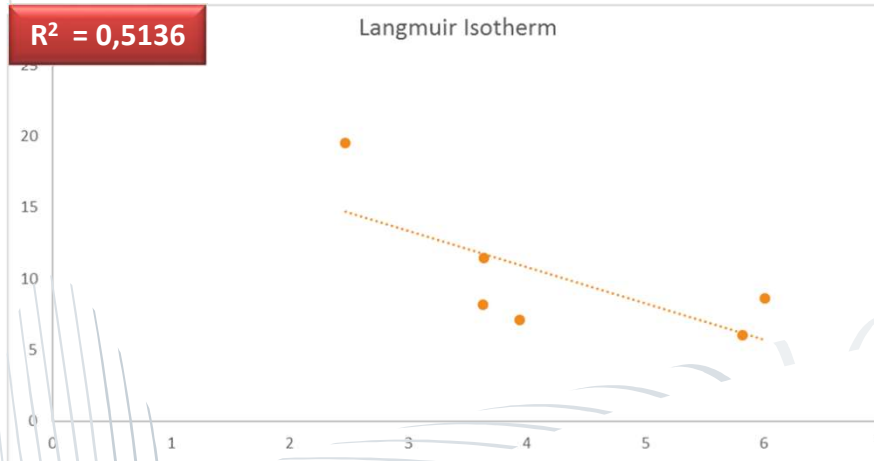
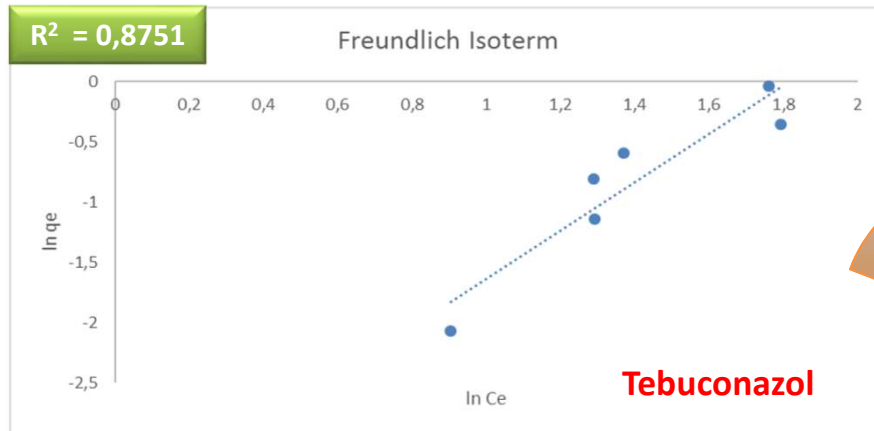
Factor de separación



R_L : 0-1, por tanto la Adsorción es favorable

A.2.4 EVALUACION DE LA ADSORCIÓN IN BACTH

Equilibrio de adsorción (Capacidad beta CD-EPI sobre diferentes CE).

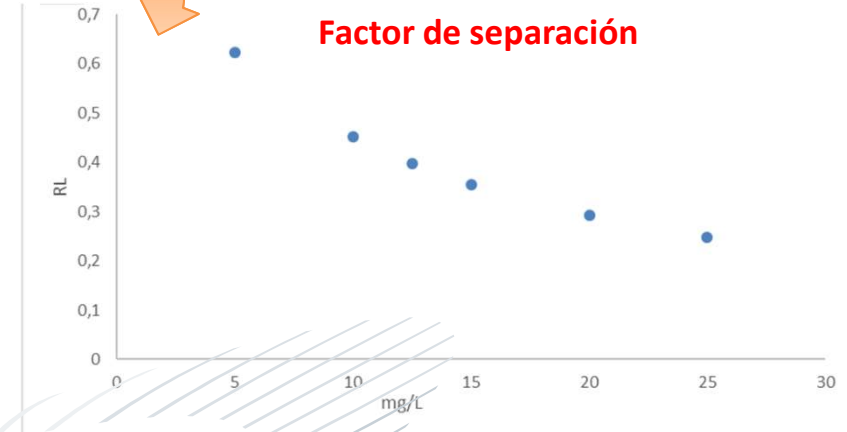
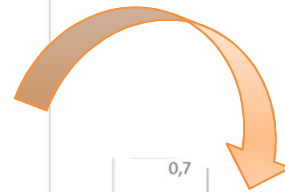


Isoterma de
Freundlich

$$\ln q_e = \ln K_F + \frac{1}{n_F} \ln C_e$$

Isoterma de
Langmuir

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{K_L} + \frac{a_L}{K_L} C_e$$



R_L : 0-1, por tanto la Adsorción es favorable

A.2.4 EVALUACION DE LA ADSORCIÓN IN BACTH

Equilibrio de adsorción (Capacidad beta CD-EPI sobre diferentes CE).

