



**BIOSUV**  
Bioenxeñería e Procesos Sostibles  
Universidade de Vigo

**CINTECX**  
Universidade de Vigo

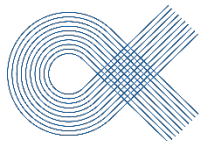
# ECODISEÑO DE MATERIALES PARA LA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES

Marta Pazos

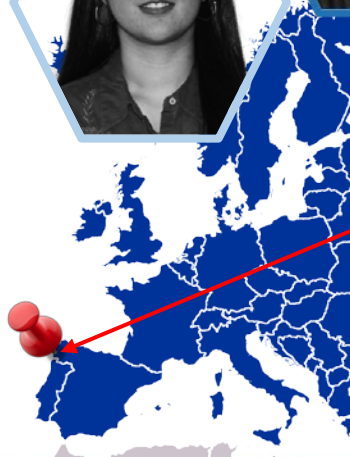
CINTECX Grupo BIOSUV  
Dpto. Ingeniería Química  
Universidade de Vigo



**BIOSUV**  
Bioenxeñería e Procesos Sostibles  
Universidade de Vigo



**CINTECX**  
Universidade de Vigo



Centro de Investigación en Tecnologías,  
Energía y Procesos Industriales

# ECODISEÑO DE MATERIALES PARA LA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES



1. INTRODUCCIÓN



2. EXPERIENCIAS EN LA SÍNTESIS Y USO DE MATERIALES



3. EXPERIENCIAS EN CURSO

# 1. INTRODUCCIÓN

CONTAMINANTES  
EMERGENTES



- Baja concentración "Microcontaminantes"
- Naturaleza diversa

PROBLEMÁTICA DE GRAN IMPACTO  
AMBIENTAL

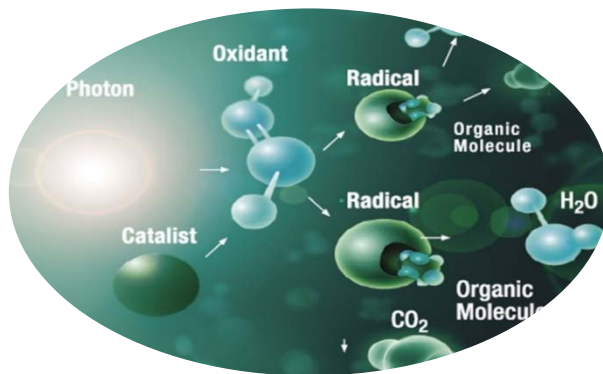
# 1. INTRODUCCIÓN



**Productos químicos sin estatus regulatorio y que impactan en el medio ambiente y la salud humana**



# 1. INTRODUCCIÓN



Procesos de Oxidación Avanzada (AOPs)

¿Solución?

