



CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUAS, EFECTOS SOBRE LA SALUD Y ESTRATEGIAS DE ACTUACIÓN

Jon Iñaki Álvarez Uriarte
Laboratorio de Salud Pública
Unidad de Química Ambiental

**OBJETIVO,
DESARROLLAR HERRAMIENTAS PARA EL ANALISIS DE RIESGOS SOBRE LA
SALUD POR LA PRESENCIA DE CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUA**

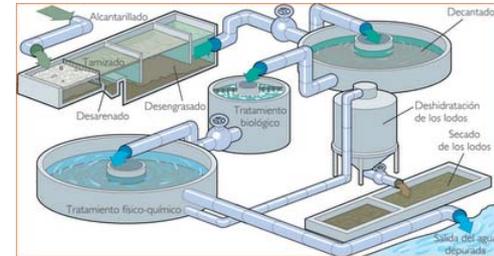
Vitoria
18 de octubre de 2013

Esquema de la presentación

1. Problemática en Salud Pública

- 1. Aspectos generales**
- 2. Control y vigilancia**

Aspectos generales



[Directiva 2013/39/UE](#) del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de agosto de 2013, por la que se modifica la [Directiva 2008/105/CE](#) por la que se actualiza la lista de **substancias prioritarias** en el ámbito de la política de aguas por orden de prioridad respecto de las que se establecerán normas de calidad y medidas de control de las emisiones a escala comunitaria. La decisión completa de este modo la [directiva marco sobre el agua 2000/60/CE](#) y se convierte en su anexo X, que establece la identificación de sustancias “prioritarias” por sus riesgos sobre el medio ambiente y la salud de la población.

Las sustancias prioritarias se han determinado mediante un procedimiento de recopilación de los datos obtenidos por un nuevo método: la medición de las aguas superficiales de los Estados miembros basada en modelos (procedimiento combinado de fijación de prioridades basado en mediciones y modelos). Se proponen hasta 45 «sustancias prioritarias», lo que supone la inclusión de 12 nuevas sustancias. [Dicofol](#), [PFOS](#), [quinoxifeno](#) y [dioxinas](#), ya en la lista de evaluación en la Directiva 2008/105/CE. [Aclonifeno](#), [bifenox](#), [cibutrina](#), [cipermetrina](#), [diclorvós](#), [hexabromociclododecano](#), [heptacloro](#) y [terbutina](#) la complementan. Han quedado finalmente fuera tres fármacos pendiente de nueva evaluación: [17- \$\alpha\$ -etinilestradiol](#), [17- \$\beta\$ -estradiol](#) y [diclorofenaco](#).

El desarrollo de nuevos y más sensibles métodos de análisis ha permitido alertar de la presencia de otros contaminantes, potencialmente peligrosos, **EMERGENTES**

Aspectos generales



Fenoles



Disolventes

Se definen como contaminantes **EMERGENTES** a aquellos que en la actualidad no están incluidos en los programas de seguimiento sistemático en la Unión, pero que suponen un importante riesgo, lo cual exige su regulación, dependiendo de sus posibles efectos ecotoxicológicos y toxicológicos y de sus niveles en el medio acuático.

Son de elevada producción y consumo diario, por lo que no precisan ser persistentes para ocasionar efectos sobre la salud.



PAHs



Perfluorados



Retardantes llama



Fármacos



Pesticidas



Nanopartículas



Parafinas cloradas



Control y vigilancia

DICLOFENACO

Disminución de la población de buitres



Consecuencia:

Prohibición para uso animal

(Comisión N° 582/2009)

Cambio en categoría toxicidad

ESTRÓGENOS

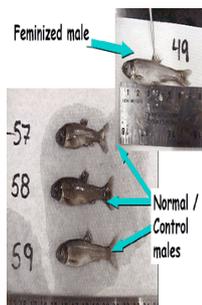
Feminización de la población de peces

25/9/2008

Peces bisexuados en Urdaibai

Los compuestos químicos que contaminan el agua pueden alterar el desarrollo sexual de los organismos acuáticos, dando lugar a seres hermafroditas con gametos masculinos y femeninos. A esta conclusión ha llegado un grupo investigador de la UPV/EHU tras analizar mejillones y corcones en Urdaibai.

En marzo de 2004, un equipo de investigadores de la UPV/EHU que estudiaba el aparato reproductor de los mejillones encontró algo sorprendente en la ría de Urdaibai: una elevada proporción de mejillones hermafroditas, mucho más alta de lo que podría considerarse normal. Sin embargo, ese hallazgo no cogió de improviso a los científicos. Las investigaciones que habían realizado en la década de los 90 ya habían probado que los contaminantes ambientales pueden influir en la reproducción de los organismos acuáticos.



