

RED DE CONTROL DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

AGUA, SEDIMENTOS Y BIOTA

AÑO 2010



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 2010

Zaragoza, julio de 2011

Dirección de los Trabajos:

Área de Calidad de Aguas, Confederación Hidrográfica del Ebro

Autores:

Vicente Sancho-Tello Valls
Susana Cortés Corbasí
Elena Pérez Gallego

Toma de muestras:

- *matriz agua:* Labaqua, S.A.
- *matriz sedimentos y biota:* URS, S.L.

Análisis:

- *Laboratorio de Calidad de Aguas, Confederación Hidrográfica del Ebro.*

INDICE

	<i>Página</i>
1. Introducción.....	3
2. Localización de estaciones	4
3. Metodología de muestreo.....	7
4. Frecuencia de muestreo.....	7
5. Sustancias controladas	8
6. Resultados	11
7. Interpretación de resultados.....	13
8. Conclusiones.....	23

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, de hexaclorociclohexano y de metales en los sedimentos y en los peces de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

ANEXO IV: Evolución de la concentración de mercurio, hexaclorobenceno y 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 sustancias 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), con el objetivo de 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 normas de calidad ambiental, 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 Comunió 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:

- 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 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

En noviembre de 2001, con la promulgación de la Decisión 2455/2001, se aprueba la Lista de sustancias Prioritarias (anexo X de la DMA), y se modifica la relación de sustancias afectadas por la Directiva de sustancias peligrosas.

Atendiendo a las exigencias marcadas por la DMA con respecto a la reducción progresiva de la contaminación procedente de las sustancias Prioritarias y la interrupción o supresión gradual de los vertidos, las emisiones y pérdidas de sustancias peligrosas Prioritarias, se publicó en diciembre de 2008 la Directiva 2008/105/CE relativa a las normas de calidad ambiental para las sustancias Prioritarias y para otros contaminantes con objeto de conseguir un buen estado químico de las aguas superficiales. El anexo II de esta Directiva ha sustituido a la lista de sustancias Prioritarias del anexo X de la DMA.

El Real Decreto 60/2011, de 21 de enero, sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, transpone todos los aspectos contenidos en la Directiva 2008/105/CE; incorpora los requisitos técnicos sobre análisis químicos establecidos en la Directiva 2009/90/CE; aprovecha para adaptar parte de la legislación española que transpone la Directiva 76/464/CEE y directivas derivadas; y actualiza la legislación española que recoge las normas de calidad ambiental de las sustancias preferentes (R.D. 995/2000, que deroga).

2. LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES

La Red de Control de Sustancias Peligrosas (RCSP) que la Confederación Hidrográfica del Ebro 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 y coordenadas de las estaciones de Control de Sustancias Peligrosas.

Código Estación	Río	Matriz	COORDENADAS			Localización	Provincia
			UTM X	UTM Y	Huso		
SP-1	Gállego	Sedimentos	714711	4705564	30	Presa de Jabarrella	Huesca
		Biota + Agua	705857	4697421		Bajo el puente de Caldearenas	
SP-2	Ebro	Sed. + Biota + Agua	692725	4604585	30	Presa de Pina	Zaragoza
SP-3	Ebro	Sedimentos	294450	4567750	31	Junto a la Presa de Flix	Tarragona
		Biota	294850	4567200		En la ensenada junto a la EDAR de Flix	
		Agua	296330	4562720		En el puente sobre la carretera Ascó-Vinebre	
SP-4	Segre	Sed. + Biota + Agua	292558	4601256	31	A la entrada de Torres de Segre	Lérida
SP-5	Cinca	Sedimentos	265961	4644499	31	En el puente (N-240) a la entrada de Monzón (Pto. principal)	Huesca
			264590	4641032		Junto a la estación SAICA de Monzón (Pto. secundario)	
		Biota	262468	4638112		En Pueyo de Santa Cruz junto a una chopera.	
		Agua	264785	4641501		Margen izquierda del río Cinca, 4 Km al sur de Monzón	
SP-6	Arga	Sedimentos	602295	4741001	30	En el puente de Ororbía	Navarra
		Biota + Agua	596439	4725528		En Puente la Reina, junto a la central hidroeléctrica	
SP-7	Ebro	Sedimentos	501165	4728745	30	En la Presa de Cabriana (Miranda de Ebro) junto al muro de presa (Punto principal)	Burgos
			501668	4728073		Presa de Cabriana, 1 Km aguas arriba del muro de presa (Punto secundario)	
		Biota	503017	4726836		1.5 Km aguas abajo del puente de la autopista sobre el río en Miranda.	
		Agua	503796	4726404		Puente del ferrocarril sobre el río Ebro en Miranda.	
SP-8	Zadorra	Sedimentos + Agua	518480	4743850	30	Bajo el puente de Trespuentes	Álava
		Biota	517762	4742365		En Villodas	
SP-9	Ebro	Sedimentos + Biota	291993	4516874	31	Tras el 2º colector del pol. Ind.(Campredó)	Tarragona
		Agua	290897	4521183		En el puente junto al monumento de la batalla del Ebro	
SP-10	Araquil	Sed. + Biota + Agua	570703	4749742	30	Puente sobre el río Araquil (300-400 m aguas abajo EDAR Alsasua-Urdiain)	Navarra

Tabla 2 (Cont.). Localización y coordenadas de las estaciones de Control de Sustancias Peligrosas.

Código Estación	Río	Matriz	COORDENADAS			Localización	Provincia
			UTM X	UTM Y	Huso		
SP-11	Ebro	Sedimentos	508194	4724114	30	Desembocadura del río Zadorra en el Ebro (cerca de Ircio)	Burgos
		Biota	514892	4716088		Haro, puente de piedra sobre el Ebro	La Rioja
		Agua	513250	4715445			
SP-12	Ebro	Sed. + Biota + Agua	551110	4702305	30	Azud-Salto agua de Mendavia (Logroño-Varea)	La Rioja
SP-13	Ega	Sed. + Biota + Agua	582823	4719662	30	Puente sobre río Ega (400-500 m aguas arriba)	Navarra
SP-14	Gállego	Sed. + Biota +	684119	4632695	30	Puente sobre el río en San Mateo de Gállego	Zaragoza
		Agua	683710	4632142			
SP-15	Huerva	Sed. + Biota + Agua	673726	4609001	30	Puente sobre el Huerva, junto a urbanización Fuente la Junquera	Zaragoza
SP-16	Jalón	Sed. + Biota + Agua	654157	4622810	30	Aguas arriba (sedimentos) y aguas abajo (biota) del azud en Grisén	Zaragoza
SP-17	Najerilla	Sedimentos + Agua	522356	4698500	30	1.5 Km aguas abajo EDAR Nájera	La Rioja
		Biota + Agua	522128	4696794		Nájera, en el puente N-120	
SP-18	Zadorra	Sedimentos	549217	4745437	30	Bajo el puente sobre el río Zadorra en Salvatierra	Álava
		Biota + Agua	545526	4746822		Aguas arriba y abajo del puente de Heredia	

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 μm .

Las muestras se conservaron a una temperatura de 4 $^{\circ}\text{C}$. 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.

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.

4. FRECUENCIA DE MUESTREO

4.1 Agua

Para el año 2010 se habían planificado muestreos mensuales para todas las estaciones de la RCSP. Dificultades posteriores obligaron a reducir la frecuencia de muestreos en algunas estaciones.

En la tabla 3 se indica el número de muestras de aguas tomadas en cada una de las estaciones de la Red de Control de Sustancias Peligrosas.

Tabla 3. 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
2010	12	9	12	9	12	9	12	12	12

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 Salvatierra
2010	9	9	9	9	9	12	12	9	9

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 agosto y octubre.

5. SUSTANCIAS CONTROLADAS

En la Red de Control de Sustancias Peligrosas se empezaron a analizar las sustancias de Lista I y las sustancias de Lista II Preferentes (R.D. 995/2000), excepto la atrazina, simazina, metolacoloro y la terbutilazina, que se controlan dentro de la Red de Plaguicidas.

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 modificó la relación de sustancias afectadas por la Directiva de Sustancias Peligrosas.

Posteriormente, con la publicación de la Directiva 2008/105/CE relativa a las normas de calidad ambiental para las sustancias Prioritarias y para otros contaminantes, quedó fijada la lista de las sustancias Prioritarias, junto a sus normas de calidad ambiental y los criterios de aplicación de esas normas.

El Real Decreto 60/2001, sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, transpone todos los aspectos contenidos en la Directiva 2008/105/CE y actualiza la legislación española que recoge las normas de calidad ambiental de las sustancias preferentes (R.D. 995/2000, que deroga).

En la actualidad se controlan en esta Red las sustancias Prioritarias y otros contaminantes (anexo I del R.D. 60/2011) y las sustancias Preferentes (anexo II del R.D. 60/2011).

El Laboratorio de Calidad de Aguas de esta Confederación Hidrográfica ha llevado a cabo los análisis de todas las sustancias que componen esta red, excepto de pentaclorofenol, difeniléteres bromados (DEB), cloroalcanos C₁₀₋₁₃, di(2-etilhexil)ftalato (DEHP), octilfenoles y los compuestos de tributilestano, cuyas técnicas analíticas está desarrollando.

Por otra parte, algunos límites de cuantificación (LC) de los analizadores son superiores a la NCA-MA de las sustancias:

Sustancia	LC	NCA-MA
Aldrín	0,015 µg/L	Σ < 0,01 µg/L
Dieldrín	0,015 µg/L	
Endrín	0,015 µg/L	
Isodrín	0,015 µg/L	
Cloroformo	5 µg/L	2,5 µg/L
Hexaclorobenceno	0,015 µg/L	0,01 µg/L
Hexaclorobutadieno	0,030 µg/L	0,01 µg/L
Mercurio	0,07 µg/L	0,05 µg/L
Naftaleno	5 µg/L	2,5 µg/L
p,p'-DDT	0,03 µg/L	0,01 µg/L
Pentaclorobenceno	0,015 µg/L	0,007 µg/L
Benzo (ghi)perileno + Indeno(1,2,3cd)pireno	0,012 µg/L	0,002 µg/L

En la tabla 4 se indican los compuestos que se han analizado en cada una de las matrices de las distintas estaciones.

Tabla 4. Sustancias que se controlan en la Red de Control de Sustancias Peligrosas

ESTACIONES SP-1 – SP-9					
Sustancias	Matriz ⁽¹⁾			Unidad de medida	
	Agua	Sedimento	Biota	Agua	Sed ⁽²⁾ – Biota ⁽³⁾
SUSTANCIAS PRIORITARIAS Y OTROS CONTAMINANTES (R.D. 60/2001, Anexo I)					
Antraceno	X	X		µg /L	µg/Kg
Benceno	X			µg /L	
Cadmio	X	X	X	mg/L	mg/Kg
Tetracloruro de carbono	X			µg /L	
Aldrín	X	X	X	µg /L	µg/Kg
Dieldrín	X	X	X	µg /L	µg/Kg
Endrín	X	X	X	µg /L	µg/Kg
Isodrín	X	X	X	µg /L	µg/Kg
DDT's y metabolitos	X	X	X	µg /L	µg/Kg
1,2-Dicloroetano	X			µg /L	
Diclorometano	X			µg /L	
Fluoranteno	X	X		µg /L	µg/Kg
Hexaclorobenceno	X	X	X	µg /L	µg/Kg
Hexaclorobutadieno	X	X	X	µg /L	µg/Kg
Hexaclorociclohexano (HCH)	X	X	X	µg /L	µg/Kg
Plomo	X	X	X	mg/L	mg/Kg
Mercurio	X	X	X	mg/L	mg/Kg
Naftaleno	X	X		µg /L	µg/Kg
Níquel	X	X	X	mg/L	mg/Kg
Nonilfenoles	X			µg /L	
4-nonilfenol	X			µg /L	
Pentaclorobenceno	X	X	X	µg /L	µg/Kg
Benzo(a)pireno	X	X		µg /L	µg/Kg
Benzo(b)fluoranteno	X	X		µg /L	µg/Kg
Benzo(k)fluoranteno	X	X		µg /L	µg/Kg
Benzo(g,h,i)perileno	X	X		µg /L	µg/Kg
Indeno(1,2,3-cd)perileno	X	X		µg /L	µg/Kg
Percloroetileno	X			µg /L	
Tricloroetileno	X			µg /L	
Triclorobencenos (TCB)	X	X	X	µg /L	µg/Kg
Cloroformo	X			µg /L	
SUSTANCIAS PREFERENTES (R.D. 60/2001, Anexo II)					
Arsénico	X	X	X	mg/L	mg/Kg
Cobre	X	X	X	mg/L	mg/Kg
Cromo total	X	X	X	mg/L	mg/Kg
Selenio	X	X	X	mg/L	mg/Kg
Zinc	X	X	X	mg/L	mg/Kg
Cianuros	X			mg/L	
Fluoruros	X			mg/L	
Clorobenceno (MCB)	X			µg /L	
Diclorobencenos (DCB)	X			µg /L	
Etilbenceno	X			µg /L	
Tolueno	X			µg /L	
1,1,1-Tricloroetano	X			µg /L	
Xilenos	X			µg /L	

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

(2) Los resultados en la matriz sedimento están expresados en peso seco.

(3) Los resultados en la matriz biota están expresados en peso húmedo.

Tabla 4 (Cont.). Sustancias que se controlan en la Red de Control de Sustancias Peligrosas

ESTACIONES SP-10 – SP-18					
Sustancias	Matriz ⁽¹⁾			Unidad de medida	
	Agua	Sedimento	Biota	Agua	Sed ⁽²⁾ – Biota ⁽³⁾
SUSTANCIAS PRIORITARIAS Y OTROS CONTAMINANTES (R.D. 60/2001, Anexo I)					
Antraceno	X	X		µg /L	µg/Kg
Benceno	X			µg /L	
Diclorometano	X			µg /L	
Fluoranteno	X	X		µg /L	µg/Kg
Plomo	X	X	X	mg/L	mg/Kg
Naftaleno	X	X		µg /L	µg/Kg
Níquel	X	X	X	mg/L	mg/Kg
Nonilfenoles	X			µg /L	
4-nonilfenol	X			µg /L	
Pentaclorobenceno		X	X		µg/Kg
Benzo(a)pireno	X	X		µg /L	µg/Kg
Benzo(b)fluoranteno	X	X		µg /L	µg/Kg
Benzo(k)fluoranteno	X	X		µg /L	µg/Kg
Benzo(g,h,i)perileno	X	X		µg /L	µg/Kg
Indeno(1,2,3-cd)perileno	X	X		µg /L	µg/Kg
SUSTANCIAS PREFERENTES (R.D. 60/2001, Anexo II)					
Arsénico	X	X	X	mg/L	mg/Kg
Cobre	X	X	X	mg/L	mg/Kg
Cromo total	X	X	X	mg/L	mg/Kg
Selenio	X	X	X	mg/L	mg/Kg
Zinc	X	X	X	mg/L	mg/Kg
Cianuros	X			mg/L	
Fluoruros	X			mg/L	
Clorobenceno (MCB)	X			µg /L	
Diclorobencenos (DCB)	X			µg /L	
Etilbenceno	X			µg /L	
Tolueno	X			µg /L	
1,1,1-Tricloroetano	X			µg /L	
Xilenos	X			µg /L	

- (1) La matriz de control se selecciona según las propiedades del compuesto, de forma que si éste es volátil, no se analiza ni en sedimento ni en peces.
- (2) Los resultados en la matriz sedimento están expresados en peso seco.
- (3) Los resultados en la matriz biota están expresados en peso húmedo.

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>).

En la tabla 5 se detallan para cada parámetro, el número de análisis y los resultados inferiores y superiores al LC, y aquellos en los que el parámetro no se ha podido analizar (NR).