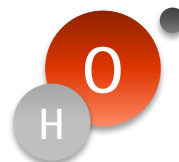


# 1. INTRODUCCIÓN

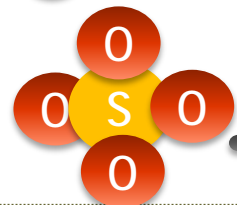


## Procesos Fenton

Radical hidroxilo



Radical sulfato



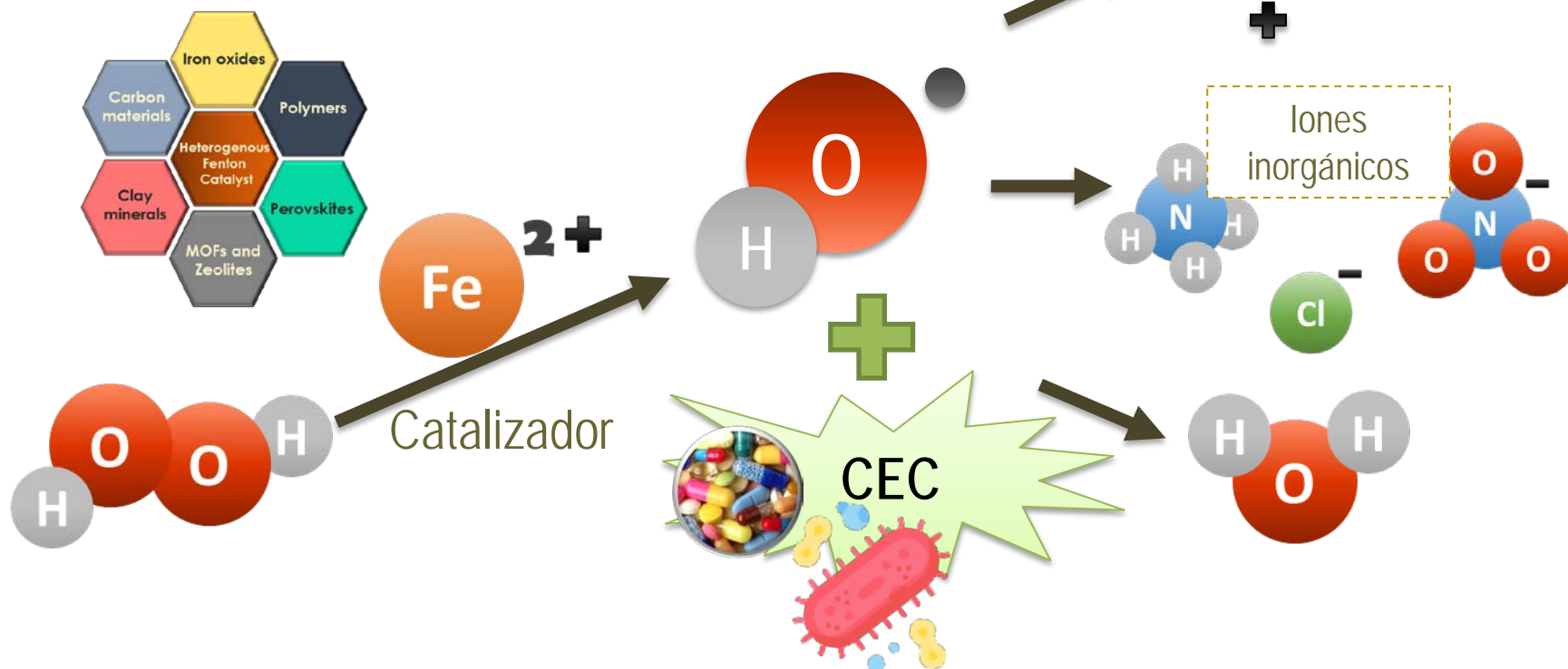
# 1. INTRODUCCIÓN

(1894) Henry John Horstman Fenton

- × Eliminación posterior del hierro
- × Funcionamiento en modo continuo



Catálisis heterogénea



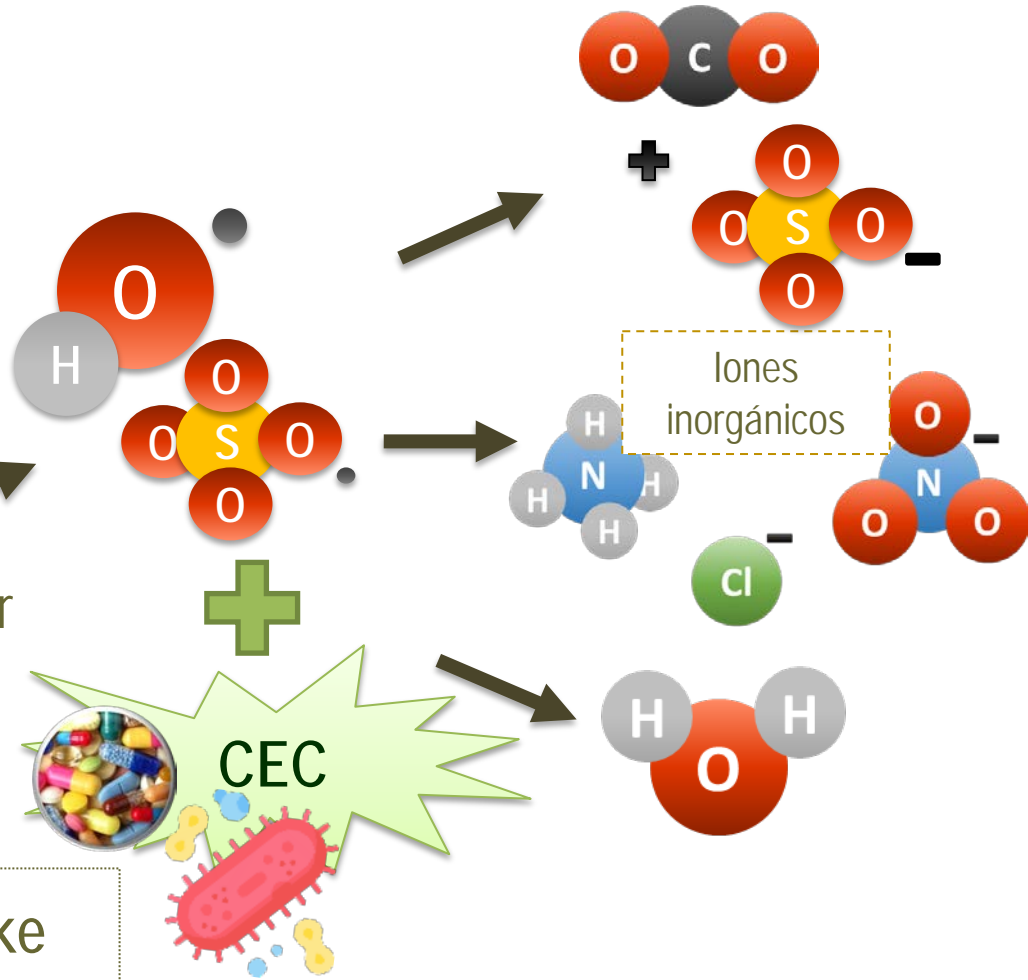


# 1. INTRODUCCIÓN

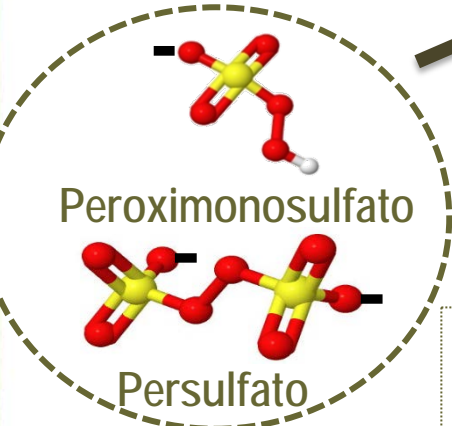
(1894) Henry John Horstman Fenton



Catalizador



Iones inorgánicos



Fenton-like

# 1. INTRODUCCIÓN

**Radicales hidroxilo**

- ✓ Vida media corta
- ✓ Baja selectividad

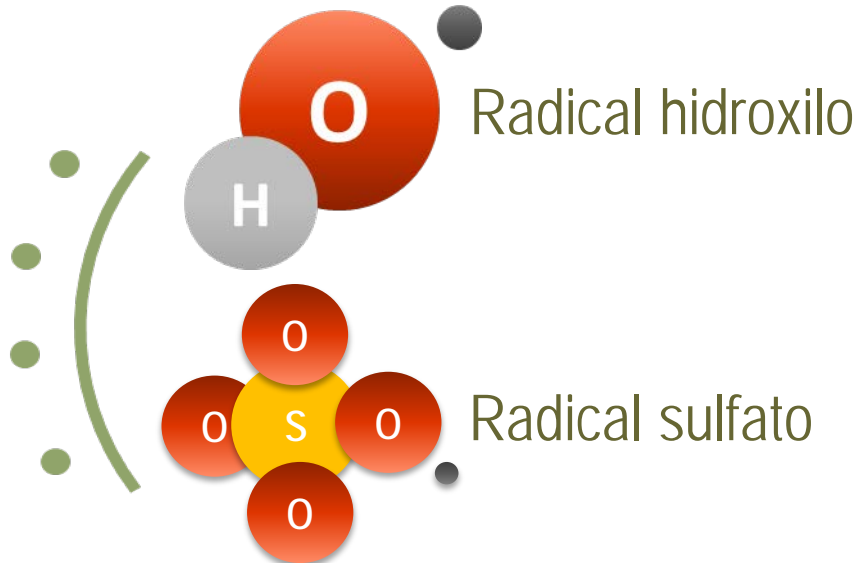
**Radicales de sulfato**

- ✓ Vida media más larga
- ✓ Mayor selectividad

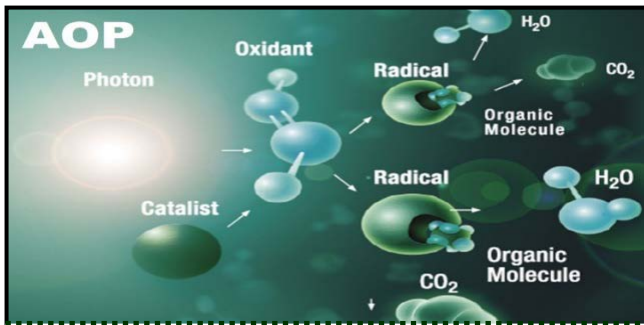
COMUNIDAD CIENTÍFICA

Oxidizing agent	Oxidation potential (V)
Fluorine	3.06
<b>Hydroxyl radical</b>	<b>2.80</b>
<b>Sulfate radical</b>	<b>2.6</b>
Ozone	2.08
Hydrogen peroxide	1.78
Hypochlorite	1.49
Chlorine	1.36
Chlorine dioxide	1.27

Agente oxidante  
Fácilmente generable  
Altamente reactivo

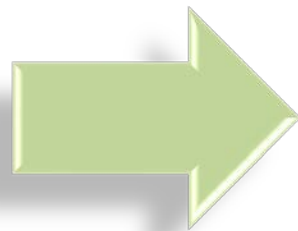


# 1. INTRODUCCIÓN



PROCESOS BASADOS EN FENTON

**BUENOS RESULTADOS A ESCALA DE LABORATORIO**



**IMPLEMENTACIÓN INDUSTRIAL**



## INCONVENIENTES

- ✗ Escasos diseños de reactores adecuados para la escala industrial
- ✗ Tratamiento continuo de grandes cantidades de aguas residuales (coste...)
- ✗ No hay eliminación en el efluente tratado de productos de mineralización procedentes de contaminantes orgánicos (amonio, nitrato o cloruros..)