Parámetros Isotermas

		Ciproconazol
Isotherm	Parameters	β -CDs-EPI
Freundlich	K_F	0.03843
	n_F	0.7076
	R^2	0.969
Langmuir	q_{max}	0,66
	K_L	0.0621
	a_L	-0.0938
	ΔG	6,8886
	R^2	0.542
	R_L	0.515-0.21

		Tebuconazol
Isotherm	Parameters	β -CDs-EPI
Freundlich	K_F	0.0264
	n_F	0.5008
	R^2	0.8751
Langmuir	q_{max}	0,3916
	K_L	0,04758
	a_L	-0,1215
	ΔG	7,54885
	R^2	0.513
	R_L	0.622-0.248

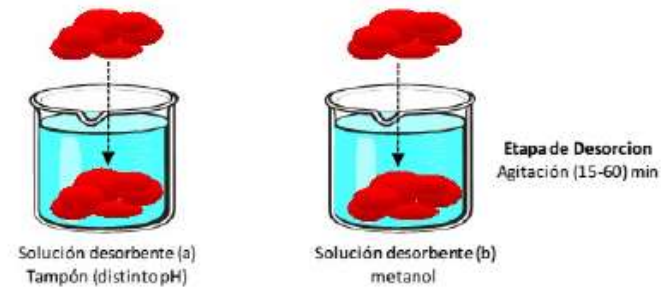
$>K_F$: mayor adsorción

n_F : 0-10

R_L : 0-1, por tanto la Adsorción es favorable

A.2.4 EVALUACION DE LA ADSORCIÓN IN BACTH

Evaluación de desorción (Capacidad regeneración/ciclos útiles)



A.2.4 EVALUACION DE LA ADSORCIÓN IN BACTH

Evaluación de saturación polímero

Acetaminofen

[15 mg/L]

1 ciclo

Agitar 20 min

Centrifugar, medir [sobrenadante]

2 ciclo

[15 mg/L]

Repetir agitación y medida

N ciclos

Repetir hasta concentración cte don.

Nº de ciclos útiles
polímero



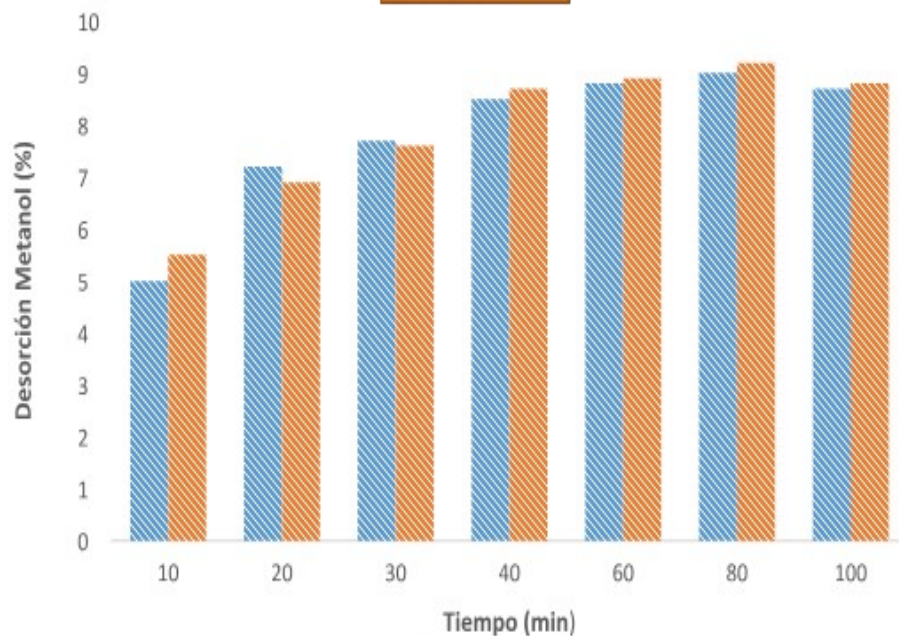
A.2.4 EVALUACION DE LA ADSORCIÓN IN BACTH

Evaluación de desorción (Capacidad regeneración/ciclos útiles)

Ciproconazol



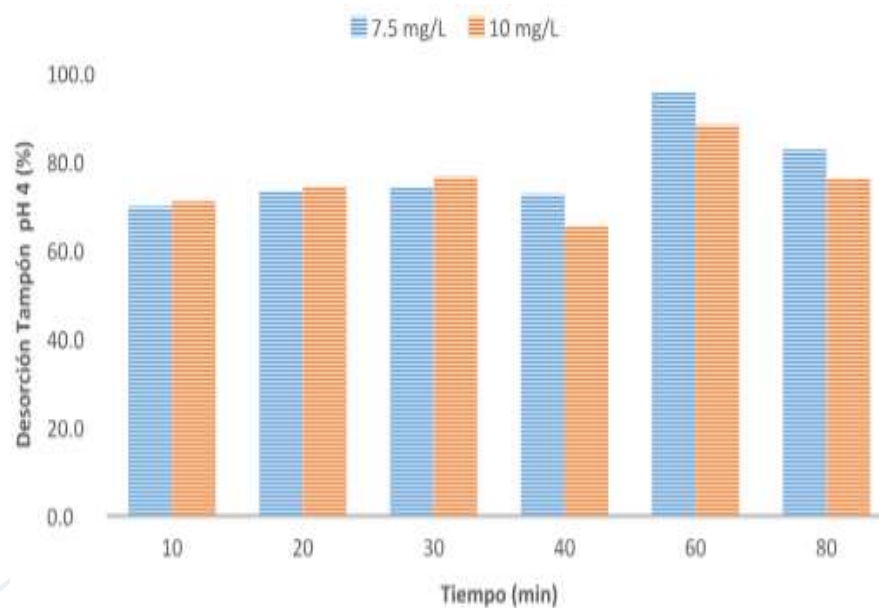
METANOL



12.5 mg/L 15 mg/L

Como máximo se desorbe el 10% de CE

Tampón
Acetatio



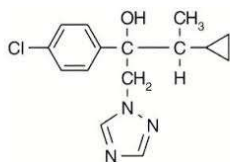
Se desorbe por encima del 70% de CE

A.2.4 EVALUACION DE LAS MATRICES POLIMERICAS

Evaluación de desorción (Capacidad de regeneración/ciclos útiles)