ETAPs

Incorporación tratamiento terciario

MRL	Entrada, ng/l			Salida, ng/l			
	max.	med.	no.	max.	med.	no.	
Fármacos							
atenolol	0.25	36	2.3	12	18	1.2	8
atorvastatin	0.25	1.4	0.80	3	<MRL	<MRL	
carbamazepine	0.50	51	4.1	15	18	6.0	8
diazepam	0.25	0.47	0.43	2	0.33	0.33	1
diclofenac	0.25	1.2	1.1	4	<MRL	<MRL	
fluoxetine	0.50	3.0	0.80	3	0.82	0.71	2
gemfibrozil	0.25	24	2.2	11	2.1	0.48	7
o-hydroxy atorvastatin	0.50	1.2	0.70	3	<MRL	<MRL	
p-hydroxy atorvastatin	0.50	2.0	1.0	3	<MRL	<MRL	
meprobamate	0.25	73	8.2	16	42	5.7	14
naproxen	0.50	32	0.90	11	<MRL	<MRL	
norfluoxetine	0.50	<MRL	<MRL	-	<MRL	<MRL	
phenytoin	1.0	29	5.1	14	19	6.2	10
risperidone	2.5	<MRL	<MRL		<MRL	<MRL	
sulfamethoxazole	0.25	110	12	17	3.0	0.39	4
triclosan	1.0	6.4	3.0	6	1.2	1.2	1
trimethoprim	0.25	11	0.80	11	<MRL	<MRL	
Disruptores end.							
atrazine	0.25	870	32	15	870	49	15
17β-estradiol	0.50	17	17	1	<MRL	<MRL	
estrone	0.20	0.90	0.30	15	<MRL	<MRL	
17α-ethynylestradiol	1.0	1.4	1.4	1	<MRL	<MRL	
bisphenol A	5.0	14	6.1	3	25	25	1
butylbenzyl phthalate	50	54	53	2	<MRL	<MRL	
diethylhexyl phthalate	120	170	150	2	<MRL	<MRL	
galaxolide	25	48	3	4	33	31	2
linuron	0.50	9.3	4.1	5	6.2	6.1	2
nonylphenol	80	130	100	8	100	93	2
progesterone	0.50	3.1	2.2	4	0.57	0.57	1
testosterone	0.50	1.2	1.1	2	<MRL	<MRL	

Control y vigilancia

Lista de observación (EMERGENTES)

La Comisión Europea establecerá una primera lista, con un máximo de 10 sustancias o grupos de sustancias, incorporando la matriz de análisis y el método de ensayo, antes del 14 de septiembre de 2014. Se actualizará cada 24 meses y se podrá incorporar una sustancia por revisión hasta un máximo de 14. La evaluación de una sustancia no podrá superar los 4 años sin dictamen **(PRIORITARIOS)**.

Establece una disposición específica para las sustancias farmacéuticas con el fin de evaluar medidas de reducción de descargas, tratamientos de depuración y comercialización, en base a las necesidades de Salud Pública.



Contribución de los Estados Miembro

Cada estado miembro incorporará estaciones de seguimiento representativas durante 12 meses, iniciando el seguimiento **antes del 14 de septiembre de 2015**.

El número de estaciones se establece en base a la población y superficie del territorio, tomando como base una superficie geográfica de 60.000 km² y una población de 5.000.000 hab. Ello **supone 2 estaciones en Euskadi**. Además, aconseja tener en cuenta parámetros fisicoquímicos de las aguas como la alcalinidad. En base a ello resulta aconsejable incorporar 3 estaciones en Euskadi, una por Territorio Histórico.



2. Emergentes de relevancia

1. Retardantes de llama bromados
2. Compuestos perfluorados
3. Mezclas de Parafinas cloradas
4. Activos de fármacos
5. Nanopartículas

Retardantes de llama

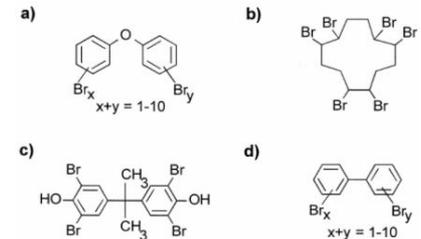
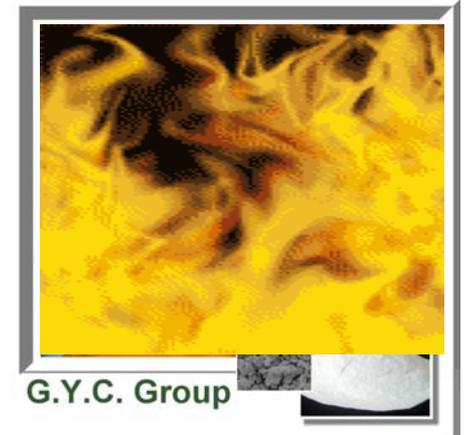


Los Retardantes de Llama Bromados (BFRs) son compuestos químicos antropogénicos que se añaden a variedad de productos de consumo (ordenadores, muebles, textiles...) para mejorar su resistencia al fuego. Actualmente se producen unas 20-25 clases de de BFRs, siendo tres de ellas las principales: tetrabromobisfenol A y sus derivados, **difenil-éteres polibrominados** y **hexabromociclododecano** (incluyendo tres isómeros).

