

# RED DE CONTROL DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

## AGUA, SEDIMENTOS Y BIOTA

### AÑO 2007



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO



**RED DE CONTROL DE  
SUSTANCIAS PELIGROSAS  
AGUA, SEDIMENTO Y BIOTA  
AÑO 2007**

*Zaragoza, Julio de 2008*



***Dirección de los Trabajos:***

*Área de Calidad de Aguas, Confederación Hidrográfica del Ebro*

*Coordinadores: Vicente Sancho-Tello Valls  
Susana Cortés Corbasí*

*Autor: Sara Martín Albina*

***Colaboración:***

- *Laboratorio del Área de Calidad de Aguas, Confederación Hidrográfica del Ebro.*
- *UTE IPROMA-INOCSA*



**INDICE**

	<b>Página</b>
1. Introducción .....	3
2. Localización de Estaciones .....	4
3. Metodología de Muestreo .....	7
4. Frecuencia de Muestreo .....	7
5. Sustancias Controladas.....	8
6. Resultados.....	10
7. Interpretación de Resultados.....	11
8. Conclusiones .....	18
ANEXO I: Resultados obtenidos en el análisis de la matriz SEDIMENTO	
ANEXO II: Resultados obtenidos en el análisis de la matriz BIOTA	
ANEXO III: Evolución de la concentración de mercurio, de hexaclorobenceno, de pentaclorobenceno, de DDTs y de hexaclorociclohexano en los sedimentos y en los peces de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.	
ANEXO IV: Evolución de la concentración de mercurio, de hexaclorobenceno y de DDTs en los sedimentos y en los peces de las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.	
ANEXO V: Evolución de la concentración de mercurio y de DDTs en los sedimentos y en los peces de la estación SP-5 Cinca/Monzón.	
ANEXO VI: Evolución de la concentración de metales en los sedimentos y en los peces de la estación SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes.	
ANEXO VII: Evolución de la concentración de metales en los sedimentos de la estación SP-15 Huerva/Zaragoza (Fuente de La Junquera)	
ANEXO VIII: Mapa de la Red de Control de Sustancias Peligrosas.	



## 1. INTRODUCCIÓN

La Directiva Marco del Agua (DMA) y las directivas contempladas en su anexo IX, así como la Directiva 2006/11/CE (versión codificada de la Directiva 76/464/CEE), obligan a los Estados Miembros a establecer estaciones de vigilancia para el control de la contaminación en el medio acuático causada por sustancias peligrosas, consideradas como tales las tóxicas, persistentes y bioacumulables, aguas abajo de sus puntos de emisión.

La Confederación Hidrográfica del Ebro diseñó en 1992 una red de control a lo largo de la cuenca, denominada RED DE CONTROL DE SUSTANCIAS PELIGROSAS o RED DE PELIGROSAS (RCSP) cuyo objetivo es controlar la concentración de las sustancias de la Lista I y Lista II, que están recogidas en las Directivas mencionadas y comprobar si sus concentraciones varían con el tiempo.

El control exige la toma de muestras de agua, de sedimentos y de biota, habitualmente peces. En agua se han fijado Objetivos de Calidad, mientras que en sedimentos y biota el objetivo es que la concentración no aumente significativamente con el tiempo (principio básico de mejoría continua o standstill).

La Red se inició en 1992 con cuatro estaciones de toma de muestras, aguas abajo de los focos de emisión de sustancias de Lista I:

- Río Gállego, en su tramo desde el embalse de Jabarrella hasta Anzánigo.
- Río Cinca, en su tramo desde Monzón hasta Alcolea del Cinca.
- Río Ebro, en su tramo de Miranda de Ebro, desde Comunión hasta la desembocadura del río Zadorra.
- Río Ebro en Flix, desde el embalse de Flix, hasta el puente de Ascó.

En 1995 se añadieron cuatro puntos más, que recogen información de cuatro poblaciones importantes. Estos puntos están establecidos de modo preventivo:

- Río Ebro en Pina de Ebro, Zaragoza.
- Río Arga en Puente La Reina, Pamplona.
- Río Zadorra en Trespuentes, Vitoria.
- Río Segre en Torres de Segre, Lérida.

En 1996 se añadió un noveno punto, al término del curso del Ebro, como control final de su calidad:

- Río Ebro en Tortosa.

En estos 9 puntos se controlan las sustancias de Lista I, Lista II Preferentes y algunos compuestos de la Lista de Sustancias Prioritarias.

En el año 2000, se añadieron nueve estaciones más, con el objeto de controlar sustancias de Lista II en los tramos donde potencialmente podrían aparecer:

- Río Araquil en Alsasua-Urdiain
- Río Ebro en Conchas de Haro
- Río Ebro en Logroño aguas abajo-Varea
- Río Ega en Arinzano
- Río Gállego en Villanueva de Gállego – San Mateo de Gállego
- Río Huerva en Zaragoza (Fuente de la Junquera)
- Río Jalón en Grisén
- Río Najerilla en Nájera aguas abajo
- Río Zadorra en Salvatierra

## 2. LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES

La Red de Control de Sustancias Peligrosas (RCSP) que la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) ha diseñado comprende 18 puntos de control.

**Tabla 1.** Estaciones de Control de Sustancias Peligrosas.

Código estación	Nombre
SP-1	Gállego / Jabarrella
SP-2	Ebro / Presa de Pina
SP-3	Ebro / Ascó
SP-4	Segre / Torres de Segre
SP-5	Cinca / Monzón (aguas abajo)
SP-6	Arga / Puente La Reina
SP-7	Ebro / Miranda
SP-8	Zadorra / Vitoria - Trespuentes
SP-9	Ebro / Tortosa
SP-10	Araquil / Alsasua-Urdiaín
SP-11	Ebro / Conchas de Haro
SP-12	Ebro / Logroño (aguas abajo)-Varea
SP-13	Ega / Arinzano
SP-14	Gállego / Villanueva
SP-15	Huerva / Zaragoza (Fuente de la Junquera)
SP-16	Jalón / Grisén
SP-17	Najerilla / Nájera (aguas abajo)
SP-18	Zadorra / Salvatierra

Tabla 2. Localización de Estaciones de Control de Sustancias Peligrosas.

Código Estación	Río	Matriz	Localización	Provincia
SP-1	Gállego	Sedimentos	Presa de Jabarrella	Huesca
		Biota + Agua	Bajo el puente de Caldearenas	
SP-2	Ebro	Sed. + Biota + Agua	Presa de Pina	Zaragoza
SP-3	Ebro	Sedimentos	Junto a la Presa de Flix	Tarragona
		Biota	En la ensenada junto a la EDAR de Flix	
		Agua	En el puente sobre la carretera Ascó-Vinebre	
SP-4	Segre	Sed. + Biota + Agua	A la entrada de Torres de Segre	Lérida
SP-5	Cinca	Sedimentos	En el puente (N-240) a la entrada de Monzón. (Pto. principal)	Huesca
			Junto a la estación SAICA de Monzón. (Pto. secundario)	
		Biota	En Pueyo de Santa Cruz junto a una chopera.	
		Agua	Margen izquierda del río Cinca, 4 Km al sur de Monzón	
SP-6	Arga	Sedimentos	En el puente de Ororbía	Navarra
		Biota + Agua	En Puente la Reina, junto a la central hidroeléctrica	
SP-7	Ebro	Sedimentos	En la Presa de Cabriana (Miranda de Ebro) junto al muro de presa. (Punto principal)	Burgos
			Presa de Cabriana (1 Km aguas arriba del muro de presa). (Punto secundario)	
		Biota	1.5 Km aguas abajo del puente de la autopista sobre el río en Miranda.	
		Agua	Puente del ferrocarril sobre el río Ebro en Miranda de Ebro	
SP-8	Zadorra	Sedimentos + Agua	Bajo el puente de Trespuentes	Álava
		Biota	En Villodas	
SP-9	Ebro	Sedimentos + Biota	Tras el 2º colector del pol. Ind.(Campredó)	Tarragona
		Agua	En el puente junto al monumento de la batalla del Ebro	
SP-10	Araquil	Sed. + Biota + Agua	Puente sobre el río Araquil (300-400 m aguas abajo EDAR Alsasua-Urdiain)	Navarra
SP-11	Ebro	Sedimentos	Desembocadura del río Zadorra en el Ebro (cerca de Ircio)	Burgos
		Biota + Agua	Haro, puente de piedra sobre el Ebro	La Rioja
SP-12	Ebro	Sed. + Biota + Agua	Azud-Salto agua de Mendavia (Logroño-Varea)	La Rioja
SP-13	Ega	Sed. + Biota + Agua	Puente sobre río Ega (400-500 m aguas arriba)	Navarra
SP-14	Gállego	Sed. + Biota + Agua	Puente sobre el río en San Mateo de Gállego	Zaragoza
SP-15	Huerta	Sed. + Biota + Agua	Puente sobre el Huerva, junto a urbanización Fuente la Junquera	Zaragoza
SP-16	Jalón	Sed. + Biota + Agua	Aguas arriba (sedim) y aguas abajo (biota) del azud en Grisén	Zaragoza
SP-17	Najerilla	Sedimentos	1.5 Km aguas abajo EDAR Nájera	La Rioja
		Biota + Agua	Nájera, en el puente N-120	
SP-18	Zadorra	Sedimentos	Bajo el puente sobre el río Zadorra en Salvatierra	Álava
		Biota + Agua	Aguas arriba y abajo del puente de Heredia	

Las coordenadas de localización de las estaciones son las que se incluyen en la tabla siguiente.

**Tabla 3.** *Coordenadas puntos de muestreo de sedimentos, agua y biota (peces).*

Código Estación	Matriz	COORDENADAS		
		UTM X	UTM Y	Huso
SP-1	Sedimentos	714711	4705564	30
	Biota + Agua	705857	4697421	30
SP-2	Sed. + Biota + Agua	692725	4604585	30
SP-3	Sedimentos	294450	4567750	31
	Biota	294850	4567200	31
	Agua	296330	4562720	31
SP-4	Sed. + Biota + Agua	292558	4601256	31
SP-5	Sedimentos	265961	4644499	31
		264590	4641032	31
	Biota	262468	4638112	31
	Agua	264785	4641501	31
SP-6	Sedimentos	602295	4741001	30
	Biota + Agua	596439	4725528	30
SP-7	Sedimentos	501165	4728745	30
		501668	4728073	30
	Biota	503017	4726836	30
	Agua	503796	4726404	30
SP-8	Sedimentos + Agua	518480	4743850	30
	Biota	517762	4742365	30
SP-9	Sedimentos + Biota	291993	4516874	31
	Agua	290897	4521183	31
SP-10	Sed. + Biota + Agua	570703	4749742	30
SP-11	Sedimentos	508194	4724114	30
	Biota	514892	4716088	30
	Agua	513250	4715445	
SP-12	Sed. + Biota + Agua	551110	4702305	30
SP-13	Sed. + Biota + Agua	582823	4719662	30
SP-14	Sed. + Biota	684119	4632695	30
	Agua	683710	4632142	
SP-15	Sed.+ Biota + Agua	673726	4609001	30
SP-16	Sed. + Biota + Agua	654157	4622810	30
SP-17	Sedimentos + Agua	522356	4698500	30
	Biota	522128	4696794	30
SP-18	Sedimentos	549217	4745437	30
	Biota + Agua	545526	4746822	30

### 3. METODOLOGÍA DE MUESTREO

#### 3.1 Agua

El método de muestreo habitual es manual, siguiendo el protocolo de trabajo desarrollado por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE).

#### 3.2 Sedimento

Para la toma de muestra se emplearon dragas de tipo Van Veen y Ekman de acero inoxidable.

Las muestras tomadas fueron representativas de cada tramo de río, con un diámetro de partícula menor de 200  $\mu\text{m}$ .

Las muestras se conservaron a una temperatura de 4 °C. Para el análisis de metales, el sedimento se conservó en botes de plástico; para el análisis de compuestos orgánicos, el sedimento se conservó en botes de vidrio.

En las estaciones SP-2, SP-3, SP-7 y SP-9 se empleó una embarcación neumática para proceder a la toma de las muestras.

#### 3.3 Biota

En cada punto de muestreo se capturaron al menos 3 ejemplares o un peso mínimo de 200 g de dos especies distintas, dentro de un determinado rango de tamaños y edades.

Se empleó la pesca eléctrica como modo de captura, barriendo para cada zona el máximo número de hábitat posible.

En las estaciones SP-3, SP-7 y SP-9 se realizó, además, pesca adicional con caña. En la estación SP-9, la pesca eléctrica se llevó a cabo desde una embarcación neumática.

### 4. FRECUENCIA DE MUESTREO

#### 4.1 Agua

En el año 2007, para agua se planificaron muestreos mensuales para todas las estaciones de la RCSP. Además, la CHE realiza un control complementario en las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y en la estación SP-9 Ebro/Tortosa, que supone la toma de una muestra de agua a la semana. En estas muestras de agua se analizan los parámetros de la RCSP.

En la tabla 4 se indica el número de muestras de aguas tomadas en cada una de las estaciones de la Red de Control de Sustancias Peligrosas.

**Tabla 4.** Número de muestras de agua tomadas en las estaciones de la RCSP.

AÑO	SP-1 Jabarrella	SP-2 Pina	SP-3 Ascó	SP-4 T. Segre	SP-5 Monzón	SP-6 Pte. La Reina	SP-7 Miranda	SP-8 Vitoria	SP-9 Tortosa
2007	12	12	64	13	12	12	12	12	64

AÑO	SP-10 Alsasua	SP-11 C. Haro	SP-12 Logroño	SP-13 Arinzano	SP-14 Villanueva	SP-15 Fte. Junquera	SP-16 Grisén	SP-17 Nájera	SP-18 Salvaterra
2007	12	12	12	13	12	13	12	12	12

## 4.2 Sedimento

La toma de muestra de sedimento se hace una vez al año, coincidiendo con la toma de muestra de peces, ya que la variación estacional a lo largo del año es prácticamente nula.

## 4.3 Biota

La toma de muestra de biota se hace una vez al año, entre septiembre y octubre.

## 5. SUSTANCIAS CONTROLADAS

En la Red de Control de Sustancias Peligrosas se controlan las sustancias de Lista I y las sustancias de Lista II Preferentes, excepto la atrazina, simazina, metolacloro y la terbutilazina que se controlan dentro de la Red de Plaguicidas de la CHE.

- Con la promulgación de la Decisión 2455/2001, por la que se aprueba la Lista de Sustancias Prioritarias (anexo X de la Directiva 2000/60/CE), se ha modificado la relación de sustancias afectadas por la Directiva de Sustancias Peligrosas.

En la tabla 5 se indican los compuestos que se analizan en cada una de las matrices de las distintas estaciones.

Tabla 5. Sustancias que se controlan en la Red de Control de Sustancias Peligrosas.

ESTACIONES SP-1 - SP-9						
Sustancias	Matriz <sup>(1)</sup>			Unidad de Medida		
	Agua	Sedimento	Biota	Agua	Sed - Biota	
<b>LISTA I</b>	<b>Cadmio</b>	X	X	X	mg/L	µg/g
	<b>Mercurio</b>	X	X	X	mg/L	µg/g
	<b>Hexaclorociclohexano (HCH)</b>	X	X	X	µg /L	ng/g
	DDTs y metabolitos	X	X	X	µg /L	ng/g
	Aldrín	X	X	X	µg /L	ng/g
	Dieldrín	X	X	X	µg /L	ng/g
	Endrín	X	X	X	µg /L	ng/g
	Isodrín	X	X	X	µg /L	ng/g
	<b>Hexaclorobenceno</b>	X	X	X	µg /L	ng/g
	<b>Hexaclorobutadieno</b>	X	X	X	µg /L	ng/g
	<b>Triclorobencenos (TCB)</b>	X	X	X	µg /L	ng/g
	<b>Pentaclorofenol</b>	X	X	X	µg /L	ng/g
	Tetracloruro de carbono	X			µg /L	
	<b>Cloroformo</b>	X			µg /L	
	<b>1,2-Dicloroetano</b>	X			µg /L	
	Tricloroetileno	X			µg /L	
	Percloroetileno	X			µg /L	
	<b>LISTA II Preferentes</b>	Arsénico	X	X	X	mg/L
Cobre		X	X	X	mg/L	µg/g
Cromo total		X	X	X	mg/L	µg/g
<b>Níquel</b>		X	X	X	mg/L	µg/g
<b>Plomo</b>		X	X	X	mg/L	µg/g
Selenio		X	X	X	mg/L	µg/g
Zinc		X	X	X	mg/L	µg/g
Cianuros		X			mg/L	
Fluoruros		X			mg/L	
<b>Benceno</b>		X			µg /L	
Clorobenceno (MCB)		X			µg /L	
Diclorobencenos (DCB)		X			µg /L	
Etilbenceno		X			µg /L	
<b>Naftaleno</b>		X	X		µg /L	ng/g
Tolueno		X			µg /L	
<b>Compuestos de Tributilestaño</b>		X	X	X	µg /L	ng/g
1,1,1-Tricloroetano		X			µg /L	
Xilenos	X			µg /L		
<b>LISTA Prioritaria</b>	<b>Antraceno</b>	X	X		µg /L	ng/g
	<b>Benzo(a)pireno</b>	X	X		µg /L	ng/g
	<b>Benzo(b)fluoranteno</b>	X	X		µg /L	ng/g
	<b>Benzo(g,h,i)perileno</b>	X	X		µg /L	ng/g
	<b>Benzo(k)fluoranteno</b>	X	X		µg /L	ng/g
	<b>Fluoranteno</b>	X	X		µg /L	ng/g
	<b>Indeno(1,2,3-cd)perileno</b>	X	X		µg /L	ng/g
	<b>Diclorometano</b>	X			µg /L	
	<b>Pentaclorobenceno</b>	X	X	X	µg /L	ng/g
	<b>Nonilfenoles</b>		X			ng/g
	<b>4-Nonilfenol</b>		X			ng/g
	<b>4-ter-Octilfenol</b>		X			ng/g
	<b>4-Octilfenol</b>		X			ng/g

(1) La matriz de control se selecciona en base a las propiedades del compuesto, de forma que si éste es volátil no se analiza ni en sedimento ni en peces.

(2) En negrita: Compuestos pertenecientes a la Lista de Sustancias Prioritarias.