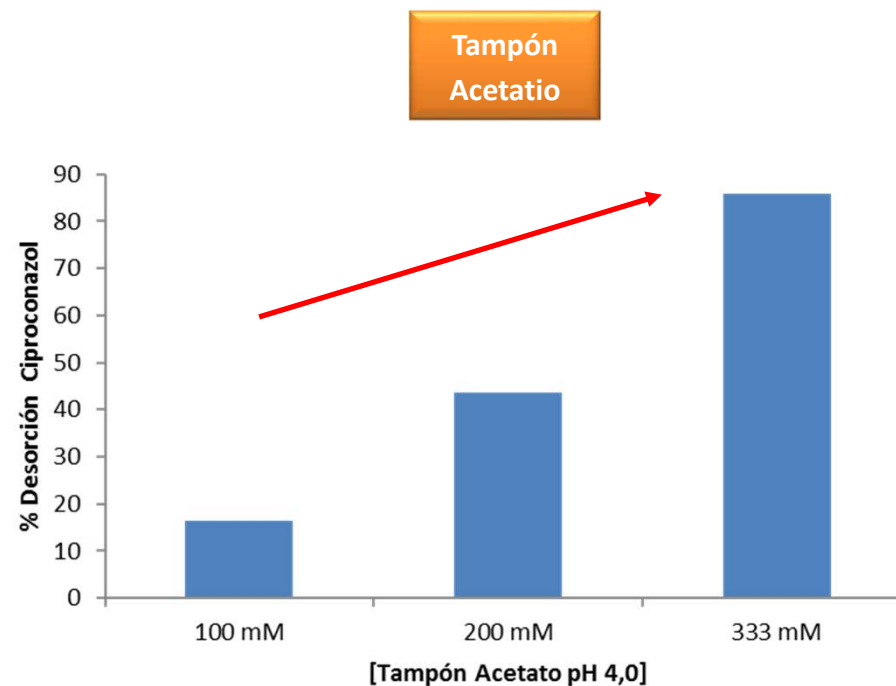
Efecto concentración

Ciproconazol



40 mg Cipro
t absorción= 120 min
t desorción= 10 min
85 % CE recuperado

Cuando la concentración de Tampón acetato pH 4.0 aumenta de 100 mM a 330 mM, la capacidad de desorción aumenta.



Estable durante cuatro ciclos (Ads/Des)

A.2.5 EVALUACION ADSORCIÓN EN CONTINUO

Prototipo de laboratorio

En el prototipo de laboratorio se introducen:

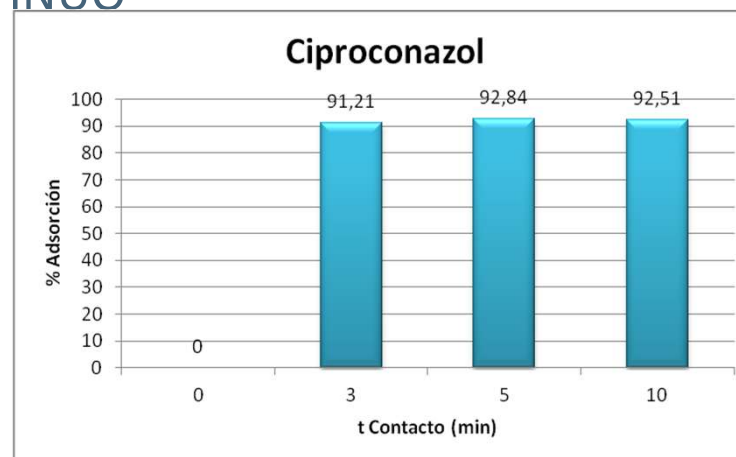
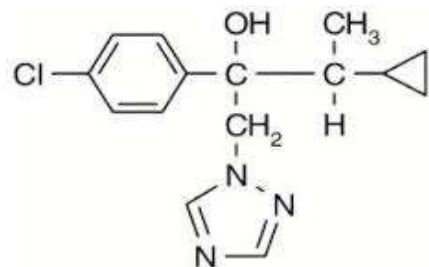
- *1000 gramos de polímero de β ciclodextrinas.*
- *Cristal de Sílice activada hasta cubrir la crepina de entrada*
- *Disolución de contaminantes, medidas individuales de paracetamol, ciproconazol, ciprofloxacino.*
- *Mezcla tres contaminantes .*

t Contacto	% Adsorción
3	
5	
10	

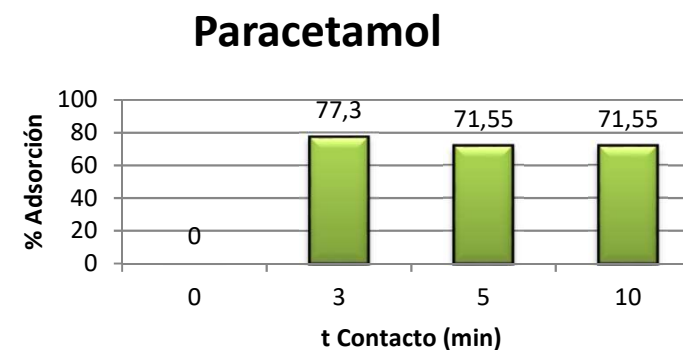
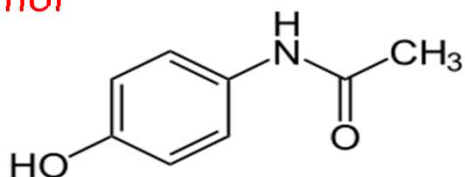