Tabla 5. Detalle de parámetros analizados en 2010

Parámetro	Número estaciones	LC (Límite Cuantificación)	Total análisis	Resultados analíticos		
				< LC	> LC	NR
Antraceno	18	0,006 µg/L	187	183	3	1
Benceno	18	5 µg/L	186	186	0	-
Cadmio	10	0,00002 mg/L	100	48	52	-
Tetracloruro de carbono	10	5 µg/L	100	100	0	-
Aldrín	11	0,015 µg/L	105	105	0	-
Dieldrín	11	0,015 µg/L	105	105	0	-
Endrín	11	0,015 µg/L	105	104	0	1
Isodrín	11	0,015 µg/L	105	105	0	-
DDT's y metabolitos	9	Suma	99	99	0	-
1,2-Dicloroetano	10	5 µg/L	100	100	0	-
Diclorometano	18	20 µg/L	186	174	1	11
Fluoranteno	18	0,006 µg/L	187	185	0	2
Hexaclorobenceno	11	0,015 µg/L 0,050 µg/L	105	94 11	0	-
Hexaclorobutadieno	9	0,015 µg/L 0,030 µg/L	99	9 90	0	-
Hexaclorociclohexano (HCH)	10	Suma	100	100	0	-
Plomo	18	0,0005 mg/L	187	120	67	-
Mercurio	10	0,00007 mg/L	100	100	0	-
Naftaleno	18	5 µg/L	186	186	0	-
Níquel	18	0,0005 mg/L	187	1	186	-
Nonilfenoles	18	0,10 µg/L	186	94	88	4
4-nonilfenol	18	0,030 µg/L	186	182	0	4
Pentaclorobenceno	9	0,015 µg/L	99	99	0	-
Benzo(a)pireno	18	0,006 µg/L	187	186	0	1
Benzo(b)fluoranteno	18	0,006 µg/L	187	186	0	1
Benzo(k)fluoranteno	18	0,006 µg/L	187	186	0	1
Benzo(g,h,i)perileno	18	0,006 µg/L	187	186	0	1
Indeno(1,2,3-cd)perileno	18	0,006 µg/L	187	186	0	1
Percloroetileno	10	5 µg/L	100	100	0	-
Tricloroetileno	10	5 µg/L	100	100	0	-
Triclorobencenos (TCB)	9	Suma	99	99	0	-
Cloroformo	10	5 µg/L	100	100	0	-
Arsénico	18	0,00015 mg/L	187	4	183	-
Cobre	18	0,002 mg/L	186	112	74	-
Cromo total	18	0,002 mg/L	187	174	13	-
Selenio	18	0,0002 mg/L	187	67	120	-
Zinc	18	0,025 mg/L	187	148	39	-
Cianuros	18	0,005 mg/L	187	187	0	-
Fluoruros	18	0,10 mg/L 0,20 mg/L	186	49 9	127	1
Clorobenceno (MCB)	18	5 µg/L	186	186	0	-
Diclorobencenos (DCB)	18	Suma	186	186	0	-
Etilbenceno	18	5 µg/L	186	186	0	-
Tolueno	18	5 µg/L	185	185	0	-

Parámetro	Número estaciones	LC (Límite Cuantificación)	Total análisis	Resultados analíticos		
				< LC	> LC	NR
1,1,1-Tricloroetano	18	5 µg/L	186	186	0	-
Xilenos	18	Suma	186	186	0	-

6.2 Sedimento

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

En la tabla 6 se presenta un resumen de los parámetros analizados, el número total de análisis y los resultados que han sido inferiores/superiores al límite de cuantificación (LC) del analizador.

Tabla 6. Detalle de parámetros analizados en 2010

Parámetro	Número estaciones	LC (Límite Cuantificación)	Total análisis	Resultados analíticos	
				< LC	> LC
Antraceno	20	10 µg/Kg	20	17	3
Cadmio	11	0,8 mg/Kg	11		11
Aldrín	11	10 µg/Kg	11	11	0
Dieldrín	11	10 µg/Kg	11	11	0
Endrín	11	10 µg/Kg	11	11	0
Isodrín	11	10 µg/Kg	11	11	0
DDT's y metabolitos	11	Suma	11	9	2
Fluoranteno	20	10 µg/Kg	20	9	11
Hexaclorobenceno	11	10 µg/Kg	11	11	0
Hexaclorobutadieno	11	10 µg/Kg	11	11	0
Hexaclorociclohexano (HCH)	11	Suma	11	11	0
Plomo	20	4 mg/Kg	20		20
Mercurio	11	0,00025 mg/Kg	11		11
Naftaleno	20	10 µg/Kg	20	20	0
Níquel	20	4 mg/Kg	20	1	19
Pentaclorobenceno	20	10 µg/Kg	20	20	0
Benzo(a)pireno	20	10 µg/Kg	20	11	9
Benzo(b)+Benzo (k)fluoranteno	20	20 µg/Kg	20	11	9
Benzo(g,h,i)perileno + Indeno(1,2,3-cd)perileno	20	Suma	20	10	10
Triclorobencenos (TCB)	11	Suma	11	11	0
Arsénico	20	0,4 mg/Kg	20		20
Cobre	20	4 mg/Kg	20		20
Cromo total	20	10 mg/Kg	20	1	19
Selenio	20	0,4 mg/kg	20		20
Zinc	20	60 mg/Kg	20	3	17

6.3 Biota

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

Tabla 7. Detalle de parámetros analizados en 2010

Parámetro	Número estaciones	LC (Límite Cuantificación)	Total análisis	Resultados analíticos	
				< LC	> LC
Cadmio	9	0,04 mg/Kg	17	16	1
Aldrín	9	10 µg/Kg	17	17	0
Dieldrín	9	10 µg/Kg	17	17	0
Endrín	9	10 µg/Kg	17	17	0
Isodrín	9	10 µg/Kg	17	17	0
DDT's y metabolitos	9	Suma	17	11	6
Hexaclorobenceno	9	10 µg/Kg	17	15	2
Hexaclorobutadieno	9	10 µg/Kg	17	15	2
Hexaclorociclohexano (HCH)	9	Suma	17	17	0
Plomo	17	0,40 mg/Kg	33	33	0
Mercurio	9	0,00025 mg/Kg	17	0	17
Níquel	17	2 mg/Kg	33	33	0
Pentaclorobenceno	9	10 µg/Kg	17	16	1
Triclorobencenos (TCB)	9	Suma	17	17	0
Arsénico	17	0,20 mg/Kg	33	27	6
Cobre	17	2 mg/Kg	33	32	1
Cromo total	17	0,40 mg/Kg	33	19	14
Selenio	17	0,20 mg/Kg	33	2	31
Zinc	17	30 mg/Kg	33	10	23

7. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

7.1 Agua

7.1.1 Sustancias Prioritarias y otros contaminantes

La Directiva 2008/105/CE establece normas de calidad ambiental (NCA) para las sustancias Prioritarias y para otros contaminantes. Como la contaminación química puede afectar al medio acuático a corto y largo plazo y por tanto puede tener efectos agudos y/o crónicos, la Directiva ha establecido NCA expresadas en medias anuales (NCA-MA), para que proporcionen protección contra la exposición a largo plazo, y concentraciones máximas admisibles (NCA-CMA) para la protección contra la exposición a corto plazo.

Para el cálculo de la media anual, se aplica el criterio recogido en la *Directiva 2009/90/CE, de 31 de julio de 2009, por la que se establecen las especificaciones técnicas del análisis químico y del seguimiento del estado de las aguas:*

- Para calcular la concentración media anual, los valores por debajo del límite de cuantificación (LC) se transforman en la mitad del LC del método. Si se obtienen resultados con diferentes LC, bien porque el análisis lo han realizado distintos laboratorios o bien porque lo realiza un mismo laboratorio con diferentes técnicas, para el cálculo de la media se aplica el LC correspondiente a cada uno de los análisis.
- Para calcular la concentración media anual de un parámetro suma, los valores por debajo del LC se transforman en cero.
- En los casos en los que el límite de cuantificación sea superior a la NCA, no se tendrán en cuenta.

En la tabla 8 se incluyen las sustancias Prioritarias que han presentado incumplimientos del valor medio anual (NCA-MA) en el año 2010.

Tabla 8. Sustancias que incumplen las NCA-MA en la matriz *agua*

Sustancias Prioritarias	Estación	Concentración ($\mu\text{g/L}$)	NCA-MA ($\mu\text{g/L}$)
NONILFENOL ⁽¹⁾	SP-4 Segre / Torres de Segre	0,34	0,30
NONILFENOL ⁽²⁾	SP-15 Huerva / Fte La Junquera	0,313	0,30
NÍQUEL ⁽³⁾	SP-15 Huerva / Fte La Junquera	0,021 mg/L	0,02 mg/L

- (1) De los 9 análisis realizados, 6 están por encima del LC (0,10 $\mu\text{g/L}$).
 (2) Se han realizado 11 determinaciones en 2010 y todas han superado el LC.
 (3) Todas las determinaciones están por encima del LC.

En el año 2010 se ha detectado un incumplimiento de la concentración máxima admisible (NCA-CMA) de las sustancias Prioritarias:

Tabla 8bis. Sustancias que incumplen las NCA-CMA en la matriz *agua*

Sustancias Prioritarias	Estación	Concentración ($\mu\text{g/L}$)	NCA-CMA ($\mu\text{g/L}$)
NONILFENOL	SP-4 Segre / Torres de Segre	2,18	2

La fecha del muestreo en que se ha superado la NCA-CMA ha sido el 10 de junio de 2010.

7.1.2 Sustancias Preferentes

El anexo II del R.D. 60/2011 fija normas de calidad ambiental para sustancias Preferentes. Dichos valores están expresados como medias anuales (NCA-MA).

En la tabla 9 se incluyen las sustancias Preferentes que han presentado incumplimientos de las NCAs en el año 2010.

Tabla 9. Sustancias **Preferentes** que incumplen las Normas de Calidad Ambiental en la matriz *agua*

Sustancias Preferentes	Estación	Concentración ($\mu\text{g/L}$)	NCA-MA ($\mu\text{g/L}$)
SELENIO	SP- 15 Huerva / Fte. Junquera	1,13	1

7.2 Sedimento

En la actualidad no se han establecido NCA para aplicar a los sedimentos. El R.D. 60/2011 indica la obligación de analizar la tendencia a largo plazo de las sustancias peligrosas –que no es objeto de este informe–, así como la de tomar medidas destinadas a garantizar que las concentraciones de esas sustancias no aumenten significativamente.

Los resultados analíticos de 2010 (v. tabla 6 y anexo I) muestran que prácticamente no se han detectado contaminantes orgánicos en los sedimentos; únicamente se han detectado PAHs y Fluoranteno, que se comentan más adelante.

En la tabla 10 se muestran los contaminantes orgánicos que se han encontrado en los análisis de la matriz sedimento en la campaña del año 2010.

Tabla 10. Contaminantes orgánicos encontrados en los análisis de la matriz **sedimento**

Sustancias Prioritarias y otros contaminantes	Estación	Fecha	Concentración
<i>p,p'</i> -DDE	SP-5.2 Cinca en Monzón (pto. Sec.)	17/08/10	77 µg/Kg
<i>p,p'</i> DDD + <i>o,p'</i> DDT	SP-9 Ebro en Tortosa	16/08/10	30 µg/Kg

▪ Mercurio y Cadmio

Estas sustancias son los dos metales que forman parte de las sustancias peligrosas Prioritarias. Por eso, en la figura 1 se representan sus resultados en las estaciones SP1 - SP9 (en orden hidrológico).

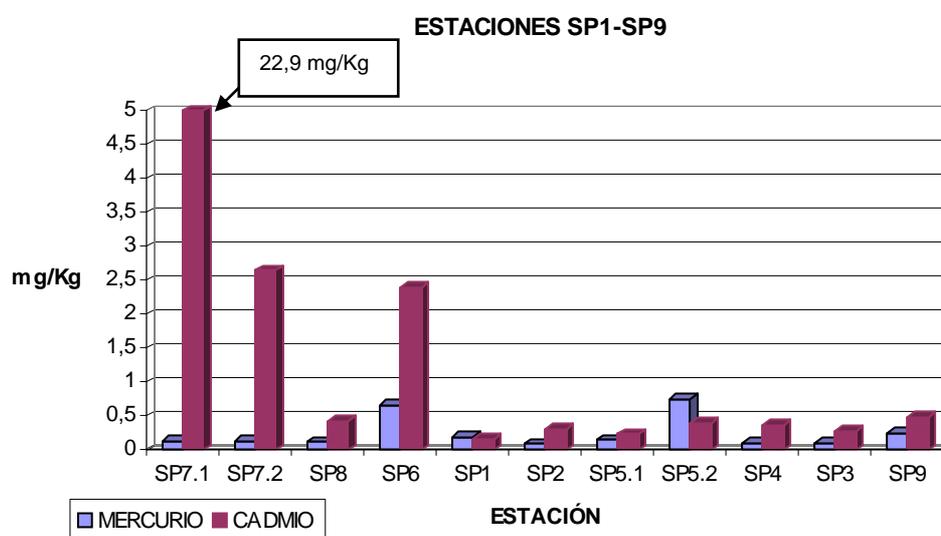


Figura 1. Concentraciones de **mercurio** y de **cadmio** en los **sedimentos** de las estaciones SP-1 a SP-9

Los valores máximos de mercurio se alcanzan en las estaciones SP-5.2 Cinca/Monzón (punto secundario), 0,762 mg/Kg, y SP-6 Arga/Puente la Reina, 0,67 mg/Kg. El resto de las estaciones no superan el valor de 0,3 mg/Kg.

Con respecto a la concentración de cadmio, es importante destacar el elevado valor que se alcanza en la estación SP-7.1 Ebro/Miranda, en el punto principal (22,9 mg/Kg). También son destacables los valores de la SP-7.2 Ebro/Miranda, punto secundario (2,65 mg/Kg) y de la estación SP-6 Arga/Puente la Reina (2,39 mg/Kg).

En el resto de puntos de control la concentración es inferior a 0,5 mg/Kg.

▪ Cobre y Cromo

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

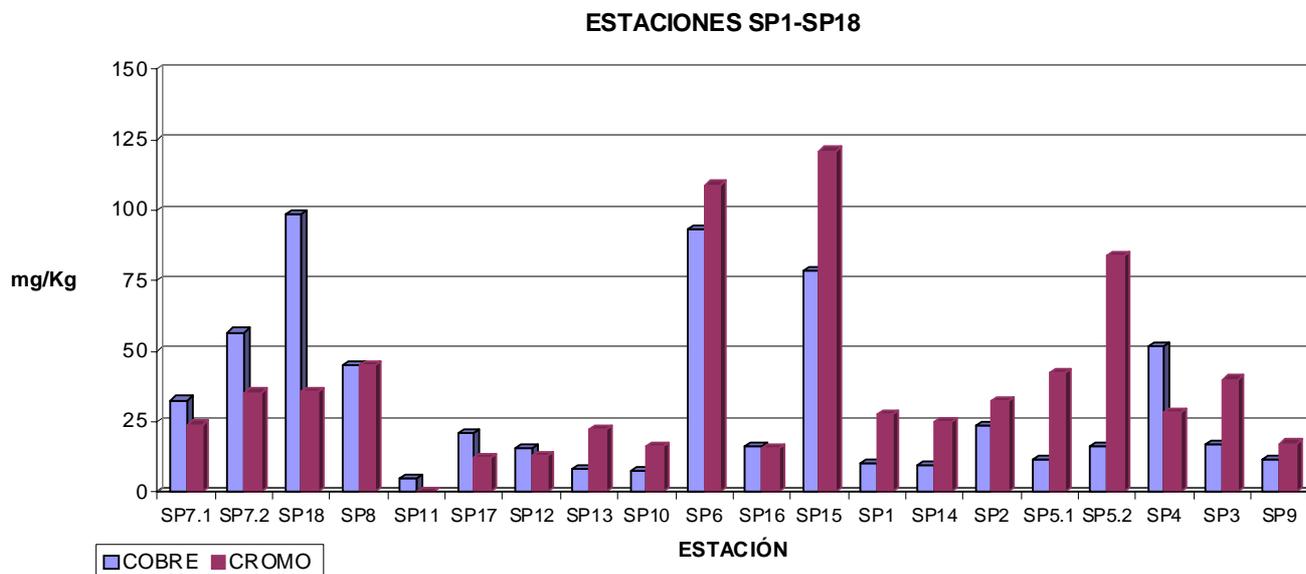


Figura 2. Concentración de **cromo** y de **cobre** en los **sedimentos** de las estaciones de la red de control de sustancias peligrosas.

Las estaciones donde se alcanzan los niveles máximos de cobre son: SP-18 Zadorra/Salvatierra (98,4 mg/Kg), SP-6 Arga/Puente la Reina (93,3 mg/Kg), SP-15 Huerva/Zaragoza-Fte. La Junquera (78,4 mg/Kg), SP-7 Ebro/Miranda (punto secundario, 56,7 mg/Kg), SP-4 Segre/Torres de Segre (51,8 mg/Kg) y SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes (45,1 mg/kg).

En 11 estaciones no se superan los 20 mg/Kg.

Las estaciones que presentan las concentraciones más altas de cromo son SP-15 Huerva/Fuente de la Junquera (121 mg/Kg), SP-6 Arga/Puente la Reina (109 mg/Kg), SP-5.2 Cinca/Monzón (pto secundario, 84 mg/Kg) SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes (44,9 mg/Kg), SP-5.1 Cinca/Monzón (pto principal, 42,3 mg/Kg) y SP-3 Ebro/Ascó (40 mg/Kg).

En 6 estaciones no se superan los 20 mg/Kg.

▪ Níquel y Plomo

En la figura 3 se representa la concentración de níquel y plomo en las estaciones de la RCSP (en orden hidrológico).