**Tabla 5 (Cont.). Sustancias que se controlan en la Red de Control de Sustancias Peligrosas.**

ESTACIONES SP-10 - SP-18						
Sustancia	Matriz <sup>(1)</sup>			Unidad de Medida		
	Agua	Sedimento	Biota	Agua	Sedimento, Biota	
<b>LISTA II Preferentes</b>	Arsénico	X	X	X	mg/L	µg/g
	Cobre	X	X	X	mg/L	µg/g
	Cromo total	X	X	X	mg/L	µg/g
	<b>Níquel</b>	X	X	X	mg/L	µg/g
	<b>Plomo</b>	X	X	X	mg/L	µg/g
	Selenio	X	X	X	mg/L	µg/g
	Zinc	X	X	X	mg/L	µg/g
	Cianuros	X			mg/L	
	Fluoruros	X			mg/L	
	<b>Benceno</b>	X			µg /L	
	Clorobenceno (MCB)	X			µg /L	
	Diclorobencenos (DCB)	X			µg /L	
	Etilbenceno	X			µg /L	
	<b>Naftaleno</b>	X	X		µg /L	ng/g
	Tolueno	X			µg /L	
	<b>Compuestos de Tributilestaño</b>	X	X	X	µg /L	ng/g
	1,1,1-Tricloroetano	X			µg /L	
Xilenos	X			µg /L		
<b>LISTA Prioritaria</b>	<b>Antraceno</b>	X	X		µg /L	ng/g
	<b>Benzo(a)pireno</b>	X	X		µg /L	ng/g
	<b>Benzo(b)fluoranteno</b>	X	X		µg /L	ng/g
	<b>Benzo(g,h,i)perileno</b>	X	X		µg /L	ng/g
	<b>Benzo(k)fluoranteno</b>	X	X		µg /L	ng/g
	<b>Fluoranteno</b>	X	X		µg /L	ng/g
	<b>Indeno(1,2,3-cd)perileno</b>	X	X		µg /L	ng/g
	<b>Diclorometano</b>	X			µg /L	
	<b>Pentaclorobenceno</b>		X	X		ng/g
	<b>Nonilfenoles</b>		X			ng/g
	<b>4-Nonilfenol</b>		X			ng/g
	<b>4-ter-Octilfenol</b>		X			ng/g
	<b>4-Octilfenol</b>		X			ng/g

(1) La matriz de control se selecciona en base a las propiedades del compuesto, de forma que si éste es volátil no se analiza ni en sedimento ni en peces.

(2) En negrita: Compuestos pertenecientes a la Lista de Sustancias Prioritarias.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Agua

Los resultados obtenidos en los análisis de sustancias peligrosas en la matriz agua se encuentran disponibles en la página web de la Confederación Hidrográfica del Ebro (<http://www.chebro.es>).

## 6.2 Sedimento

Los resultados obtenidos en los análisis de sustancias peligrosas en la matriz sedimento se encuentran en el Anexo I y en la página web de la Confederación Hidrográfica del Ebro (<http://www.chebro.es>).

## 6.3 Biota

Los resultados obtenidos en los análisis de sustancias peligrosas en la matriz biota se encuentran en el Anexo II y en la página web de la Confederación Hidrográfica del Ebro (<http://www.chebro.es>).

## 7. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### 7.1 Agua

Los Objetivos de Calidad (también llamados Normas de calidad ambiental en la Directiva 2000/60/CE) hacen referencia a la concentración máxima admisible que puede aparecer en las aguas superficiales afectadas por vertidos de sustancias peligrosas.

La Directiva 2006/11/CE y las directivas derivadas de la 76/464/CEE establecen Objetivos de Calidad en agua para todas las sustancias de Lista I, valores que no deben ser superados por la media aritmética de los resultados obtenidos durante un año. En el año 2007 todas las sustancias de Lista I han cumplido los objetivos de calidad establecidos en sus directivas correspondientes. No obstante, se puede añadir que en la estación SP-16 Jalón/Grisén el hexaclorobenceno sobrepasa el objetivo de calidad establecido para esta sustancia en una de las muestras tomadas.

El R.D. 995/2000 fija Objetivos de Calidad en aguas superficiales para una serie de sustancias de Lista II denominadas Sustancias Preferentes. Dichos valores no deben ser superados por el 90% de las muestras recogidas durante un año, salvo para el tributilestano, los cianuros totales, los metales y metaloides donde el 100% de las muestras deben ser inferiores a los mismos. En la tabla 6 se incluyen las sustancias de Lista II preferentes que han presentado incumplimientos de los OCAs en el año 2007.

**Tabla 6.** Sustancias de **Lista II** que incumplen los Objetivos de Calidad en la matriz **agua**.

Sustancias Lista II	Estación	Fecha de muestreo	Concentración	OCAs
<b>SELENIO</b> <sup>(1)</sup> (mg/l)	SP-7 Ebro/Miranda	10/10/2007	<b>0.00303</b>	0.001 mg/L
	SP-15 Fte.Junquera	08/03/2007	0.00119	
		11/07/2007	0.00121	
		09/08/2007	<b>0.00154</b>	
		06/09/2007	0.00122	
		02/10/2007	0.00130	
		6/11/2007	0.00147	
		17/12/2007	0.00119	
En azul se señalan los valores que sobrepasan en más del 50% el OCA establecido.				

(1) El Objetivo de Calidad (OCA) del selenio está pendiente de revisión. El valor límite establecido para aguas prepotables (Directiva 75/440/CEE) es diez veces superior al OCA fijado por el RD 995/2000 para aguas superficiales

## 7.2 Sedimento

El objetivo de calidad para sedimentos y biota consiste en que las concentraciones de las sustancias de Lista I y de Lista II en estas matrices no aumenten significativamente con el tiempo (principio básico de mejoría continua o standstill).

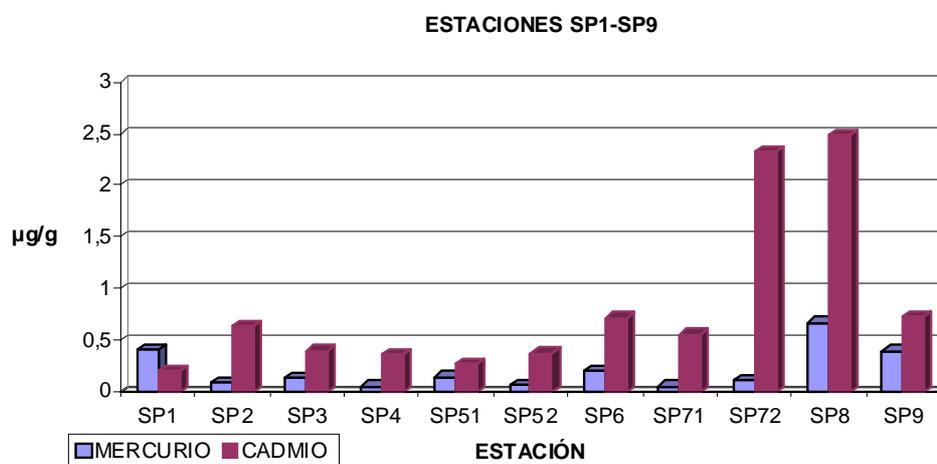
En la tabla 7 se muestran las sustancias que se han encontrado en concentraciones elevadas en los análisis de la matriz sedimento en la campaña del año 2007.

**Tabla 7.** Principales contaminantes encontrados en los análisis de la matriz **sedimento**.

Sustancias Lista I	Estación	Fecha	Concentración
<b>HEXACLOROBENCENO</b>	SP-7.1 Ebro/Miranda	29/09/2007	6 ng/g
	SP-9 Ebro/Tortosa	16/08/2007	12 ng/g
Sustancias Lista II	Estación	Fecha	Concentración
<b>CROMO</b>	SP-6 Arga/Pte La Reina	28/09/2007	126 µg/g
	SP-8 Zadorra/Vitoria	23/08/2007	129 µg/g
	SP-15 Huerva/Fte.Junquera	19/08/2007	146 µg/g
	SP-18 Zadorra/Salvatierra	23/08/2007	143 µg/g
<b>PLOMO</b>	SP-5.2-Cinca/Monzón	18/08/2007	176 µg/g
<b>ZINC</b>	SP-8 Zadorra/Vitoria	23/08/2007	1350 µg/g
	SP-15 Huerva/Fte.Junquera	19/08/2007	1060 µg/g
<b>NONILFENOLES</b>	SP-8 Zadorra-Vitoria	23/08/2007	720 ng/g
	SP-15 Huerva/Fte.Junquera	19/08/2007	1170 ng/g
	SP-18 Zadorra/Salvatierra	23/08/2007	2680 ng/g
<b>FLUORANTENO</b>	SP-6 Arga/Pte La Reina	28/09/2007	527 ng/g
	SP-8 Zadorra/Vitoria	23/08/2007	1570 ng/g
<b>BENZO(b)FLUORANTENO</b>	SP-8 Zadorra/Vitoria	23/08/2007	752 ng/g

### ▪ Mercurio y Cadmio

Estas sustancias son los dos metales que forman parte de la Lista I de sustancias peligrosas, por eso, aunque no aparecen en la tabla 8, se representa su evolución en las estaciones SP-1 a SP-9 en la figura 1.



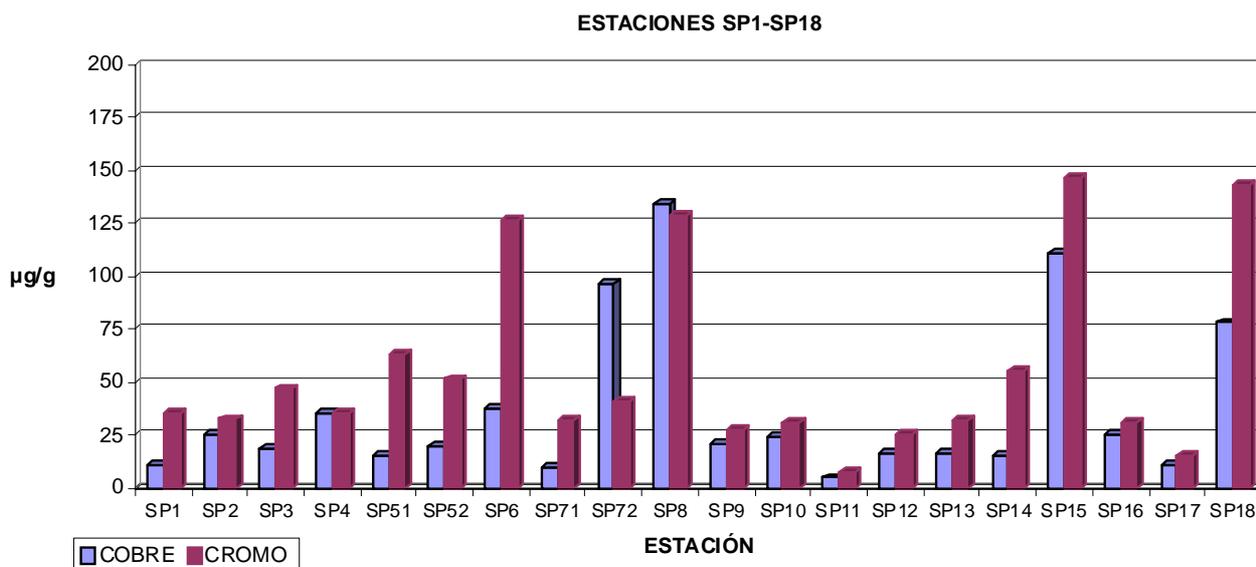
**Figura 1.** Evolución de las concentraciones de **mercurio** y **cadmio** en los **sedimentos** de las estaciones SP-1 a SP-9

En el caso del mercurio, el valor máximo se alcanza en la estación SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes, 0.669  $\mu\text{g/g}$ . El resto de las estaciones no superan el valor de 0,5  $\mu\text{g/g}$ .

La concentración de cadmio en todas las estaciones es inferior a 1  $\mu\text{g/g}$  salvo en la SP-7 Ebro/Miranda en el punto secundario y en la SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes, cuyas concentraciones son 2,32  $\mu\text{g/g}$  y 2,49  $\mu\text{g/g}$ , respectivamente.

#### ▪ Cobre y Cromo

En la figura 2 se indican las concentraciones de cobre y cromo en todas las estaciones de la RCSP.



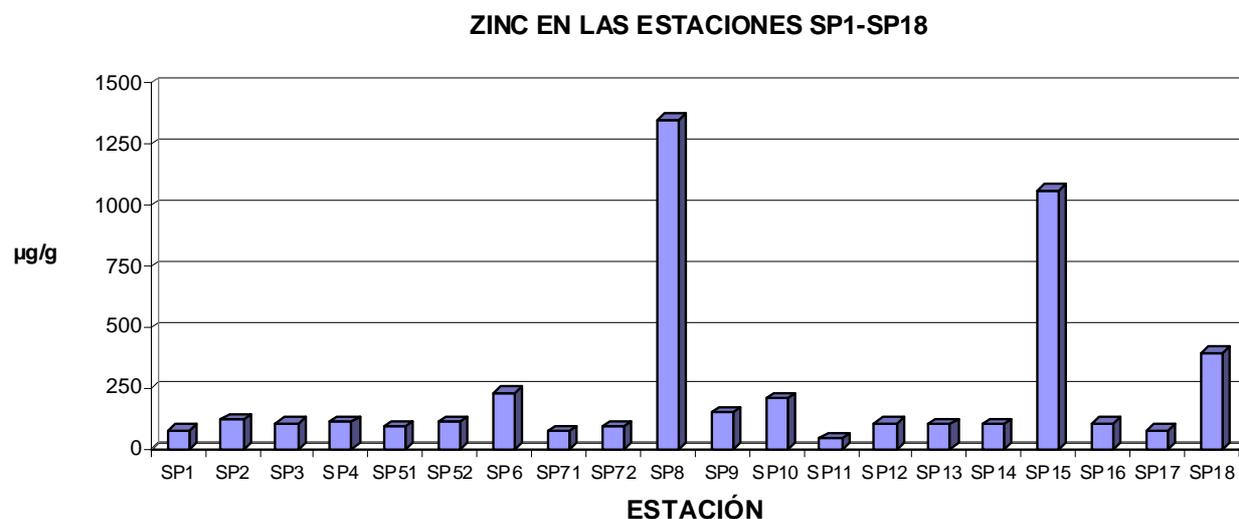
**Figura 2.** Evolución de las concentraciones de **cromo** y **cobre** en los **sedimentos** de todas las estaciones de la red de control de sustancias peligrosas.

Las estaciones donde se alcanzan los niveles máximos de cobre son: SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes y SP-15 Huerva/Zaragoza-Fte. La Junquera, donde los valores obtenidos son 134  $\mu\text{g/g}$  y 111  $\mu\text{g/g}$ , respectivamente. En el resto de las estaciones no se superan los 100  $\mu\text{g/g}$ .

Las estaciones que presentan las concentraciones más altas de cromo son la SP-6 Arga/Puente la Reina, la SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes, la SP-15 Huerva/Fuente de la Junquera y la SP-18 Zadorra/Salvatierra donde las concentraciones obtenidas son 126  $\mu\text{g/g}$ , 129  $\mu\text{g/g}$ , 146  $\mu\text{g/g}$  y 143  $\mu\text{g/g}$ , respectivamente. El resto de las estaciones no superan los 100  $\mu\text{g/g}$ .

### ▪ Zinc

En la figura 3 se representa la concentración de zinc para todas las estaciones de la RCSP.

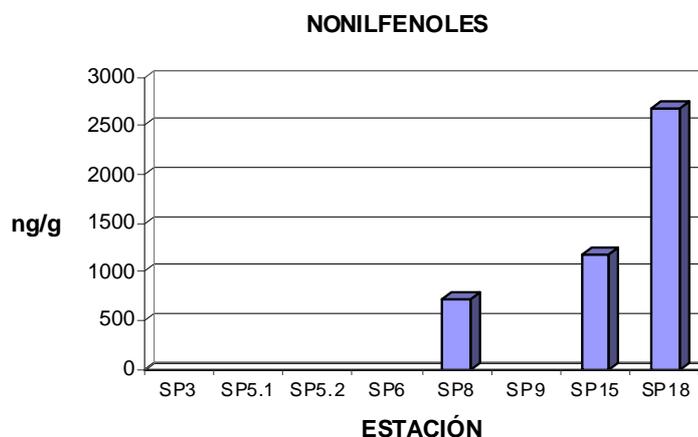


**Figura 3.** Evolución de la concentración de **zinc** en los **sedimentos** de todas las estaciones de la Red de Control de Sustancias Peligrosas.

Las estaciones donde se encuentran las concentraciones de zinc más elevadas son: SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes (1350 µg/g) y SP-15 Huerva/Zaragoza-Fte. La Junquera (1060 µg/g). En el resto de las estaciones no se superan los 250 µg/g, exceptuando la estación SP-18 Zadorra/Salvatierra, cuyo valor es 396 µg/g.

### ▪ Nonilfenoles

En la figura 4 se representa la concentración de nonilfenoles en las estaciones SP-3 Ebro/Ascó, SP-5 Cinca/Monzón, SP-6 Arga/Puente La Reina, SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes, SP-9 Ebro/Tortosa, SP-15 Huerva/Zaragoza-Fuente de la Junquera y SP-18 Zadorra/Salvatierra.

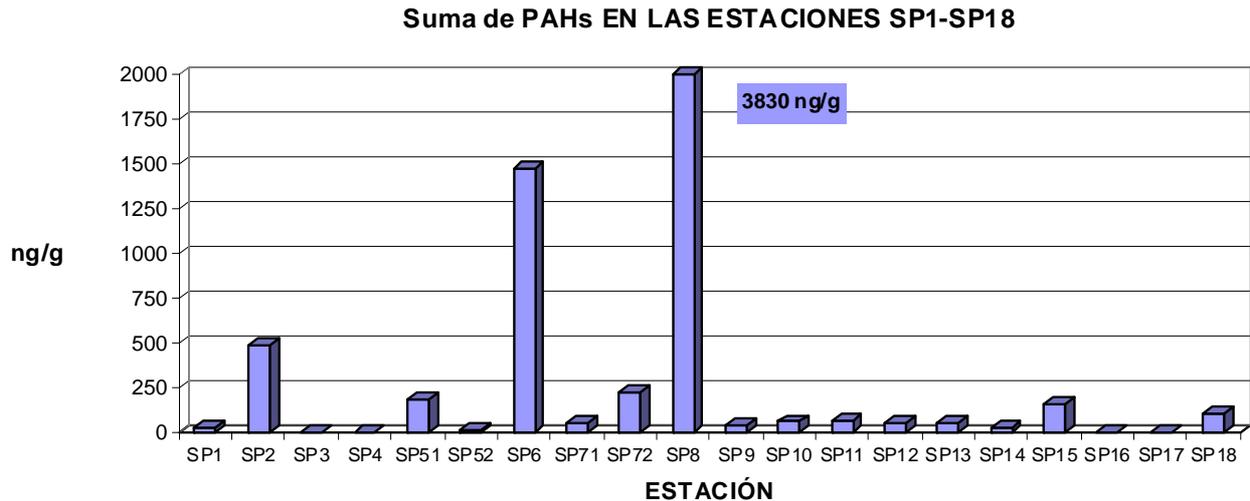


**Figura 4.** Evolución de la concentración de **nonilfenoles** en los **sedimentos** de algunas estaciones de la Red de Control de Sustancias Peligrosas.