El uso de ciertos BFRs en la Unión Europea está prohibido o restringido. Sin embargo, debido a su persistencia y ubicuidad se han detectado en muestras, humanas, animales y medioambientales. Actúan como **disruptores endocrinos**, lo que conlleva que una exposición a los mismos puede dar lugar a alteraciones en el crecimiento, desarrollo y reproducción.

Hay evidencia (incluido datos de toxicidad más amplios) de que el BFR emergente **tris (2,3-dibromopropil) fosfato (TDBPP)** y el BFR nuevo **2,2-Bis (bromometil)-1,3-propanodiol (DBNPG)** son **genotóxicos y carcinogénicos**.

La metodología analítica de referencia es **GC-MS en combinación con la dilución isotópica**. La dificultad de su análisis radica en la variedad de congéneres (209 polibromodifenil éteres).



Compuestos perfluorados



Son compuestos de flúor y carbono, que se utilizan en detergentes, disolventes, en la industria del teflón para utensilios de cocina, el velcro, como retardantes de llama en muebles o alfombras y también en algunos tipos de envoltorios y envases.

El **perfluorooctano sulfonato (PFOS)**, usado como refrigerante, detergente, y polímero, en preparados farmacéuticos, retardantes de llama, lubricantes, adhesivos, cosméticos e insecticidas y el **ácido perfluorooctanóico (PFOA)** utilizado en la fabricación de fluoropolímeros (PTFE) y fluoroelastómeros (PVDF), empleados en la elaboración de tejidos, alfombras, recipientes alimentarios y automóviles son los compuestos de referencia. Ambos compuestos son tóxicos y persistentes, **el PFOA es además carcinogénico, y el PFOS presenta una fuerte tendencia a la bioacumulación.**

Los PFCs pueden interferir en las hormonas que intervienen en la reproducción. Además, también muestran efectos negativos sobre el hígado y el sistema inmunitario. Igualmente, hay indicios que hacen suponer que **también afectan la calidad del esperma humano.**

El **método analítico de referencia es LC-MS con ionización por electrospray.** Estos compuestos se han detectado en sangre e hígado humanos (a elevadas concentraciones), en hígado y grasa de animales, y en aguas superficiales y subterráneas.

<i>Datos Suecia ($\mu\text{g/L}$):</i>	<i>PFOS</i>	<i>PFOA</i>
<i>Red</i>	<i>1,5</i>	<i>0,4</i>
<i>Río Svartan</i>	<i>1,4</i>	<i>1,1</i>
<i>Lago Mariestadsson</i>	<i>1,3</i>	<i>1,3</i>

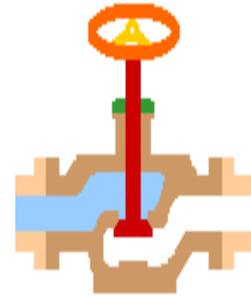


Parafinas cloradas



Las parafinas cloradas de cadena corta (PCCC) son compuestos sintéticos utilizados como fluidos para trabajar con metales, líquidos de obturación, retardantes de llamas en gomas y textiles, en el tratamiento del cuero y en pinturas y revestimientos. Son formulaciones industriales de alcanos de cadena lineal policlorados (Cloroalcanos), con cadenas hidrocarbonadas que varían entre 10 y 30 C, y porcentajes de cloro entre 30 y 70%.

Se dividen según la cadena HC en **parafinas cloradas de cadena corta (10-13 C)**, **de cadena media (14-17 C)** y **de cadena larga (18-30 C)**. Su baja volatilidad y solubilidad en agua, su carácter lipofílico, su tendencia a adsorberse en sedimentos le confieren capacidad de bioacumulación.



La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer considera que algunas **PCCC (promedio C12, cloración media del 60%) son posibles carcinógenos (grupo 2B)**. El Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas propone una ingesta diaria tolerable de PCCC de 100 µg/kg de peso corporal por día.