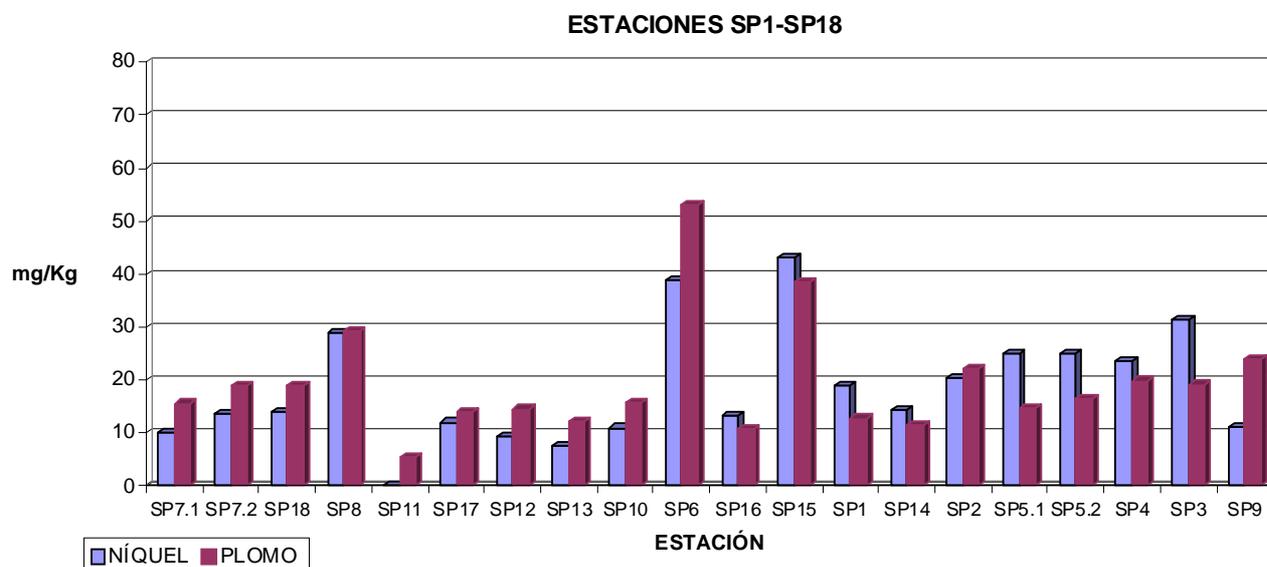


Figura 3. Concentración de **níquel** y de **plomo** en los **sedimentos** de las estaciones de la Red de Control de Sustancias Peligrosas.

La máxima concentración de níquel se alcanza en la estación SP-15 Huerva/Zaragoza-Fte. La Junquera, 43 mg/Kg. También se han de destacar los valores alcanzados en las estaciones SP-6 Arga/Puente la Reina (38,9 mg/Kg) y SP-3 Ebro/Ascó (31,4 mg/kg).

En 12 estaciones no se superan los 20 mg/Kg.

Con respecto a la concentración de plomo, las estaciones donde se alcanzan los niveles más elevados son: SP-6 Arga/Puente la Reina (53,1 mg/Kg), SP-15 Huerva/Zaragoza-Fuente de la Junquera (38,5 mg/Kg) y SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes (29,2 mg/Kg).

En 15 estaciones no se superan los 20 mg/Kg.

▪ Suma de Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (PAHs) y Fluoranteno

En la figura 4 se representa las concentraciones de la suma de PAHs (benzo(a)pireno + benzo(b)fluoranteno + benzo(k)fluoranteno + benzo(g,h,i)perileno + indeno(1,2,3-cd)pireno) y del fluoranteno en el año 2010 en las estaciones de la RCSP.

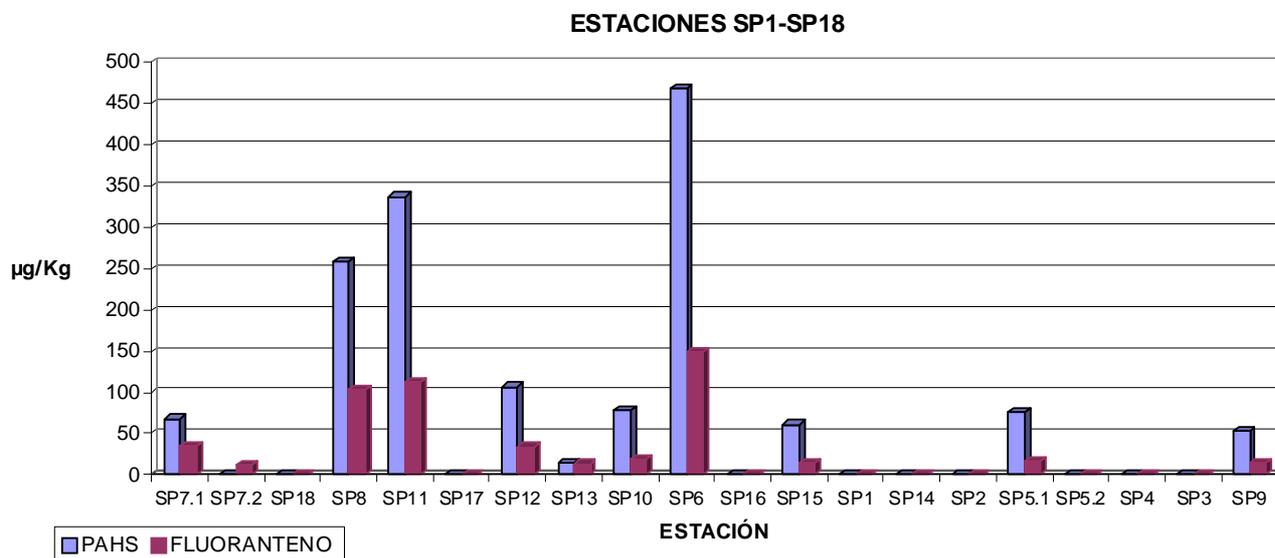


Figura 4. Concentración de **PAHs** y de **fluoranteno** en los **sedimentos** de las estaciones de la Red de Control de Sustancias Peligosas.

La estación con una mayor concentración de PAHs y de fluoranteno es la SP-6 Arga/Puente La Reina con 468 µg/Kg y 149 µg/Kg respectivamente. También son destacables las concentraciones encontradas en la SP-11 Ebro/Conchas de Haro (PAHs, 337 µg/Kg; fluoranteno, 112 µg/Kg) y en la SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes (259 µg/Kg y 104 µg/Kg). En el resto de las estaciones, los niveles de estas sustancias no superan los 100 µg/Kg; incluso en la mayoría de ellas, la concentración se encuentra por debajo del límite de cuantificación (10 µg/kg en parámetros individuales).

▪ Zinc

En la figura 5 se representa la concentración de zinc en las estaciones de la RCSP.

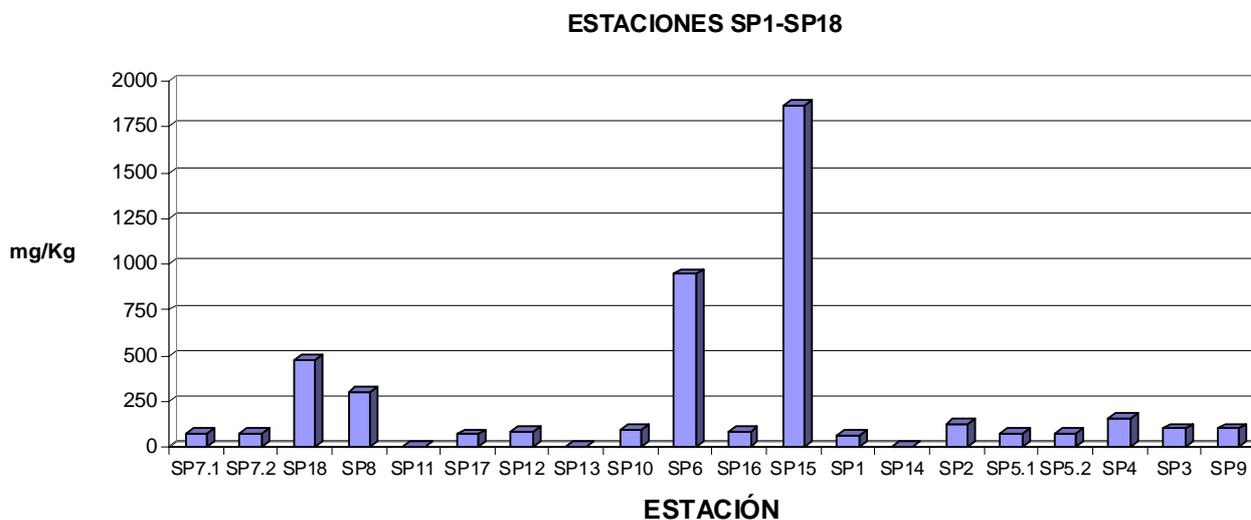


Figura 5. Concentración de **zinc** en los **sedimentos** de las estaciones de la Red de Control de Sustancias Peligrosas.

Las estaciones donde se encuentran las concentraciones de zinc más elevadas son: SP-15 Huerva/Zaragoza-Fuente de la Junquera (1.870 mg/Kg), SP-6 Arga/Puente la Reina (945 mg/Kg), SP-18 Zadorra/Salvatierra (480 mg/kg) y SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes (305 mg/Kg).

En el resto de las estaciones no se superan los 200 mg/Kg y en tres estaciones la concentración se encuentra por debajo del LC (60 mg/Kg).

7.3 Biota

El Real Decreto 60/2011 establece normas de calidad ambiental en biota para mercurio, hexaclorobenceno y hexaclorobutadieno.

En la tabla 11 se indican los incumplimientos de la NCA durante el año 2010.

Tabla 11. Sustancias *Prioritarias* que incumplen las NCA en la matriz *biota*

Sustancias Prioritarias	Estación	Especie	Fecha	Concentración (µg/Kg)	NCA (µg/Kg)
HEXACLOROBENCENO ⁽¹⁾	SP-3 Ebro / Ascó	Alburno	16/08/10	57	10
	SP-3 Ebro / Ascó	Carpa	16/08/10	260	
MERCURIO ⁽¹⁾	SP-7 Ebro / Miranda	Carpa	21/08/10	41	20
		Barbo	21/08/10	45	
	SP-8 Zadorra / Vitoria-Trespuentes	Tenca	26/08/10	32	
		Barbo	26/08/10	89	
	SP-6 Arga / Puente La Reina	Carpa	23/08/10	105	
		Barbo	23/08/10	108	
	SP-1 Gállego / Jabarrella	Madrilla	18/08/10	322	
		Barbo	18/08/10	1.120	
	SP-2 Ebro / Presa Pina	Alburno	20/08/10	55	
	SP-5 Cinca / Monzón	Bagre	17/08/10	205	
		Barbo	17/08/10	423	
	SP-4 Segre / Torres de Segre	Alburno	17/08/10	45	
		Carpa	17/08/10	92	
	SP-3 Ebro / Ascó	Alburno	16/08/10	109	
Carpa		16/08/10	454		
SP-9 Ebro / Tortosa	Carpín	25/08/10	57		
	Rutilo	16/08/10	71		

(1) Sustancias pertenecientes a la Lista de Sustancias Peligrosas Prioritarias

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

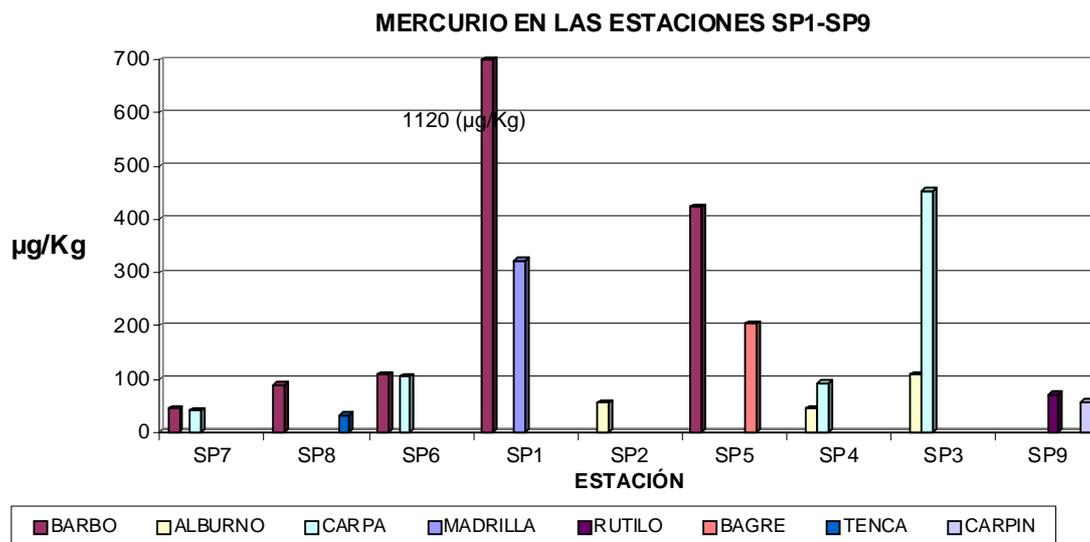


Figura 6. Concentración de **mercurio** en los **peces** de las estaciones SP-1 a SP-9

La máxima concentración de mercurio se encuentra en los barbos (1.120 µg/Kg) y madrillas (322 µg/Kg) de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella, en las carpas (454 µg/Kg) de la estación SP-3 Ebro/Ascó y en los barbos (423 µg/Kg) de la estación SP-5 Cinca/Monzón. Esas tres estaciones están situadas debajo de industrias que vierten o han vertido mercurio en sus aguas residuales.

Los 17 resultados disponibles de 2010 incumplen la NCA del mercurio en biota (20 µg/Kg). Sin embargo, hay que tener en cuenta que, aparte de las tres estaciones citadas en el párrafo anterior, sólo en la SP-6 Arga/Echauri se han obtenido concentraciones superiores a los 100 µg/Kg.

En el resto de las estaciones las concentraciones no se alejan significativamente de la NCA.

Por otro lado, el R.D. 60/2011 indica la obligación de analizar la tendencia a largo plazo de las sustancias peligrosas –que no es objeto de este informe–, así como la de tomar medidas destinadas a garantizar que las concentraciones de esas sustancias no aumenten significativamente.

En la tabla 12 se muestra las sustancias que se han encontrado en concentraciones elevadas en los análisis de biota en la campaña del 2010.

Tabla 12. Sustancias **Prioritarias y otros contaminantes** y sustancias **Preferentes** con una concentración significativa en la matriz **biota**

Sustancias Prioritarias y otros contaminantes	Estación	Especie	Fecha	Concentración (µg/Kg)
CADMIO	SP-3 Ebro / Ascó	Carpa	16/08/10	69
DDT TOTAL	SP-3 Ebro / Ascó	Alburno	16/08/10	71
		Carpa	16/08/10	1.527
	SP-5 Cinca / Monzón	Barbo	17/08/10	39
	SP-9 Ebro / Tortosa	Rutilo	16/08/10	31
HEXACLOROBUTADIENO	SP-3 Ebro / Ascó	Alburno	16/08/10	21
Sustancias Preferentes	Estación	Especie	Fecha	Concentración (mg/Kg)
ARSÉNICO	SP-1 Gállego / Jabarrella	Madrilla	18/08/10	0,51
CROMO TOTAL	SP-1 Gállego / Jabarrella	Madrilla	18/08/10	1,49
	SP-3 Ebro / Ascó	Carpa	16/08/10	2,82
	SP-4 Segre / Torres de Segre	Carpa	17/08/10	1,43
	SP-7 Ebro / Miranda	Barbo	21/08/10	0,87
	SP-12 Ebro / Logroño (Varea)	Barbo	21/08/10	1,27
	SP-16 Jalón / Grisén	Madrilla	18/08/10	0,94
	SP-17 Najerilla / Nájera (aguas abajo)	Barbo	22/08/10	1,57
ZINC	SP-7 Ebro / Miranda	Carpa	21/08/10	51
	SP- 17 Najerilla / Nájera (aguas abajo)	Piscardo	22/08/10	52
	SP-10 Araquil / Alasua-Urdiaín	Bermejuela	24/08/10	53
	SP-6 Arga / Puente La Reina	Carpa	23/08/10	48
	SP-12 Ebro / Logroño (Varea)	Alburno	21/08/10	42
	SP-1 Gállego / Jabarrella	Madrilla	18/08/10	49
	SP-2 Ebro / Presa Pina	Alburno	20/08/10	42
	SP-5 Ebro / Monzón	Bagre	17/08/10	50
SP-4 Segre / Torres de Segre	Carpa	17/08/10	51	

8. CONCLUSIONES

Tras realizar un estudio de los resultados obtenidos en la Red de Control de Sustancias Peligrosas en la campaña del año 2010, se concluye lo siguiente:

En la matriz **agua**:

- Se han realizado durante el año un total de 6.683 determinaciones analíticas, sobre 49 sustancias, en las 18 estaciones de la RCSP. Únicamente en 953 determinaciones (14,3%) se ha superado el límite de cuantificación (LC) del analizador, en 12 sustancias; el resto de sustancias (37) no se ha detectado (<LC) en ningún análisis.
- **Todas las sustancias Peligrosas Prioritarias** cumplen con las normas de calidad expresadas tanto como media anual (NCA-MA) como concentración máxima admisible (NCA-CMA) fijadas en el R.D. 60/2011, **salvo el nonilfenol** en las estaciones SP-4 Segre/Torres de Segre y SP-15 Huerva/Zaragoza-Fte Junquera. Además, en la SP-4 el **nonilfenol** también ha superado la concentración máxima admisible.
- **Todas las sustancias Prioritarias y otros contaminantes cumplen** con las normas de calidad expresadas tanto como media anual (NCA-MA) como concentración máxima admisible (NCA-CMA), a excepción del **níquel** en la SP-15 Huerva/Zaragoza-Fte Junquera, cuya concentración media supera la NCA-MA.
- **Todas las sustancias Preferentes cumplen** las normas de calidad ambiental fijadas por el RD 60/2011, salvo el **selenio** en las estación SP-15 Huerva/Zaragoza-Fte Junquera.