La máxima concentración de nonilfenoles se alcanza en la estación SP-18 Zadorra/Salvatierra, 2680 ng/g. También se pueden destacar los valores alcanzados en las estaciones SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes, 720 ng/g y SP-15 Huerva/Zaragoza-Fte. La Junquera, 1170 ng/g. Para el resto de las estaciones la concentración no supera el límite de cuantificación del método de medición.

#### ▪ Suma de Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (PAHs)

En la figura 5 se representa la concentración de la suma de PAHs en el año 2007 en todas las estaciones de la RCSP.



**Figura 5.** Evolución de la concentración de **PAHs** en los **sedimentos** las estaciones de la Red de Control de Sustancias Peligrosas.

La estación con una mayor concentración de PAHs es la SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes con 3830 ng/g. La estación SP-6 Arga/Puente La Reina también registra una concentración alta de estas sustancias, 1477 ng/g. Estas dos estaciones aparecen en la tabla 7 por haberse encontrado en estos puntos concentraciones elevadas de fluoranteno y benzo(b)pireno.

En el resto de las estaciones, la suma de la concentración de estas sustancias no supera los 500 ng/g.

### 7.3 Biota

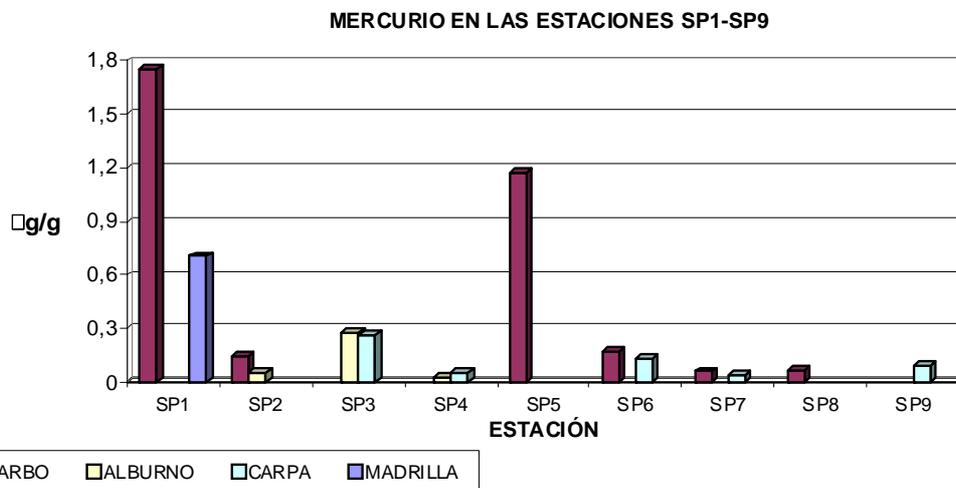
En la tabla 8 se indica las sustancias peligrosas detectadas en concentraciones elevadas en la matriz biota en la campaña de la RCSP del año 2007.

**Tabla 8.** Principales contaminantes encontrados en los análisis de la matriz biota.

Sustancias Lista I	Estación	Especie	Fecha	Concentración
<b>MERCURIO</b>	SP-1 Jabarrella	Madrilla	19/08/2007	0.706 µg/g
		Barbo		1.75 µg/g
	SP-5 Monzón	Barbo	18/08/2007	1.17 µg/g
<b>DDTs (Suma mínima)</b>	SP-3 Ascó	Carpa	18/08/2007	251 ng/g
Sustancias Lista II	Estación	Especie	Fecha	Concentración
<b>ZINC</b>	SP-2 Presa Pina	Alburno	20/08/2007	52.3 µg/g
	SP-3 Ascó	Carpa	18/08/2007	77.7 µg/g
	SP-4 Torres de Segre	Carpa	17/08/2007	75.3 µg/g
	SP-5 Monzón	Bagre	18/08/2007	45.1 µg/g
	SP-6 Pte La Reina	Carpa	28/09/2007	66.2 µg/g
		Barbo		51 µg/g
	SP-7 Miranda	Carpa	16/09/2007	94.1 µg/g
	SP-10 Alsasua	Bermejuela	28/09/2007	46.8 µg/g
	SP-11 C. Haro	Alburno	21/08/2007	44.9 µg/g
	SP-13 Arinzano	Madrilla	24/08/2007	48 µg/g
	SP-16 Grisén	Barbo	20/08/2007	44.3 µg/g
SP-17 Nájera	Piscardo	21/08/2007	64.2 µg/g	

### Mercurio

En la figura 6 se muestra la concentración de mercurio en la matriz biota para las estaciones SP-1 a SP-9.

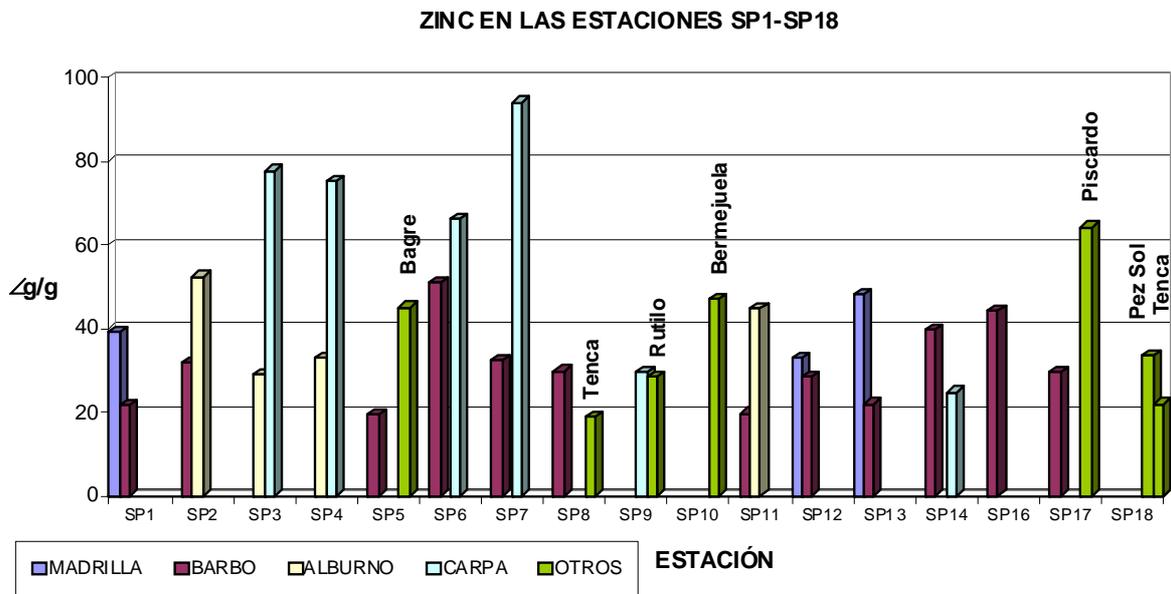


**Figura 6.** Evolución de la concentración de mercurio en los peces de las estaciones SP-1 a SP-9

La máxima concentración de mercurio se encuentra en los barbos (1.75 µg/g) y en las madrillas (0.71 µg/g) de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella y en los barbos (1.17 µg/g) de la estación SP-5 Cinca/Monzón. En el resto de las muestras analizadas el nivel de mercurio es inferior a 0,30 µg/g.

▪ **Zinc**

En la figura 7 se muestra la concentración de zinc en la matriz biota para todas las estaciones de la RCSP.

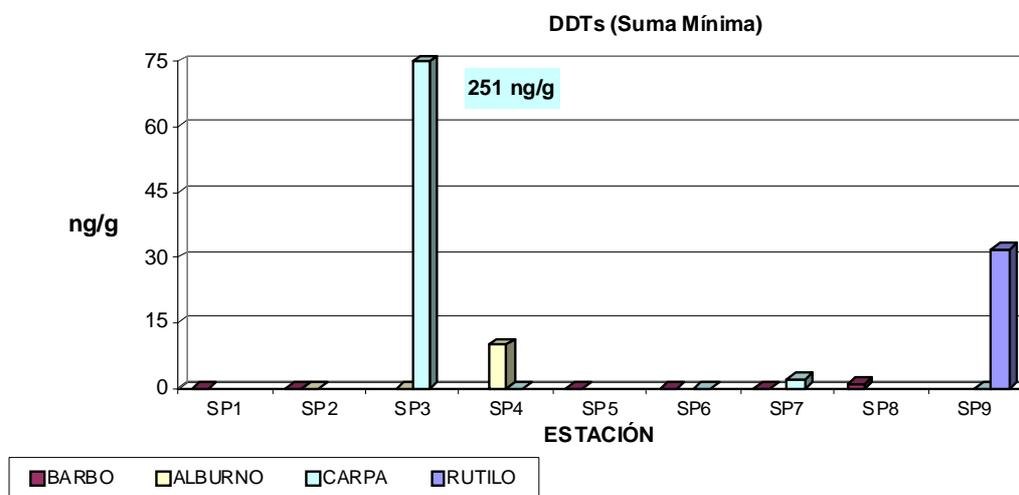


**Figura 7.** Evolución de la concentración de zinc en los peces de las estaciones de la RCSP.

Se observa que las máximas concentraciones de zinc corresponden a las carpas de las estaciones SP-3 Ebro/Ascó (77.7 µg/g), SP-4 Segre/Torres de Segre (75.3 µg/g), SP-6 Arga/Puente La Reina (66.2 µg/g) y SP-7 Ebro/Miranda (94.1 µg/g, la máxima) y a piscardos de la estación SP-17 Najerilla/Nájera (64.2 µg/g). A parte de estos casos, la concentración de zinc en la biota supera, en bastantes casos, los 40 µg/g.

### ▪ DDTs (Suma mínima)

En la figura 8 se muestra la concentración de DDTs (Suma mínima) en la matriz biota para las estaciones SP-1 a SP-9 de la RCSP.



**Figura 8.** Evolución de la concentración de zinc en los peces de las estaciones de la RCSP.

La máxima concentración de DDTs en biota se observa en la estación SP-3 Ebro/Ascó en las carpas (251 ng/g). También se puede destacar la estación SP-9 Ebro/Tortosa en los rutilos (32 ng/g) aunque la concentración de DDTs en esta última es bastante inferior a la registrada en la estación SP-3 Ebro/Ascó. En cuatro de las 9 estaciones donde se analizan los DDTs no se detectó la presencia de estos compuestos en la biota.

## 8. CONCLUSIONES

Tras realizar un estudio de los resultados obtenidos en la Red de Control de Sustancias Peligrosas en la campaña del año 2007, se concluye lo siguiente:

En la matriz agua:

- **Todas las sustancias de Lista I cumplen** los Objetivos de Calidad establecidos en su Directiva correspondiente
- **Todas las sustancias de Lista II preferentes cumplen** los Objetivos de Calidad fijados por el RD 995/2000, salvo el selenio<sup>(2)</sup> en las estaciones: SP-7 Ebro/Miranda y SP-15 Huerva/Zaragoza-Fuente La Junquera. Este incumplimiento no es relevante.

En la matriz sedimento:

- Las sustancias peligrosas que se han detectado en concentraciones elevadas son: **hexaclorobenceno, cobre, cromo, plomo, zinc, nonilfenoles, fluoranteno y benzo(b)fluoranteno.**
- La mayor concentración de **hexaclorobenceno** se encuentra en las estaciones de control **SP-7.1 Ebro/Miranda** (punto principal) y **SP-9 Ebro/Tortosa.**

<sup>(2)</sup> Aunque el selenio incumple bastantes veces (95 de 310) el Objetivo de Calidad (RD 995/2000) en el año 2007, su concentración es siempre inferior al valor límite establecido en las aguas prepotables (Directiva 75/440/CEE)

- Las estaciones de control que presentan una mayor contaminación por **metales** son la **SP-6 Arga/Puente la Reina, SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes, SP-15 Huerva/Zaragoza-Fte. Junquera y SP-18 Zadorra/Salvatierra.**
- La concentración de **nonilfenoles** en la estación **SP-18 Zadorra/Salvatierra** es especialmente alta en comparación con el resto de las estaciones. Cabe destacar también los valores concentraciones encontrados en las estaciones **SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes y SP-15 Huerva/Zaragoza-Fuente de la Junquera.**
- La concentración de **PAHs** es muy elevada en la estación **SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes**, destacando sobre todo la presencia de fluoranteno y benzo(b)fluoranteno.

En la matriz biota:

- Las sustancias peligrosas que se han detectado en mayor concentración son: **mercurio, DDTs y zinc.**
- El **mercurio** se detecta sobre todo en las estaciones **SP-1 Gállego/Jabarrella y SP-5 Cinca/Monzón.**
- **Los DDTs** se detectan en las carpas de la estación **SP-3 Ebro/Ascó.**
- Las concentraciones más altas de **zinc** se encuentran en las estaciones **SP-3 Ebro/Ascó, SP-4 Segre/Torres de Segre, SP-6 Arga/Puente La Reina, SP-7 Ebro/Miranda y SP-17 Najerilla/Nájera.**



**ANEXO I: Resultados obtenidos en el análisis de la matriz SEDIMENTO**



Tabla 1. Resultados obtenidos en el análisis de sustancias de **Lista I** en la matriz **sedimento**.

		SP-1	SP-2	SP-3	SP-4	SP-5 Monzón		SP-6	SP-7 Miranda		SP-8	SP-9
		Jabarrella	Pina	Ascó	T.Segre	Pto. 1	Pto. 2	Pte. La Reina	Pto. 1	Pto. 2	Vitoria	Tortosa
<b>Fecha</b>		19/08/2007	20/08/2007	18/08/2007	17/08/2007	18/08/2007	18/08/2007	28/09/2007	29/09/2007	29/09/2007	23/08/2007	16/08/2007
<b>Fracción</b>		<200µm	<200µm	<200µm	<200µm	<200µm	<200µm	<200µm	<200µm	<200µm	<200µm	<200µm
<b>Parámetro</b>	<b>Unid.</b>											
<b>HUMEDAD DE SATURACIÓN</b>	%	36	42	38	38	40	41	68	49	53	68	46
<b>CADMIO</b>	µg/g	0.190	0.630	0.390	0.360	0.270	0.370	0.710	0.550	2.32	2.49	0.720
<b>MERCURIO</b>	µg/g	0.404	0.085	0.122	0.053	0.140	0.061	0.195	0.049	0.107	0.669	0.392
<b>HCHs (Suma min.)</b>	ng/g	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>HCHs (Suma max.)</b>	ng/g	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<b>p,p'-DDT</b>	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<b>p,p'-DDE</b>	ng/g	<1	<1	<1	4	3	1	1	<1	<1	1	1
<b>op'-DDT</b>	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	165
<b>p,p'-DDD</b>	ng/g	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
<b>Smin DDT</b>	ng/g	0	0	0	5	3	1	1	0	0	1	166
<b>Smax DDT</b>	ng/g	4	4	4	7	6	4	4	4	4	4	167
<b>ALDRIN</b>	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<b>ENDRIN</b>	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<b>DIELDRIN</b>	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<b>ISODRIN</b>	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<b>HEXACLOROBENCENO</b>	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	6	<1	<1	12
<b>HEXACLORO-1,3 BUTADIENO</b>	ng/g	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<b>TRICLOROBENCENOS (Suma min.)</b>	ng/g	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TRICLOROBENCENOS (Suma max.)</b>	ng/g	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
<b>PENTAFLOROFENOL</b>	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Los resultados están expresados en peso seco

Tabla 2. Resultados obtenidos en el análisis de sustancias de **Lista II** en la matriz **sedimento**.

		SP-1	SP-2	SP-3	SP-4	SP-5 Monzón		SP-6 Pte. La Reina	SP-7 Miranda		SP-8 Vitoria	SP-9 Tortosa
		Jabarrella	Pina	Ascó	T.Segre	Pto. 1	Pto. 2		Pto. 1	Pto. 2		
<b>Fecha</b>		19/08/2007	20/08/2007	18/08/2007	17/08/2007	18/08/2007	18/08/2007	28/09/2007	29/09/2007	29/09/2007	23/08/2007	16/08/2007
<b>Fracción</b>		<200µm	<200µm	<200µm	<200µm	<200µm	<200µm	<200µm	<200µm	<200µm	<200µm	<200µm
<b>Parámetro</b>	<b>Unid.</b>											
<b>HUMEDAD DE SATURACIÓN</b>	%	36	42	38	38	40	41	68	49	53	68	46
<b>ARSÉNICO</b>	µg/g	7.0	10.3	13.9	12.3	10.6	15.1	2.8	5.7	5.7	8.1	3.0
<b>COBRE</b>	µg/g	11	25.4	18.8	34.9	15.5	19.5	37.3	10	96.2	134	20.9
<b>CROMO</b>	µg/g	35.6	32.4	47	35.2	63.1	51.4	126	32.2	40.7	129	27.1
<b>NIQUEL</b>	µg/g	19.3	18.7	24.2	20.5	20.4	26.6	20.5	12.8	13.2	53.6	14.8
<b>PLOMO</b>	µg/g	13.6	24.7	19.5	18.4	13.6	176	29.7	11.6	16	62.4	26.5
<b>SELENIO</b>	µg/g	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2
<b>ZINC</b>	µg/g	79.3	119	106	112	91.9	110	233	70.7	93.8	1350	150
<b>ANTRACENO</b>	ng/g	<10	14	<10	<10	<10	<10	51	<10	<10	68	<10
<b>BENZO(a)PIRENO</b>	ng/g	<10	93	<10	<10	32	<10	367	<10	30	380	<10
<b>BENZO(b)FLUORANTENO</b>	ng/g	14	97	<10	<10	24	<10	417	12	81	752	37
<b>BENZO(g,h,i)PERILENO</b>	ng/g	10	62	<10	<10	34	<10	296	<10	22	372	<10
<b>BENZO(k)FLUORANTENO</b>	ng/g	<10	47	<10	<10	17	<10	172	<10	<10	336	<10
<b>BUTILESTAÑOS (Suma min.)</b>	ng/g	0	12	0	0	0	0	241	0	0	130	78
<b>BUTILESTAÑOS (Suma max.)</b>	ng/g	30	32	30	30	30	30	251	30	30	140	88
<b>FLUORANTENO</b>	ng/g	<10	128	<10	<10	47	12	527	49	85	1570	12
<b>INDENO (1,2,3,c d) PIRENO</b>	ng/g	<10	50	<10	<10	30	<10	204	<10	11	352	<10
<b>NAFTALENO</b>	ng/g	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<b>NONILFENOLES</b>	ng/g			<500		<500	<500	<500			720	<500
<b>4-NONILFENOL</b>	ng/g			<200		<200	<200	<200			<200	<200
<b>4-ter-OCTILFENOL</b>	ng/g			<200		<200	<200	<200			<200	<200
<b>4-OCTILFENOL</b>	ng/g			<200		<200	<200	<200			<200	<200
<b>PENTAFLUOROBENCENO</b>	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Los resultados están expresados en peso seco

Tabla 2 (cont.). Resultados obtenidos en el análisis de sustancias de **Lista II** en la matriz **sedimento**.