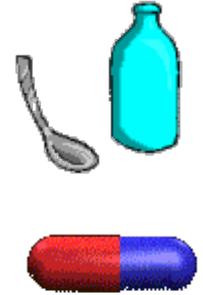
En el Informe de evaluación de riesgos de la UE (CE 2000) figura un resumen de los efectos de las PCCC en algunos roedores en el que se observa un aumento de los adenomas y carcinomas de hígado, tiroides y riñón relacionados con la dosis. El informe concluye que no son particularidad de esa especie y, por consiguiente, no se podía descartar que afectaran a los seres humanos.

La **metodología analítica de referencia es GC-MS en modo de ionización negativa**, si bien sólo permite obtener estimaciones globales

Fármacos



Los fármacos que se han detectado en el medio ambiente acuático y en aguas potables, ya sea directamente o sus metabolitos, incluyen analgésicos/antiinflamatorios, antibióticos, antiepilépticos, β -bloqueantes, reguladores de lípidos, medios de contraste en rayos X, anticonceptivos orales y esteroides, principalmente. Destacan los niveles de ibuprofeno, diclofenaco o carbamacepina entre otros.



Antibióticos. Pueden **desarrollar cepas bacterianas** resistentes que hagan que estos compuestos resulten ineficaces para el fin para el que fueron diseñados.

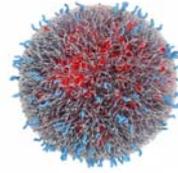
Medios de contraste en rayos X. Son muy persistentes, no resultan eliminados en las plantas de tratamiento, y alcanzan fácilmente las **aguas subterráneas por percolación** a través de suelos.

Citostáticos. Presentan gran potencia farmacológica, por lo que exhiben con frecuencia propiedades **carcinogénicas, mutagénicas o embriogénicas**, y no se eliminan en procesos de depuración tradicional.

Estrógenos. Utilizados fundamentalmente como anticonceptivos y para el tratamiento de desordenes hormonales tan frecuentes como la menopausia, son los responsables, en muchos casos, de la aparición de **fenómenos de feminización, hermafroditismo, y disminución de la fertilidad**.

El **método analítico de referencia es LC-MS con ionización por electrospray**.

Nanopartículas



Una nanopartícula es una partícula microscópica, con al menos una dimensión inferior a 100 nm, utilizado habitualmente en cremas solares, cosméticos, pastas de dientes y pinturas al agua.

Clasificación de los nanomateriales:

Materiales de base de carbón.

Materiales de base metálica: Au, Ag, TiO₂, SnO₂...

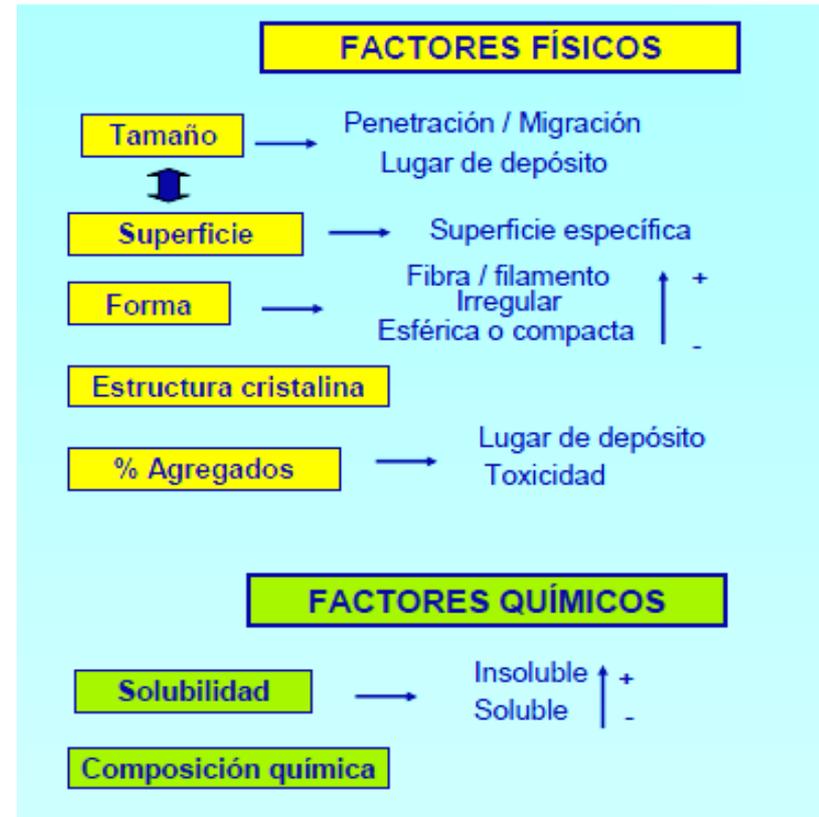
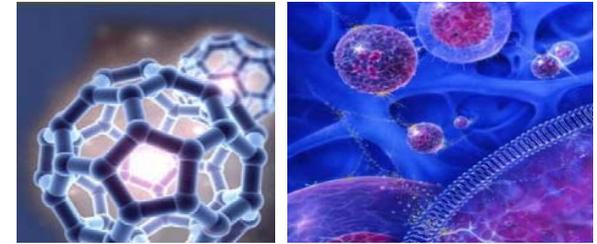
Dendrimeros: polímeros nanométricos.