A.2.5 EVALUACION ADSORCIÓN EN CONTINUO

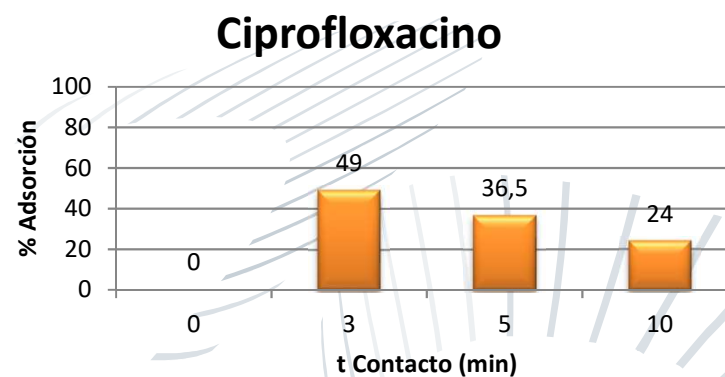
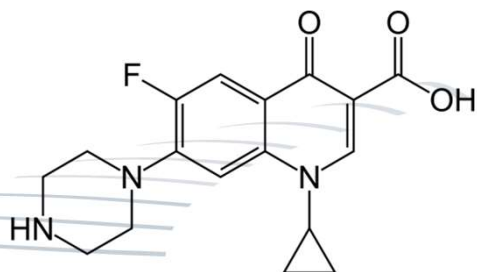
Ciproconazol



Paracetamol

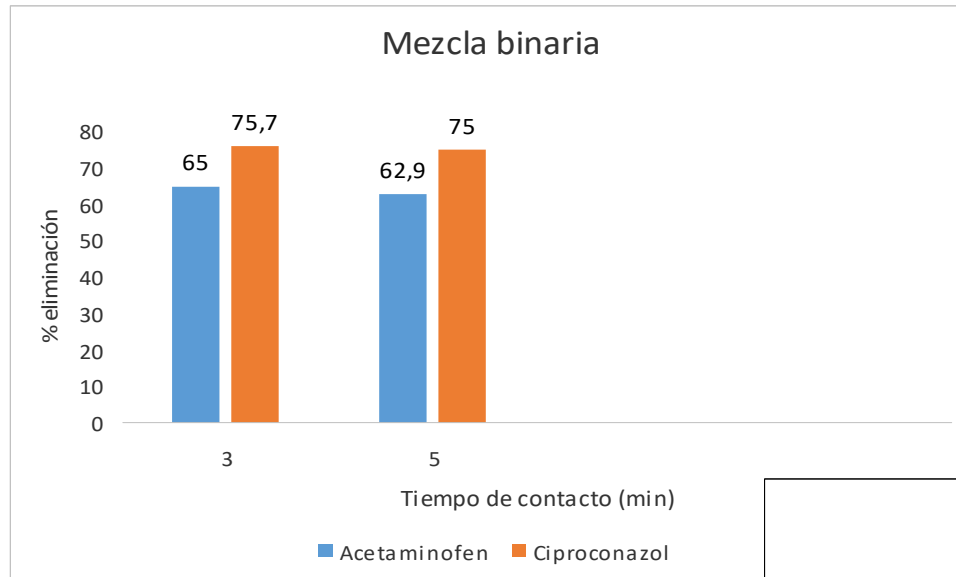


Ciprofloxacino



A.2.5 EVALUACION ADSORCIÓN EN CONTINUO

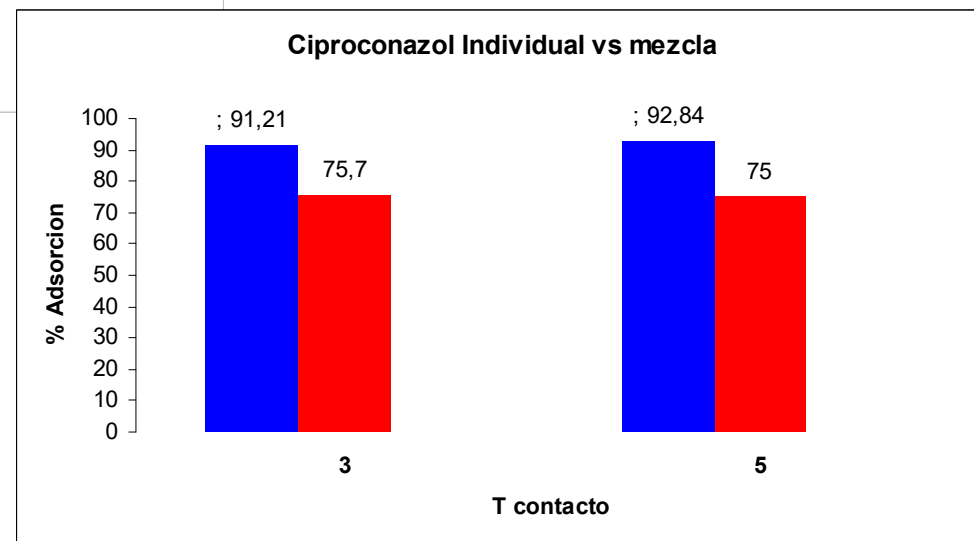
Mezcla dos contaminantes



Adsorción conjunta

La presencia de dos compuestos en la muestra ciproconazol más paracetamol disminuye el porcentaje de adsorción respecto al valor individual.

Comparativa individual vs mezcla



A.2.5 EVALUACION ADSORCIÓN EN CONTINUO CAPACIDAD DE DESORCIÓN EN CONTINUO

Determinación de la capacidad de **desorción en continuo**.