		SP-10 Alsasua	SP-11 C. Haro	SP-12 Logroño	SP-13 Arinzano	SP-14 Villanueva	SP-15 Fte.Junquera	SP-16 Grisén	SP-17 Nájera	SP-18 Salvatierra
<b>Fecha de muestreo</b>		23/08/2007	29/09/2007	21/08/2007	22/08/2007	24/08/2007	19/08/2007	20/08/2007	21/08/2007	23/08/2007
<b>Fracción</b>										
<b>Parámetros</b>	<b>Unid.</b>									
<b>HUMEDAD DE SATURACIÓN</b>	%	41	28	31	45	67	62	57	39	95
<b>ARSÉNICO</b>	µg/g	4.0	1.8	3.8	4.9	4.6	5.3	3.2	2.7	3.5
<b>COBRE</b>	µg/g	24.4	4.8	16.3	16.4	15.2	111	25.3	10.5	78.1
<b>CROMO</b>	µg/g	30.5	7.1	25.3	31.9	55.6	146	31.2	15.3	143
<b>NIQUEL</b>	µg/g	21.6	3.2	17.1	13.6	17.6	70.4	18.8	9.7	12
<b>PLOMO</b>	µg/g	27.1	5.6	15.5	16.8	12.4	56.4	16	10.5	86.9
<b>SELENIO</b>	µg/g	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	1.9
<b>ZINC</b>	µg/g	210	44	108	100	101	1060	106	77.2	396
<b>ANTRACENO</b>	ng/g	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<b>BENZO(a)PIRENO</b>	ng/g	15	13	<10	<10	<10	18	<10	<10	17
<b>BENZO(b)FLUORANTENO</b>	ng/g	33	36	31	16	23	65	<10	<10	30
<b>BENZO(g,h,i)PERILENO</b>	ng/g	14	<10	<10	<10	<10	17	<10	<10	15
<b>BENZO(k)FLUORANTENO</b>	ng/g	<10	<10	<10	11	<10	10	<10	<10	<10
<b>BUTILESTAÑOS (Suma min.)</b>	ng/g	172	0	0	51	0	93	398	0	187
<b>BUTILESTAÑOS (Suma max.)</b>	ng/g	182	30	30	61	30	103	408	30	187
<b>FLUORANTENO</b>	ng/g	<10	26	20	13	12	36	<10	<10	31
<b>INDENO (1,2,3,c d) PIRENO</b>	ng/g	15	<10	<10	<10	<10	12	<10	<10	13
<b>NAFTALENO</b>	ng/g	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<b>NONILFENOLES</b>	ng/g						1170			2680
<b>4-NONILFENOL</b>	ng/g						<200			<200
<b>4-ter-OCTILFENOL</b>	ng/g						<200			<200
<b>4-OCTILFENOL</b>	ng/g						<200			<200
<b>PENTAFLOROBENCENO</b>	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Los resultados están expresados en peso seco										



**ANEXO II:** Resultados obtenidos en el análisis de la matriz BIOTA



Tabla 1. Resultados obtenidos en el análisis de sustancias de **Lista I** en la matriz **biota**.

		SP-1 Jabarrella		SP-2 Pina		SP-3 Ascó		SP-4 T. Segre		SP-5 Monzón		SP-6 Pte. La Reina	
		Madrilla	Barbo	Alburno	Barbo	Alburno	Carpa	Alburno	Carpa	Bagre	Barbo	Carpa	Barbo
Fecha		19/08/2007		20/08/2007		18/08/2007		17/08/2007		18/08/2007		28/09/2007	
Parámetros	Unid.												
CADMIO	µg/g	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.05	<0.2	<0.2
MERCURIO	µg/g	0.706	1.75	0.05	0.147	0.277	0.263	0.027	0.051	0.272	1.17	0.133	0.176
HCHs (Suma min.)	ng/g	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HCHs (Suma max.)	ng/g	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
p,p'-DDT	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
p,p'-DDE	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	179	<1	10	<1	<1	<1	<1
op'-DDT	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	72	<1	<1	<1	<1	<1	<1
p,p'-DDD	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1		<1	<1	<1	<1	<1	<1
Smin DDT	ng/g	0	0	0	0	0	251	0	10	0	0	0	0
Smax DDT	ng/g	4	4	4	4	4	252	4	13	4	4	4	4
ALDRIN	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
ENDRIN	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
DIELDRIN	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
ISODRIN	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
HEXACLOROBENCENO	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
HEXACLO-1,3 BUTADIENO	ng/g	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
TRICLOROBENCENOS (Suma min.)	ng/g	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRICLOROBENCENOS (Suma max.)	ng/g	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
PENTAFLOROFENOL	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Los resultados están expresados en peso fresco

**Tabla 1** (cont.). Resultados obtenidos en el análisis de sustancias de **Lista I** en la matriz **biota**.

		SP-7 Miranda		SP-8 Vitoria		SP-9 Tortosa	
		Carpa	Barbo	Tenca	Barbo	Carpa	Rutilo
<b>Fecha</b>		16/09/2007		23/08/2007		16/08/2007	
<b>Parámetros</b>	<b>Unid.</b>						
CADMIO	µg/g	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
MERCURIO	µg/g	0.041	0.059	0.049	0.066	0.081	0.090
HCHs (Suma min.)	ng/g	0	0	0	0	0	0
HCHs (Suma max.)	ng/g	4	4	4	4	4	4
p,p'-DDT	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1
p,p'-DDE	ng/g	2	<1	<1	1	<1	3
op'-DDT	ng/g	<1	<1	<1	<1	32	29
p,p'-DDD	ng/g	<1	<1	<1	<1		
Smin DDT	ng/g	2	0	0	1	32	32
Smax DDT	ng/g	5	4	4	4	34	33
ALDRIN	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1
ENDRIN	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1
DIELDRIN	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1
ISODRIN	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1
HEXACLOROBENCENO	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1
HEXACLO-1,3 BUTADIENO	ng/g	<10	<10	<10	<10	<10	<10
TRICLOROBENCENOS (Suma min.)	ng/g	0	0	0	0	0	0
TRICLOROBENCENOS (Suma max.)	ng/g	30	30	30	30	30	30
PENTAFLOROFENOL	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Los resultados están expresados en peso fresco							

**Tabla 2.** Resultados obtenidos en el análisis de mercurio en músculo.

MÚSCULO		SP-1 Jabarrella		SP-5 Monzón	
		Madrilla	Barbo	Bagre	Barbo
<b>Fecha captura</b>		19/08/2007		18/08/2007	
<b>Parámetro</b>	<b>Unid.</b>				
MERCURIO	µg/g	0.9	1.6	0.56	1.9

Tabla 3 Resultados obtenidos en el análisis de sustancias de **Lista II** en la matriz **biota**.

		SP-1 Jabarrella		SP-2 Pina		SP-3 Ascó		SP-4 T. Segre		SP-5 Monzón		SP-6 Pte. La Reina		SP-7 Miranda		SP-8 Vitoria	
		Madrilla	Barbo	Alburno	Barbo	Alburno	Carpa	Alburno	Carpa	Bagre	Barbo	Carpa	Barbo	Carpa	Barbo	Tenca	Barbo
<b>Fecha captura</b>		19/08/2007		20/08/2007		18/08/2007		17/08/2007		18/08/2007		28/09/2007		16/09/2007		23/08/2007	
<b>Parámetros</b>	<b>Unid.</b>																
<b>ARSÉNICO</b>	µg/g	0.35	0.07	0.09	0.14	0.13	0.18	0.04	0.06	0.6	0.22	0.09	0.07	0.07	0.04	<0.04	<0.04
<b>COBRE</b>	µg/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1.7	1.4	2	1	<1	1.3	<1	1.8	1.9
<b>CROMO</b>	µg/g	1.1	0.5	1.5	1.9	0.4	<0.4	0.5	0.5	<0.4	0.6	<0.4	0.6	0.5	1.6	0.7	0.4
<b>NIQUEL</b>	µg/g	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1
<b>PLOMO</b>	µg/g	0.24	<0.20	<0.20	0.24	<0.20	<0.20	0.20	<0.20	<0.20	<0.20	0.24	<0.20	0.34	0.21	<0.20	<0.20
<b>SELENIO</b>	µg/g	0.51	0.48	0.64	0.39	0.96	0.20	1.58	0.60	0.28	0.60	0.28	0.28	<0.20	0.24	0.24	0.60
<b>ZINC</b>	µg/g	39.3	21.5	52.3	31.8	28.8	77.7	32.8	75.3	45.1	19.2	66.2	51	91.4	32.2	18.8	29.8
<b>BUTILESTAÑOS (Suma min.)</b>	ng/g	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>BUTILESTAÑOS (Suma max.)</b>	ng/g	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
<b>PENTACLOROBENCENO</b>	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Los resultados están expresados en peso fresco																	

Tabla 3 (cont.). Resultados obtenidos en el análisis de sustancias de **Lista II** en la matriz **biota**.

		SP-9 Tortosa		SP-10 Alsasua	SP-11 C. Haro		SP-12 Logroño		SP-13 Arinzano		SP-14 Villanueva		SP-16 Grisén	SP-17 Nájera		SP-18 Salvatierra	
		Carpa	Rutilo	Bermejuela	Alburno	Barbo	Madrilla	Barbo	Madrilla	Barbo	Carpa	Barbo	Barbo	Piscardo	Barbo	Pez Sol	Tenca
<b>Fecha captura</b>		23/08/2007		28/09/2007	21/08/2007		22/08/2007		24/08/2007		19/08/2007		20/08/2007	21/08/2007		23/08/2007	
<b>Parámetros</b>	<b>Unid.</b>																
<b>ARSÉNICO</b>	µg/g	0.08	0.13	<0.04	<0.04	0.09	0.16	0.08	0.19	<0.04	0.14	0.06	0.07	0.05	0.08	<0.04	<0.04
<b>COBRE</b>	µg/g	2.1	1.1	2.3	2	2	1.2	<1	1.4	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	1
<b>CROMO</b>	µg/g	<0.4	3.2	<0.4	<0.4	0.5	1.2	0.6	6.1	0.8	<0.4	1	<0.4	<0.4	2.1	1.7	0.9
<b>NIQUEL</b>	µg/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1.1	<1	<1	<1	<1	<1
<b>PLOMO</b>	µg/g	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	0.25	0.24	0.28	<0.20	0.51	<0.20	<0.20	<0.20	0.32	<0.20	<0.20
<b>SELENIO</b>	µg/g	0.28	0.28	<0.20	0.24	0.24	0.48	<0.20	0.68	<0.20	0.55	0.63	0.43	0.48	0.24	0.75	0.57
<b>ZINC</b>	µg/g	29.7	28.6	46.8	44.9	17.9	32.8	28.3	48	22	24.8	39.5	44.3	64.2	26.9	33.6	22
<b>BUTILESTAÑOS (Suma min.)</b>	ng/g	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>BUTILESTAÑOS (Suma max.)</b>	ng/g	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
<b>PENTACLOROBENCENO</b>	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Los resultados están expresados en peso fresco																	

**ANEXO III:** Evolución de la concentración de mercurio, de hexaclorobenceno, de pentaclorobenceno, de DDTs y de hexaclorociclohexano en los sedimentos y en los peces de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.



## EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MERCURIO, DE HEXACLOROBENCENO, DE PENTACLOROBENCENO, DE DDTs Y DE HEXACLOROCICLOHEXANO EN LOS SEDIMENTOS Y EN LOS PECES DE LA ESTACIÓN SP-1 GÁLLEGO/JABARRELLA

### III.I. SEDIMENTO

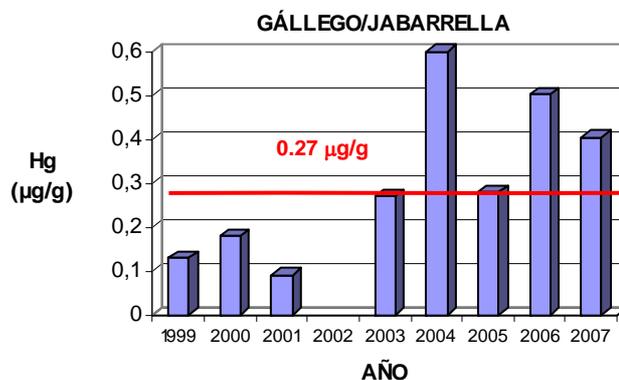
#### ▪ Mercurio

En la tabla 1 se detallan los resultados obtenidos en el periodo 1999-2007.

**Tabla 1.** Resultados obtenidos en el análisis de **mercurio** en los **sedimentos** de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

ANÁLISIS DE MERCURIO EN SEDIMENTOS ( $\mu\text{g/g}$ )	
AÑO	GÁLLEGO EN JABARRELLA
1999	0.13
2000	0.18
2001	0.09
2002	ND
2003	0.27
2004	0.60
2005	0.28
2006	0.50
2007	0.40
<b>Media <sup>(3)</sup> 1999-2007</b>	<b>0.27</b>

En la figura 1 se representa la evolución temporal de la concentración de mercurio encontrada en la matriz sedimento.



**Figura 1.** Evolución temporal de la concentración de **mercurio** en los **sedimentos** de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

En la gráfica se observa una tendencia creciente en la concentración de mercurio en la matriz sedimento. La línea roja representa la concentración media ( $0.27 \mu\text{g/g}$ ) del periodo 1999-2007, donde el máximo valor se obtuvo en el año 2004. La concentración en 2007 ( $0.40 \mu\text{g/g}$ ) es tres veces superior a la de 1999 y un supera en un 47% a la media del periodo.

<sup>(3)</sup> La media del periodo se calcula sumando los valores medios de cada año y dividiendo por el número de años. Se asigna el valor 0 a las muestras no detectadas (ND) y las que su valor está por debajo del límite de detección

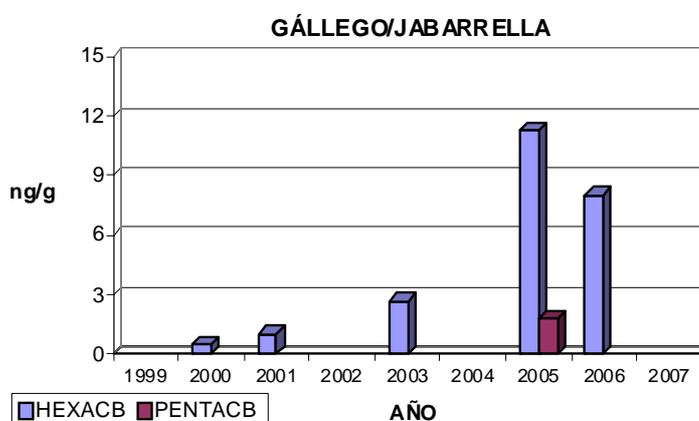
### ▪ Hexaclorobenceno y pentaclorobenceno

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos desde el año 1999 en las determinaciones analíticas de hexaclorobenceno y pentaclorobenceno.

**Tabla 2.** Resultados obtenidos en el análisis de **organoclorados** (hexaclorobenceno y pentaclorobenceno) en los **sedimentos** de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

ANÁLISIS DE ORGANOCORADOS EN SEDIMENTOS (ng/g)		
AÑO	Hexaclorobenceno	Pentaclorobenceno
1999	<0.5	-
2000	0.5	-
2001	1	-
2002	ND	ND
2003	2.7	<1
2004	<2	<1
2005	11	1.8
2006	8	<1
2007	<1	<1
<b>Media<sup>(3)</sup> 1999-2007</b>	<b>2.58</b>	<b>0.30</b>

En la figura 2 se representa la evolución temporal de la concentración de hexaclorobenceno y de pentaclorobenceno encontradas en la matriz sedimento.



**Figura 2.** Evolución temporal de la concentración de **hexaclorobenceno** y **pentaclorobenceno** en los **sedimentos** de la estación SP-1 Gállego en Jabarrella.

En lo que respecta al hexaclorobenceno, se observa que salvo en los años 2005 y 2006 los niveles de concentración son bajos; en varias ocasiones, entre ellas el año 2007, el valor de concentración estuvo por debajo del límite de cuantificación.

En cuanto al pentaclorobenceno, en el año 2005 se detectó un ligero aumento de concentración que no se ha repetido en los siguientes años.

### • DDTs

En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos desde el año 1999 en las determinaciones analíticas de DDTs. Para la suma de DDTs se han considerado los siguientes compuestos: op'-DDT, pp'-DDT, pp'-DDD y pp'-DDE.

**Tabla 3.** Resultados obtenidos en el análisis de **DDTs** en la matriz **sedimento** en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella

ANÁLISIS DE DDTs EN SEDIMENTOS (ng/g)	
AÑO	GÁLLEGO EN JABARRELLA
1999	1,0
2000	<0,5
2001	<0,5
2002	5,74
2003	<1,0
2004	<1,0
2005 *	<4
2006 *	<4
2007 *	<4
<b>Media</b> <sup>(3)</sup> <b>1999-2007</b>	<b>0.75</b>

\* Desde el año 2005 la concentración de DDTs se expresa como suma máxima y suma mínima. Los valores presentados en la tabla son la suma máxima

Prácticamente todos los valores de la concentración de DDTs en sedimentos están por debajo del límite de detección por lo que no se representa gráficamente.

### • Hexaclorociclohexano

En las tablas 4 se detallan los resultados obtenidos desde el año 1999 en los análisis de hexaclorociclohexano (HCHs) en sedimentos.

**Tabla 4.** Resultados obtenidos en el análisis de **hexaclorociclohexano** en la matriz **sedimento** en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella

ANÁLISIS DE HEXACLOROCICLOHEXANO EN SEDIMENTOS (ng/g)	
AÑO	GÁLLEGO EN JABARRELLA
1999	<2
2000	<2
2001	<2
2002	ND
2003	6,8
2004	2,5
2005 *	<4
2006 *	<4
2007 *	<4
<b>Media</b> <sup>(3)</sup> <b>1999-2007</b>	<b>1</b>

\* Desde el año 2005 la concentración de DDTs se expresa como suma máxima y suma mínima. Los valores presentados en la tabla son la suma máxima

Prácticamente todos los valores de la concentración de hexaclorociclohexano en sedimentos están por debajo del límite de detección por lo que no se representa gráficamente.