Composites.

Han demostrado tener **potencial genotóxico e interaccionar con el ADN** lo que puede iniciar o **promover cáncer y afectar a la fertilidad**. La aparente proclividad a desplazarse desde su lugar de entrada implica que existe al menos la posibilidad de que se vean afectados tejidos en desarrollo

Favorecen la capacidad de transporte de material tóxico (contaminantes hidrofóbicos y metales pesados, por ejemplo) al reaccionar con moléculas mayores pero de menos movilidad como los pesticidas.

La **metodología analítica de referencia es ICP-MS** en combinación **con la dilución isotópica**.



3. Estrategias de Salud Pública

1. Metodología de trabajo integral
2. Proyecto Investigación Emergentes en aguas (EMAG)
3. Estudios de eficacia en EDARs/ETAPs
4. Caracterización de los recursos hídricos

Metodología de trabajo integral



Proyecto EMAG



HORIZONTE 2020		79.271
I. Prioridad «Ciencia excelente»		24.598
1. El Consejo Europeo de Investigación (CEI)		13.288
2. Las Tecnologías Futuras y Emergentes (FET)		3.100
3. Las acciones Marie Curie		5.782
4. Las Infraestructuras de Investigación		2.478
II. Prioridad «Liderazgo industrial»		17.938
1. Liderazgo en tecnologías industriales y de capacitación:		10.781
1.1. Tecnologías de la información y la comunicación (TIC)		7.939
1.2. Nanotecnologías, 1.3. Materiales avanzados y 1.5. Fabricación y transformación avanzadas		3.797
1.4. Biotecnología		509
1.6. Espacio		1.536
2. Acceso a la financiación de riesgo		3.838
3. Innovación en las PYME		619
III. Prioridad «Retos sociales»		31.748
1. Salud, cambio demográfico y bienestar		8.033
2. Seguridad alimentaria, agricultura sostenible, investigación marina y marítima y bioeconomía		4.162
3. Energía segura, limpia y eficiente		5.782
4. Transporte inteligente, ecológico e integrado		6.802
5. Acción por el clima, eficiencia de los recursos y materias primas		3.180
6. Sociedades inclusivas, innovadoras y seguras		3.819
Instituto Europeo de Innovación y Tecnología (EIT)		1.350
Acciones directas no nucleares del Centro Común de Investigación (JRC)		1.962
EURATOM (2014-2018)		1.665

OBJETIVO:

Desarrollar tecnologías cuya actividad se relaciona con la protección y regeneración ambiental

- **Abordar nuevos retos:**
Estudio problemática contaminantes emergentes en la CAPV
- **Depuración de aguas**
- **Contaminación y salud**

IK-4

Tecnalia

- Tecnologías avanzadas de eliminación de contaminantes: Fotocatálisis y UFM
- Trabajos en contaminantes emergentes

ETORTEK:
Necesidad industrial y social

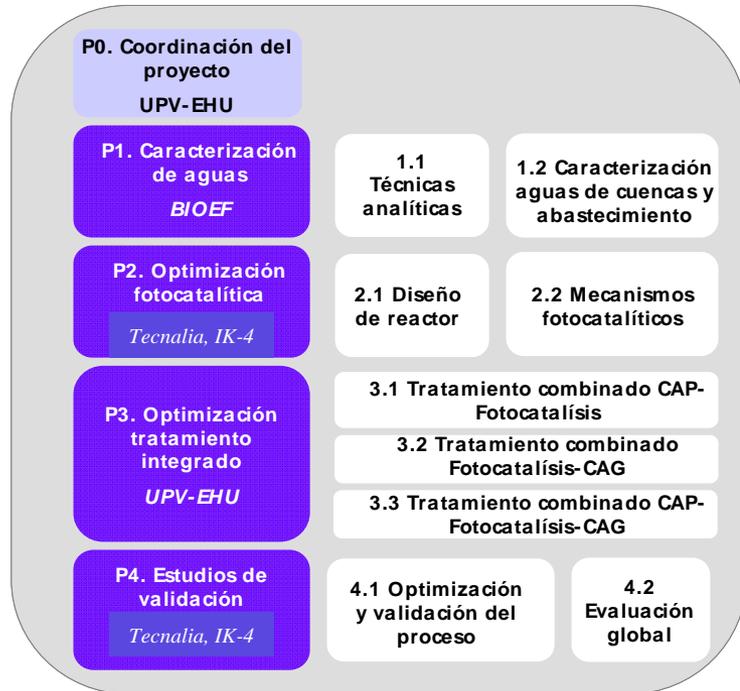
BIOEF

- Monitorización de contaminantes
- Evaluación del riesgo por ingesta

UPV-EHU

- Tecnologías de eliminación de contaminantes: carbón activo
- Amplios recursos de equipamiento