En la matriz **sedimento**:

- Las sustancias peligrosas que se han detectado en concentraciones elevadas son: **cadmio, níquel, cromo, zinc, plomo y cobre**.
- Se han detectado **DDTs** en la estaciones de control SP-5.2 Cinca/Monzón y SP-9 Ebro/Tortosa.
- Las estaciones de control que presentan una mayor contaminación por **metales** son la SP-6 Arga/Puerta la Reina, SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes, SP-15 Huerva/ Zaragoza-Fte. Junquera y SP-18 Zadorra/Salvatierra.
- La concentración de **PAHs** (suma de benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(g,h,i)perileno, benzo(k)fluoranteno e indeno 1,2,3-cd pireno) es muy elevada en la estación SP-6 Arga/Puente La Reina; en menor medida, en SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes y SP-11 Ebro/Conchas de Haro.
- No se han detectado **HCHs, hexaclorobenceno, hexaclorobutadieno, drines, naftaleno, pentaclorobenceno ni triclorobencenos** en ninguna estación de la red en que se han analizado (límite cuantificación, 10 µg/Kg).

En la matriz **biota**:

- Se ha detectado un incumplimiento de la NCA fijada para el **hexaclorobenceno**, en la estación **SP-3 Ebro/Ascó**, en las dos especies analizadas.
- En el **mercurio**, se han detectado incumplimientos de la NCA en los siguientes puntos de control: SP-1 Gállego/Jabarrella, SP-2 Ebro/Presa Pina, SP-3 Ebro/Ascó, SP-4 Segre/Torres de Segre, SP-5 Cinca/Monzón, SP-6 Arga/Puente La Reina, SP-7 Ebro/Miranda, SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes y SP-9 Ebro/Tortosa.
- Especialmente significativos son los resultados de las estaciones SP-1 Gállego/ Jabarrella, SP-5 Cinca/Monzón y SP-3 Ebro/Ascó, respecto a los resultados de las demás estaciones.
- El **Hexaclorobutadieno** se ha detectado en la estación SP-3 Ebro/Ascó, en las dos especies analizadas, pero no se supera la NCA establecida.
- Se ha detectado **DDTs** en carpas en la estación **SP-3 Ebro/Ascó** y en menor concentración, en barbos (SP-5 Cinca/Monzón) y en rutilos (SP-9 Ebro/Tortosa).
- Asimismo, el **cadmio** se ha detectado en carpas, en la estación SP-3 Ebro/Ascó.
- Apenas se han detectado contaminantes orgánicos en la biota: todos los análisis de **HCH, Drines, Pentaclorobenceno y Triclorobencenos** han sido inferiores al límite de cuantificación del analizador (10 µg/Kg).
- La presencia de metales, en cambio, es mayor, aunque de forma desigual respecto a cada parámetro: en ninguna estación se detecta **cadmio** (salvo una estación), **plomo, níquel** ni **cobre** (excepto una), mientras que el **mercurio**, el **romo**, el **selenio** y el **zinc** se han detectado prácticamente en todos los puntos.

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

Tabla 1. Resultados obtenidos en el análisis de **sustancias Prioritarias y otros contaminantes** en la matriz **sedimento** (RD 60/2011, anexo I). SP-1 a SP-9

		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
Fecha		18/08/10	20/08/10	16/08/10	17/08/10	17/08/10	17/08/10	23/08/10	21/08/10	21/08/10	26/08/10	16/08/10
Fracción		<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm
Parámetro	Unid.											
HUMEDAD DE SATURACIÓN	%	38.3	61.3	42.6	65.0	49.6	44.5	74.3	57.0	62.8	84.4	42.0
CADMIO	mg/Kg	0.16	0.31	0.29	0.37	0.24	0.40	2.39	22.9	2.65	0.43	0.49
MERCURIO	mg/Kg	0.203	0.097	0.117	0.106	0.155	0.762	0.670	0.131	0.130	0.119	0.245
NÍQUEL	mg/Kg	18.9	20.4	31.4	23.6	24.9	25.1	38.9	10.1	13.6	28.8	11.1
PLOMO	mg/Kg	12.7	22.1	19.1	19.8	14.6	16.4	53.1	15.6	19.0	29.2	23.9
HEXAFLOROCICLOHEXANO	µg/kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p,p'-DDT	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
DDT TOTAL	µg/kg	0	0	0	0	0	77	0	0	0	0	30
ALDRIN	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
ENDRIN	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
DIELDRIN	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
ISODRIN	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
HEXAFLOROBENCENO	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
HEXAFLOROBUTADIENO	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
TRICLOROBENCENOS	µg/kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PENTAFLOROBENCENO	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
BENZO(a)PIRENO	µg/kg	<10	<10	<10	<10	16	<10	96	11	<10	53	13
BENZO(b)+BENZO(k)FLUORANTENO	µg/kg	<20	<20	<20	<20	32	<20	191	28	<20	123	22
BENZO(g,h,i)PERILENO+ INDENO(1,2,3,cd)PIRENO	µg/kg	0	0	0	0	29	0	181	29	0	83	18
FLUORANTENO	µg/kg	<10	<10	<10	<10	17	<10	149	36	12	104	14
NAFTALENO	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
ANTRACENO	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	14	<10	11	<10

Los resultados están expresados en peso seco

Tabla 2. Resultados obtenidos en el análisis de **sustancias Prioritarias y otros contaminantes** en la matriz **sedimento** (RD 60/2011, anexo I). SP-10 a SP-18

		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
Fecha de muestreo		24/08/10	22/08/10	21/08/10	23/08/10	18/08/10	21/08/10	18/08/10	22/08/10	24/08/10
Fracción		<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm
Parámetro	Unid.									
HUMEDAD DE SATURACIÓN	%	37.6	33.9	51.1	48.1	31.2	59.7	63.7	51.5	98.1
NÍQUEL	mg/Kg	11.0	<4.0	9.3	7.5	14.2	43.0	13.4	12.0	13.9
PLOMO	mg/Kg	15.8	5.3	14.5	12.1	11.6	38.5	10.9	14.0	18.9
PENTACLOROBENCENO	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
BENZO(a)PIRENO	µg/kg	15	70	25	<10	<10	11	<10	<10	<10
BENZO(b+BENZO(k))FLUORANTENO	µg/kg	27	147	42	<20	<20	24	<20	<20	<20
BENZO(g,h,i)PERILENO+ INDENO (1,2,3,c d) PIRENO	µg/kg	36	120	40	15	0	26	0	0	0
FLUORANTENO	µg/kg	18	112	34	13	<10	14	<10	<10	<10
NAFTALENO	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
ANTRACENO	µg/kg	<10	13	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Los resultados están expresados en peso seco										

Tabla 3. Resultados obtenidos en el análisis de **sustancias Preferentes** en la matriz **sedimento** (RD 60/2011, anexo II). SP-1 a SP-9

		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
						Pto. 1	Pto. 2		Pto. 1	Pto. 2		
Fecha		18/08/10	20/08/10	16/08/10	17/08/10	17/08/10	17/08/10	23/08/10	21/08/10	21/08/10	26/08/10	16/08/10
Fracción		<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm
Parámetro	Unid.											
ARSÉNICO	mg/Kg	6.75	7.57	10.2	8.07	6.56	9.53	5.64	5.70	9.20	4.58	3.11
COBRE	mg/Kg	10.1	23.4	17.1	51.8	11.8	16.0	93.3	32.7	56.7	45.1	11.4
CROMO	mg/Kg	27.7	32.1	40.0	28.2	42.3	84.0	109	23.9	35.3	44.9	17.2
SELENIO	mg/Kg	0.97	1.38	1.20	2.40	1.10	1.17	2.48	2.09	1.57	1.87	1.06
ZINC	mg/Kg	66	129	102	160	72	78	945	76	79	305	102
Los resultados están expresados en peso seco												

Tabla 4. Resultados obtenidos en el análisis de **sustancias Preferentes** en la matriz **sedimento** (RD 60/2011, anexo II). SP-10 a SP-18

		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
Fecha		24/08/10	22/08/10	21/08/10	23/08/10	18/08/10	21/08/10	18/08/10	22/08/10	24/08/10
Fracción		<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm
Parámetro	Unid.									
ARSÉNICO	mg/Kg	4.47	1.59	3.80	4.47	6.42	7.78	4.82	4.35	2.70
COBRE	mg/Kg	7.6	4.9	15.6	8.0	9.5	78.4	16.1	20.9	98.4
CROMO	mg/Kg	16.4	<10.0	13.1	22.3	24.8	121	15.4	12.4	35.5
SELENIO	mg/Kg	0.87	0.45	0.85	1.09	1.05	2.65	1.39	0.80	2.68
ZINC	mg/Kg	93	<60	82	<60	<60	1870	84	70	480
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 Prioritarias y otros contaminantes** y de **sustancias Preferentes** 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	
		Madrilla	Barbo G.	Alburno	Alburno	Carpa	Alburno	Carpa	Bagre	Barbo G.	Carpa	Barbo	Carpa	Barbo
Fecha		18/08/2010		20/08/2010	16/08/2010		17/08/2010		17/08/2010		23/08/2010		21/08/2010	
Parámetro	Unid.													
SUSTANCIAS PRIORITARIAS Y OTROS CONTAMINANTES														
CADMIO	mg/Kg	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	0.069	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
MERCURIO	mg/Kg	0.322	1.12	0.055	0.109	0.454	0.045	0.092	0.205	0.423	0.105	0.108	0.041	0.045
NÍQUEL	mg/Kg	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
PLOMO	mg/Kg	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40
HEXACLOROCICLOHEXANO	µg/Kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p,p'-DDT	µg/Kg	<10	<10	<10	<10	58	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
DDT TOTAL	µg/Kg	0	0	0	71	1527	0	13	0	39	0	0	0	0
ALDRIN	µg/Kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
ENDRIN	µg/Kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
DIELDRIN	µg/Kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
ISODRIN	µg/Kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
HEXACLOROBENCENO	µg/Kg	<10	<10	<10	57	260	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
HEXACLOROBUTADIENO	µg/Kg	<10	<10	<10	21	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
TRICLOROBENCENOS	µg/Kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PENTACLOROBENCENO	µg/Kg	<10	<10	<10	<10	13	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
SUSTANCIAS PREFERENTES														
ARSÉNICO	mg/Kg	0.51	<0.20	<0.20	0.31	0.25	<0.20	<0.20	<0.20	0.21	<0.20	<0.20	<0.20	0.26
COBRE	mg/Kg	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
CROMO	mg/Kg	1.49	0.41	<0.40	<0.40	2.82	<0.40	1.43	0.43	<0.40	<0.40	<0.40	0.62	0.87
SELENIO	mg/Kg	0.62	0.50	0.84	0.60	0.45	1.66	0.51	0.54	0.70	0.38	0.43	0.39	0.40
ZINC	mg/Kg	49	<30	42	36	39	34	51	50	<30	48	33	51	32
Los resultados están expresados en peso húmedo														

Tabla 1 (cont.). Resultados obtenidos en el análisis de **sustancias Prioritarias y otros contaminantes** y de **sustancias Preferentes** en la matriz **biota**.

		SP-8 Vitoria		SP-9 Tortosa		SP-10 Alsasua		SP-11 C. Haro		SP-12 Logroño		SP-13 Arinzano	
		Tenca	Barbo	Carpín	Rutilo	Bermeju ela	Madrilla	Madrilla	Barbo	Alburno	Barbo	Madrilla	Barbo G.
Fecha		26/08/2010		25/08/2010	16/08/2010	24/08/2010		22/08/2010		21/08/2010		23/08/2010	
Parámetro	Unid.												
SUSTANCIAS PRIORITARIAS Y OTROS CONTAMINANTES													
CADMIO	mg/Kg	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040								
MERCURIO	mg/Kg	0.032	0.089	0.057	0.071								
NÍQUEL	mg/Kg	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
PLOMO	mg/Kg	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40
HEXACLOROCICLOHEXANO	µg/Kg	0	0	0	0								
p,p'-DDT	µg/Kg	<10	<10	<10	<10								
DDT TOTAL	µg/Kg	0	0	11	31								
ALDRIN	µg/Kg	<10	<10	<10	<10								
ENDRIN	µg/Kg	<10	<10	<10	<10								
DIELDRIN	µg/Kg	<10	<10	<10	<10								
ISODRIN	µg/Kg	<10	<10	<10	<10								
HEXACLOROBENCENO	µg/Kg	<10	<10	<10	<10								
HEXACLOROBUTADIENO	µg/Kg	<10	<10	<10	<10								
TRICLOROBENCENOS	µg/Kg	0	0	0	0								
PENTACLOROBENCENO	µg/Kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
SUSTANCIAS PREFERENTES													
ARSÉNICO	mg/Kg	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	0.21	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
COBRE	mg/Kg	2.1	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
CROMO	mg/Kg	<0.40	0.47	0.43	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	0.41	<0.40	1.27	0.46	<0.40
SELENIO	mg/Kg	0.71	0.69	0.48	0.59	0.54	0.56	0.58	<0.20	0.77	<0.20	0.98	0.34
ZINC	mg/Kg	<30	<30	38	31	53	<30	<30	<30	42	34	<30	<30
Los resultados están expresados en peso húmedo													

Tabla 1 (cont.). Resultados obtenidos en el análisis de sustancias Prioritarias y otros contaminantes y de sustancias Preferentes en la matriz biota.

		SP-14 Villanueva		SP-16 Grisén		SP-17 Nájera		SP-18 Salvatierra	
		Alburno	Barbo	Madrilla	Barbo	Piscardo	Barbo	Tenca	Pez sol
Fecha		18/08/2010		18/08/2010	25/08/2010	22/08/2010		24/08/2010	
Parámetro	Unid.								
SUSTANCIAS PRIORITARIAS Y OTROS CONTAMINANTES									
NÍQUEL	mg/Kg	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
PLOMO	mg/Kg	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40
PENTACLOBENCENO	µg/Kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
SUSTANCIAS PREFERENTES									
ARSÉNICO	mg/Kg	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
COBRE	mg/Kg	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
CROMO	mg/Kg	<0.40	<0.40	0.94	<0.40	<0.40	1.57	<0.40	<0.40
SELENIO	mg/Kg	2.42	0.34	0.83	0.53	0.56	0.31	0.69	0.99
ZINC	mg/Kg	38	37	32	37	52	30	<30	30
Los resultados están expresados en peso húmedo									

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

MÚSCULO		SP-1 Jabarrella		SP-5 Monzón	
		Madrilla	Barbo	Bagre	Barbo
Fecha captura		18/08/2010		17/08/2010	
Parámetro	Unid.	Madrilla	Barbo	Bagre	Barbo
MERCURIO	mg/Kg	0,466	1,70	0,919	0,252

ANEXO III: Evolución de la concentración de mercurio, de hexaclorobenceno, de pentaclorobenceno, de DDTs, de hexaclorociclohexano y de metales 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, DE HEXACLOROCICLOHEXANO Y DE METALES EN LOS SEDIMENTOS Y EN LOS PECES DE LA ESTACIÓN SP-1 GÁLLEGO/JABARRELLA

III.I. SEDIMENTO

▪ Mercurio y cadmio

En la tabla 1 se detallan los resultados obtenidos en el periodo 1999-2010, que se representan gráficamente en la figura 1.

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

ANÁLISIS DE MERCURIO Y CADMIO EN SEDIMENTOS (mg/Kg)		
AÑO	Mercurio	Cadmio
1999	0,13	0,18
2000	0,18	0,2
2001	0,09	0,17
2002	ND	< 0,2
2003	0,27	< 0,1
2004	0,60	0,3
2005	0,28	0,27
2006	0,50	0,16
2007	0,40	0,19
2008	0,554	0,14
2009	0,359	0,14
2010	0,203	0,16
Media⁽¹⁾ 1999-2010	0,29	0,17

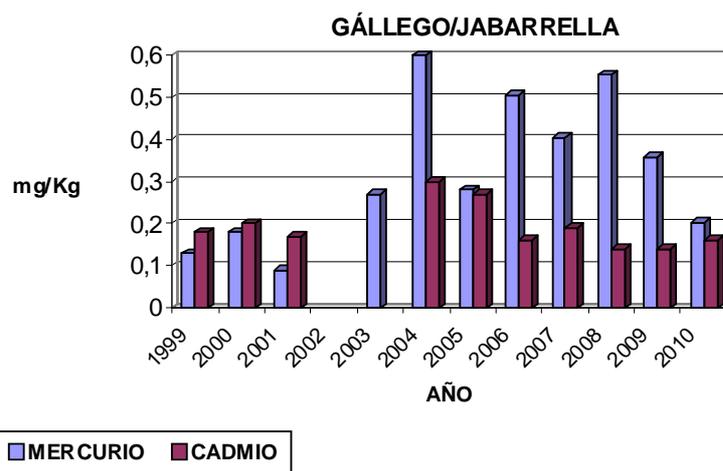


Figura 1. Evolución temporal de la concentración de **mercurio** y **cadmio** en los **sedimentos** de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella

⁽¹⁾ La media del periodo se calcula sumando los valores de cada año y dividiendo por el número de años. Se asigna el valor 0 a las muestras no detectadas (ND) y a las que su valor está por debajo del límite de detección. Para aquellos valores por debajo del límite de cuantificación (LC), se asigna la mitad del LC del método.