### III.II. BIOTA

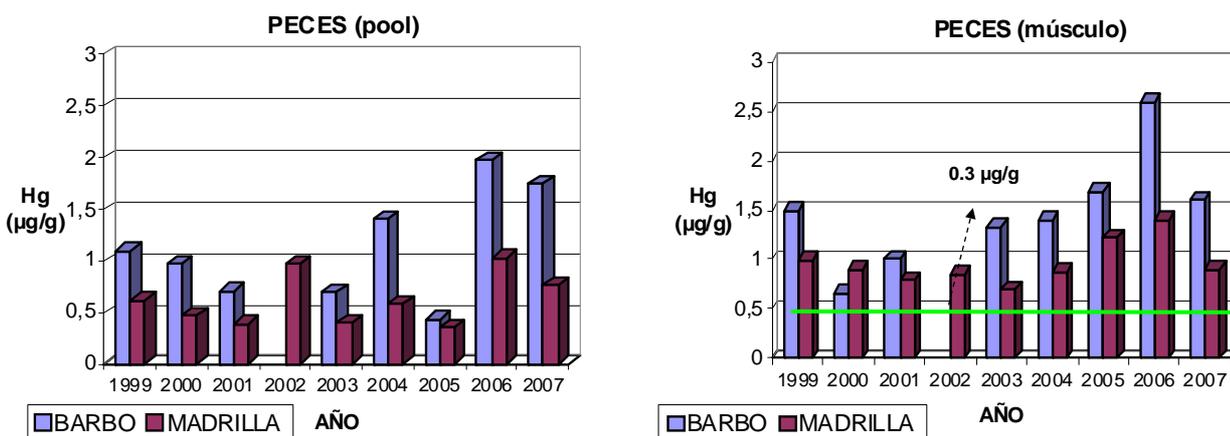
#### ▪ Mercurio

En la tabla 5 se detallan los resultados obtenidos desde el año 1999 en los análisis de mercurio en la matriz biota:

**Tabla 5.** Resultados obtenidos en el análisis de **mercurio** en la matriz **biota** en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

ANÁLISIS DE MERCURIO EN PECES ( $\mu\text{g/g}$ )				
AÑO	POOL ANIMAL ENTERO		MÚSCULO	
	Barbo	Madrilla	Barbo	Madrilla
1999	1.10	0.62	1.50	0.99
2000	0.97	0.47	0.65	0.90
2001	0.71	0.39	1	0.79
2002	-	0.97	-	0.84
2003	0.70	0.41	1.32	0.69
2004	1.41	0.58	1.40	0.87
2005	0.44	0.35	1.68	1.22
2006	1.97	1.03	2.60	1.40
2007	1.75	0.76	1.60	0.90
<b>Media<sup>(3)</sup> 1999-2007</b>	<b>1.13</b>	<b>0.62</b>	<b>1.47</b>	<b>0.96</b>

En la figura 3 se muestra la evolución temporal de la concentración de mercurio en la matriz biota.



**Figura 3.** Evolución temporal de la concentración de **mercurio** en la matriz **biota** de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

En la gráfica relativa a la concentración de mercurio en músculo, aparece en color verde el objetivo de calidad del mercurio establecido en la Directiva 82/176/CEE para la carne de pescado (0.3  $\mu\text{g/g}$ , expresado sobre muestra fresca). Todas las muestras analizadas han

superado dicho objetivo de calidad. La concentración de mercurio en el músculo aumenta a partir del año 2003 tanto en madrillas como en barbos hasta el año 2006. En el año 2007 la concentración en el músculo disminuyó hasta los niveles de concentración del año 1999 en las dos especies capturadas.

En cuanto a la concentración de mercurio en el pool (animal completo), en barbos aumenta en el periodo 1999-2007. En el año 2007 el valor obtenido (1.75 µg/g) es ligeramente inferior al del año anterior pero es un 59% superior al del año 1999. En madrillas, no hay una tendencia clara, la concentración aumenta y disminuye durante el periodo. En el año 2007 el nivel de mercurio alcanzado es un 23% superior al del año 1999.

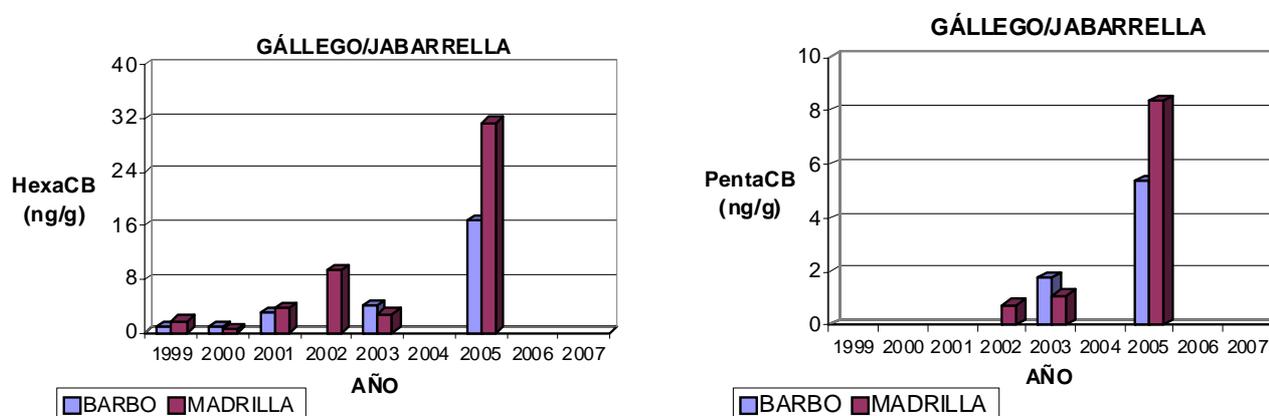
#### ▪ Hexaclorobenceno y pentaclorobenceno

En la tabla 6 se detallan los resultados obtenidos desde el año 1999 en los análisis de hexaclorobenceno y pentaclorobenceno.

**Tabla 6.** Resultados obtenidos en análisis de **hexaclorobenceno** y **pentaclorobenceno** en la matriz **biota** en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

ANÁLISIS DE ORGANOCLOREDOS EN PECES (ng/g)				
AÑO	Barbo		Madrilla	
	Hexaclorobenceno	Pentaclorobenceno	Hexaclorobenceno	Pentaclorobenceno
1999	0.8	-	1.8	-
2000	0.8	-	0.5	-
2001	3	-	3.6	-
2002	-	-	9.4	0.8
2003	4	1.8	2.8	1.1
2004	<2	<1	<2	<1
2005	17	5.4	31	8.4
2006	<2	<1	<2	<1
2007	<1	<1	<1	<1
<b>Media<sup>(3)</sup> 1999-2007</b>	<b>3.2</b>	<b>1.4</b>	<b>6.1</b>	<b>2.1</b>

En la figura 4 se representa la evolución temporal de la concentración de hexaclorobenceno y pentaclorobenceno en la matriz biota.



**Figura 4.** Evolución temporal de la concentración de **hexaclorobenceno** y **pentaclorobenceno** en la matriz **biota** de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

La concentración de hexaclorobenceno aumentó durante el periodo 1999-2005, siendo el valor en el 2005 muy superior al resto de los años, sobre todo en madrillas. Sin embargo, en los años 2006 y 2007 el valor de concentración para este compuesto estuvo por debajo del límite de cuantificación del método de análisis.

Con respecto al pentaclorobenceno, se observa un aumento durante el periodo 2002-2005, alcanzando el valor máximo en el año 2005 en ambas especies. En los años siguientes, 2006 y 2007, el valor de concentración para este compuesto estuvo por debajo del límite de cuantificación del método de análisis.

#### • DDTs

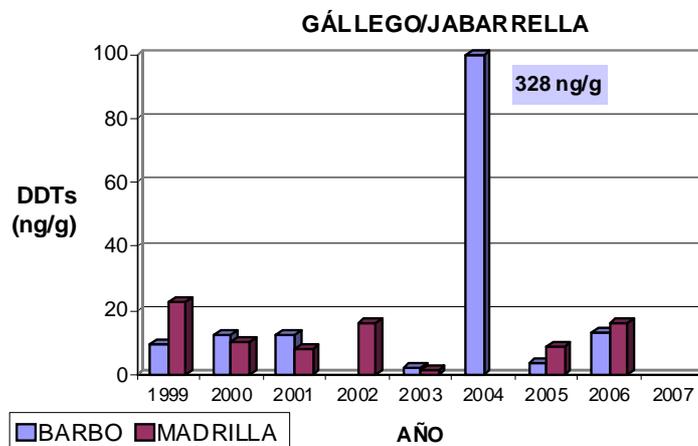
En la tabla 7 se muestran los resultados obtenidos desde el año 1999 en las determinaciones analíticas de DDTs. Para la suma de DDTs se han considerado los siguientes compuestos: op'-DDT, pp'-DDT, pp'-DDD y pp'-DDE.

**Tabla 7.** Resultados obtenidos en el análisis de **DDTs** en la matriz **biota** en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella

ANÁLISIS DE DDTs EN PECES (ng/g)		
AÑO	Barbo	Madrilla
1999	9.4	22.9
2000	12.3	10.6
2001	12.5	7.8
2002	-	16
2003	2.4	1.4
2004	328	<1
2005 *	3.5	9.0
2006 *	13	16
2007 *	<4	<4
<b>Media <sup>(3)</sup> 1999-2007</b>	<b>47.6</b>	<b>9.3</b>

\* Desde el año 2005 la concentración de DDTs se expresa como suma máxima y suma mínima. Los valores presentados en la tabla son la suma máxima

En la figura 5 se representa la evolución temporal de la concentración de DDTs encontrada en la matriz biota.



**Figura 5.** Evolución temporal de la concentración de **DDTs** la matriz **biota** de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

Durante el periodo considerado, la concentración de DDTs, tanto en madrillas como en barbos, se mantiene en niveles bastante bajos. Sólo en el año 2004 la concentración de DDTs en barbos alcanza un valor muy superior al del resto de las campañas, que no se ajusta a la evolución que cabría esperar tras contrastarlo con los datos históricos, por lo que se puede considerar un dato poco relevante.

#### ▪ Hexaclorociclohexano

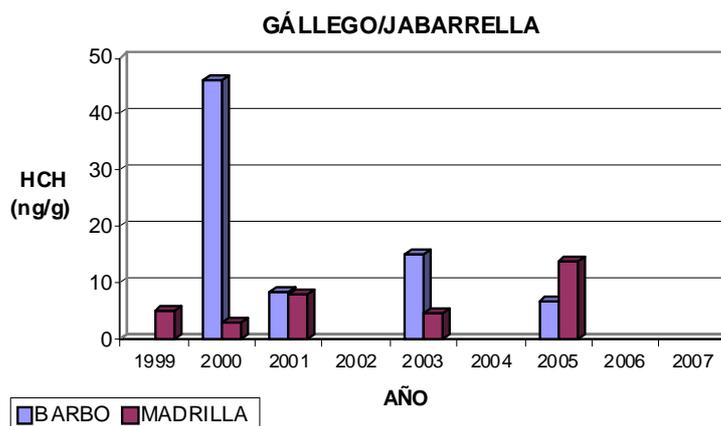
En la tabla 8 se detallan los resultados obtenidos desde el año 1999 en los análisis de hexaclorociclohexano.

**Tabla 8.** Resultados obtenidos en el análisis de **hexaclorociclohexano** en la matriz **biota** en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella

ANÁLISIS DE HEXACLOROCICLOHEXANO EN PECES (ng/g)		
AÑO	Barbo	Madrilla
1999	<2	5
2000	46	3
2001	8.4	8
2002	-	ND
2003	15	4.6
2004	<1	<1
2005 *	6.9	14
2006 *	<4	<4
2007 *	<4	<4
<b>Media <sup>(3)</sup> 1999-2007</b>	<b>9.5</b>	<b>3.8</b>

\* Desde el año 2005 la concentración de DDTs se expresa como suma máxima y suma mínima. Los valores presentados en la tabla son la suma máxima

En la figura 6 se representa la evolución temporal de la concentración de hexaclorociclohexano encontrada en la matriz biota.



**Figura 6.** Evolución temporal de la concentración de **hexaclorociclohexano** en los **peces** de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

La concentración de hexaclorociclohexano en las madrillas alcanzó el máximo (14 ng/g) en el año 2005 y en los años 2006 y 2007 la concentración (<4 ng/g) disminuyó hasta valores similares al periodo 1999-2004 e incluso inferiores. En los barbos se alcanzó el máximo (46 ng/g) del periodo 1999-2007 en el año 2000. En el año 2007 la concentración estuvo por debajo del límite de cuantificación del método de análisis.

## CONCLUSIONES

En la tabla 9 se hace una comparación de los valores obtenidos en la matriz sedimento en el año 2007 y las medias del periodo 1999-2007 en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

**Tabla 9.** Comparación de los resultados en **sedimentos del año 2007** con las **medias aritméticas del periodo 1999-2007** en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella

SEDIMENTOS	Valor 2007	Media 1999-2007
Mercurio ( $\mu\text{g/g}$ )	0.40	0.27
Hexaclorobenceno (ng/g)	<1	2.58
Pentaclorobenceno (ng/g)	<1	0.30
DDTs (ng/g)	<4	0.75
Hexaclorociclohexano (ng/g)	<4	1.03

El mercurio es la única sustancia cuya concentración supera, en sedimentos, la media del periodo 1999-2007.

En la tabla 10 se hace una comparación de los valores obtenidos en la matriz biota en el año 2007 y las medias del periodo 1999-2007 en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

**Tabla 10.** Comparación de los resultados en la matriz **biota del año 2007** con las **medias aritméticas del periodo 1999-2007** en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella

Especie	PECES	Valor 2006	Media 1999-2007
Barbo	Mercurio pool ( $\mu\text{g/g}$ )	1.75	1.13
	Mercurio músculo ( $\mu\text{g/g}$ )	1.6	1.47
	Hexaclorobenceno (ng/g)	<1	3.20
	Pentaclorobenceno (ng/g)	<1	1.44
	DDTs (ng/g)	<4	47.6
	Hexaclorociclohexano (ng/g)	<4	9.5
Madrilla	Mercurio pool ( $\mu\text{g/g}$ )	0.71	0.62
	Mercurio músculo ( $\mu\text{g/g}$ )	0.9	0.96
	Hexaclorobenceno (ng/g)	<1	6.14
	Pentaclorobenceno (ng/g)	<1	2.06
	DDTs (ng/g)	<4	9.30
	Hexaclorociclohexano (ng/g)	<4	3.84

En la matriz biota, la concentración de mercurio en el pool supera la media aritmética del periodo estudiado en las dos especies. También se da este caso en la concentración de mercurio en el músculo en los barbos.

**ANEXO IV:** Evolución de la concentración de mercurio, de hexaclorobenceno y de DDTs en los sedimentos y en los peces de las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.



## EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MERCURIO, DE HEXACLOROBENCENO Y DE DDTs EN LOS SEDIMENTOS Y EN LOS PECES DE LAS ESTACIONES SP-3 EBRO/ASCÓ Y SP-9 EBRO/TORTOSA

### IV.I. SEDIMENTO

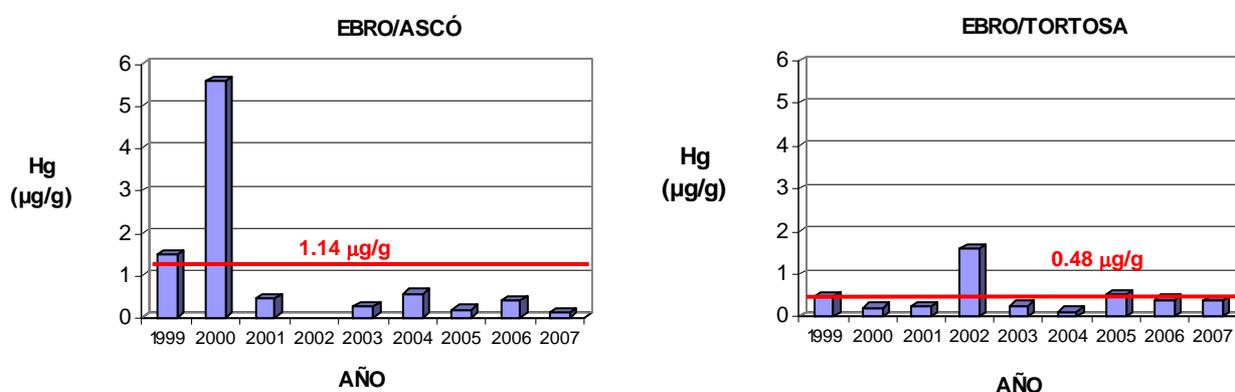
#### ▪ Mercurio

En la tabla 1 se detallan los resultados obtenidos desde el año 1999 en los análisis de mercurio.

**Tabla 1.** Resultados obtenidos en el análisis de **mercurio** en los **sedimentos** de la estación SP-3 Ebro/Ascó y de la estación SP-9 Ebro/Tortosa.

ANÁLISIS DE MERCURIO EN SEDIMENTOS ( $\mu\text{g/g}$ )		
AÑO	EBRO/ASCÓ	EBRO/TORTOSA
1999	1.5	0.49
2000	5.6	0.22
2001	0.46	0.25
2002	-	1.59
2003	0.28	0.28
2004	0.57	0.13
2005	0.19	0.54
2006	0.41	0.40
2007	0.12	0.39
<b>Media <sup>(3)</sup> 1999-2007</b>	<b>1.14</b>	<b>0.48</b>

En la figura 1 se representa la evolución temporal de la concentración de mercurio encontrada en la matriz sedimento.



**Figura 1.** Evolución temporal de la concentración de **mercurio** en los **sedimentos** de las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

Las líneas rojas de las gráficas representan la concentración media del periodo 1999-2007.

En la estación SP-3 Ebro/Ascó la concentración de mercurio alcanzó el máximo ( $5,6 \mu\text{g/g}$ ) del periodo 1999-2007 en el año 2000. En el año 2007 el nivel de mercurio ha disminuido un 92% respecto al año 1999 y está por debajo de la concentración media del periodo.

En la estación SP-9 Ebro/Tortosa, la concentración de mercurio alcanzó el máximo ( $1,59 \mu\text{g/g}$ ) del periodo en el año 2002. En el año 2007 la concentración alcanzada ( $0,39 \mu\text{g/g}$ ) es un 20% inferior a la concentración del año 1999 y a la media del periodo considerado.