En el prototipo de laboratorio se introducen:

- 100 gramos de polímero de β ciclodextrinas, columna $\varnothing 63$ mm
- Cristal de Sílice activada hasta cubrir la crepina de entrada
- Disolución de Ciproconazol 10 ppm
- Disolución tampón de acetato con la siguiente concentración 333 mM

1º Adsorción: Ciproconazol 10 ppm
t contacto de 5 min

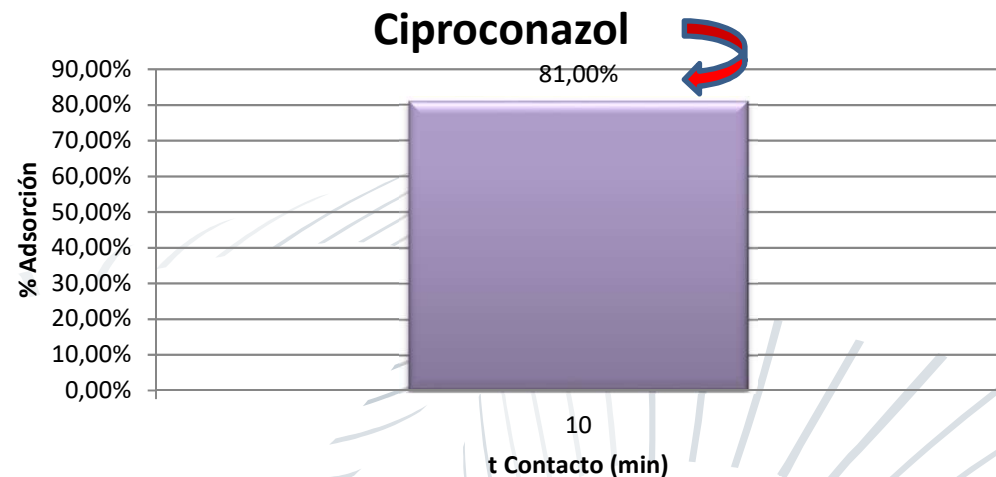
A la salida de esta tomamos muestra de la disolución y medimos la cantidad de contaminante presente para determinar la cantidad de este que ha sido retenido por las ciclodextrinas.

2º Desorción:

t contacto 10 min

10 ml por gramo de ciclodextrina.

V Disolución tampón 333 mM=10 l



A.3. SISTEMA SECUENCIAL CICLODEXTRINA/PULSOS DE LUZ PARA ELIMINAR COMPUESTOS FARMACÉUTICOS

**21 compuestos
farmacéuticos**

**6 grupos farmacéuticos
diferentes**

100 ppb

Analgésicos y anti-inflamatorios
Ketoprofen
Ibuprofen
Indomethacin
Diclofenac
Acetaminophen
Propyphenazone
Naproxen

Diureticos

Furosemide

Hydrochlorothiazide

Drogas psiquiátricas

Carbamazepine

Paroxetine

β -bloqueantes

Atenolol

Metoprolol

Propanolol

Reguladores lipídicos

Fenofibrate

Gemfibrozil

Bezafibrate

Antibioticos

Clarithromycin

Sulfametoxazole

Sulfamethazine

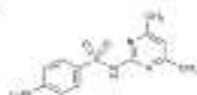
Trimethoprim

METHODS

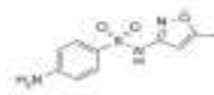
- A mixture of emerging pollutants was prepared in water including four antibiotics.



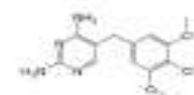
Clarithromycin



Sulfamethazine

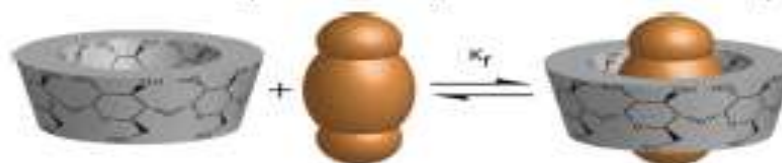


Sulfamethoxazole

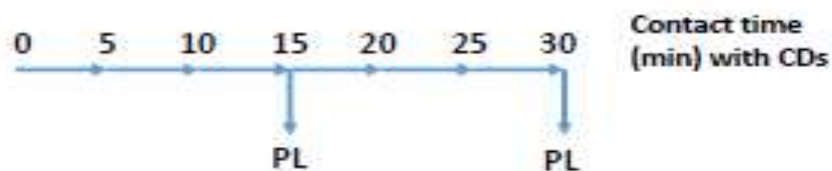


Trimetoprim

- It was mixed with epichlorohydrin cross-linked β -cyclodextrin.



- Samples were withdrawn every 5 min up to 30 min and analysed.