# 1. INTRODUCCIÓN

MICROCONTAMINANTES

AGUAS RESIDUALES CONTAMINADAS

TRATAMIENTO COMBINADO

ADSORCIÓN

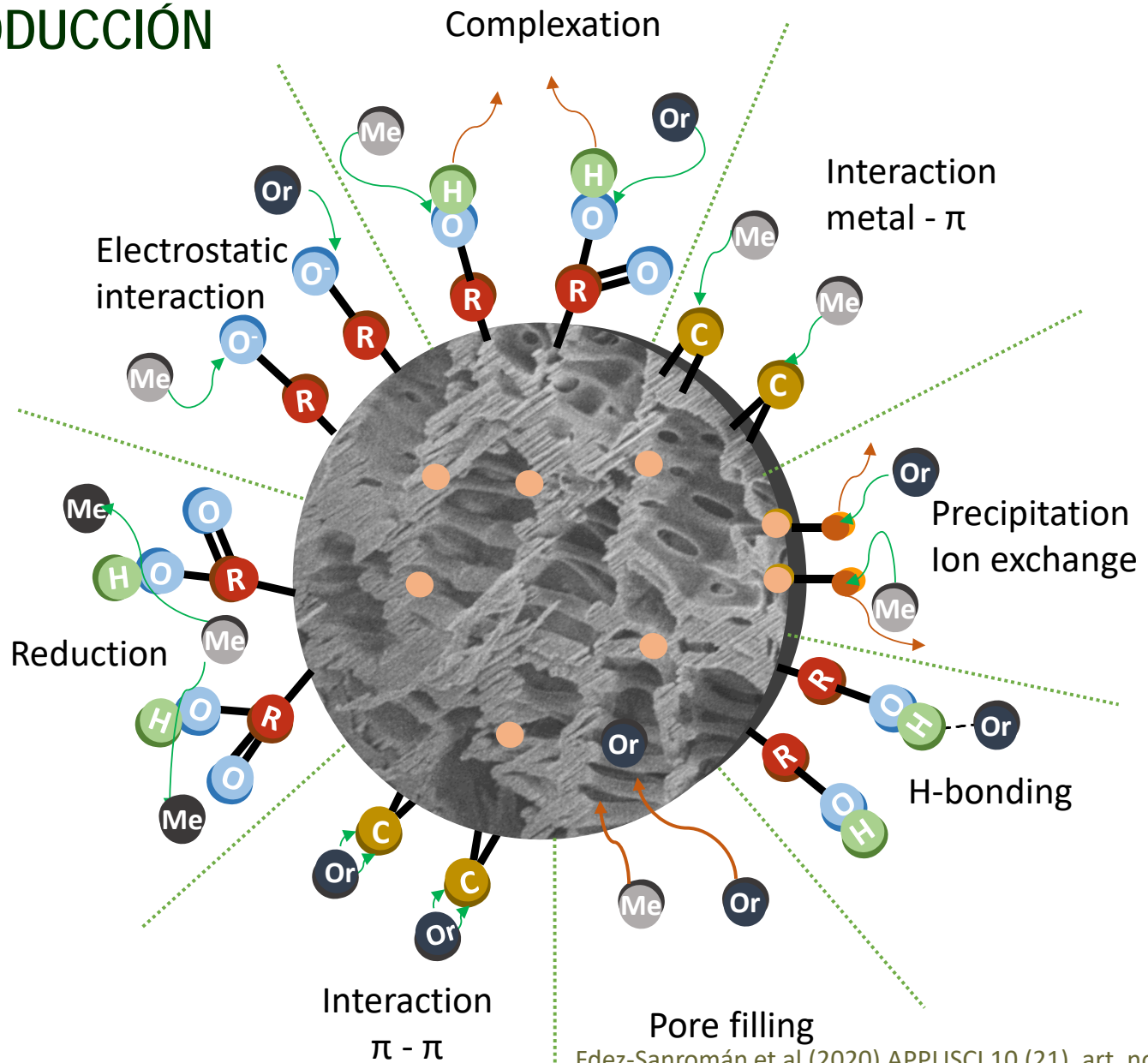
ADSORBENTE

1. ADSORCIÓN

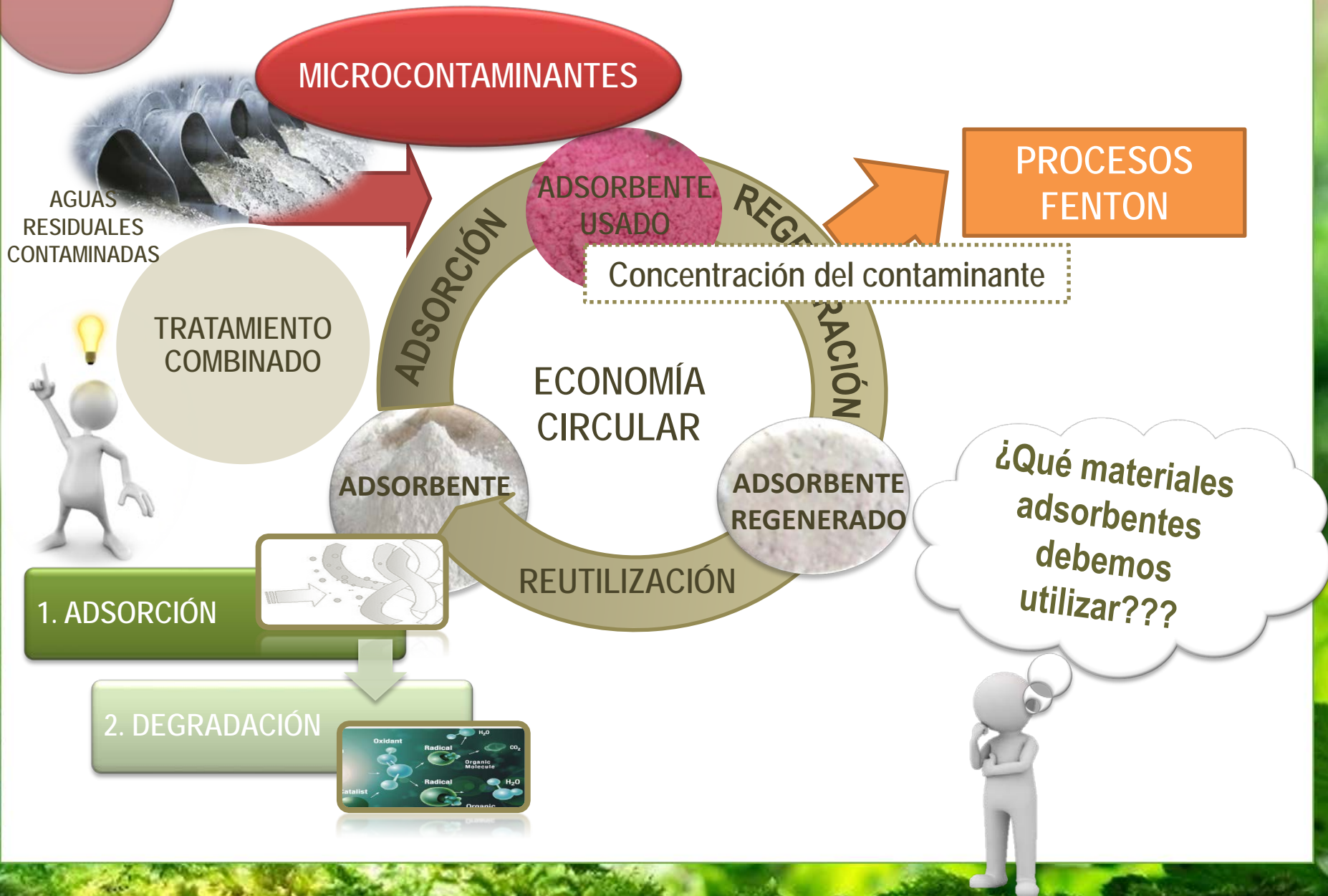
2. DEGRADACIÓN



# 1. INTRODUCCIÓN



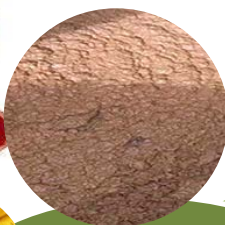
# 1. INTRODUCCIÓN



# 1. INTRODUCCIÓN



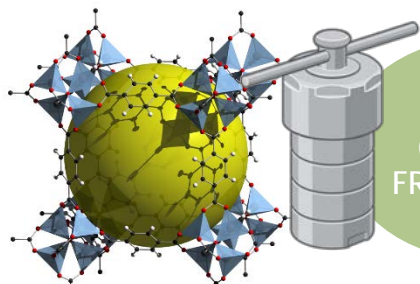
*Galifresh*  
naturalmente



RESIDUOS INDUSTRIALES

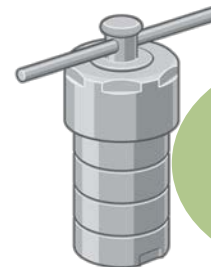


Carbonización  
hidrotermal (HTC)

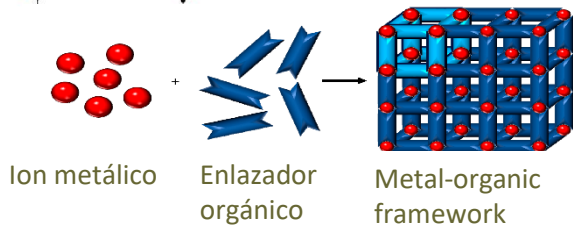


METAL ORGANIC FRAMEWORK

ADSORBENTES



HYDROCHAR

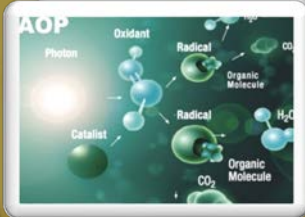


ARCILLAS NATURALES

# 1. INTRODUCCIÓN



Síntesis y evaluación de adsorbentes para la eliminación de contaminantes orgánicos emergentes



Regeneración de adsorbentes mediante procesos basados en Fenton





# ECODISEÑO DE MATERIALES PARA LA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES

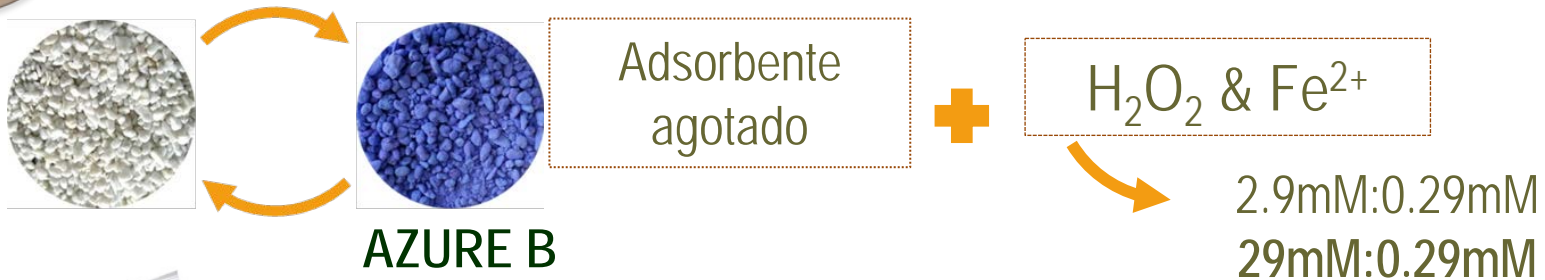


1. INTRODUCCIÓN



2. EXPERIENCIAS EN LA SÍNTESIS Y USO DE MATERIALES

## 2. EXPERIENCIAS EN LA SÍNTESIS Y USO DE MATERIALES



0 h



24 h

- Regeneración posible
- Necesaria adición de Fe



¿Catalizador heterogéneo?



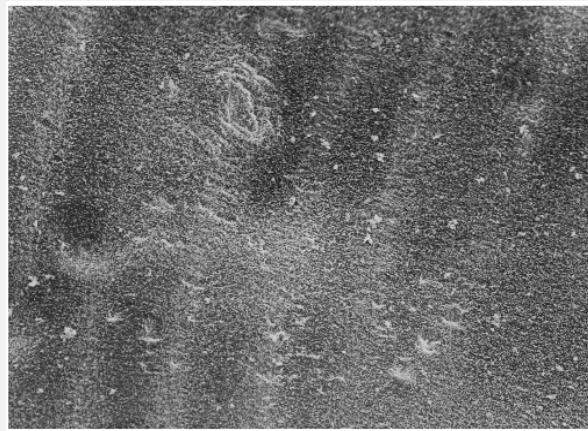
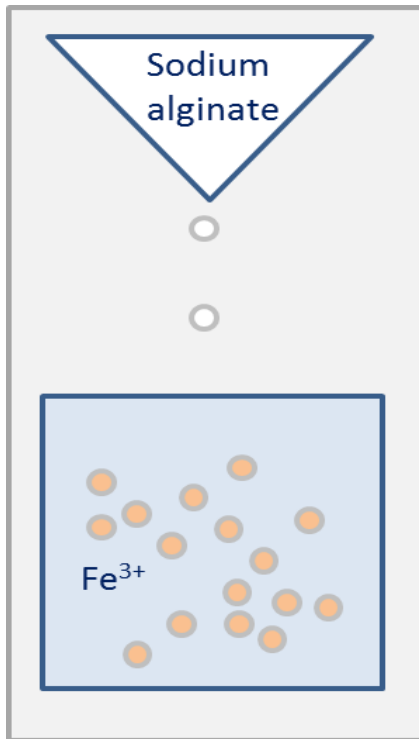
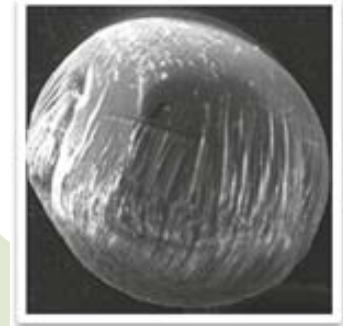
## 2. EXPERIENCIAS EN LA SÍNTESIS Y USO DE MATERIALES



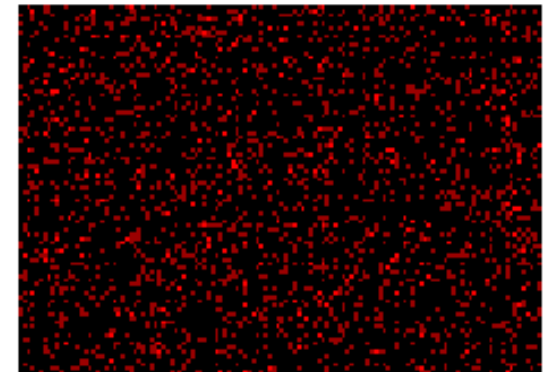
### DESARROLLO DE CATALIZADORES



Alginato de Fe



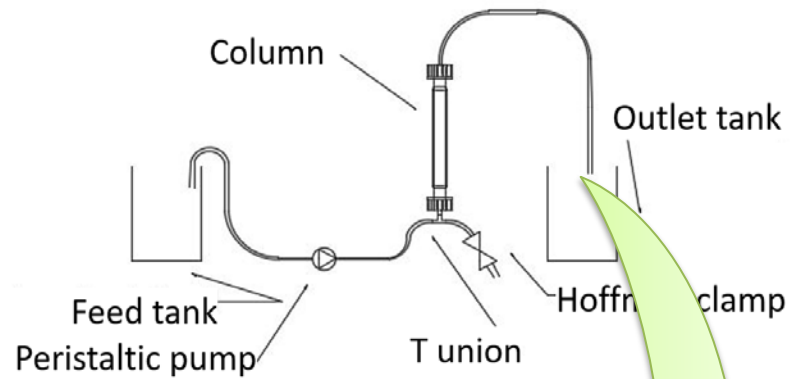
40µm Electron Image 1



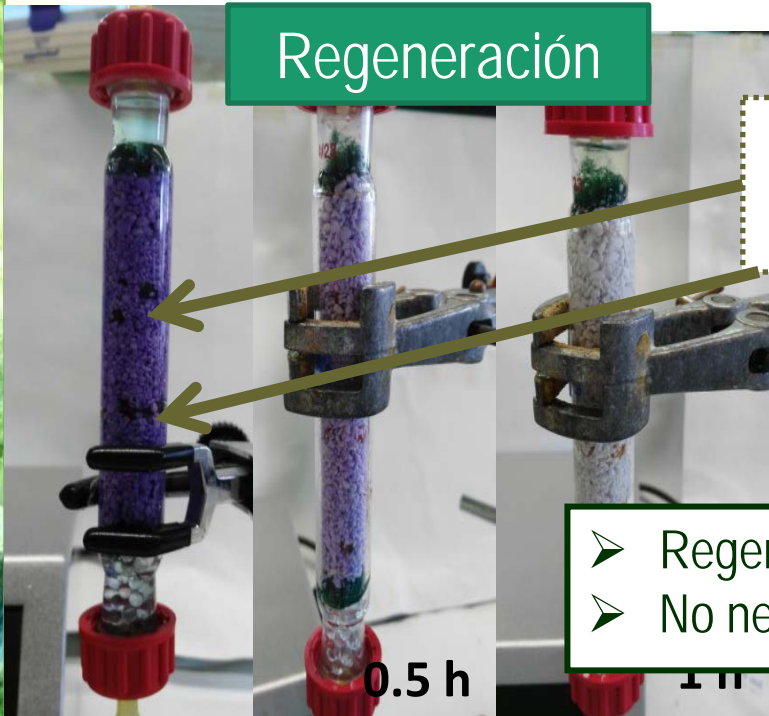
Fe Ka1

## 2. EXPERIENCIAS EN LA SÍNTESIS Y USO DE MATERIALES

Adsorción



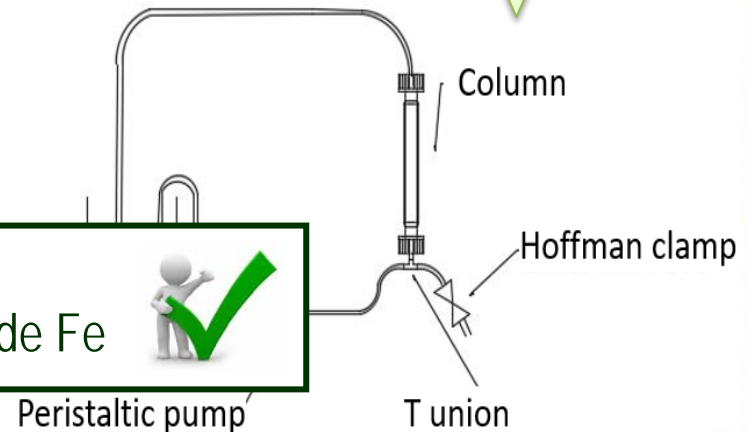
Regeneración



Adsorbente

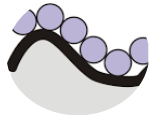
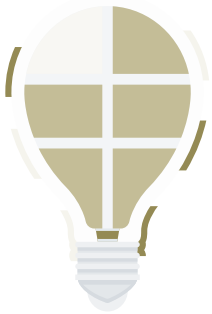
Perlas de Fe-alginato  
 $H_2O_2:Fe$  100:1

- Regeneración posible
- No necesaria adición de Fe



## 2. EXPERIENCIAS EN LA SÍNTESIS Y USO DE MATERIALES

### HIPÓTESIS



Adsorbente

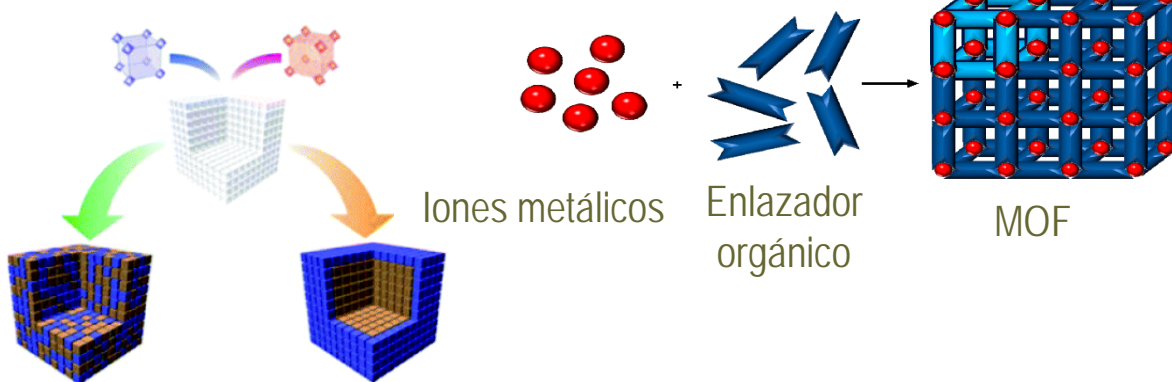


Catalizador Fenton

¿Bifuncional?



### METAL-ORGANIC FRAMEWORK



Iones metálicos

Enlazador orgánico

MOF

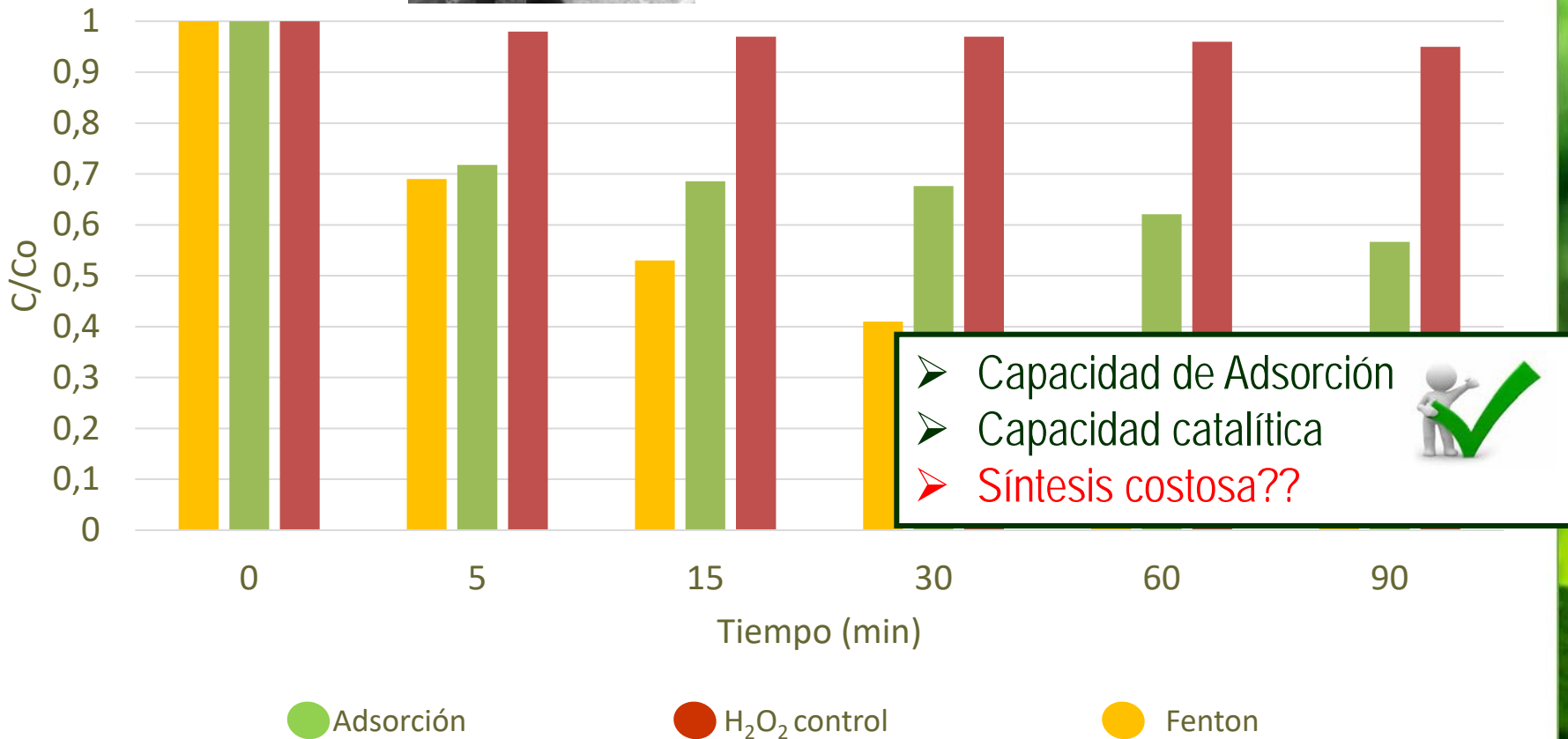
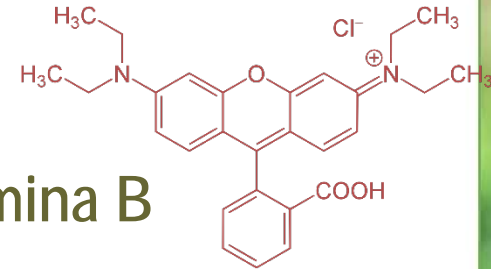
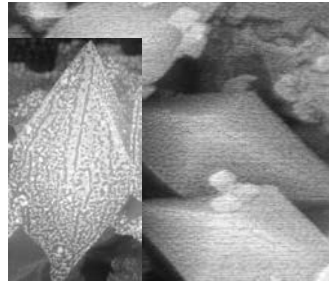
- Poroso
- Gran superficie
- Contiene metales



## 2. EXPERIENCIAS EN LA SÍNTESIS Y USO DE MATERIALES

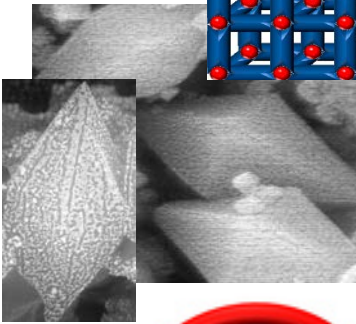
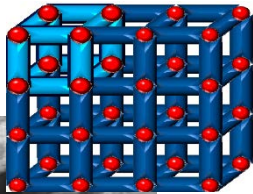


Zn-MIL53(Fe)



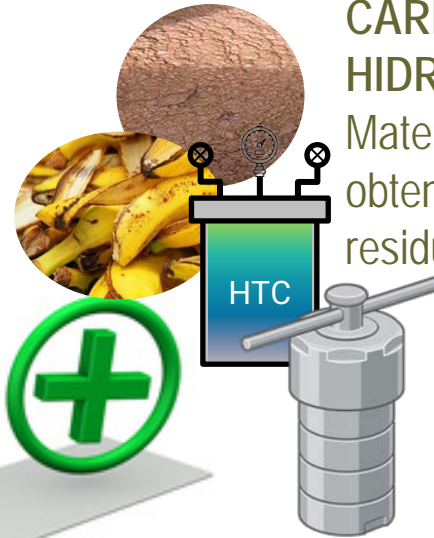
## 2. EXPERIENCIAS EN LA SÍNTESIS Y USO DE MATERIALES

METAL-  
ORGANIC  
FRAMEWORK



CARBONIZACIÓN  
HIDROTHERMAL

Materiales carbonosos  
obtenidos a través de  
residuos



- ✓ Sostenibilidad y Economía Circular
- ✓ Bajo Coste
- ✓ Reducción de Impacto Ambiental
- ✓ Eficiencia Adsorbente
- ✓ Baja Toxicidad