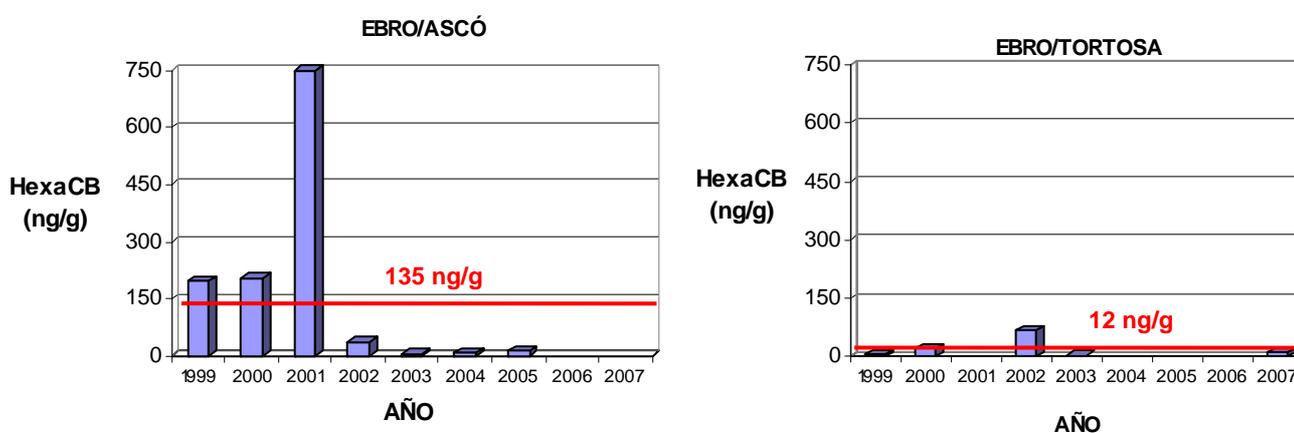
### ▪ Hexaclorobenceno

En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos desde el año 1999 en las determinaciones analíticas de hexaclorobenceno en la matriz sedimento.

**Tabla 2.** Resultados obtenidos en el análisis de **hexaclorobenceno** en los **sedimentos** de las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

ANÁLISIS DE HEXACLOROBENCENO EN SEDIMENTOS (ng/g)		
AÑO	EBRO/ASCÓ	EBRO/TORTOSA
1999	197	6
2000	205	21
2001	749	<2
2002	38	68
2003	6	5
2004	9	<2
2005	13	<2
2006	<2	<2
2007	<1	12
<b>Media<sup>(3)</sup> 1999-2007</b>	<b>135</b>	<b>12</b>

En la figura 3, se representa la evolución temporal de la concentración de hexaclorobenceno encontrada en la matriz sedimento.



**Figura 2.** Evolución temporal de la concentración de **hexaclorobenceno** en los **sedimentos** de las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

Las líneas rojas de las gráficas representan la concentración media del periodo 1999-2007.

En la estación SP-3 Ebro / Ascó se alcanzó la máxima concentración del periodo (749  $\mu\text{g/g}$ ) en el año 2001, casi 4 veces superior a la de 1999. El nivel de hexaclorobenceno alcanzado disminuyó en años posteriores. En el año 2007, la concentración (< 1 ng/g) está por debajo del límite de cuantificación.

En la estación SP-9 Ebro/Tortosa se alcanzó la máxima concentración en el año 2002 (68 ng/g, diez órdenes de magnitud menor que el máximo de la estación SP-3). En los años posteriores la concentración de hexaclorobenceno estuvo por debajo del límite de cuantificación, hasta el año 2007 en que se detectaron 12 ng/g (el doble de la concentración detectada en 1999).

### • DDTs

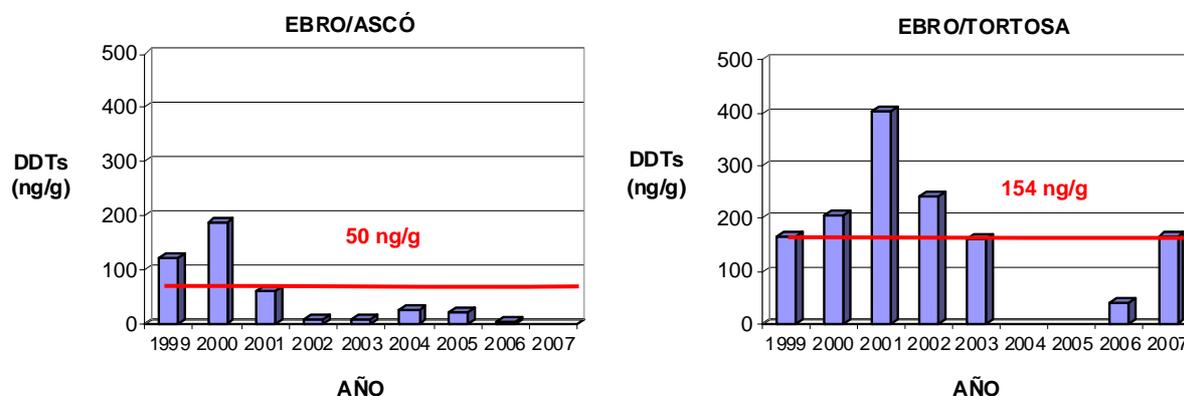
En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos desde el año 1999 en las determinaciones analíticas de DDTs en la matriz sedimento. Para la suma de DDTs se han considerado los siguientes compuestos: op'-DDT, pp'-DDT, pp'-DDD y pp'-DDE.

**Tabla 3.** Resultados obtenidos en el análisis de **DDTs** en los **sedimentos** de las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

ANÁLISIS DE DDTs EN SEDIMENTOS (ng/g)		
AÑO	EBRO/ASCÓ	EBRO/TORTOSA
1999	122	165
2000	190	207
2001	64	402
2002	11	241
2003	11	161
2004	29	<1
2005 *	22	<4
2006 *	4	42
2007 *	<4	167
<b>Media <sup>(3)</sup> 1999-2007</b>	<b>50</b>	<b>154</b>

\* Desde el año 2005 la concentración de DDTs se expresa como suma máxima y suma mínima. Los valores presentados en la tabla son la suma máxima

En la figura 3 se representa la evolución temporal de la concentración de DDTs en las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.



**Figura 3.** Evolución temporal de la concentración de **DDTs** en los **sedimentos** de las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

Las líneas rojas de las gráficas representan la concentración media del periodo 1999-2007.

En la estación SP-3 Ebro/Ascó se obtuvo el máximo de concentración (190 ng/g) del periodo 1999-2007 en el año 2000. En el año 2007 la concentración en esta matriz está por debajo del límite de cuantificación.

En la estación SP-9 Ebro/Tortosa se alcanzó el valor máximo de concentración del periodo 1999-2007 en el año 2001. Después la tendencia ha sido descendente. Sin embargo, en el año 2007 la concentración encontrada en los sedimentos es similar a la concentración del año 1999 y ligeramente superior a la concentración media del periodo considerado.

## IV.II. BIOTA

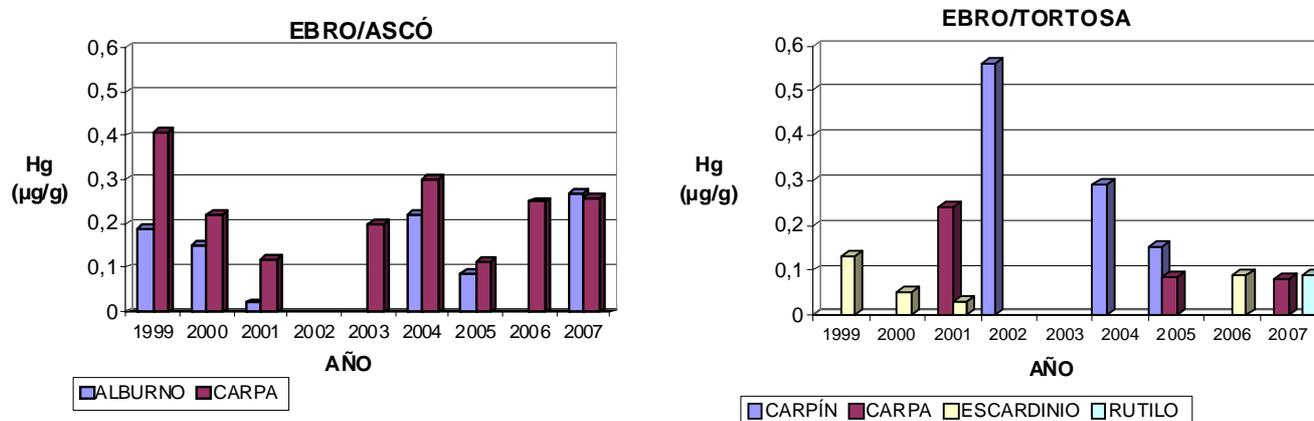
### ▪ Mercurio

En la tabla 4 se detallan los resultados obtenidos desde el año 1999 en los análisis de mercurio en la matriz biota.

**Tabla 4.** Resultados obtenidos en el análisis de **mercurio** en la matriz **biota** en la estación SP-3 Ebro/Ascó y en la estación SP-9 Ebro/Tortosa.

ANÁLISIS DE MERCURIO EN PECES ( $\mu\text{g/g}$ )						
AÑO	EBRO/ASCÓ		EBRO/TORTOSA			
	Alburno	Carpa	Carpa	Carpín	Escardino	Rutilo
1999	0.19	0.41	-	-	0.13	-
2000	0.15	0.22	-	-	0.05	-
2001	0.02	0.12	0.24	-	0.03	-
2002	-	-	-	0.56	-	-
2003	<0.05	0.2	<0.15	-	-	-
2004	0.22	0.30	-	0.29	-	-
2005	0.09	0.12	0.09	0.15	-	-
2006	-	0.25	-	-	0.09	-
2007	0.27	0.26	0.08	-	-	0.09
<b>Media<sup>(3)</sup> 1999-2007</b>	<b>0.13</b>	<b>0.24</b>	<b>0.11</b>	<b>0.33</b>	<b>0.08</b>	<b>0.08</b>

En la figura 4 se muestra la evolución temporal de la concentración de mercurio encontrada en la matriz biota.



**Figura 4.** Evolución temporal de la concentración de **mercurio** en la matriz **biota** de la estación SP-3 Ebro/Ascó y de la estación SP-9 Ebro/Tortosa.

Durante el periodo 1999-2007 la evolución de la concentración de mercurio en peces en la estación SP-3 Ebro/Ascó no ha tenido una evolución muy clara; en ambas especies se observan subidas y bajadas en los niveles de mercurio a lo largo del periodo. En el año 2007, la concentración de mercurio en alburnos supera en más del doble a la media del periodo y es un 42% superior a la del año 1999. La concentración en carpas en el año 2007 es un 36% inferior a la del año 1999 y similar a la media del periodo.

En la estación SP-9 Ebro/Tortosa, la concentración de mercurio en la biota tiene una tendencia descendente. En el año 2007, la concentración de mercurio en carpas es ligeramente inferior a la media del periodo. La otra especie donde se analizó el mercurio es el

rutilo, pero no se puede sacar ninguna conclusión ya que es el primer año que se captura esta especie.

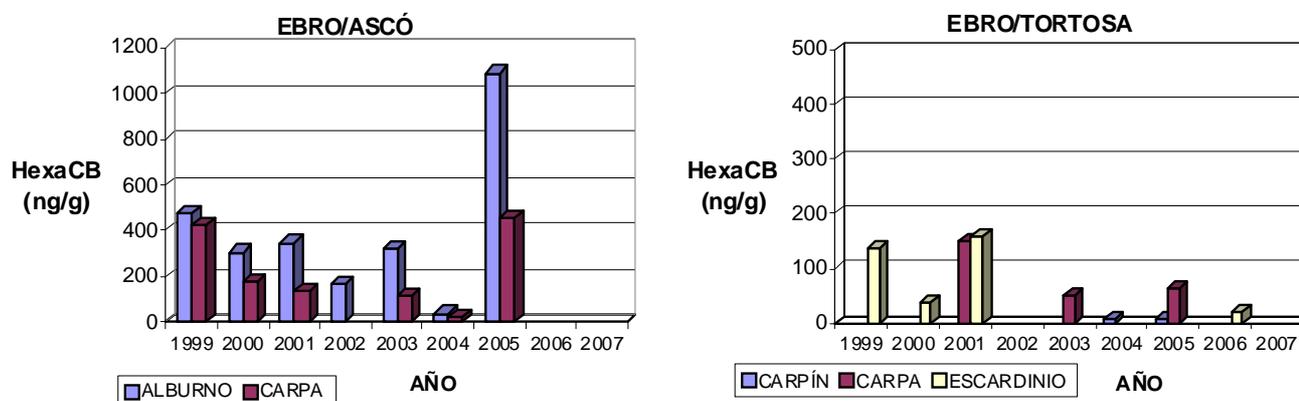
#### ▪ Hexaclorobenceno

En la tabla 5 se detallan los resultados obtenidos desde el año 1999 en los análisis de hexaclorobenceno en la matriz biota.

**Tabla 5.** Resultados obtenidos en el análisis de **hexaclorobenceno** en la matriz **biota** en las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

ANÁLISIS DE HEXACLOROBENCENO EN PECES (ng/g)						
AÑO	EBRO/ASCÓ		EBRO/TORTOSA			
	Alburno	Carpa	Carpa	Carpín	Escardino	Rutilo
1999	472	420	-	-	136	-
2000	305	178	-	-	37.6	-
2001	346	134	150	-	160	-
2002	166	-	-	<0.6	-	-
2003	320	119	50	-	-	-
2004	39	24	-	8	-	-
2005	1088	459	64	8	-	-
2006	-	<2	-	-	20	-
2007	<1	<1	<1	-	-	<1
<b>Media<sup>(3)</sup> 1999-2007</b>	<b>684</b>	<b>445</b>	<b>66</b>	<b>16</b>	<b>88</b>	<b>-</b>

En la figura 5 se representa la evolución temporal de la concentración de hexaclorobenceno en la matriz biota.



**Figura 5.** Evolución temporal de la concentración de **hexaclorobenceno** en la matriz **biota** de las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

En la estación SP-3 Ebro/Ascó, se alcanzó el mayor nivel de hexaclorobenceno en el año 2005, destacando sobre todo la alta concentración en la especie alburno (casi tres veces superior a la del año 1999). Sin embargo, en los años 2006 y 2007 la concentración disminuye por debajo del límite de cuantificación del hexaclorobenceno.

En la estación SP-9 Ebro/Tortosa, la concentración de hexaclorobenceno tiene una tendencia descendente en carpas y escardinios y ascendente en carpines. En el año 2007 ni en carpas ni en rutilos se detectan concentraciones superiores al límite de cuantificación.

### • DDTs

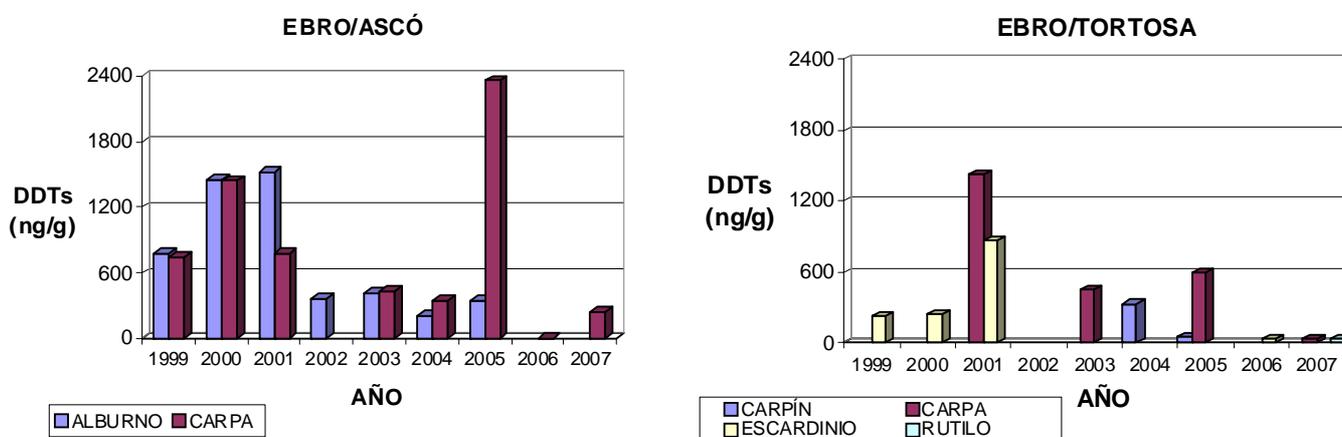
En la tabla 6 se muestran los resultados obtenidos desde el año 1999 en las determinaciones analíticas de DDTs en la matriz biota. Para la suma de DDTs se han considerado los siguientes compuestos: op'-DDT, pp'-DDT, pp'-DDD y pp'-DDE.

**Tabla 6.** Resultados obtenidos en el análisis de DDTs en la matriz biota en las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

ANÁLISIS DE DDTs EN PECES (ng/g)						
AÑO	EBRO/ASCÓ		EBRO/TORTOSA			
	Alburno	Carpa	Carpa	Carpín	Escardino	Rutilo
1999	777	749	-	-	228	-
2000	1450	1442	-	-	238	-
2001	1517	784	1430	-	870	-
2002	363	-	-	<3	-	-
2003	420	430	456	-	-	-
2004	206	355	-	330	-	-
2005 *	346	2352	595	57	-	-
2006 *	-	5	-	-	31	-
2007 *	<4	252	34	-	-	33
<b>Media <sup>(3)</sup> 1999-2007</b>	<b>635</b>	<b>796</b>	<b>620</b>	<b>129</b>	<b>342</b>	<b>36</b>

\* Desde el año 2005 la concentración de DDTs se expresa como suma máxima y suma mínima. Los valores presentados en la tabla son la suma máxima

En la figura 6 se representa la evolución temporal de la concentración de DDTs encontrada en la matriz biota.



**Figura 6.** Evolución temporal de la concentración de DDTs en la matriz biota las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

En la estación SP-3 Ebro/Ascó se alcanzaron los valores máximos de concentración en el año 2001 en alburnos (1517 ng/g) y en el año 2005 en carpas (2352 ng/g). El nivel de DDTs en el año 2007 en las carpas (253 ng/g) ha experimentado un aumento considerable respecto al año 2006, donde la concentración se había reducido a 5ng/g. La concentración de DDTs en alburnos está por debajo del límite de cuantificación.

En la estación SP-9 Ebro/Tortosa se alcanzó el valor máximo de concentración del periodo 1999-2007 en el año 2001, en carpas (1430 ng/g) y en escardinos (870 ng/g) y en el año 2004 en carpines (330 ng/g). En el año 2007 la concentración de DDTs alcanza valores muy inferiores a los de años anteriores, muy similares para las carpas y los rutilos, 31 ng/g y 36 ng/g, respectivamente.