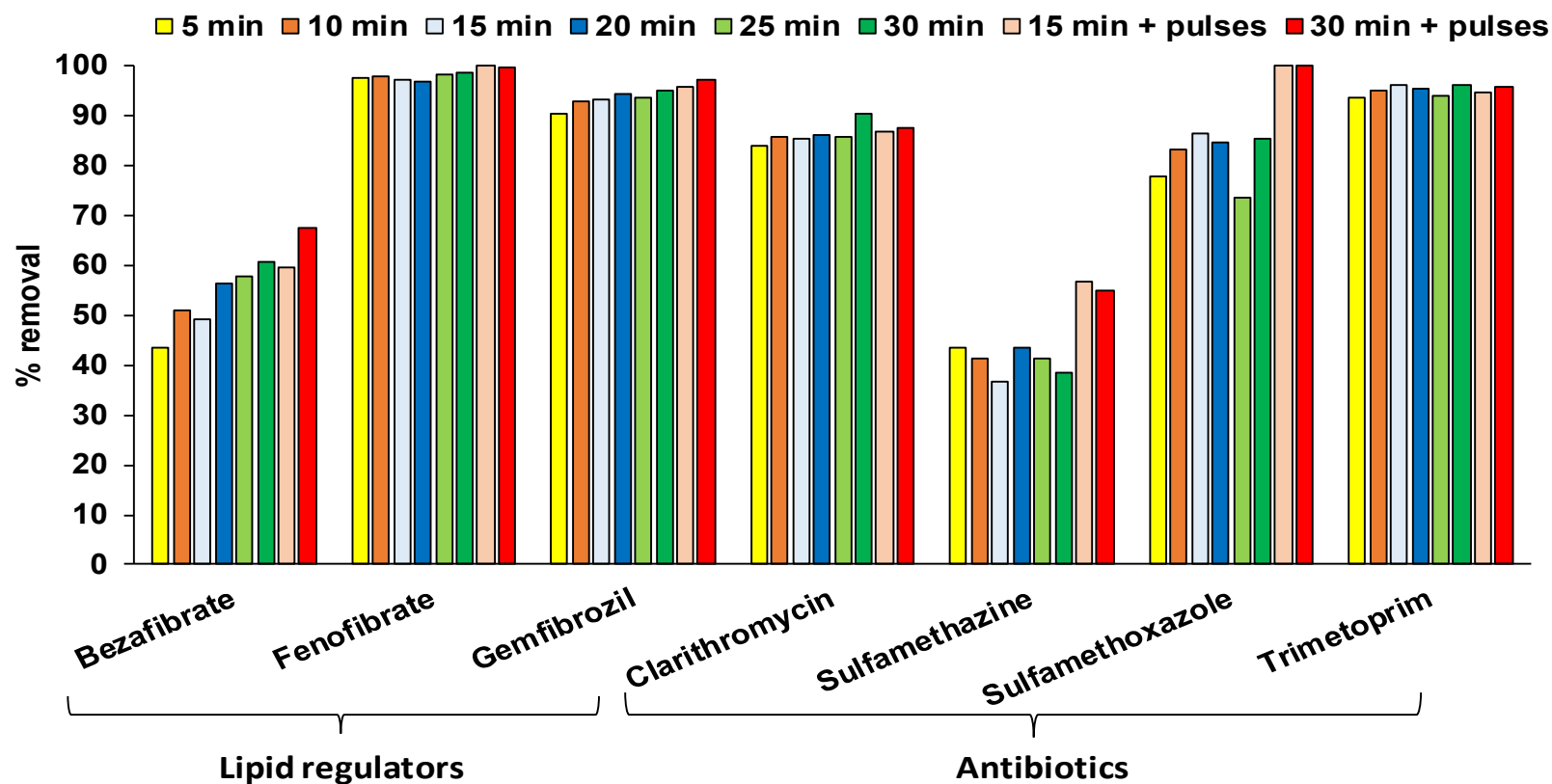
- Additionally, 15-min and 30-min samples were treated with 96 J/cm² pulsed light.



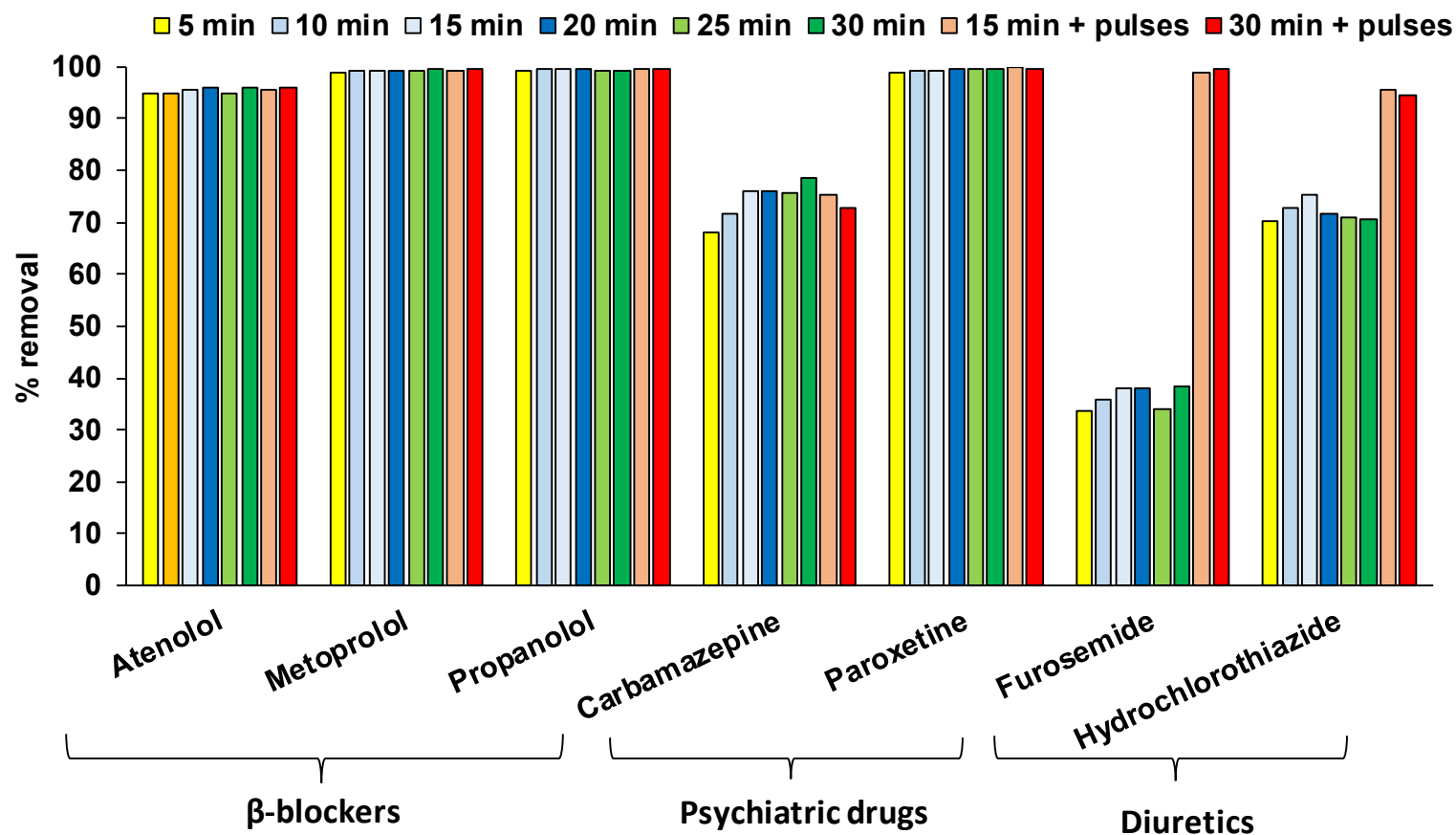
- Samples were analysed by UHPL/Q-TOF/MS/MS (Fig.1).