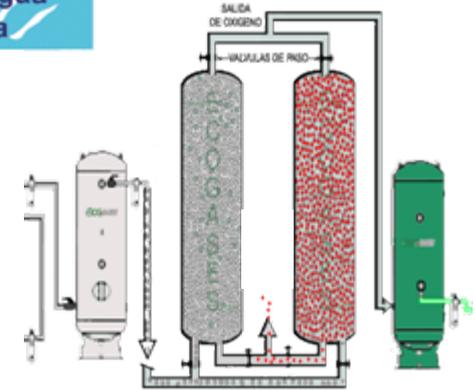
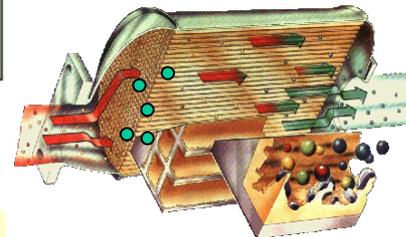
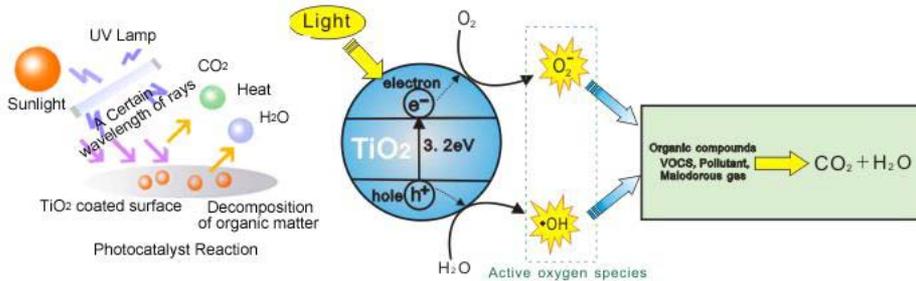
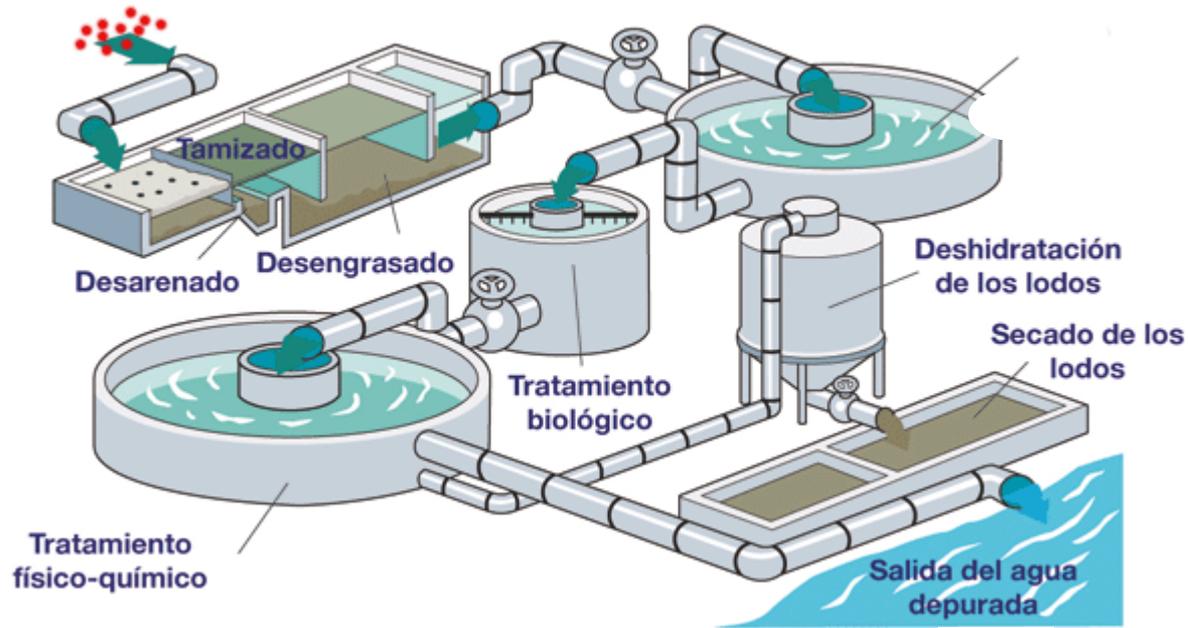
Proyecto EMAG