## CONCLUSIONES

En la tabla 7 se hace una comparación de los valores obtenidos en la matriz sedimento en el año 2007 y las medias del periodo 1999-2007 en las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

**Tabla 7.** Comparación de los resultados en **sedimentos del año 2007** con las **medias aritméticas del periodo 1999-2007** en las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

Estación	SEDIMENTOS	Valor 2007	Media 1999-2007
SP-3 Ebro/Ascó	Mercurio ( $\mu\text{g/g}$ )	0.12	1.14
	Hexaclorobenceno ( $\text{ng/g}$ )	<1	135
	DDTs ( $\text{ng/g}$ )	<4	50
SP-9 Ebro-Tortosa	Mercurio ( $\mu\text{g/g}$ )	0.39	0.48
	Hexaclorobenceno ( $\text{ng/g}$ )	12	12
	DDTs ( $\text{ng/g}$ )	167	154

En sedimentos, las medias del año 2007 en la estación SP-3 Ebro/Ascó no superan las medias del periodo 1999-2007. En la estación SP-9 Ebro/Tortosa, sin embargo, la concentración de DDTs del año 2007 es superior a la de la media del periodo y para el hexaclorobenceno ambas medias son iguales.

A pesar de que en el año 2007 las concentraciones de las sustancias controladas son más elevadas en la estación SP-9 Ebro/Tortosa, si se estudian las medias del periodo 1999-2007, se puede comprobar que los niveles de mercurio y hexaclorobenceno son más elevados en la estación SP-3 Ebro/Ascó (más de 2 y 10 veces superiores), mientras que los DDTs son más abundantes en la estación SP-9 Ebro/Tortosa.

En la tabla 8 se hace una comparación de los valores obtenidos en la matriz biota en el año 2007 y las medias del periodo 1999-2007 en las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

En la estación SP-3 Ebro/Ascó la concentración media de mercurio del año 2007 en ambas especies supera la media del periodo. Para las otras sustancias las medias del año 2007 son muy inferiores a las del periodo considerado.

En la estación SP-9 Ebro/Tortosa las medias de concentración del año 2007 son inferiores o iguales a las medias del periodo 1999-2007.

**Tabla 8.** Comparación de los resultados en la matriz **biota** del **año 2007** con las **medias aritméticas** del periodo 1999-2007 en las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

Estación	Especie	PECES	Valor 2007	Media 1999-2007
SP-3 Ebro/Ascó	Alburno	Mercurio pool ( $\mu\text{g/g}$ )	0.27	0.13
		Hexaclorobenceno ( $\text{ng/g}$ )	<1	684
		DDTs ( $\text{ng/g}$ )	<4	635
	Carpa	Mercurio pool ( $\mu\text{g/g}$ )	0.26	0.24
		Hexaclorobenceno ( $\text{ng/g}$ )	<1	445
		DDTs ( $\text{ng/g}$ )	252	796
SP-9 Ebro- Tortosa	Carpa	Mercurio pool ( $\mu\text{g/g}$ )	0.08	0.11
		Hexaclorobenceno ( $\text{ng/g}$ )	<1	66
		DDTs ( $\text{ng/g}$ )	34	620
	Carpín	Mercurio pool ( $\mu\text{g/g}$ )	-	0.33
		Hexaclorobenceno ( $\text{ng/g}$ )	-	16
		DDTs ( $\text{ng/g}$ )	-	129
	Escardinio	Mercurio pool ( $\mu\text{g/g}$ )	-	0.08
		Hexaclorobenceno ( $\text{ng/g}$ )	-	88
		DDTs ( $\text{ng/g}$ )	-	342
	Rutilo	Mercurio pool ( $\mu\text{g/g}$ )	0.08	0.08
		Hexaclorobenceno ( $\text{ng/g}$ )	<1	-
		DDTs ( $\text{ng/g}$ )	33	33

**ANEXO V:** Evolución de la concentración de mercurio y de DDTs en los sedimentos y en los peces de la estación SP-5 Cinca/Monzón.



## EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MERCURIO Y DE DDTs EN LOS SEDIMENTOS Y EN LOS PECES DE LA ESTACIÓN SP-5 CINCA/MONZÓN

### VI. SEDIMENTO

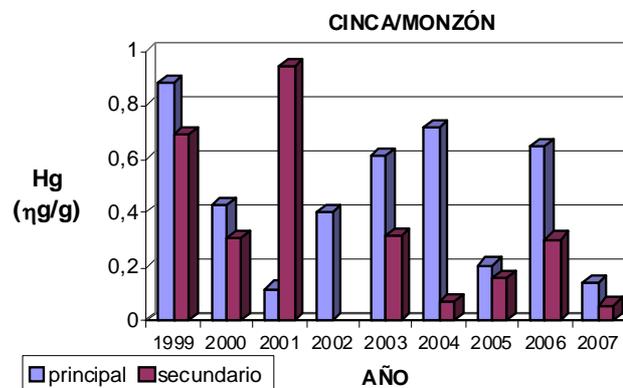
#### ▪ Mercurio

En la tabla 1 se detallan los resultados obtenidos desde el año 1999 en los análisis de mercurio en la matriz sedimento.

**Tabla 1.** Resultados obtenidos en el análisis de **mercurio** en los **sedimentos** de la estación SP-5 Cinca/Monzón.

ANÁLISIS DE MERCURIO EN SEDIMENTOS ( $\mu\text{g/g}$ )		
AÑO	Punto Principal	Punto Secundario
1999	0.88	0.69
2000	0.43	0.31
2001	0.12	0.94
2002	0.4	<0.4
2003	0.61	0.32
2004	0.72	0.07
2005	0.21	0.16
2006	0.65	0.30
2007	0.14	0.06
<b>Media<sup>(3)</sup> 1999-2007</b>	<b>0.46</b>	<b>0.32</b>

En la figura 1 se representa la evolución temporal de la concentración de mercurio encontrada en la matriz sedimento.



**Figura 1.** Evolución temporal de la concentración de **mercurio** en los **sedimentos** de la estación SP-5 Cinca/Monzón.

La concentración de mercurio en sedimentos experimenta, en ambos puntos de muestreo, repetidas subidas y bajadas durante todo el periodo 1999-2007. Hay que destacar que el máximo de concentración ( $0.94 \mu\text{g/g}$ ) se alcanzó en año 2001 en el punto secundario de muestreo. Respecto al año 1999, la concentración de mercurio en sedimentos ha disminuido en 2007 un 84% y un 91% en el punto principal y secundario, respectivamente.

### • DDTs

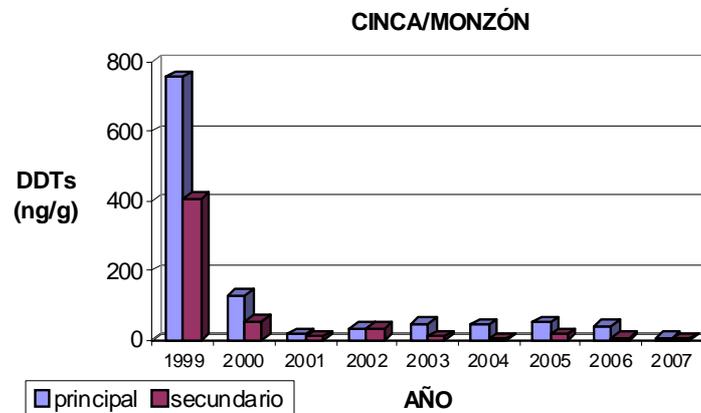
En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos desde el año 1999 en las determinaciones analíticas de DDTs en la matriz sedimento. Para la suma de DDTs se han considerado los siguientes compuestos: op'-DDT, pp'-DDT, pp'-DDD y pp'-DDE.

**Tabla 2.** Resultados obtenidos en el análisis de **DDTs** en los **sedimentos** de la estación SP-5 Cinca/Monzón.

ANÁLISIS DE DDTs EN SEDIMENTOS (ng/g)		
AÑO	Punto Principal	Punto Secundario
1999	757	406
2000	130	56
2001	17	11
2002	36	35
2003	47	11
2004	45	2.5
2005 *	51	16
2006 *	40	8
2007 *	6	4
<b>Media <sup>(3)</sup> 1999-2007</b>	<b>125</b>	<b>61</b>

\* Desde el año 2005 la concentración de DDTs se expresa como suma máxima y suma mínima. Los valores presentados en la tabla son la suma máxima

En la figura 2 se representa la evolución temporal de la concentración de DDTs encontrada en la matriz sedimento.



**Figura 2.** Evolución temporal de la concentración de **DDTs** en los **sedimentos** de la estación SP-5 Cinca/Monzón.

Las concentraciones de DDTs en la matriz sedimento encontradas en el punto principal y en el punto secundario en el año 2007 son un 99% inferior a la detectadas en el año 1999. Además, los niveles de DDTs se mantienen desde el año 2001.

**V.II. BIOTA**

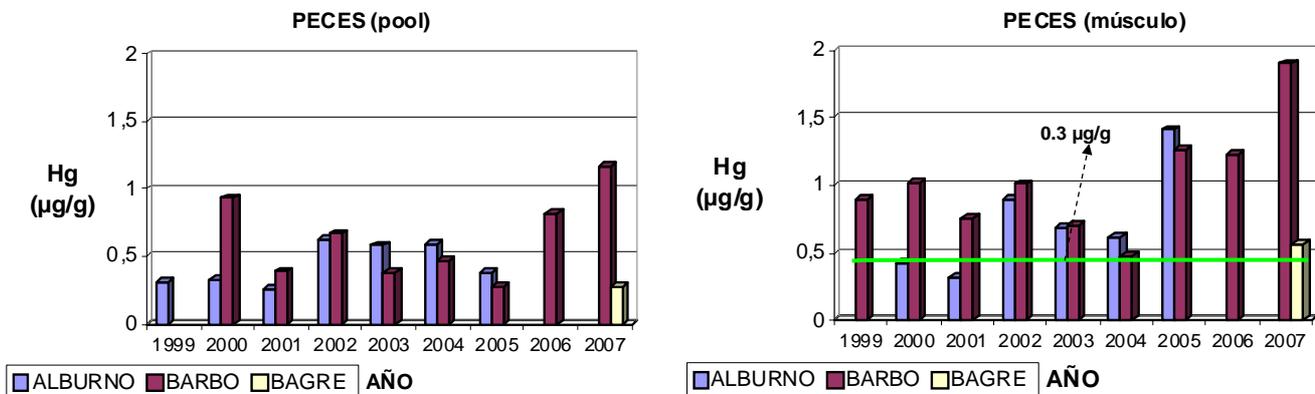
**Mercurio**

En la tabla 3 se detallan los resultados obtenidos desde el año 1999 en los análisis de mercurio en la matriz biota.

**Tabla 3.** Resultados obtenidos en el análisis de **mercurio** en la matriz **biota** en la estación SP-5 Cinca/Monzón.

ANÁLISIS DE MERCURIO EN PECES (µg/g)						
AÑO	POOL ANIMAL ENTERO			MÚSCULO		
	Alburno	Barbo	Bagre	Alburno	Barbo	Bagre
1999	0.31	-	-	-	0.89	-
2000	0.32	0.93	-	0.42	1.02	-
2001	0.25	0.39	-	0.32	0.75	-
2002	0.63	0.67	-	0.9	1.01	-
2003	0.58	0.38	-	0.69	0.71	-
2004	0.59	0.47	-	0.61	0.48	-
2005	0.38	0.27	-	1.41	1.26	-
2006	-	0.82	-	-	1.23	-
2007	-	1.17	0.27	-	1.9	0.56
<b>Media<sup>(3)</sup> 1999-2007</b>	<b>0.44</b>	<b>0.64</b>	<b>0.27</b>	<b>0.73</b>	<b>1.03</b>	<b>0.56</b>

En la figura 3 se representa la evolución temporal de la concentración de mercurio encontrada en la matriz sedimento y en la matriz biota respectivamente.



**Figura 3.** Evolución temporal de la concentración de **mercurio** en la matriz **biota** de la estación SP-5 Cinca/Monzón.

En la gráfica relativa a la concentración de mercurio en músculo, aparece en color verde el objetivo de calidad del mercurio establecido en la Directiva 82/176/CEE para la carne de pescado (0.3 µg/g, expresado sobre muestra fresca). En esta gráfica se observa que casi todas las muestras analizadas han superado dicho objetivo de calidad. En el año 2007 la concentración de mercurio en músculo en barbos es más del doble que el valor obtenido en 1999. Además, se pescó la especie bagre en vez de alburno la cual también supera el objetivo de calidad de concentración de mercurio en músculo.

Durante el intervalo estudiado, el valor de la concentración de mercurio en el pool ha subido y bajado sin seguir una evolución clara. En el año 2007, la concentración en barbos es un 25% más alta que en el año 2007.

### • DDTs

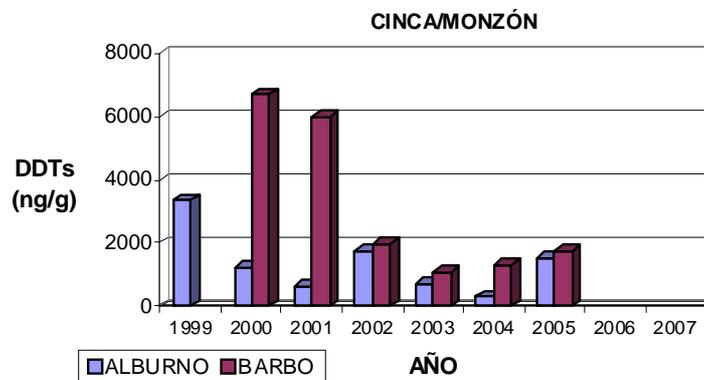
En la tablas 4 se muestran los resultados obtenidos desde el año 1999 en las determinaciones analíticas de DDTs en la matriz biota. Para la suma de DDTs se han considerado los siguientes compuestos: op'-DDT, pp'-DDT, pp'-DDD y pp'-DDE.

**Tabla 4.** Resultados obtenidos en el análisis de **DDTs** en la matriz **biota** en la estación SP-5 Cinca/Monzón.

ANÁLISIS DE DDTs EN PECES (ng/g)			
AÑO	POOL ANIMAL ENTERO		
	Alburno	Barbo	Bagre
1999	3340	-	-
2000	1248	6681	-
2001	637	5980	-
2002	1764	1988	-
2003	735	1098	-
2004	298	1318	-
2005 *	1520	1735	-
2006 *	-	<4	-
2007 *	-	<4	<4
<b>Media <sup>(3)</sup> 1999-2007</b>	<b>1363</b>	<b>2350</b>	-

\* Desde el año 2005 la concentración de DDTs se expresa como suma máxima y suma mínima. Los valores presentados en la tabla son la suma máxima

A continuación, en la figura 4, se representa la evolución temporal de la concentración de DDTs encontrada en la matriz biota.



**Figura 4.** Evolución temporal de la concentración de **DDTs** en la matriz **biota** de la estación SP-5 Cinca/Monzón.

La concentración de DDTs en la matriz biota tiene una tendencia descendente en el periodo estudiado. En el año 2007 la concentración medida en barbos y en bagres está por debajo del límite de cuantificación (<4 ng/g).

## CONCLUSIONES

En la tabla 5 se hace una comparación de los valores obtenidos en la matriz sedimento en el año 2007 y las medias del periodo 1999-2007 en la estación SP-5 Cinca/Monzón.

**Tabla 5.** Comparación de los resultados en **sedimentos del año 2007** con las **medias aritméticas del periodo 1999-2007** en la estación SP-5 Cinca/Monzón.

Punto Muestreo	SEDIMENTOS	Valor 2007	Media 1999-2007
Principal	Mercurio ( $\mu\text{g/g}$ )	0.14	0.46
	DDTs ( $\text{ng/g}$ )	6	125
Secundario	Mercurio ( $\mu\text{g/g}$ )	0.27	0.32
	DDTs ( $\text{ng/g}$ )	4	61

Las medias de concentración del año 2007 son inferiores a las medias del periodo 1999-2007.

En la tabla 6 se hace una comparación de los valores obtenidos en la matriz biota en el año 2006 y las medias del periodo 1999-2007 en la estación SP-5 Cinca/Monzón.

**Tabla 6.** Comparación de los resultados en la matriz **biota del año 2006** con las **medias aritméticas del periodo 1999-2007** en la estación SP-5 Cinca/Monzón.

Especie	PECES	Valor 2007	Media 1999-2007
Alburno	Mercurio pool ( $\mu\text{g/g}$ )	-	0.44
	Mercurio músculo ( $\mu\text{g/g}$ )	-	0.73
	DDTs ( $\text{ng/g}$ )	-	1363
Barbo	Mercurio pool ( $\mu\text{g/g}$ )	1.17	0.64
	Mercurio músculo ( $\mu\text{g/g}$ )	1.9	1.03
	DDTs ( $\text{ng/g}$ )	<4	2350
Bagre	Mercurio pool ( $\mu\text{g/g}$ )	0.27	0.27
	Mercurio músculo ( $\mu\text{g/g}$ )	0.56	0.56
	DDTs ( $\text{ng/g}$ )	<4	-

Sólo se tienen valores de la especie barbo para la comparación con las medias, ya que la especie bagre es la primera vez que se captura. La concentración de mercurio supera, tanto en el músculo como en el animal completo un 84% del valor de la media. La concentración de DDTs del año 2007 es muy inferior al valor de la media.



**ANEXO VI:** Evolución de la concentración de metales en los sedimentos y en los peces de la estación SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes.



## EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES EN LOS SEDIMENTOS Y EN LOS PECES DE LA ESTACIÓN SP-8 ZADORRAVITORIA-TRESPUENTES.

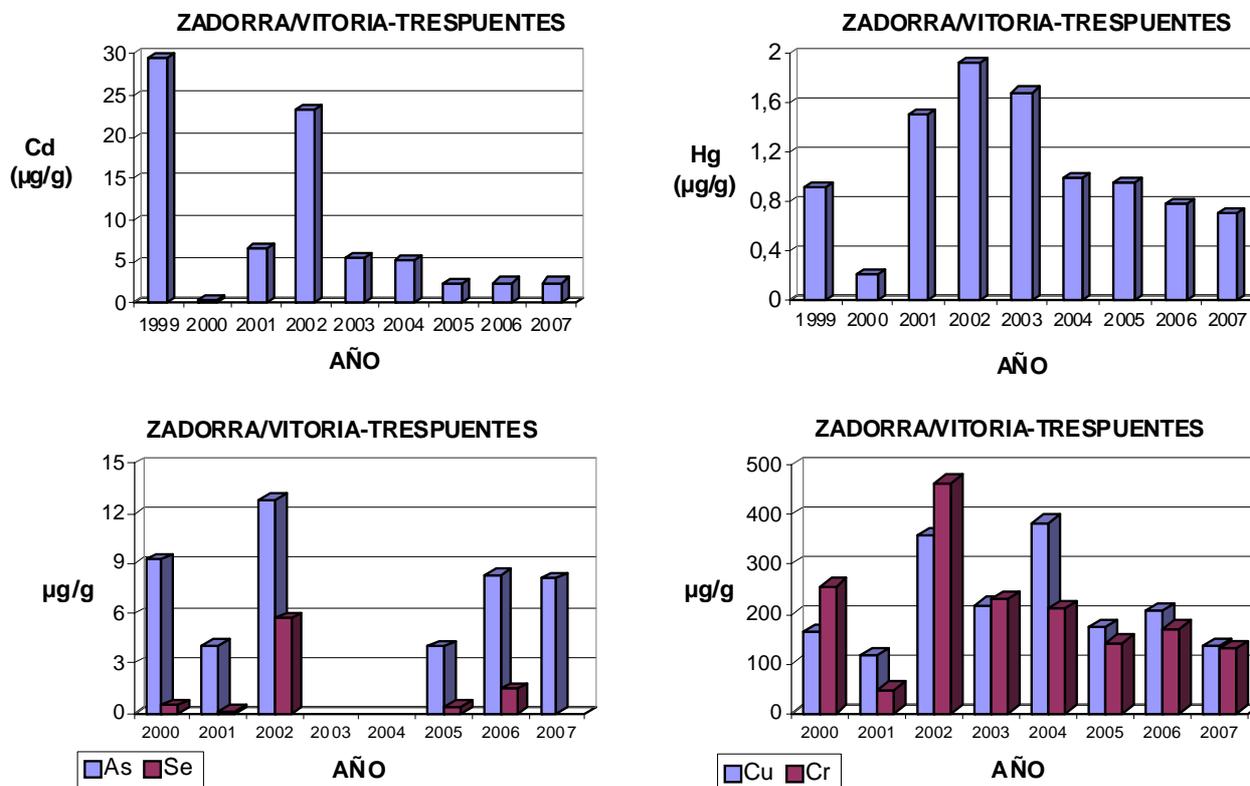
### VI.I. SEDIMENTO

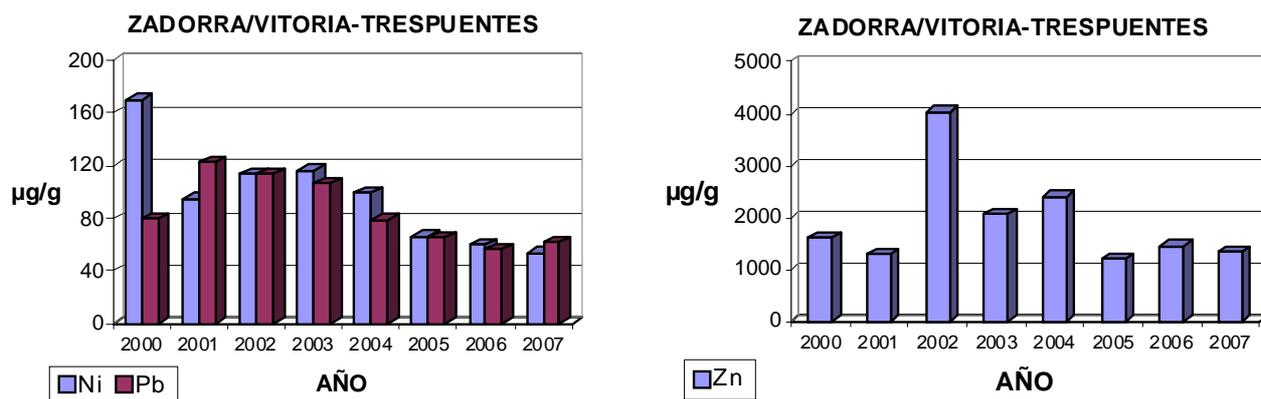
En la tabla 1 se detallan los resultados obtenidos desde el año 1999 en los análisis de metales en la matriz sedimento.

**Tabla 1.** Resultados obtenidos en el análisis de **metales** en los **sedimentos** de la estación SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes.

<b>ANÁLISIS DE METALES EN SEDIMENTOS (µg/g)</b>									
AÑO	Cd	Hg	As	Cu	Cr	Ni	Pb	Se	Zn
1999	30	0.9	-	-	-	-	-	-	-
2000	0.5	0.2	9.2	164	256	170	79	0.5	1620
2001	6.5	1.5	4.1	117	47	95	123	0.1	1300
2002	23	1.9	13	359	464	114	114	5.7	4037
2003	5.5	1.7	<10	218	231	116	107	<4	2069
2004	5.2	1	<2	383	211	99	79	<1.2	2399
2005	2.4	0.9	4	174	142	66	65	0.4	1212
2006	2.5	0.8	8.3	206	171	60	56	1.5	1460
2007	2.5	0.7	8.1	134	129	54	62	<1.2	1350
<b>Media<sup>(3)</sup> 1999-2007</b>	<b>8.7</b>	<b>1.1</b>	<b>5.8</b>	<b>219</b>	<b>206</b>	<b>97</b>	<b>86</b>	<b>1</b>	<b>1931</b>

En la figura 1 se representa la evolución temporal de la concentración de metales encontrada en la matriz sedimento.





**Figura 1.** Evolución temporal de la concentración de **metales** en los **sedimentos** de la estación SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes.

El cadmio es el único metal cuya concentración ha disminuido considerablemente en los últimos 8 años; el valor de la concentración en el año 2007 es un 92% inferior al encontrado en 1999. El níquel y el cromo también presentan una notable disminución, aunque menor que la obtenida con el cadmio, siendo un 68% y 50% inferior, respectivamente, a la encontrada en 2000.

La concentración del resto de los metales en el año 2007 es inferior a la encontrada en los años 1999-2000.

El arsénico es el único metal cuya concentración en el año 2007 es superior a su media respectiva del periodo estudiado.

## V.II. BIOTA

En la tabla 2 se detallan los resultados obtenidos desde el año 1999 en los análisis de metales en la matriz biota.

**Tabla 2.** Resultados obtenidos en el análisis de **metales** en la matriz **biota** de la estación SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes.

ANÁLISIS DE METALES EN PECES (µg/g)									
AÑO	BARBO								
	Cd	Hg	As	Cu	Cr	Ni	Pb	Se	Zn
1999	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	<0.03	0.03	ND	0.5	0.16	<0.06	<0.15	0.47	22.6
2001	<0.03	0.08	ND	1.12	0.09	<0.06	ND	0.21	24.7
2002	ND	ND	0.06	1.11	0.38	ND	0.07	0.53	21.8
2003	<0.1	<0.05	<1	1.78	0.40	<1	<1	0.53	31
2004	<0.1	0.06	<0.3	-	0.5	<0.9	<0.2	0.6	26
2005	<0.2	0.02	<0.1	0.8	0.5	<1	<1	0.48	39.1
2006	<0.2	0.06	<0.1	1.5	<0.4	<1	<0.2	0.47	26.8
2007	<0.2	0.07	<0.04	1.9	0.4	<1	<0.2	0.60	30
<b>Media<sup>(3)</sup> 1999-2007</b>	-	<b>0.04</b>	<b>0.01</b>	<b>1.1</b>	<b>0.3</b>	-	<b>0.01</b>	<b>0.49</b>	<b>28</b>

ND: no detectado

**Tabla 2.** (cont) Resultados obtenidos en el análisis de **metales** en la matriz **biota** de la estación SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes.

<b>ANÁLISIS DE METALES EN PECES (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>									
<b>AÑO</b>	<b>BERMEJUELA</b>								
	Cd	Hg	As	Cu	Cr	Ni	Pb	Se	Zn
1999	<0.02	0.05	-	-	-	-	-	-	-
2000	<0.03	0.04	ND	0.43	0.06	<0.06	<0.15	0.92	44.9
2001	<0.03	0.04	ND	0.98	0.12	<0.06	ND	0.46	39.5
2002	ND	ND	0.15	0.99	0.69	ND	0.04	1.47	32
2003	<0.1	0.05	<1	3	0.40	1.76	<1	0.58	43
2004	<0.1	0.08	<0.3	2.67	2	1.2	<0.2	1	49
2005	<0.2	0.02	<0.1	1.4	0.7	<1	<1	1.46	52.2
2006	<0.2	0.07	<0.1	1.9	<0.4	<1	<0.2	1.34	46.6
<b>Media<sup>(3)</sup> 1999-2006</b>	-	<b>0.04</b>	<b>0.002</b>	<b>1.6</b>	<b>0.55</b>	<b>0.42</b>	<b>0.006</b>	<b>1.03</b>	<b>43.9</b>
<b>TENCA</b>									
2007	<0.2	0.05	<0.04	1.8	0.7	<1	<0.2	0.24	18.8

ND: no detectado

\* La media del periodo se calcula sumando los valores medios de cada año y dividiendo por el número de años. Se asigna el valor 0 a las muestras no detectadas (ND) y las que su valor está por debajo del límite de detección

No se representa la evolución temporal de la concentración de metales en la matriz biota porque las concentraciones encontradas no son muy elevadas.

En barbos, la concentración de mercurio, cobre, cromo, selenio y zinc encontrada en el año 2007 es superior a la concentración del año 2000 y también superior a la media de la concentración del periodo considerado.

No se puede concluir nada sobre las tencas ya que es el primer año que se analiza esta especie.



**ANEXO VII:** Evolución de la concentración de metales en los sedimentos de la estación SP-15 Huerva/Zaragoza (Fuente de la Junquera).



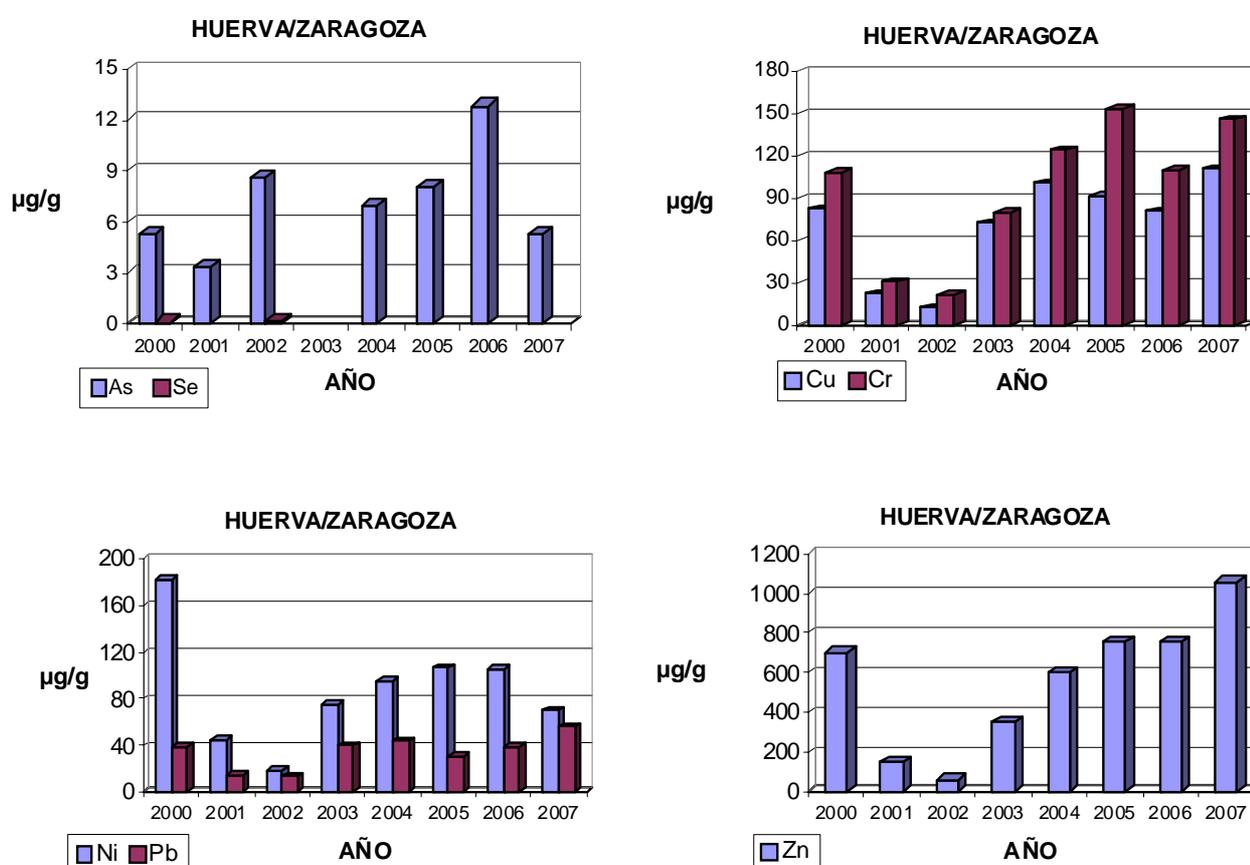
## EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES EN LOS SEDIMENTOS DE LA ESTACIÓN SP-15 HUERVA/ZARAGOZA (FUENTE DE LA JUNQUERA).

En la tabla 1 se detallan los resultados obtenidos desde el año 2000 en los análisis de metales en la matriz sedimento.

**Tabla 1.** Resultados obtenidos en el análisis de **metales** en los **sedimentos** de la estación SP-15 Huerva/Zaragoza (Fuente de La Junquera).

ANÁLISIS DE METALES EN SEDIMENTOS ( $\mu\text{g/g}$ )							
AÑO	As	Cu	Cr	Ni	Pb	Se	Zn
2000	5.3	82	108	182	39	0.11	699
2001	3.4	22	30.5	45	14	< 0.1	150
2002	8.6	13	22	19	14	0.1	62
2003	<10	72	80	75	40	< 4	354
2004	7	101	124	96	44	<1.2	603
2005	8	92	154	107	31	<1.2	753
2006	13	81	110	106	38	<1.2	757
2007	5.3	111	146	70	56	<1.2	1060
<b>Media<sup>(3)</sup> 1999-2007</b>	<b>5.6</b>	<b>64</b>	<b>86</b>	<b>78</b>	<b>31</b>	<b>0.02</b>	<b>493</b>

En la figura 1 se representa la evolución temporal de la concentración de metales encontrada en la matriz sedimento.



**Figura 1.** Evolución temporal de la concentración de **metales** en los **sedimentos** de la estación SP-15 Huerva/Zaragoza (Fuente de la Junquera).

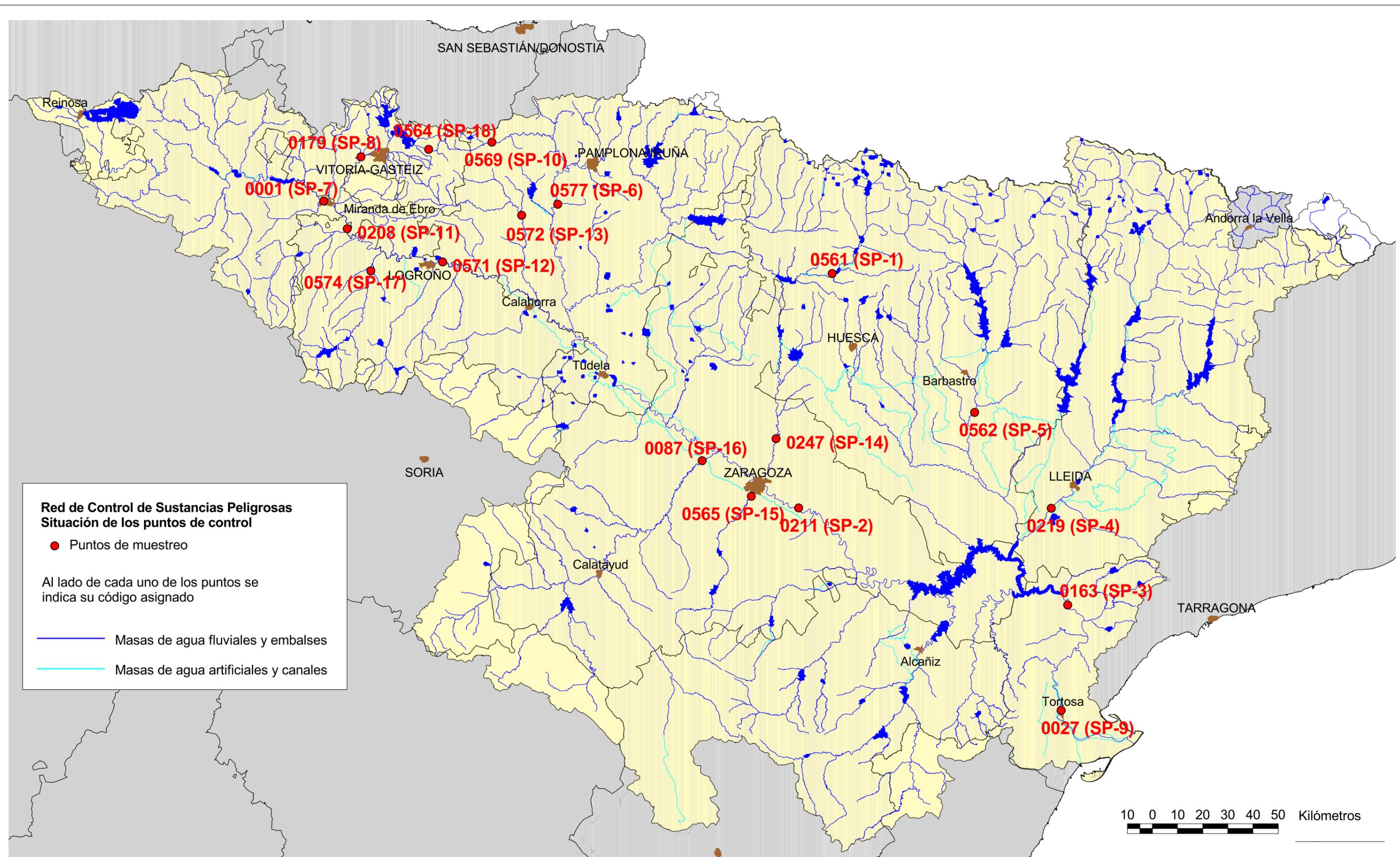
Casi todos los metales experimentan una evolución similar en el periodo 2000-2007; la concentración de los metales disminuye considerablemente hasta el año 2002 y a partir de entonces aumenta de forma significativa, llegando a alcanzar, e incluso superar en algunos casos los niveles del año 2000, como el cobre, cromo, plomo y zinc. El níquel es el metal que experimenta una reducción mayor de su concentración (62%) respecto al año 2000.

La concentración de arsénico tiene una tendencia ascendente en todo el periodo. En el año 2007, sin embargo la concentración disminuye en más de un 50% respecto al año anterior y alcanza el nivel del año 2000.

La concentración de selenio en el año 2007 está por debajo del límite de cuantificación del método de análisis.

**ANEXO VIII:** Mapa de la Red de Control de Sustancias Peligrosas





**Red de Control de Sustancias Peligrosas  
Situación de los puntos de control**

● Puntos de muestreo

Al lado de cada uno de los puntos se indica su código asignado

— Masas de agua fluviales y embalses

— Masas de agua artificiales y canales



CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

Comisaría de Aguas

**Red de Control de Sustancias Peligrosas  
Cuenca del Ebro**

**Situación de los puntos de control**

**Septiembre de 2007**

7 de septiembre de 2007