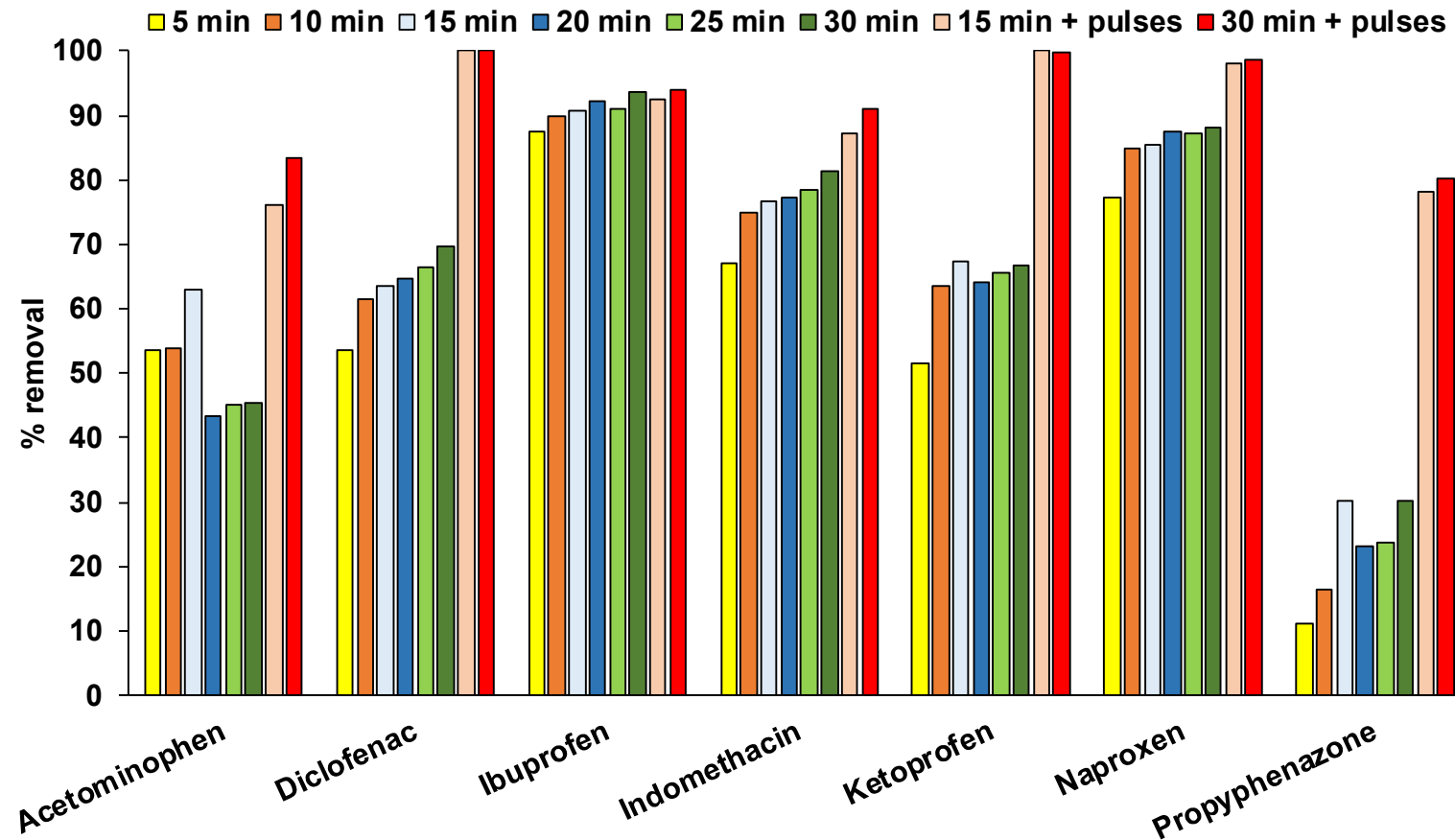
LIPID REGULATORS AND ANTIBIOTICS



B-BLOCKERS, PSYCHIATRIC DRUGS AND DIURETICS



ANALGESISCS AND ANTI-INFLAMMATORIES



CONCLUSIONES ADSORCIÓN-DESORCIÓN

1. El uso de ciclodextrinas como método para eliminar CE del agua ha demostrado ser muy eficiente. Más del 50% de los compuestos probados fueron eliminados con al menos 95% de eficacia. En el 78% de los compuestos la eficacia de eliminación fue del 80% y se logró una eliminación total para el 35% de los compuestos ensayados.
2. El análisis de la eficacia de eliminación en función del tiempo para β -CDs-EPI demuestra que alcanza sus valores más altos en los primeros 5-15 min.
3. La adsorción de ciproconazol y tebuconazol no sigue una cinética de pseudo primer orden, ya que este modelo es solamente apropiado para las primeras etapas de la adsorción, y la adsorción del CE por el polímero es rápida. En consecuencia, los datos experimentales (qe cal y R^2) se ajustaron al modelo de pseudo segundo orden.
4. La isoterma de Freundlich presenta el mejor ajuste a los datos experimentales, indicando que la adsorción de ciproconazol y tebuconazol desde la disolución acuosa al polímero de CD ocurre en una superficie heterogénea, mediada por múltiples capas de adsorción.

CONCLUSIONES ADSORCIÓN-DESORCIÓN

5. Entre todas las disoluciones utilizadas para la desorción (metanol y diferentes tampones), el tampón acetato pH 4,0 resultó ser la disolución más efectiva, llegando a una desorción del 85%, mientras que el metanol solo es capaz de desorber un 10 %.

6. Tras 4 ciclos de adsorción de 20 min, la capacidad de eliminación de CE disminuye hasta valores del 10 %, alcanzando su límite de saturación).

7. La capacidad de desorción de tampón acetato pH 4 para poder extraer una alta [CE] tiene lugar en los primeros 10 minutos del proceso.

8. En el sistema ciclodextrinas/pulsos de luz la disminución de concentración debido exclusivamente a CDs fue de 77 %, debido al sistema completo fue de 91 %; al menos se logró una remoción del 55 % para cada compuesto

A4 PARAMETRIZACIÓN PLANTA PILOTO