La concentración de mercurio en sedimento, cuya tendencia creciente se venía observando desde 2003, en el año 2010 ha registrado el valor más bajo de los últimos años. El máximo valor se obtuvo en el año 2004, y la concentración en 2010 ha sido casi la tercera parte de ese valor máximo.

En cuanto al cadmio, el resultado de 2010 es similar al de los últimos años y al del valor medio del periodo.

▪ 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 ($\mu\text{g/Kg}$)		
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
2008	<10	<10
2009	<10	<10
2010	<10	<10
Media ⁽¹⁾ 1999-2010	--	--

Desde 2008, el límite de cuantificación es de 10 $\mu\text{g/Kg}$.

Teniendo en cuenta que los resultados de los últimos años están por debajo del límite de cuantificación, no se representa la evolución temporal de estos compuestos.

En lo que respecta al hexaclorobenceno, tras los resultados de los años 2005 y 2006, han seguido cuatro años cuya concentración está por debajo del límite de cuantificación.

El pentaclorobenceno sólo se ha detectado en el año 2005, con una ligera concentración.

▪ 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 ($\mu\text{g}/\text{Kg}$)	
AÑO	GÁLLEGO EN JABARRELLA
1999	1,0
2000	<0,5
2001	<0,5
2002	5,74
2003	<1,0
2004	<1,0
2005	0
2006	0
2007	0
2008	0
2009	0
2010	0
Media ⁽²⁾ 1999-2010	0,69

Desde 2008, el límite de cuantificación de cada compuesto individual es de 10 $\mu\text{g}/\text{Kg}$.

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

▪ Hexaclorociclohexano

En la tabla 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 HCHs EN SEDIMENTOS ($\mu\text{g}/\text{Kg}$)	
AÑO	GÁLLEGO EN JABARRELLA
1999	<2
2000	4
2001	2
2002	ND
2003	6,8
2004	2,5
2005	0
2006	0
2007	0
2008	0
2009	0
2010	0
Media ⁽²⁾ 1999-2010	1,36

⁽²⁾ Desde el año 2005 la concentración de DDTs y HCHs se expresa como suma máxima y suma mínima. Los valores presentados en la tabla son la suma mínima. Para el cálculo de la concentración de un parámetro suma, los valores por debajo del LC se transforman en cero.

Desde 2008, el límite de cuantificación de cada compuesto individual es de 10 µg/Kg.

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

▪ **Cobre y Cromo**

En la tabla 5 se muestran los resultados obtenidos desde el año 1999 en las determinaciones analíticas de cobre y cromo.

Tabla 5. Resultados obtenidos en el análisis de **metales** (cobre y cromo) en los **sedimentos** de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella

ANÁLISIS DE COBRE Y CROMO EN SEDIMENTOS (mg/Kg)		
AÑO	Cobre	Cromo
1999	-	-
2000	9,82	10,6
2001	11,5	16,6
2002	10,67	59,86
2003	13	16
2004	16	30
2005	10	28
2006	11,6	34,0
2007	11,0	35,6
2008	8,4	25,4
2009	8	30,5
2010	10,1	27,7
Media ⁽¹⁾ 1999-2009	10,9	28,57

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

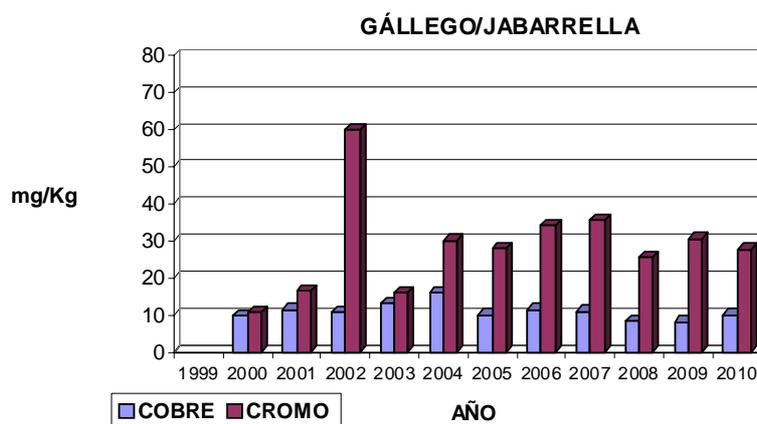


Figura 2. Evolución temporal de la concentración de **cobre** y **cromo** en los **sedimentos** de la estación SP-1 Gállego en Jabarrella.

El cobre prácticamente se mantiene constante durante el periodo 2000-2010, con un ligero aumento en 2010.

En cuanto al cromo, el resultado de 2010 se mantiene en la media de estos últimos años.

▪ Zinc y Arsénico

En la tabla 6 se muestran los resultados obtenidos desde el año 1999 en las determinaciones analíticas de zinc y arsénico.

Tabla 6. Resultados obtenidos en el análisis de **metales** (zinc y arsénico) en los **sedimentos** de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella

ANÁLISIS DE ZINC Y ARSÉNICO EN SEDIMENTOS (mg/Kg)		
AÑO	Zinc	Arsénico
1999	-	-
2000	58,9	4,4
2001	57,7	1,8
2002	63,75	6,71
2003	82	< 10
2004	75	4
2005	96,4	4
2006	73,4	6,69
2007	79,3	6,99
2008	<60	2,10
2009	69	5,71
2010	66	6,75
Media ⁽¹⁾ 1999-2010	68,31	4,92

En la figura 3 se representa la evolución temporal de la concentración de zinc y arsénico encontradas en la matriz sedimento.

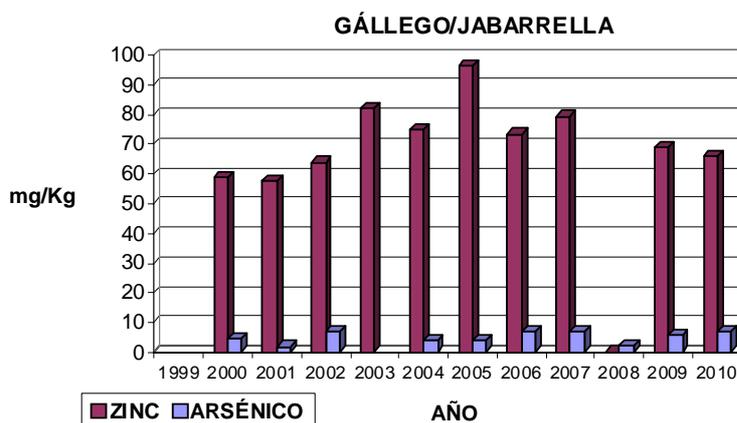


Figura 3. Evolución temporal de la concentración de **zinc y arsénico** en los **sedimentos** de la estación SP-1 Gállego en Jabarrella.

El resultado de zinc de 2010 se mantiene dentro de los valores de la media y es similar al de años anteriores, a excepción del resultado de 2008 (< 60 mg/Kg).

El arsénico ha aumentado la concentración en 2010 respecto a los dos años anteriores, y está en el orden de los máximos valores encontrados (superiores a 6,60 mg/Kg).

III.II. BIOTA

▪ Mercurio

En la tabla 7 se detallan los resultados obtenidos desde el año 1999 en los análisis de mercurio en la matriz biota:

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

ANÁLISIS DE MERCURIO EN PECES (mg/Kg)				
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
2008	1,88	0,727	2,69	0,707
2009	1,35	0,440	1,25	0,708
2010	1,12	0,322	1,70	0,466
Media ⁽¹⁾ 1999-2010	1,21	0,59	1,58	0,87

En las figuras 4 y 4 bis se muestra la evolución temporal de la concentración de mercurio en la matriz biota.

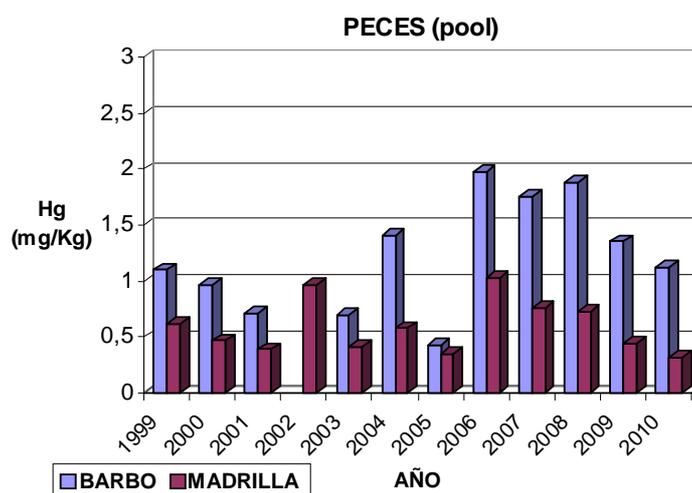


Figura 4. Evolución temporal de la concentración de **mercurio** en la matriz **biota (pool)** de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella

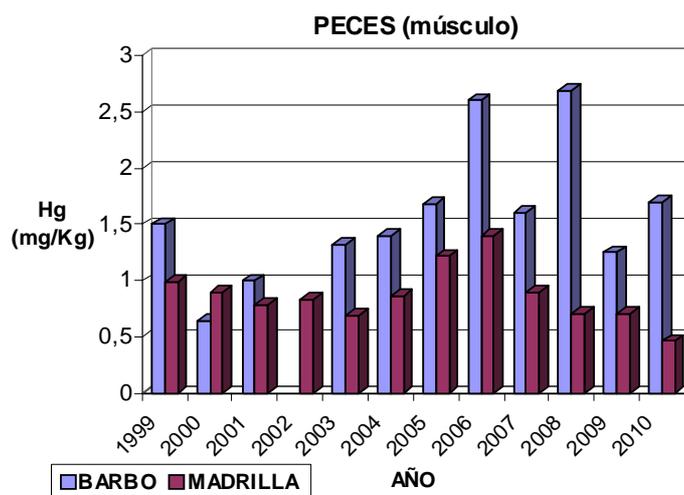


Figura 4 bis. Evolución temporal de la concentración de **mercurio** en la matriz **biota (músculo)** de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella

En cuanto a la concentración de mercurio en el pool (animal completo), en barbos la tendencia creciente observada a partir del 2003 ha disminuido en los años 2009 y 2010; este último valor es inferior al de la media. En madrillas, desde el máximo resultado de 2006 se aprecia una disminución progresiva de la concentración, siendo la del año 2010 inferior a las cuatro anteriores y también a la media del periodo.

La concentración de mercurio en el músculo, en los barbos, tiende a aumentar a partir del año 2000; también en 2010 el resultado sigue esa tendencia, estando dicha concentración por encima de la media del periodo. En madrillas, en cambio, la concentración de 2010 es la más baja de todo el periodo.

▪ **Cadmio**

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

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

ANÁLISIS DE CADMIO EN PECES (mg/kg)		
AÑO	Barbo	Madrilla
1999	ND	ND
2000	< 0,03	< 0,03
2001	0,03	< 0,03
2002	-	< 0,02
2003	< 0,1	< 0,1
2004	< 0,1	< 0,1
2005	< 0,2	< 0,2
2006	< 0,25	< 0,25
2007	< 0,2	< 0,2
2008	< 0,04	< 0,04
2009	< 0,04	< 0,04
2010	<0,04	<0,04
Media⁽¹⁾ 1999-2010	--	--

Prácticamente todos los valores de la concentración de cadmio en biota, tanto en barbo como en madrilla, están por debajo del límite de cuantificación, por lo que no se representa gráficamente.

▪ **Hexaclorobenceno y pentaclorobenceno**

En la tabla 9 se detallan los resultados obtenidos desde el año 1999 en los análisis de hexaclorobenceno y pentaclorobenceno.

Tabla 9. Resultados obtenidos en análisis de **hexaclorobenceno** y **pentaclorobenceno** en la matriz **biota** en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella

ANÁLISIS DE ORGANOCORADOS EN PECES ($\mu\text{g}/\text{kg}$)				
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
2008	<10	<10	<10	<10
2009	12	<10	<10	<10
2010	<10	<10	<10	<10
Media ⁽¹⁾ 1999-2010	--	--	--	--

Desde 2008, el límite de cuantificación es de 10 $\mu\text{g}/\text{Kg}$. No se han calculado las medias, debido a los distintos límites de cuantificación del periodo.

Teniendo en cuenta que casi todos los valores de estos cuatro últimos años están por debajo del límite de cuantificación, no se hace la representación gráfica.

▪ DDTs

En la tabla 10 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 10. Resultados obtenidos en el análisis de **DDTs** en la matriz **biota** en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella

ANÁLISIS DE DDTs EN PECES ($\mu\text{g}/\text{kg}$)		
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	3	3,0
2007	0	0
2008	0	0
2009	0	0
2010	0	0
Media ⁽²⁾ 1999-2010	33,74	5,93

Desde el año 2008, el límite de cuantificación de cada compuesto individual es de 10 $\mu\text{g}/\text{Kg}$.

Durante el periodo considerado, la concentración de DDTs, tanto en madrillas como en barbos, se mantiene en niveles bastante bajos, salvo el anómalo resultado del año 2004. En los cuatro últimos años la concentración está por debajo del límite de cuantificación.

▪ Hexaclorociclohexano

En la tabla 11 se detallan los resultados obtenidos desde el año 1999 en los análisis de hexaclorociclohexano.

Tabla 11. Resultados obtenidos en el análisis de **hexaclorociclohexano** en la matriz **biota** en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella

ANÁLISIS DE HCHs EN PECES (µg/kg)		
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	0	0
2007	0	-
2008	0	0
2009	0	0
2010	0	0
Media ⁽²⁾ 1999-2010	7,07	3,19

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

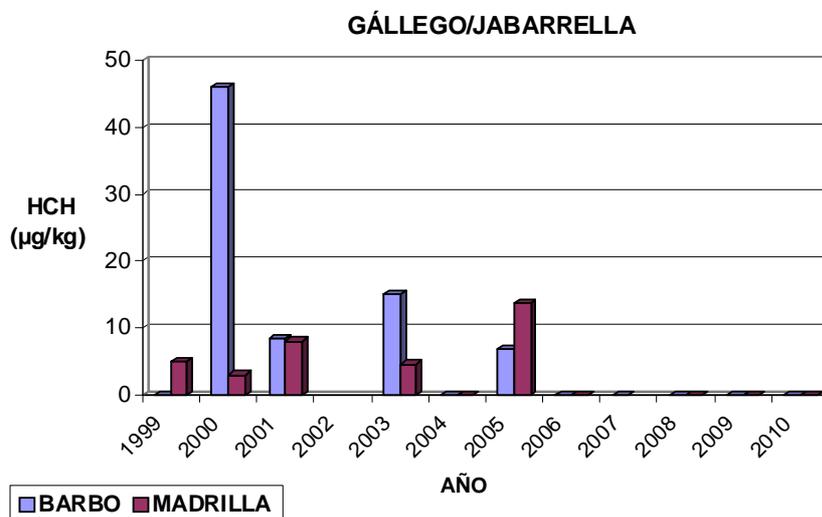


Figura 5. Evolución temporal de la concentración de **hexaclorociclohexano** en los **peces** de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

Desde 2008, el límite de cuantificación de cada compuesto individual es de 10 µg/Kg.

Después de las concentraciones de hexaclorociclohexano en barbo y madrilla encontradas en el año 2005, los resultados de los años 2006-2010 están por debajo del límite de cuantificación.

▪ Cobre y Cromo

En la tabla 12 se detallan los resultados obtenidos desde el año 1999 en los análisis de cobre y cromo.

Tabla 12. Resultados obtenidos en el análisis de **cobre y cromo** en la matriz **biota** en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella

ANÁLISIS DE COBRE Y CROMO EN PECES (mg/Kg)				
AÑO	Barbo		Madrilla	
	Cobre	Cromo	Cobre	Cromo
1999	-	-	-	-
2000	0,69	0,37	0,81	0,15
2001	0,62	0,09	0,93	0,07
2002	-	-	0,82	1,21
2003	1,22	<0,4	1,32	0,60
2004	1,64	0,8	3,47	3
2005	0,9	0,9	2,7	3,1
2006	2,4	1,8	2,8	1,4
2007	<1	0,5	<1	1,1
2008	<2	0,53	<2	0,59
2009	<2	0,45	<2	0,60
2010	<2	0,41	<2	1,49
Media ⁽¹⁾ 1999-2010	1,09	0,60	1,48	1,21

En las figuras 6 y 7 se representa la evolución temporal de la concentración de cobre y cromo encontrada en barbo y madrilla, respectivamente.