## 2. EXPERIENCIAS EN LA SÍNTESIS Y USO DE MATERIALES



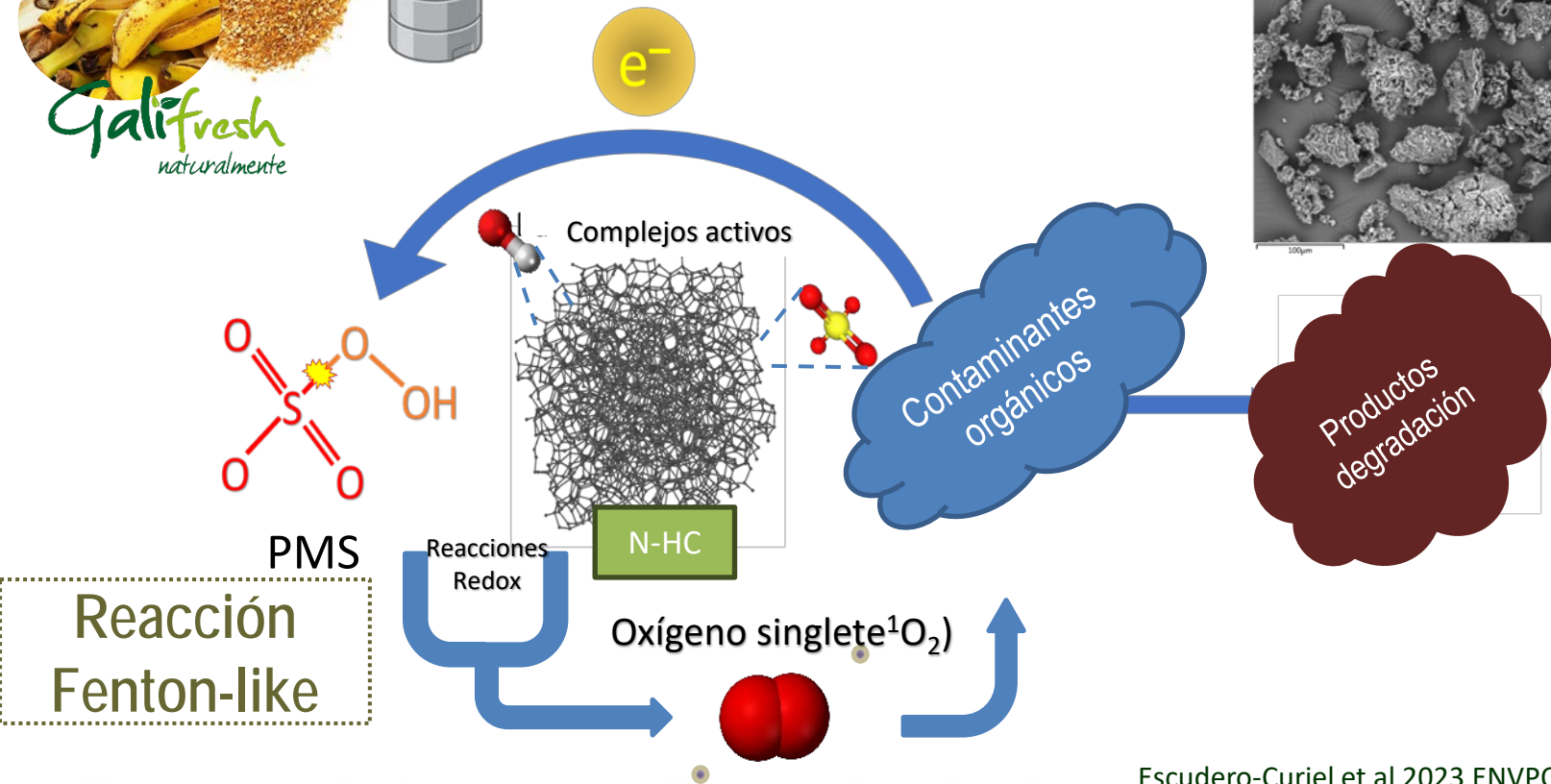
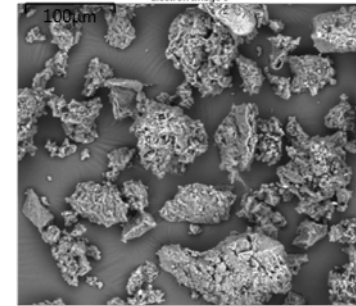
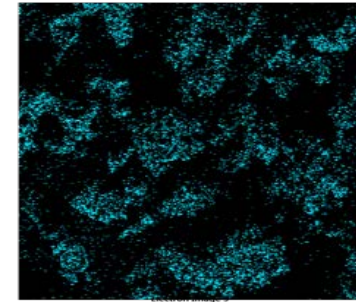
Dopado con N

Polietileneimina (PEI)

-Reticulante: Glutaraldheyde (GTA)

-Reticulante: 1-etil-3-(3-dimetilaminopropil)carbodiimida (EDC)

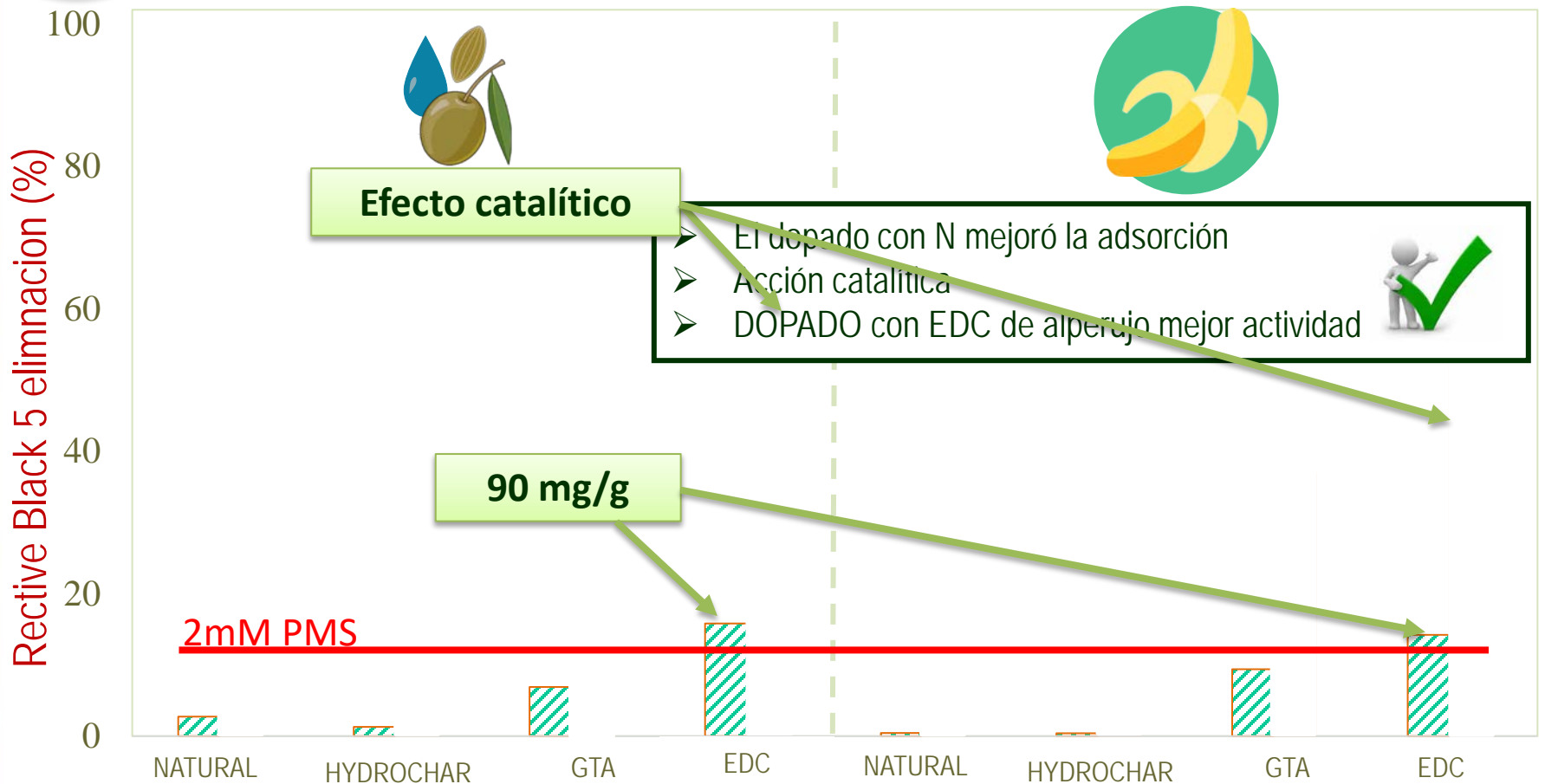
N K $\alpha$ 1\_2





## 2. EXPERIENCIAS EN LA SÍNTESIS Y USO DE MATERIALES

▨ Biomaterial    ▨ Biomaterial+ PMS



# ECODISEÑO DE MATERIALES PARA LA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES



1. INTRODUCCIÓN

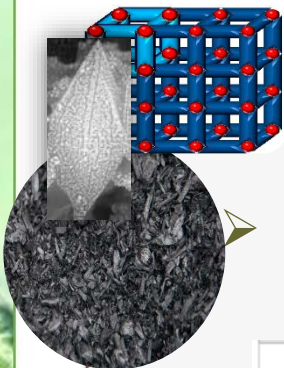


2. EXPERIENCIAS EN LA SÍNTESIS Y USO DE MATERIALES



3. EXPERIENCIAS EN FUTURO

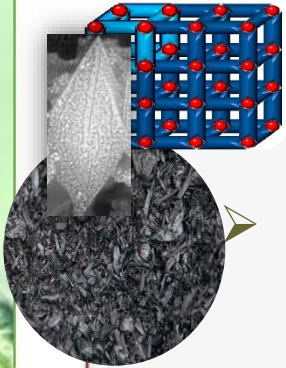
### 3. EXPERIENCIAS EN CURSO



Síntesis *ad hoc*, adición de grupos funcionales para afinidad a ciertos CEC

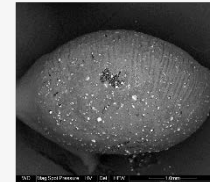
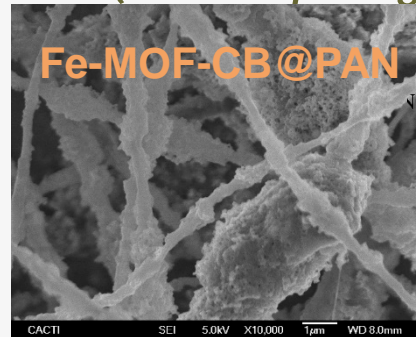
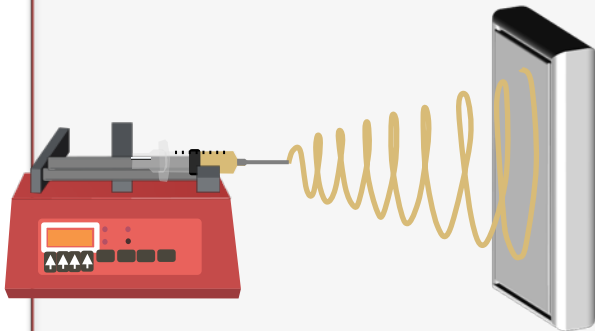
Amino (-NH <sub>2</sub> )	Interacción con contaminantes cargados negativamente (ej. antibióticos, pesticidas) mediante enlaces de hidrógeno y atracción electrostática.
Carboxilo (-COOH)	Atracción de contaminantes cargados positivamente (ej. metales pesados, fármacos) por enlaces de hidrógeno y fuerzas electrostáticas.
Hidroxilo (-OH)	Enlaces de hidrógeno con contaminantes polares (ej. compuestos fenólicos, hormonas).
Nitrilo (-C≡N)	Afinidad por contaminantes hidrofóbicos y orgánicos apolares.

### 3. EXPERIENCIAS EN CURSO

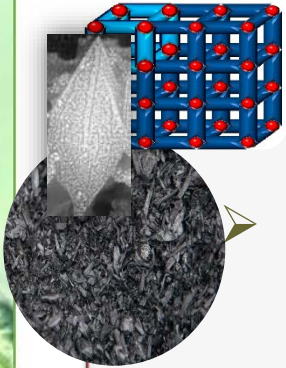


➤ Síntesis *ad hoc*, adición de grupos funcionales para afinidad a ciertos CEC

➤ Inmovilización de adsorbentes (*electrospinning* ....)

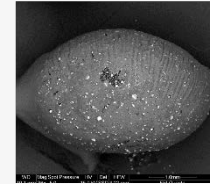
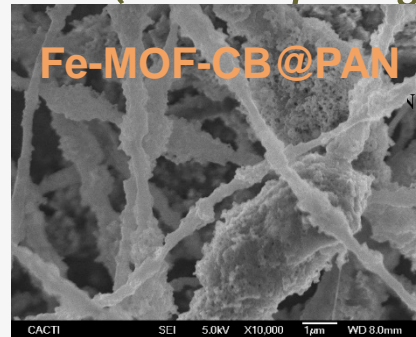
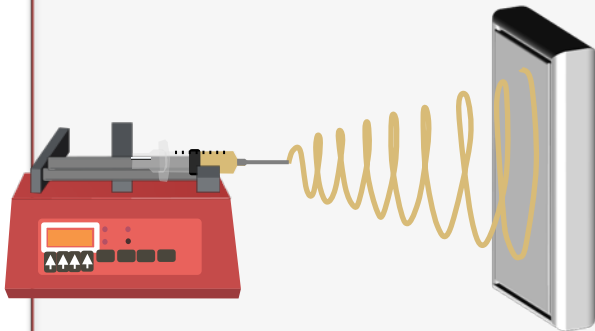


### 3. EXPERIENCIAS EN CURSO



➤ Síntesis *ad hoc*, adición de grupos funcionales para afinidad a ciertos CEC

➤ Inmovilización de adsorbentes (*electrospinning* ...)



➤ Diseño de reactores para su uso en sistemas de flujo



**WORK  
IN PROGRESS**



**BIOSUV**  
Bioingeniería e Procesos Sostenibles  
Universidad de Vigo



A. Sanromán



A. Díez



E. Rosales



S. Escudero



D. Terrón



A. Fdez-Sanromán



2 CONTRATOS  
PREDOCTORALES  
PID2023



MINISTERIO  
DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES



AGENCIA  
ESTATAL DE  
INVESTIGACIÓN

Esta investigación ha sido financiada por el Proyecto PID2020-113667GBI00  
financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033