Conclusiones

- *Velocidades de trabajo < 10 m/h.*
- *Alturas de columna bajas. 1500 mm de altura cilíndrica. Alturas de lecho de 550 mm*
- *Ciclos de trabajo < 5 minutos*
- *Grandes problemas de ensuciamiento.*
- *Alta capacidad de hinchamiento y estructura de gel.*



Estos factores nos impiden pensar en un sistema de adsorción tradicional trabajando en sentido de flujo descendente ya que el sistema necesitaría retrolavados constantes y no se llegaría al tiempo de contacto mínimo para la eliminación de contaminantes.

Solución alternativa

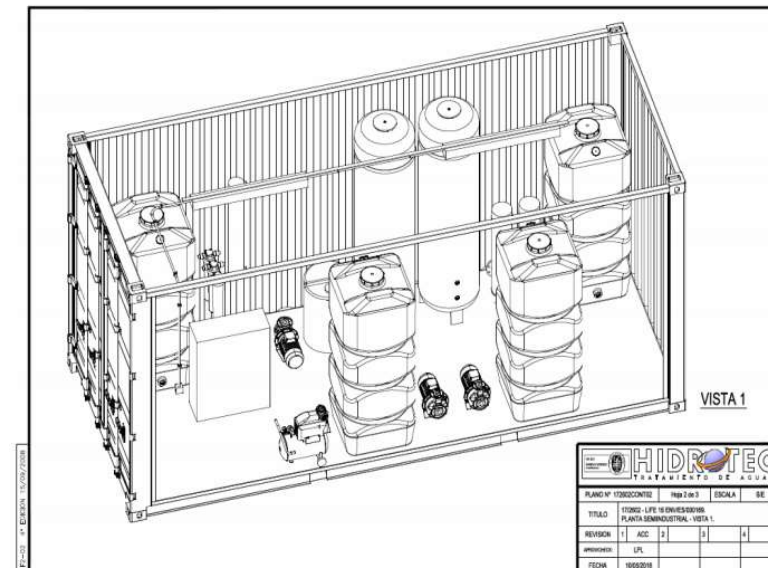


Trabajar en lecho fluidizado.

B1 CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO SEMI-INDUSTRIAL PARA EDAR

Partes del prototipo :

1. Bastidor / Contenedor: La instalación está montada en un contenedor marítimo de 20 pies High Cube.
2. Depósito de alimentación.
3. Bomba de proceso.
4. Microfiltración.
5. Ultrafiltración.
6. Columnas de adsorción.
7. Instrumentación de medición y control: medición pH, manómetros, turbidímetro.
8. Installation Eléctrica
9. Tuberías.
10. Válvulas.
11. Photocatalysis. (sistema de pulsos de luz)
12. Bomba proceso de desorción.
13. Tanque de desorción.



B1 CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO SEMI-INDUSTRIAL PARA EDAR



B2 INSTALACIÓN, PUESTA EN MARCHA Y OPTIMIZACIÓN DEL PROTOTIPO EN EDAR

En curso

En la Accion A1, los socios seleccionaron Cabezo Beaza como la mejor WWTP para la instalación del prototipo semi-industrial.



Figure 1. Scheme depuration process at WWTP Cabezo Beaza

Planta piloto



Figure 2. Plan EDAR Cabezo Beaza with pilot plant location (red square) next to secondary decanters and chlorination channel.



Figure 3. Location of the container with the pilot plant, blue box simulates the position.



Figure 4. Place of location with location of the services required for the operation of the pilot.

En curso

- Fabricación /adquisición de polímero de CDs a gran escala.
- Completar la puesta en marcha y los ensayos de optimización en prototipo instalado en EDAR de Cabezo Beaza

Research Team



GRACIAS POR
SU ATENCIÓN