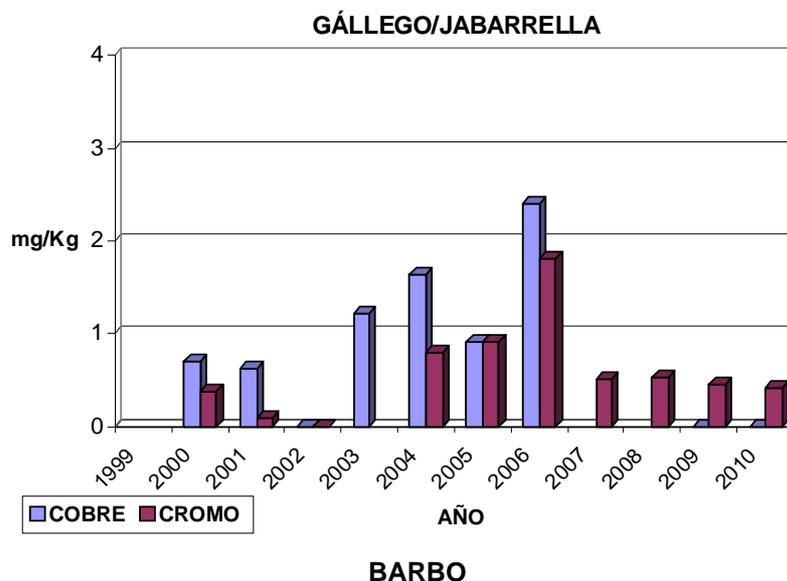


Figura 6. Evolución temporal de la concentración de **cobre y cromo** en barbo de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

En cuanto al cobre, se observa que durante el periodo 2000-2006 la concentración en barbo ha ido en aumento dentro de unos valores bajos. A partir de 2007 la concentración ha sido inferior al límite de cuantificación.

Con respecto al cromo, se observa el mismo aumento de concentración hasta el año 2006. Sin embargo, en los años posteriores se detecta una disminución del nivel de cromo en los barbos, tendencia que sigue en el año 2010.

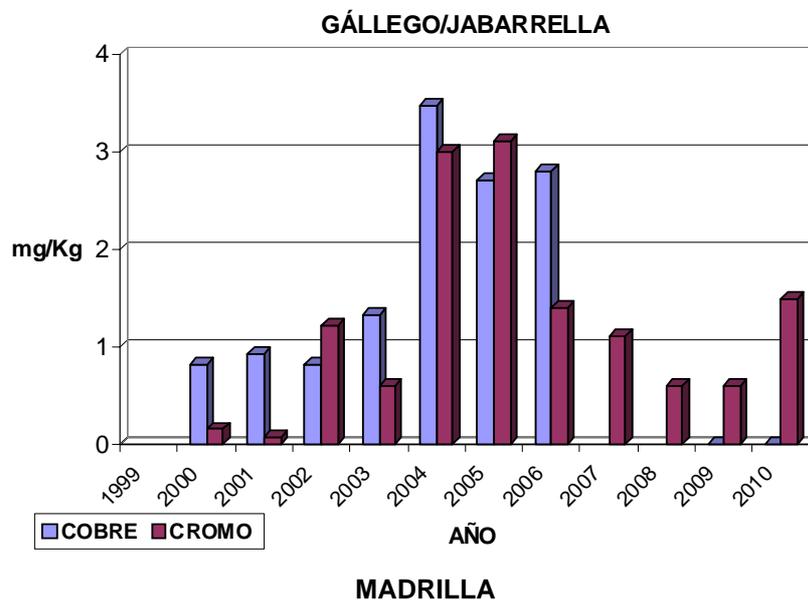


Figura 7. Evolución temporal de la concentración de **cobre** y **cromo** en madrilla de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

En madrilla, se observa que la concentración de cobre aumenta durante el periodo 2000-2006. A partir de 2007 la concentración ha sido inferior al límite de cuantificación.

Con respecto al cromo, se observa el mismo aumento de concentración hasta el 2005. A partir de 2006 se detecta una disminución del nivel de cromo; en 2010 el resultado ha sido más elevado, superior al valor medio.

▪ Zinc y Arsénico

En la tabla 13 se detallan los resultados obtenidos desde el año 1999 en los análisis de zinc y arsénico.

Tabla 13. Resultados obtenidos en el análisis de **zinc y arsénico** en la matriz **biota** en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella

ANÁLISIS DE ZINC Y ARSÉNICO EN PECES (mg/Kg)				
AÑO	Barbo		Madrilla	
	Zinc	Arsénico	Zinc	Arsénico
1999	-	-	-	-
2000	27,2	ND	32,5	ND
2001	30,1	ND	27,3	< 0,3
2002	-	-	32,38	0,36
2003	17	< 1	32	< 1
2004	24	< 0,03	35	0,5
2005	26,7	0,164	49,2	0,533
2006	26,4	0,106	37,9	0,47
2007	21,5	0,071	39,3	0,347
2008	<30	< 0,2	37	0,23
2009	30	< 0,2	37	0,2
2010	<30	<0,2	49	0,51
Media ⁽¹⁾ 1999-2010	23,29	0,115	37,14	0,333

En las figuras 8 y 9 se representa la evolución temporal de la concentración de zinc y arsénico, respectivamente, encontrada en los barbos y en las madrillas.

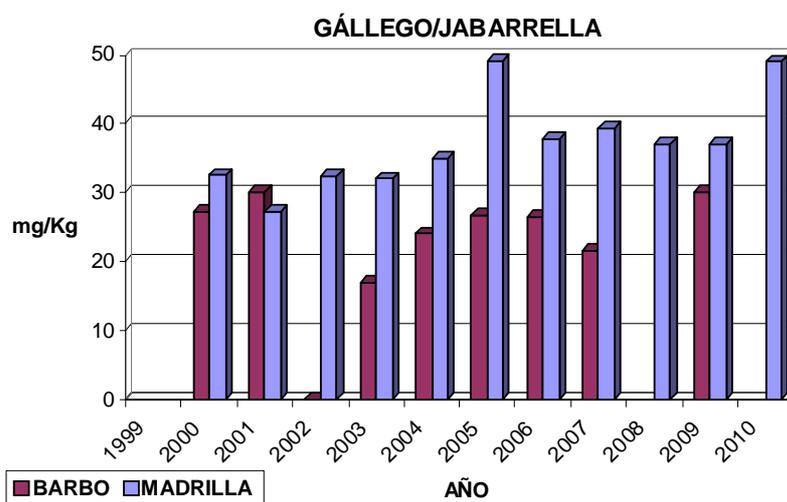


Figura 8. Evolución temporal de la concentración de **zinc** en barbo y madrilla de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

Desde 2008, el límite de cuantificación es de 30 mg/Kg.

Los valores de zinc en barbos no superan prácticamente los 30 mg/Kg en todo el período.

En madrilla los resultados son superiores, siendo el del año 2010 el segundo valor más alto de todo el período.

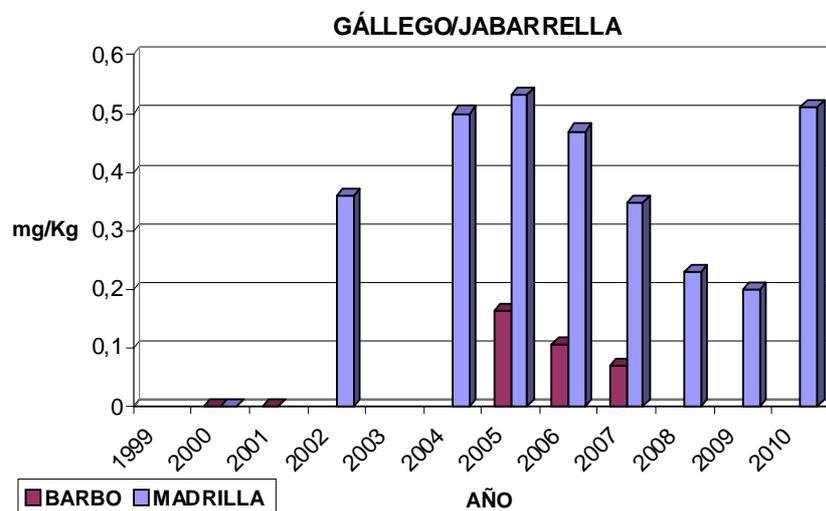


Figura 9. Evolución temporal de la concentración de **arsénico** en barbo y madrilla de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

Desde 2008 el límite de cuantificación es de 0,2 mg/Kg.

En barbo, todos los resultados son inferiores a ese valor de 0,2 mg/Kg.

La concentración de arsénico en madrilla ha ido disminuyendo desde el año 2005; no obstante, el resultado de 2010 ha sido el segundo valor más alto del periodo.

III.III. CONCLUSIONES

▪ *Sedimentos*

Desde hace al menos cuatro años no se están detectando compuestos organoclorados en los sedimentos.

El mercurio lleva dos años con una tendencia descendente, aunque la media del periodo es superior en más del 100% respecto de las concentraciones encontradas los primeros años (1999-2001).

Los metales siguen una evolución más o menos estable a lo largo de todo este periodo.

▪ *Biota*

A excepción del resultado de hexaclorobenceno en barbo (año 2009), no se está detectando ningún organoclorado desde hace varios años.

En 2010, tanto en barbo como en madrilla las concentraciones de mercurio encontradas son inferiores al valor medio del periodo 1999-2010.

De igual modo que en sedimento, el resto de metales sigue una evolución más o menos estable a lo largo del periodo estudiado.

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 en la matriz sedimento, y en la gráfica 1 se representan gráficamente.

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 (mg/Kg)		
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
2008	0,10	0,33
2009	0,11	0,33
2010	0,12	0,25
Media 1999-2010¹	0,86	0,43

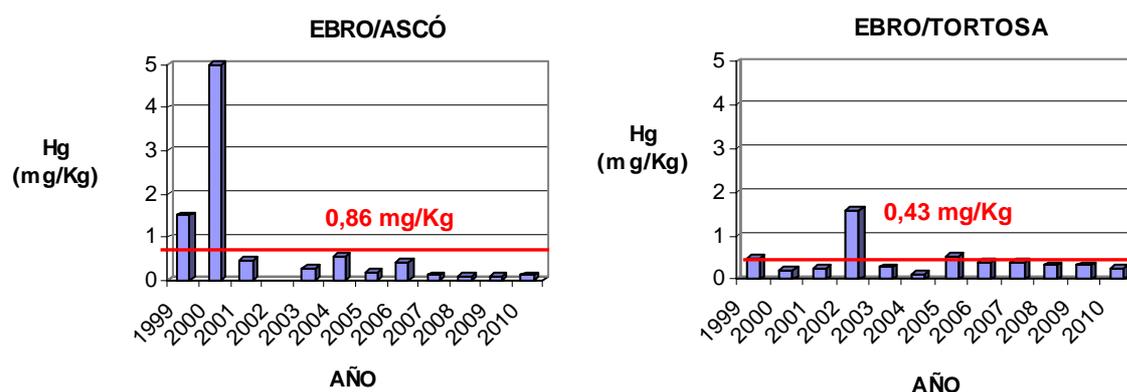


Figura 1. Evolución temporal de la concentración de mercurio en los **sedimentos** de las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

Las líneas rojas representan la concentración media del periodo 1999-2010.

¹ La media del periodo se calcula sumando los valores de cada año y dividiendo por el número de años. Para aquellos valores por debajo del límite de cuantificación (LC), se asigna la mitad del LC del método.

En la estación SP-3 Ebro/Ascó la concentración de mercurio alcanzó el máximo (5,6 mg/Kg) del periodo en el año 2000. A partir del 2007 la concentración de mercurio disminuye y se mantiene constante alrededor de 0,10 mg/Kg.

En la estación SP-9 Ebro/Tortosa, la concentración de mercurio alcanzó el máximo (1,59 mg/Kg) del periodo en el año 2002. A partir del 2006 la concentración de mercurio disminuye, siendo la concentración de estos últimos años por debajo de la media del periodo.

Desde el año 2001 en Ascó, y desde el 2003 en Tortosa, las concentraciones de mercurio no han superado el valor de 1 mg/Kg.

▪ Hexaclorobenceno

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos desde el año 1999 en las determinaciones analíticas de hexaclorobenceno en la matriz sedimento, y en la figura 2 se representan gráficamente.

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 (µg/Kg)		
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
2008	<10	<10
2009	<10	<10
2010	<10	<10
Media 1999-2010 ⁽¹⁾	--	--

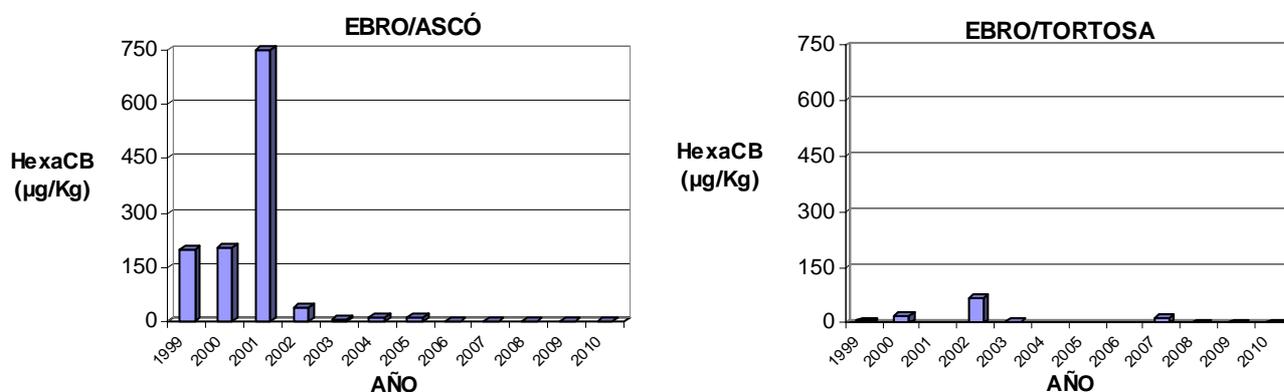


Figura 2. Evolución temporal de la concentración de **hexaclorobenceno** en los **sedimentos** de las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

Desde el año 2008 el límite de cuantificación del analizador es de 10 $\mu\text{g}/\text{Kg}$.

En la estación SP-3 Ebro/Ascó se alcanzaron concentraciones importantes los tres primeros años (1999-2001), siendo la máxima concentración del periodo (749 $\mu\text{g}/\text{Kg}$) en el año 2001. Posteriormente ha ido disminuyendo, estando estos últimos años por debajo del límite de cuantificación.

En la estación SP-9 Ebro/Tortosa se alcanzó la máxima concentración en el año 2002 (68 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 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 $\mu\text{g}/\text{Kg}$. Los años posteriores (2008 a 2010) la concentración está nuevamente por debajo del límite de cuantificación.

▪ DDTs

En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos desde el año 1999 en las determinaciones analíticas de DDTs en la matriz sedimento y en la figura 3 las gráficas correspondientes. 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 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)		
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	0
2006	4	42
2007	0	166
2008	0	468
2009	0	231
2010	0	30
Media ⁽²⁾ 1999-2010	37,6	175,8

⁽²⁾ 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 mínima. Para el cálculo de la concentración de un parámetro suma, los valores por debajo del LC se transforman en cero.

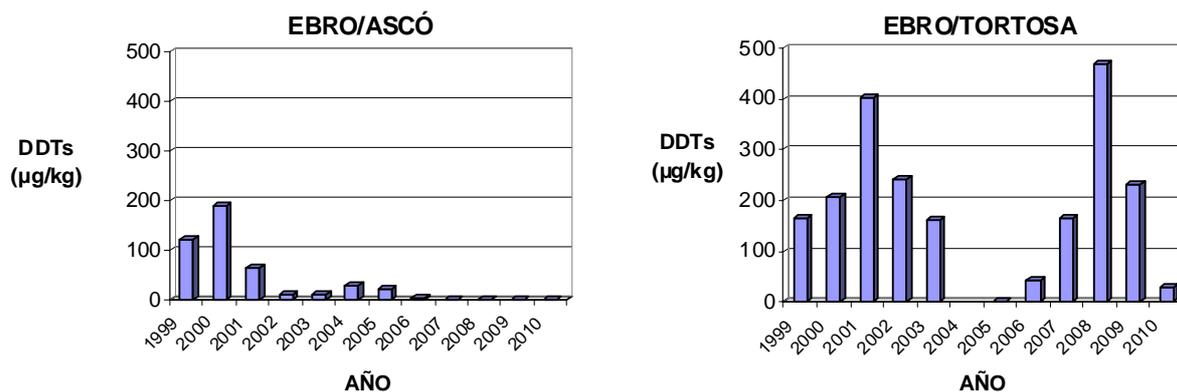


Figura 3 Evolución temporal de la concentración de DDTs en los sedimentos de las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

Desde 2008, el límite de cuantificación de cada compuesto individual es de 10 µg/Kg.

En la estación SP-3 Ebro/Ascó se obtuvo el máximo de concentración (190 µg/kg) del periodo 1999-2010 en el año 2000, siendo la tendencia claramente descendente. En los años 2007 a 2010 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 en 2008 (468 µg/kg); este valor es parecido al encontrado en el año 2001. En 2010 la concentración ha disminuido respecto a años anteriores, y es inferior a la media del periodo.