1. Desarrollo de medidas específicas de reducción de los vertidos
2. Prevenir y proteger el deterioro del ecosistema acuático/biodiversidad
3. Mitigar la ingesta de contaminantes a través del agua potable

1. Monitorización de compuestos emergentes relevantes
 - Estudio de la problemática y análisis de la calidad del agua superficial y potable en la CAPV
 - Caracterización complementaria dirigida a la planificación
 - Identificación de marcadores antropogénicos químicos
 - Adecuación al ámbito Europeo
2. Estudio de la eficacia de los tratamientos de aguas implantadas en EDAR/ETAP de la CAPV
 - Optimización de procesos de tratamiento ETAP/EDAR
 - Evaluación de nuevos tratamientos para resolver la problemática de la contaminación del agua
 - Identificación de los tratamientos más eficaces y planificación de tratamientos
3. Estudios de ingesta de contaminantes prioritarios y emergentes
 - Evaluación de riesgos

Estudios de eficacia EDARs/ETAPs



Caracterización de recursos hídricos

1-Octanol	Ethyl acetate	Pyridine	Styrene	<i>p</i> -Isopropyltoluene (<i>p</i> -Cymene)
Clorometano	Chloroform	Dimethyldisulphide	Cyclohexanone	Limonene
Acetaldehído	Methyl acrylate	Butyric acid	<i>n</i> -Decanal	1,2,3-Trimethylbenzene
<i>p</i> -Dichlorobenceno	2,2-Dichloropropane	1-Pentanol	<i>o</i> -Xylene	Trichlorofluoromethane
Metanotiol	Methylcyclopentane	<i>alpha</i> -Cedrene	1,2,3-Trichloropropane	1,2-Dichlorobenzene
Bromometano	Tetrahydrofuran (THF)	1,1,2-Trichloroethane	Diethyl disulfide	1,1,2,2-Tetrachloroethane
Cloroetano	2-Methoxyethanol	3-Methylheptane	<i>n</i> -Dodecane	2-Butoxyethyl acetate
Indeno	1,2-Dichloroethane	Toluene-d8	<i>alpha</i> -Pinene	1,2-Dichloroethene (<i>cis</i>)
2-Propanol	1,1,1-Trichlorethane	Toluene	<i>n</i> -Nonanal	2-Methyl-2-propanethiol
Acetona	1-Butanol	1,3-Dichloropropane	Bromobenzene	1,1,1,2-Tetrachloroethane
Óxido de propileno	1,1-Dichloropropene	<i>n</i> -Tetradecane	2-Methylnonane	1,2-Dibromo-3-chloropropane
Furano	Isopropyl acetate	1-Octene	Phenol	N,N-Dimethylformamide
Etanotiol	3-Methyl-2-butanone	<i>n</i> -Octane	<i>n</i> -Propylbenzene	2-Ethylhexyl acetate
Dimetoximetano	2-Methylhexane	Dibromochloromethane	Camphene	1,3-Diisopropylbenzene
1,1-Dicloroetano	Cyclohexane	<i>n</i> -Hexanal	2-Chlorotoluene	2-(2-Butoxyethoxy)ethanol
Sulfuro de dimetilo	Tetrachloromethane	<i>n</i> -Butyl acetate	<i>m</i> -Ethyltoluene	Ethyl <i>tert</i> -butyl disulfide
<i>terc</i> -Butanol	Benzene	1,2-Dibromoethane	4-Chlorotoluene	<i>trans</i> -1,3-Dichloropropene
Acilonitrilo	1-Methoxy-2-propanol	Tetrahydrothiophene	1-Decene	1,2,4-Trichlorobenzene
Diclorometano	3-Methylhexane	Tetrachloroethene	1,3,5-Trimethylbenzene	Vinylchloride (Chloroethene)
Disulfuro carbono	2,2,4-Trimethylpentane	2-Methoxyethyl acetate	Aniline	Hexachlorobutadiene
1-Propanol	Ethyl acrylate	Methyl ethyl disulfide	<i>n</i> -Decane	1,2,3-Trichlorobenzene
Naftaleno	<i>n</i> -Heptane	<i>n</i> -Tridecane	Caprolactam	<i>alpha</i> -Methylstyrene (2-propenylbenzene)
2-Metilpentano	Dibromomethane	1-Hexanol	<i>beta</i> -Pinene	Methyl <i>tert</i> -butyl disulfide
<i>n</i> -Butilbenceno	1,2-Dichloropropane	Chlorobenzene	<i>o</i> -Ethyltoluene	Isopropylbenzene (Cumene)
Ácido acético	Trichloroethene	3-Methyloctane	<i>n</i> -Octanal	<i>n</i> -Pentadecane
1,1-Dicloroetano	Bromodichloromethane	Ethylbenzene	<i>tert</i> -Butylbenzene	Methyl <i>tert</i> -butylether
3-Methylpentane	2-Ethoxyethanol	Cyclohexanol	<i>o</i> -Methystyrene	Dimethylphthalate
Vinyl acetate	1,4-Dioxane	<i>m</i> -Xylene	1,2,4-Trimethylbenzene	1,2-Dichloroethene (<i>trans</i>)
<i>n</i> -Butanal	Propyl acetate	<i>p</i> -Xylene	2-Ethyl-1-hexanol	2,6-di- <i>t</i> -Butyl-4-methylphenol (BHT)
1,1-Dimethoxyethane	Methyl methacrylate	Bromochloromethane	<i>p</i> -Methylstyrene	Ethynylbenzene (Phenylacetylene)
Acetophenone	Epichlorohydrin	<i>n</i> -Butyl acrylate	<i>delta</i> -3-Carene	<i>cis</i> -1,3-Dichloropropene
<i>n</i> -Hexane	Propylene glycol	2-Ethoxyethyl acetate	<i>sec</i> -Butylbenzene	4-Methyl-2-pentanone (MIBK)
2-Butanone (MEK)	Methylcyclohexane	Bromoform	1,3-Dichlorobenzene	Dichlorodifluoromethane
<i>n</i> -Undecane	Longifolene	<i>n</i> -Nonane	2-Butoxyethanol	