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 (mg/Kg)							
AÑO	EBRO/ASCÓ			EBRO/TORTOSA			
	Alburno	Carpa	Rutilo	Carpa	Carpín	Escardinio	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
2008	-	0,944	0,190	-	-	-	0,130
2009	0,160	0,658	-	-	-	-	0,092
2010	0,109	0,454	-	-	0,057	-	0,071
Media 1999-2010 ⁽¹⁾	0,14	0,35	0,19	0,12	0,26	0,08	0,096

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

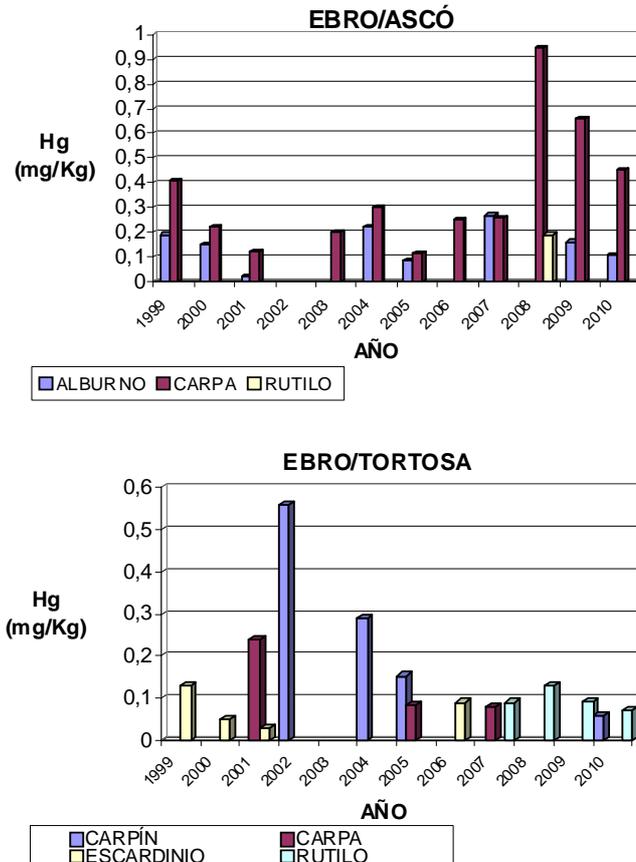


Figura 4. Evolución temporal de la concentración de **mercurio** en la matriz **biota** de la estación SP-3 Ebro/Ascó y de la estación SP-9 Ebro/Tortosa.

Durante el periodo 1999-2010 la evolución de la concentración de mercurio en peces en la estación SP-3 Ebro/Ascó no ha tenido una evolución muy clara; en todas las especies se observan subidas y bajadas en los niveles de mercurio a lo largo del periodo. En el año 2010 las concentraciones han sido inferiores a la de años anteriores.

En la estación SP-9 Ebro/Tortosa, la concentración de mercurio en biota tiene una tendencia descendente a lo largo del periodo desde su máximo en 2002. Las concentraciones en las especies capturadas en 2010 confirman esa tendencia descendente.

▪ Hexaclorobenceno

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

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 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)							
AÑO	EBRO/ASCÓ			EBRO/TORTOSA			
	Alburno	Carpa	Rutilo	Carpa	Carpín	Escardinio	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
2008	-	52	18	-	-	-	<10
2009	< 10	33	-	-	-	-	<10
2010	57	260	-	-	<10	-	<10
Media 1999-2010 ⁽¹⁾	279	152	18	66	--	88	--

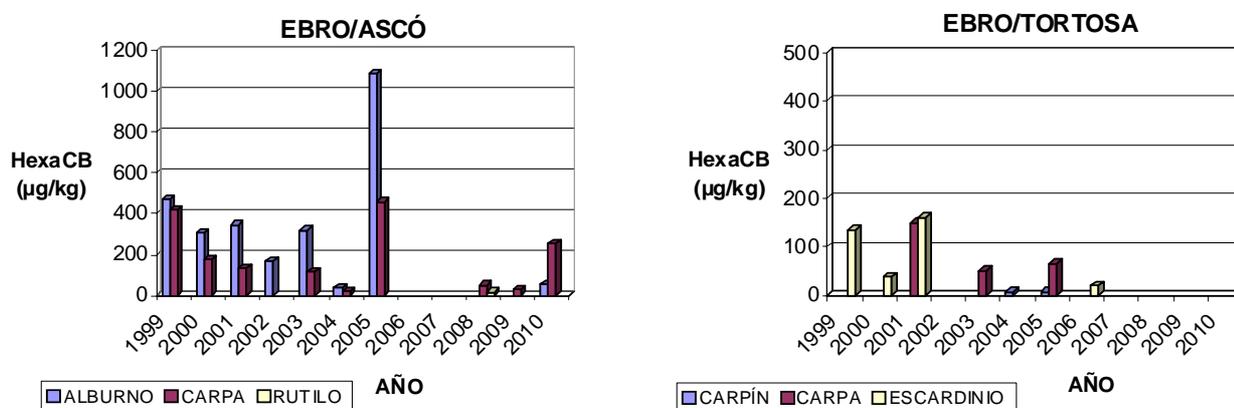


Figura 5. Evolución temporal de la concentración de **hexaclorobenceno** en la matriz **biota** de las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

Desde 2008 el límite de cuantificación del analizador es de 10 $\mu\text{g}/\text{Kg}$.

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; aunque en esa especie la concentración de hexaclorobenceno en los años 2007 y 2009 estuvo por debajo del límite de cuantificación, en 2010 se ha encontrado. En carpas la concentración de hexaclorobenceno en 2010 es superior al valor de la media del periodo.

En la estación SP-9 Ebro/Tortosa, la concentración de hexaclorobenceno tiene una tendencia descendente prácticamente en todas las especies; en 2010 la concentración de hexaclorobenceno en carpín y en rutilo está por debajo del 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 (µg/kg)							
AÑO	EBRO/ASCÓ			EBRO/TORTOSA			
	Alburno	Carpa	Rutilo	Carpa	Carpín	Escardinio	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	56	-	-
2006	-	5	-	-	-	31	-
2007	0	251	-	32	-	-	32
2008	-	372	0	-	-	-	97
2009	0	869	-	-	-	-	0
2010	71	1527	-	-	11	-	31
Media 1999-2010⁽²⁾	514	830	0	628	100	342	40

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

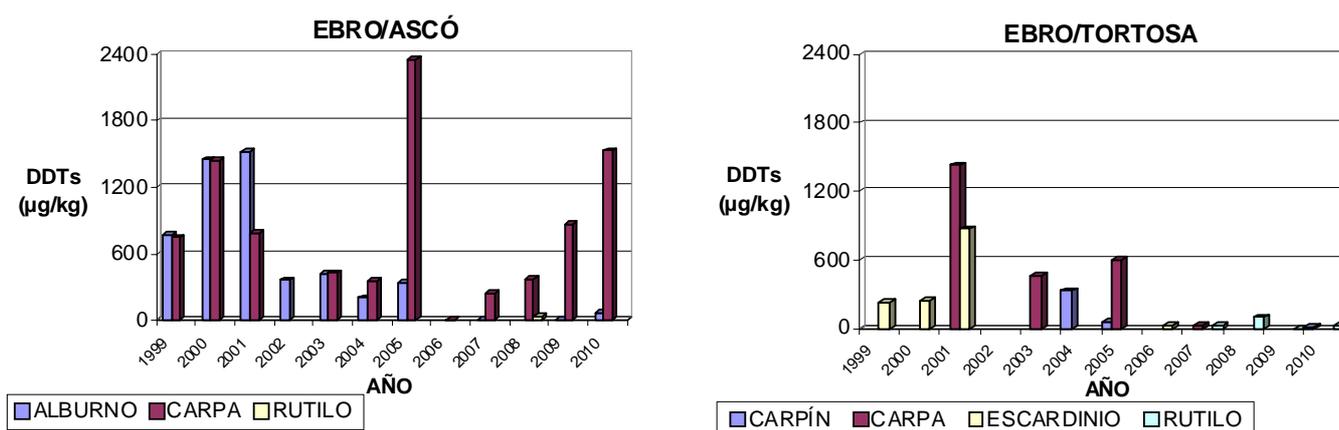


Figura 6. Evolución temporal de la concentración de **DDTs** en la matriz **biota** las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

En la estación SP-3 Ebro/Ascó se han alcanzado en 2010 unos valores de concentración superiores a los de años anteriores y, en carpas, superior a la media del periodo. El nivel de DDTs en carpas está experimentando un aumento creciente desde el año 2006, donde la concentración se había reducido a 5 µg/kg.

En la estación SP-9 Ebro/Tortosa los valores máximos de concentración del periodo 1999-2010 se alcanzaron en el año 2001 en carpas (1430 µg/kg) y en escardínos (870 µg/kg) y en el año 2004 en carpines (330 µg/kg). En 2010 se midió la concentración de DDTs en carpín y en rutilo, siendo las concentraciones inferiores a la media del periodo.

CONCLUSIONES

En la tabla 7 se hace una comparación de los valores obtenidos en la matriz **sedimento** en el año 2010 y las medias del periodo 1999-2010, en las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

Tabla 7. Comparación de los resultados en **sedimentos** del **año 2010** con los **valores medios** del periodo 1999-2010 en las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa

Estación	SEDIMENTOS	Valor 2010	Media 1999-2010
SP-3 Ebro/Ascó	Mercurio (mg/Kg)	0,12	0,86
	Hexaclorobenceno (µg/Kg)	<10	-
	DDTs (µg/Kg)	0	37,6
SP-9 Ebro-Tortosa	Mercurio (mg/Kg)	0,25	0,43
	Hexaclorobenceno (µg/Kg)	<10	-
	DDTs (µg/Kg)	30	175,8

En **sedimentos**, las concentraciones medidas en el año 2010 tanto en la estación SP-3 Ebro/Ascó como en la SP-9 Ebro/Tortosa no superan las medias del periodo 1999-2010.

En el año 2010 las concentraciones de mercurio y DDTs son más elevadas en la estación SP-9 Ebro/Tortosa. Las medias del periodo 1999-2010 indican que el nivel de mercurio es más elevado en la estación SP-3 Ebro/Ascó, 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 2010 y las medias del periodo 1999-2010 en las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

Tabla 8. Comparación de los resultados en la matriz **biota** del año 2010 con los **valores medios** del periodo 1999-2010 en las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa

Estación	Especie	PECES	Valor 2010	Media 1999-2010
SP-3 Ebro/Ascó	Alburno	Mercurio pool (mg/Kg)	0,109	0,14
		Hexaclorobenceno (µg/Kg)	57	279
		DDTs (µg/Kg)	71	514
	Carpa	Mercurio pool (mg/Kg)	0,454	0,35
		Hexaclorobenceno (µg/Kg)	260	152
		DDTs (µg/Kg)	1527	830
SP-9 Ebro/Tortosa	Carpín	Mercurio pool (mg/Kg)	0,057	0,26
		Hexaclorobenceno (µg/Kg)	<10	-
		DDTs (µg/Kg)	11	100
	Rutilo	Mercurio pool (mg/Kg)	0,071	0,096
		Hexaclorobenceno (µg/Kg)	<10	-
		DDTs (µg/Kg)	31	40

En la estación SP-3 Ebro/Ascó, las concentraciones de 2010 en la especie alburno son inferiores a los valores medios del periodo. En cambio, en carpas, tanto el mercurio como el hexaclorobenceno como los DDTs de 2010 son superiores a la media del periodo considerado.

Las concentraciones medidas en carpín y en rutilo en el año 2010, en la estación SP-9 Ebro/Tortosa, no superan la media del periodo en ninguna de las tres sustancias mencionadas.

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

V.I. SEDIMENTO

▪ Mercurio

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

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

ANÁLISIS DE MERCURIO EN SEDIMENTOS (mg/kg)		
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
2008	0,27	0,23
2009	0,23	0,18
2010	0,15	0,76
Media ⁽¹⁾ 1999-2010	0,40	0,35

En la figura 1 se representa la evolución temporal de la concentración de mercurio.

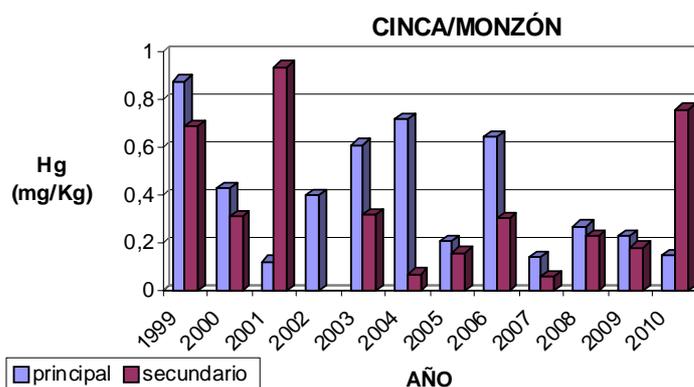


Figura 1. Evolución temporal de la concentración de **mercurio** en los **sedimentos** de la estación SP-5 Cinca/Monzón.

La concentración de mercurio en sedimentos experimenta en ambos puntos de muestreo repetidas subidas y bajadas durante todo el periodo 1999-2010.

El máximo de concentración (0,94 mg/Kg) se alcanzó en año 2001, en el punto secundario de muestreo.

⁽¹⁾ La media del periodo se calcula sumando los valores de cada año y dividiendo por el número de años. Para aquellos valores por debajo del límite de cuantificación (LC), se asigna la mitad del LC del método.

Los resultados de 2010 han sido dispares. Así, en el punto principal de muestreo la concentración es inferior a la media del periodo y confirma la tendencia descendente de estos últimos años. En cambio, en el punto secundario se ha obtenido una de las mayores concentraciones de todo el periodo.

• 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: op¹-DDT, pp¹-DDT, pp¹-DDD y pp¹-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 (µg/kg)		
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	50,4	14,5
2006	40	8
2007	3	1
2008	0	0
2009	15	0
2010	0	77
Media 1999-2010 ⁽²⁾	95	52

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

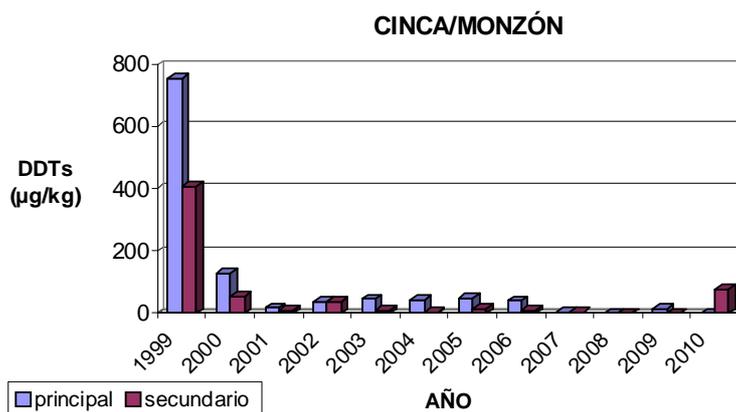


Figura 2. Evolución temporal de la concentración de **DDTs** en los **sedimentos** de la estación SP-5 Cinca/Monzón.

⁽²⁾ 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 mínima. Para el cálculo de la concentración de un parámetro suma, los valores por debajo del LC se transforman en cero.

En el punto principal la concentración de DDTs ha sido inferior al límite de cuantificación. Sin embargo, en el punto secundario el resultado ha sido el más elevado desde el año 1999.

Aun así, los niveles de DDTs siguen siendo bajos en sedimento desde el año 2001.

V.II. BIOTA

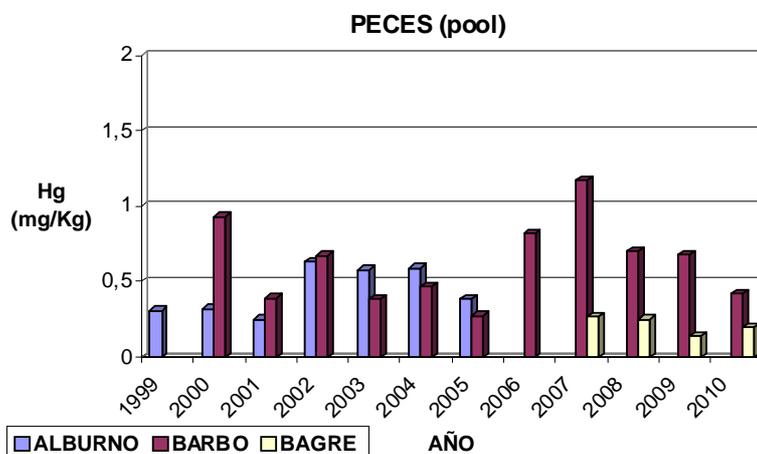
▪ Mercurio

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 (mg/Kg)						
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
2008	-	0,7	0,25	-	1,6	0,4
2009	-	0,68	0,14	-	0,98	0,19
2010	-	0,42	0,20	-	0,25	0,92
Media 1999-2010 ⁽¹⁾	0,44	0,62	0,21	0,73	1,01	0,52

En la figura 3 se representa la evolución temporal de la concentración de mercurio encontrada en la matriz biota, tanto en el pool (animal entero) como en músculo.



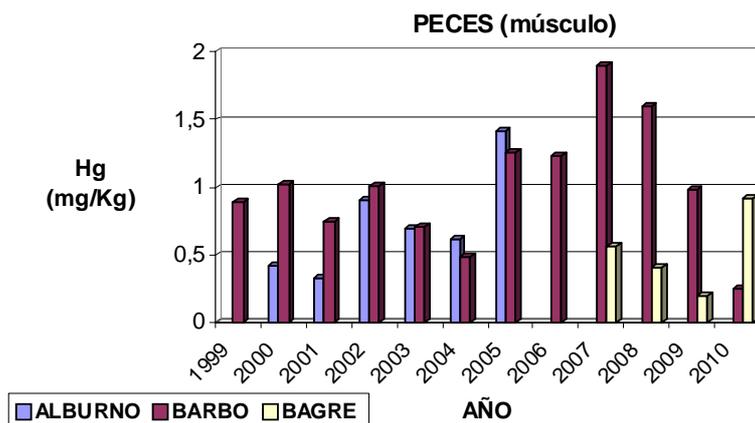


Figura 3. Evolución temporal de la concentración de **mercurio** en la matriz **biota** de la estación SP-5 Cinca/Monzón.

Durante el periodo de estudio 1999-2010, el valor de la concentración de mercurio en el pool no ha tenido una evolución clara. Los resultados de 2010 se mantienen por debajo del valor medio del periodo.

En músculo se observa una disminución de la concentración de mercurio en barbo, mientras que en bagre el resultado ha sido el más elevado de todos los disponibles.

• DDTs

En la tabla 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 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)			
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	-	0	-
2007	-	0	0
2008	-	87	38
2009	-	88	0
2010	-	39	0
Media⁽²⁾ 1999-2010	1.363	1.743	9,5

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

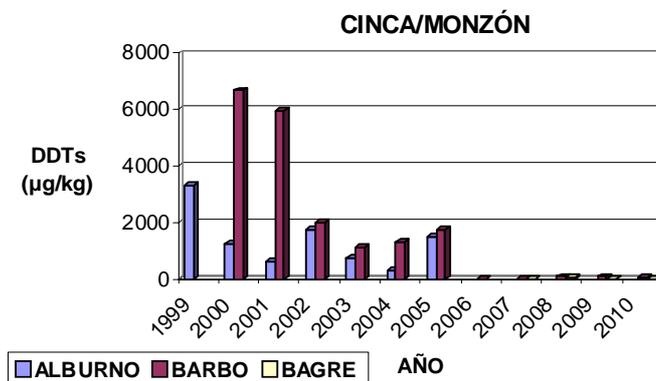


Figura 4. Evolución temporal de la concentración de **DDTs** en la matriz **biota** de la estación SP-5 Cinca/Monzón.

La concentración de DDTs en la matriz biota tiene una tendencia descendente en el periodo estudiado. En el año 2010, la concentración en bagre está por debajo del límite de cuantificación, y la concentración en barbo es inferior a la de años anteriores.

CONCLUSIONES

En la tabla 5 se hace una comparación de los valores obtenidos en la matriz **sedimento** en el año 2010 y las medias del periodo 1999-2010 en la estación SP-5 Cinca/Monzón.

Tabla 5. Comparación de los resultados en **sedimentos** del año **2010** con las **medias aritméticas** del periodo 1999-2010 en la estación SP-5 Cinca/Monzón

Punto Muestreo	SEDIMENTOS	Valor 2010	Media 1999-2010
Principal	Mercurio (mg/Kg)	0,15	0,40
	DDTs (µg/kg)	0	95
Secundario	Mercurio (mg/Kg)	0,76	0,35
	DDTs (µg/kg)	77	52

Las concentraciones del año 2010 son inferiores a las medias del periodo 1999-2010 en el punto principal, mientras que en el punto secundario los resultados han sido sensiblemente superiores a los valores medios.

En la tabla 6 se hace una comparación de los valores obtenidos en la matriz **biota** en el año 2010 y las medias del periodo 1999-2010 en la estación SP-5 Cinca/Monzón.

Tabla 6. Comparación de los resultados en la matriz **biota** del año 2010 con las **medias aritméticas** del periodo 1999-2010 en la estación SP-5 Cinca/Monzón

Especie	PECES	Valor 2010	Media 1999-2010
Barbo	Mercurio pool (mg/Kg)	0,42	0,62
	DDTs (µg/kg)	39	1.743
Bagre	Mercurio pool (mg/Kg)	0,20	0,21
	DDTs (µg/kg)	0	9,5

Las concentraciones del año 2010 son inferiores a las medias del periodo 1999-2010.

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 ZADORRA/VITORIA-TRESPUENTES

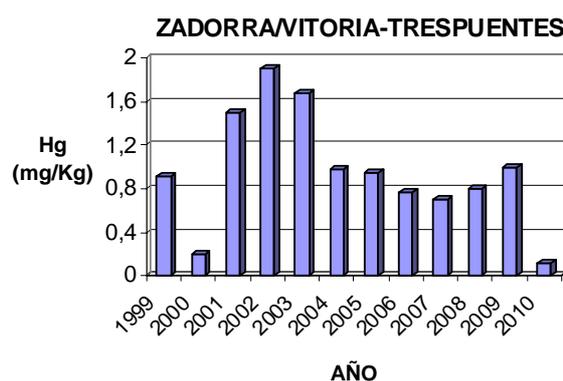
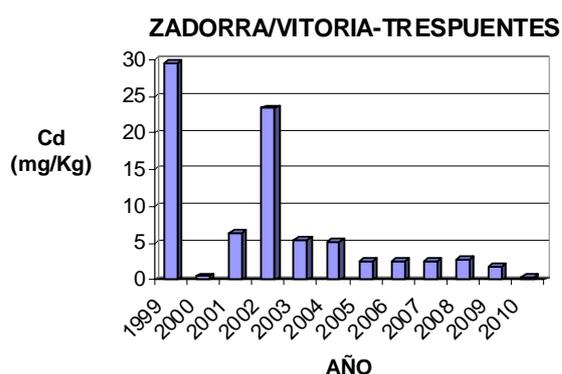
VI.I. SEDIMENTO

En la tabla siguiente 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-Trespuestas

ANÁLISIS DE METALES EN SEDIMENTOS (mg/Kg)									
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
2008	2,8	0,8	3,2	142	147	65	60	<1,2	1026
2009	1,89	1	5,78	144	104	40,6	59,7	3,61	1728
2010	0,43	0,12	4,58	45,1	44,9	28,8	29,2	1,87	305
Media ⁽¹⁾ 1999-2010	6,93	0,96	6,02	189,6	177	82,6	75,8	1,59	1682

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



⁽¹⁾ La media del periodo se calcula sumando los valores de cada año y dividiendo por el número de años. Se asigna el valor 0 a las muestras no detectadas (ND) y a las que su valor está por debajo del límite de detección. Para aquellos valores por debajo del límite de cuantificación (LC), se asigna la mitad del LC del método.

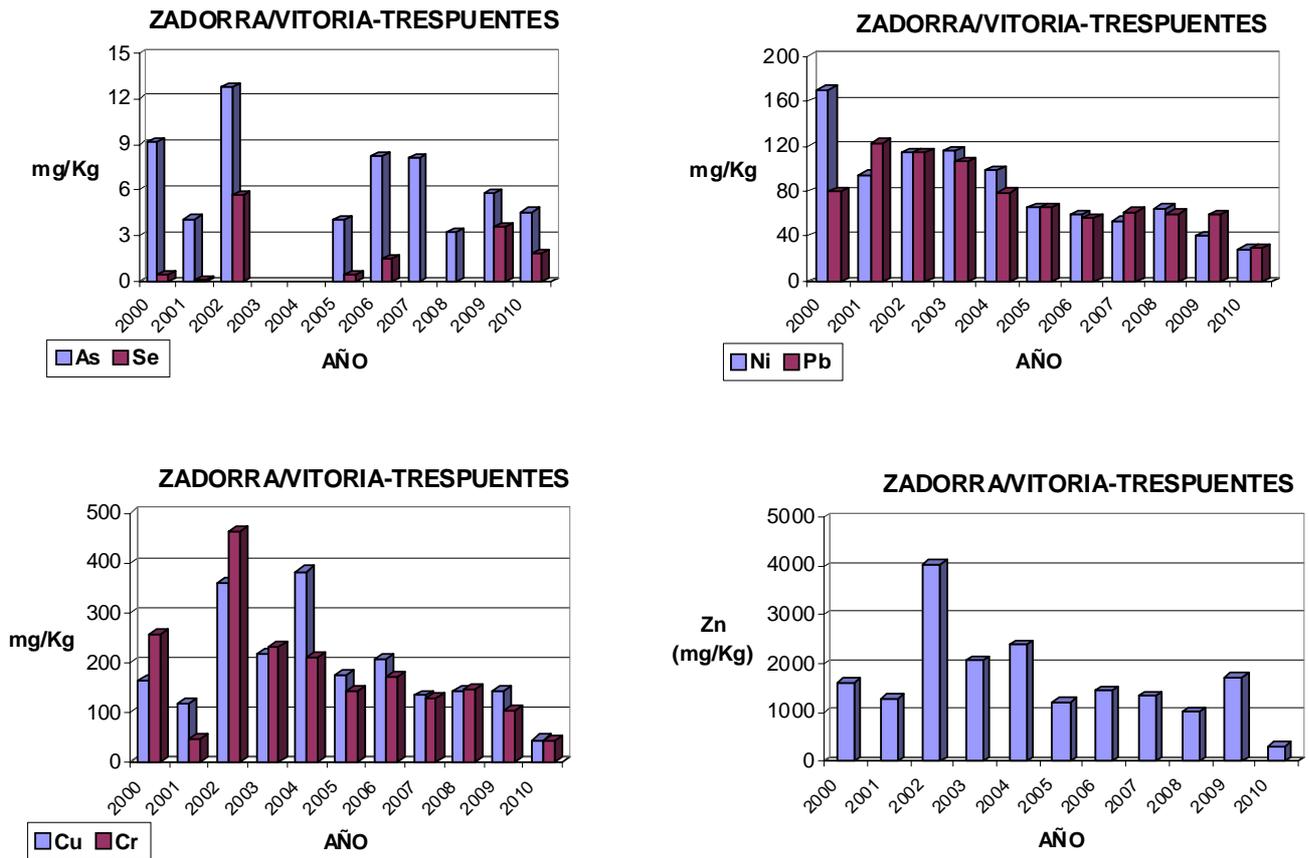


Figura 1. Evolución temporal de la concentración de **metales** en los **sedimentos** de la estación SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes.

Para la mayoría de los metales, las concentraciones más altas se encontraron en los años 2002-2004 y desde entonces han ido disminuyendo. La concentración en el año 2010 de los metales analizados es sensiblemente inferior a la media del periodo considerado.

El cadmio es uno de los metales cuya concentración ha disminuido más en los últimos 11 años; el valor de la concentración en el año 2010 es un 98% inferior al encontrado en 1999. El níquel y el cromo también presentan una notable disminución, aunque menor que la del cadmio, siendo la concentración en 2010 un 83% y un 82% inferior, respectivamente, a la encontrada en el año 2000.

VI.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 (mg/Kg)									
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
2008	<0,4	0,07	<0,2	<2	2,17	<2	<0,4	0,61	30
2009	<0,04	0,053	<0,2	<2	1,01	<2	<0,4	0,57	32
2010	<0,04	0,089	<0,2	<2	0,47	<2	<0,4	0,69	<30
Media ⁽¹⁾ 1999-2010	--	0,06	--	1,3	0,63	--	--	0,58	29,9
BERMEJUELA									
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
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Media ⁽¹⁾ 1999-2006	--	0,04	0,13	1,62	0,55	0,57	0,19	1,03	43,9
TENCA									
2007	<0,2	0,05	<0,04	1,8	0,7	<1	<0,2	0,24	18,8
2008	<0,4	0,04	<0,2	<2	0,60	<2	<0,40	0,44	<30
2009	<0,04	0,052	<0,2	<2	<0,4	<2	<0,40	0,5	<30
2010	<0,04	0,032	<0,2	2,1	<0,4	<2	<0,40	0,71	<30
Media ⁽¹⁾ 2007-2010	--	0,048	--	1,5	0,4	--	--	0,47	--

ND: no detectado

No se representa la evolución temporal de la concentración de metales en la matriz biota porque las concentraciones encontradas son bajas. Concretamente, las concentraciones de cadmio, arsénico, cobre, níquel y plomo llevan varios años por debajo del límite de cuantificación.

Las concentraciones de mercurio, cobre, cromo, selenio y zinc son relativamente estables en los últimos años, aunque en las concentraciones encontradas en el año 2010 hay valores superiores a la media del periodo considerado.

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).

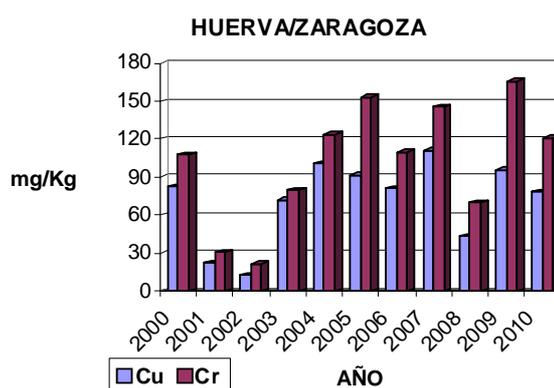
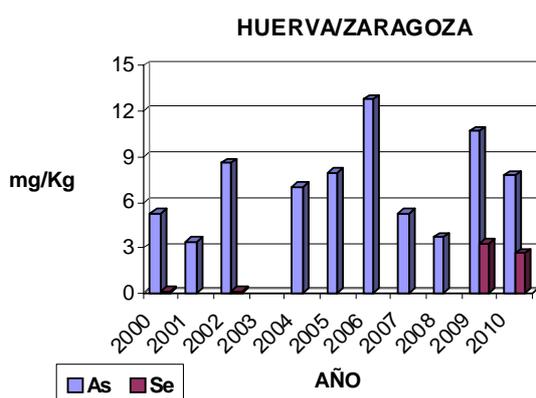
De la misma forma que en años anteriores, en la campaña de muestreo de 2010 no ha sido posible obtener ejemplares de peces, ya que no se encuentran en ese tramo de río.

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

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 (mg/Kg)							
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
2008	3,7	43	70	42	45	<1,2	534
2009	10,7	96,1	166	47,7	47,4	3,27	2580
2010	7,78	78,4	121	43	38,5	2,65	1870
Media ⁽¹⁾ 2000-2010	7,08	71,9	102,9	75,7	37	1,02	856

En las gráficas siguientes se representa la evolución temporal (2000-2010), en la matriz sedimento, de la concentración obtenida para cada sustancia.



⁽¹⁾ La media del periodo se calcula sumando los valores de cada año y dividiendo por el número de años. Para aquellos valores por debajo del límite de cuantificación (LC), se asigna la mitad del LC del método.

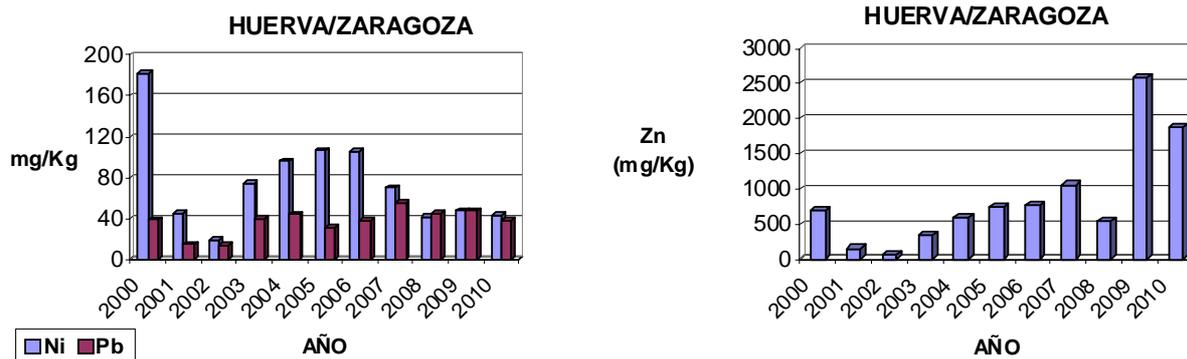


Figura 1. Evolución temporal de la concentración de **metales** en los **sedimentos** de la estación SP-15 Huerva/Zaragoza (Fuente de la Junquera).

Casi todos los metales experimentan una evolución similar en el periodo 2000-2010. Su concentración disminuye considerablemente en el periodo 2000-2002, para aumentar significativamente en los años siguientes (2003-2006), llegando a alcanzar los niveles del año 2000, e incluso superarlos en algunos casos. En el año 2007 la concentración de algunos parámetros descendió respecto al año anterior, siendo general ese descenso en las concentraciones encontradas en 2008.

En el año 2009 se produjo un aumento de la concentración de los metales en sedimento, superándose en todos los casos (excepto en el níquel) la media del periodo 2000-2009 y las concentraciones del año 2008.

En 2010, las concentraciones son inferiores a las de 2009, pero superiores a la media del periodo.

Los metales que presentan las concentraciones más elevadas en 2010 son el selenio, el cromo y el zinc.

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