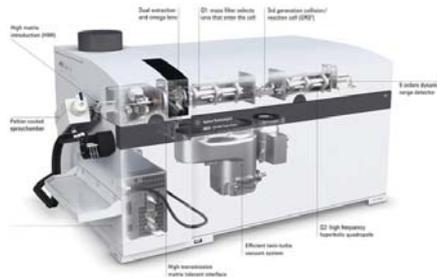
Caracterización de recursos hídricos



Antibióticos

PFCs

Hormonas



Nanopartículas

Quinolonas

enrofloxacin
ciprofloxacina
morbofloxacina
norfloxacina
sarafloxacina
difloxacina
ác. Oxolínico
flumequina

Macrolidos

tilosina
josamicina
tilmicosina
espiramicina

Tetraciclinas

tetraciclina
oxitetraciclina
clortetraciclina
doxiciclina

Otros

cloranfenicol
nitroimidazoles

Óxidos metálicos

TiO_2
 ZnO
 Ag_2O
 SnO_2

Caracterización de recursos hídricos

Compuesto	Promedio Salida (µg/L)	Familia	Entrada (µg/L)	Salida (µg/L)	Rend. (%)
PFBS	35,7	Analgésicos	6,1	<LD	100
Ibuprofeno	29,5	Antiinflamatorios	50,5	37,0	27
EDDP	8,1	Inhibidores ECA (Enzima Convertidora de Angiotensina)	2,7	3,6	0
Carbamazepina	5,3	Ansiofíticos	3,6	4,4	0
Diazepan	4,4	Antibióticos	11,9	8,1	32
Diclofenaco	3,7	Antiepilépticos	6,0	5,4	10
Enalapril	3,6	β-Bloqueantes	1,8	2,2	0
Sulfametosazol	3,5	Desinfectantes	84,7	38,3	55
Ketoprofeno	3,0	Hormonas	25,7	2,1	92
Cafeina	2,1	Reductor colesterol	7,5	0,6	92
PFOS	1,8				
Progesterona	1,5				
THCCOOH	1,5				
Sulfadiazina	0,9				
α-Ethl Estradiol	0,6				
Anfetamina	0,5				
Benzafibrato	0,4				
Bisoprolol	0,3				
Lasalocid	0,3				
Genfibrozil	0,2				
Atenolol	0,2				
Cenifibrozil	0,1				
Muestreo EDAR					

Compuesto	Capt. 1	Capt.2	Capt.3	Capt.4	Capt.5
Ibuprofeno, µg/L	<LD	1,4	9,1	1,3	8,3
Carbamazepina, µg/L	2,0	1,8	<LD	<LD	2,4
Diclofenaco, µg/L	1,7	3,4	5,9	<LD	12,5
Sulfametosazol, µg/L	2,6	<LD	<LD	<LD	3,2
Quinolonas, µg/L	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD

Referencia	Promedio TiO2 (µg/L)
Río 1	34,0
Río 2	3,0
Salida EDAR1	3,6
Salida EDAR2	1,6
ETAP1	3,7
ETAP2	1,6



ESKERRIK ASKO
MUCHAS GRACIAS



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO