

RED DE CONTROL DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

AGUA, SEDIMENTOS Y BIOTA

AÑO 2009



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 2009**

Zaragoza, julio de 2010

Dirección de los Trabajos:

Área de Calidad de Aguas, Confederación Hidrográfica del Ebro

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

Autora: 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.....	11
8. Conclusiones.....	21

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 Comunión hasta la desembocadura del río Zadorra.
- Río Ebro en Flix, desde el embalse de Flix, hasta el puente de Ascó.

En 1995 se añadieron cuatro puntos más, que recogen información de cuatro poblaciones importantes:

- 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.

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 de las estaciones de Control de Sustancias Peligrosas.

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

Las coordenadas de localización de las estaciones se detallan en la tabla siguiente.

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

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

3. METODOLOGÍA DE MUESTREO

3.1 Agua

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

3.2 Sedimento

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

Las muestras tomadas fueron representativas de cada tramo de río, con un diámetro de partícula menor de 200 μm .

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

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

3.3 Biota

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

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

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

4. FRECUENCIA DE MUESTREO

4.1 Agua

En el año 2009, para agua se planificaron muestreos mensuales para todas las estaciones de la RCSP. Además, la CHE realiza un control complementario en las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y en la estación SP-9 Ebro/Tortosa. En este control se analizan los parámetros de la RCSP.

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

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

AÑO	SP-1 Jabarrella	SP-2 Pina	SP-3 Ascó	SP-4 T. Segre	SP-5 Monzón	SP-6 Pte. La Reina	SP-7 Miranda	SP-8 Vitoria	SP-9 Tortosa
2009	12	12	36	12	12	12	14	12	36

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
2009	12	12	12	12	12	12	12	12	12

4.2 Sedimento

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

4.3 Biota

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

5. SUSTANCIAS CONTROLADAS

En la Red de Control de Sustancias Peligrosas se 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 aplicación de esas normas.

En la actualidad se controlan en esta Red las sustancias Prioritarias y otros contaminantes (anexo I de la Directiva 2008/105/CE) y las sustancias de Lista II Preferentes (R.D. 995/2000).

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 tributilestaño, cuyas técnicas analíticas está desarrollando.

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

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

ESTACIONES SP-1 – SP-9					
Sustancias	Matriz ⁽¹⁾			Unidad de medida	
	Agua	Sedimento	Biota	Agua	Sed ⁽²⁾ – Biota ⁽³⁾
SUSTANCIAS PRIORITARIAS Y OTROS CONTAMINANTES (Directiva 2008/105/CE)					
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. 995/2000)					
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 5 (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 (Directiva 2008/105/CE)					
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. 995/2000)					
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>).

6.2 Sedimento

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

6.3 Biota

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

7. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

7.1 Agua

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 6 se incluyen las sustancias Prioritarias que han presentado incumplimientos del valor medio anual (NCA-MA) en el año 2009.

Tabla 6. Sustancias que incumplen las NCA-MA en la matriz **agua**.

Sustancias Prioritarias	Estación	Concentración (µg/L)	NCA-MA (µg/L)
HCHs ⁽¹⁾⁽²⁾	SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuestas	0,046	0,02

(1) Sustancia perteneciente a la Lista de Sustancias Peligrosas Prioritarias

(2) De los 11 resultados, 8 están por debajo del LC y 3 por encima (0,250; 0,180 y 0,071 µg/L).

En la tabla 7 se muestran los incumplimientos de la concentración máxima admisible (NCA-CMA) de las sustancias Prioritarias durante el 2009.

Tabla 7. Sustancias que incumplen las NCA-CMA en la matriz **agua**.

Sustancias Prioritarias	Estación	Fecha de muestreo	Concentración (µg/L)	NCA-CMA (µg/L)
HCHs ⁽¹⁾	SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuestas	may-09	0,250	0,04
		jul-09	0,180	
		ago-09	0,071	
	SP-1 Gállego/Jabarella	jul-09	0,058	
MERCURIO ⁽¹⁾	SP-1 Gállego/Jabarella	ene-09	0,25	0,07

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

7.1.2 Sustancias Preferentes

El R.D. 995/2000 fija Objetivos de Calidad (OCAs) en aguas superficiales para una serie de sustancias de Lista II denominadas sustancias Preferentes. Dichos valores no deben ser superados por el 90% de las muestras recogidas durante un año, salvo para el tributilestaño, los cianuros totales, los metales y metaloides donde el 100% de las muestras deben ser inferiores a los mismos.

En la tabla 8 se incluyen las sustancias de Lista II Preferentes que han presentado incumplimientos de los OCAs en el año 2009.

Tabla 8. Sustancias de **Lista II Preferentes** que incumplen los **Objetivos de Calidad** en la matriz **agua**.

Sustancias Lista II Preferentes	Estación	Fecha muestreo	Concentración (µg/L)	OCA (µg/L)
SELENIO	SP-14 Gállego en Villanueva	oct-09	1,04	1
	SP-16 Jalón en Grisén	may-09	1,05	
		sep-09	1,04	
	SP- 15 Huerva / Fte. Junquera	may-09	1,26	
		jun-09	1,37	
		sep-09	1,29	
		oct-09	1,20	
ZINC	SP- 15 Huerva / Fte. Junquera	may-09	629	500 ⁽¹⁾

(1) OCA correspondiente a una dureza superior a los 100 mg CaCO₃/L

7.2 Sedimento

El objetivo de calidad para sedimentos consiste en que las concentraciones de las sustancias de Lista I y de Lista II en estas matrices no aumenten significativamente con el tiempo (principio básico de mejoría continua o standstill). Este criterio también viene contemplado en la Directiva 2008/105/CE para el caso de las sustancias Prioritarias propensas a la acumulación en sedimentos.

En la tabla 9 se muestran las sustancias que se han encontrado en concentraciones elevadas en los análisis de la matriz sedimento en la campaña del año 2009.

Tabla 9. Principales contaminantes encontrados en los análisis de la matriz **sedimento**.

Sustancias Prioritarias y otros contaminantes	Estación	Fecha	Concentración
<i>p,p'</i> - DDT	SP-9 Ebro en Tortosa	19/08/09	117 µg/Kg
DDT TOTAL	SP-9 Ebro en Tortosa	19/08/09	231 µg/Kg
NÍQUEL	SP- 8 Zadorra / Vitoria - Trespuentes	03/09/09	40,6 mg/Kg
	SP-15 Huerva/Fte. Junquera	31/08/09	47,7 mg/Kg
PLOMO	SP- 8 Zadorra / Vitoria - Trespuentes	03/09/09	59,7 mg/Kg
	SP-15 Huerva/Fte. Junquera	31/08/09	47,4 mg/Kg
Sustancias Preferentes	Estación	Fecha	Concentración
COBRE	SP-7 Ebro en Miranda	02/09/09	107 mg/Kg
	SP- 8 Zadorra / Vitoria - Trespuentes	03/09/09	144 mg/Kg
	SP-15 Huerva/Fte. Junquera	31/08/09	96,1 mg/Kg
	SP- 18 Zadorra / Salvatierra	03/09/09	119 mg/Kg
CROMO	SP- 8 Zadorra / Vitoria - Trespuentes	03/09/09	104 mg/Kg
	SP-15 Huerva/Fte. Junquera	31/08/09	166 mg/Kg
	SP- 18 Zadorra / Salvatierra	03/09/09	266 mg/Kg
ZINC	SP- 8 Zadorra / Vitoria - Trespuentes	03/09/09	1.728 mg/Kg
	SP- 15 Huerva / Fte. Junquera	31/08/09	2.580 mg/Kg
	SP- 18 Zadorra / Salvatierra	03/09/09	440 mg/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).

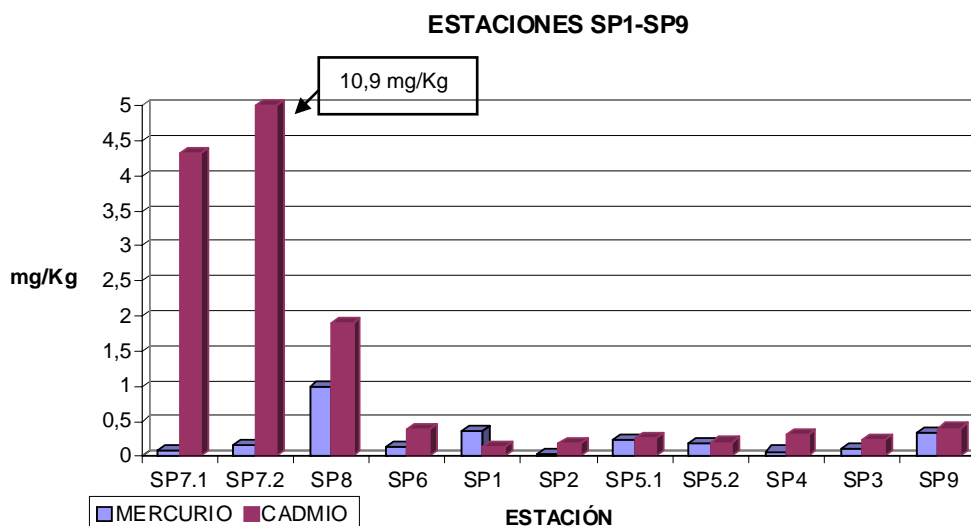


Figura 1. Concentraciones de **mercurio** y de **cadmio** en los **sedimentos** de las estaciones SP-1 a SP-9

El valor máximo de mercurio se alcanza en la estación SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes, 1 mg/Kg. El resto de las estaciones no superan el valor de 0,4 mg/Kg.

Con respecto a la concentración de cadmio, es importante destacar el elevado valor que se alcanza en la estación SP-7.2 Ebro / Miranda, en el punto principal (4,32 mg/kg) y en el punto secundario (10,9 mg/Kg). En el resto de puntos de control la concentración es inferior a 0,5 mg/Kg, salvo en la estación SP-8 Zadorra/ Vitoria-Trespuentes (1,89 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).

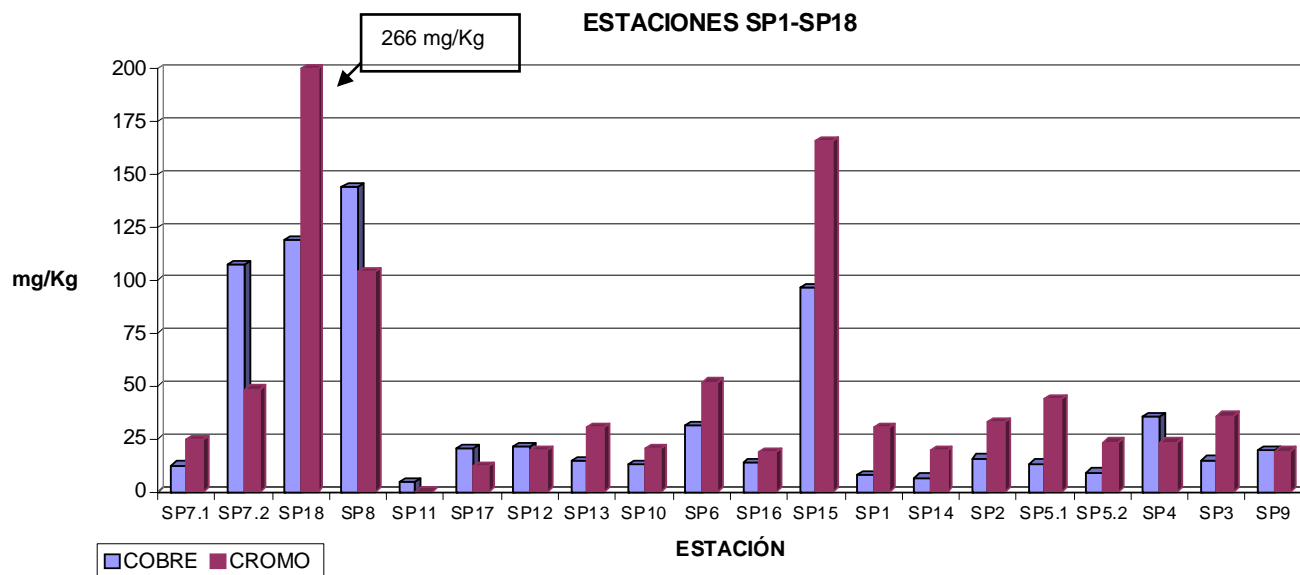


Figura 2. Concentración de **cromo** y de **cobre** en los **sedimentos** de las estaciones de la red de control de sustancias peligrosas.

Las estaciones donde se alcanzan los niveles máximos de cobre son: SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes, SP-7 Ebro/Miranda (en el punto secundario), SP-18 Zadorra/Salvatierra y SP-15 Huerva/Zaragoza-Fte. La Junquera, donde los valores obtenidos son 144 mg/Kg, 107 mg/Kg, 119 mg/Kg, 96,1 mg/Kg, respectivamente. En el resto de las estaciones no se superan los 36 mg/Kg.

Las estaciones que presentan las concentraciones más altas de cromo son SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes, SP-18 Zadorra/Salvatierra y SP-15 Huerva/Fuente de la Junquera, donde las concentraciones obtenidas son 104 mg/Kg, 266 mg/Kg y 166 mg/Kg, respectivamente. El resto de las estaciones no superan los 52 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).

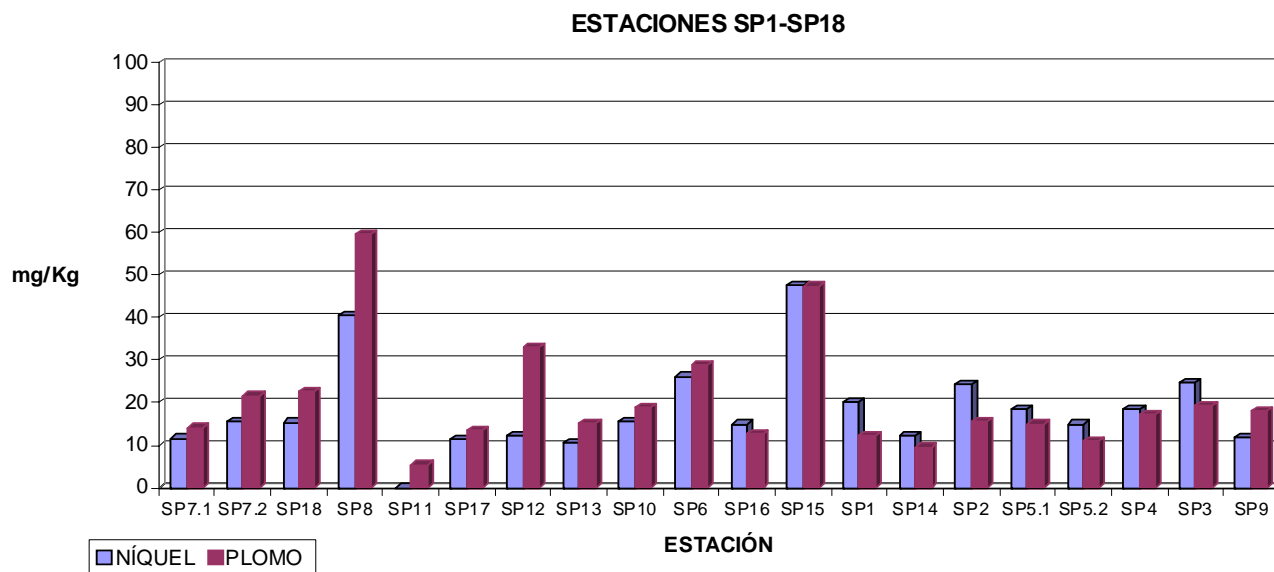


Figura 3. Concentración de níquel y de plomo en los sedimentos de las estaciones de la Red de Control de Sustancias Peligrosas.

La máxima concentración de níquel se alcanza en la estación SP-15 Huerva/Zaragoza-Fte. La Junquera, 47,7 mg/Kg. También se puede destacar el valor alcanzado en la estación SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes, 40,6 mg/Kg. Para el resto de las estaciones la concentración no supera los 27 mg/Kg.

Con respecto a la concentración de plomo, las estaciones donde se alcanzan los niveles más elevados son: SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes y SP-15 Huerva/Zaragoza-Fuente de la Junquera, cuyos valores son, respectivamente, 59,7 mg/Kg y 47,4 mg/Kg. En las demás estaciones no se superan los 33 mg/Kg.

▪ **Suma de Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (PAHs) y Fluoranteno**

En la figura 4 se representa las concentraciones de la suma de PAHs (suma de benzo(k)fluoranteno, benzo(b)fluoranteno, benzo(g,h,i)perileno, indeno 1,2,3-cd pireno y benzo(a)pireno) y del fluoranteno en el año 2009 en las estaciones de la RCSP.

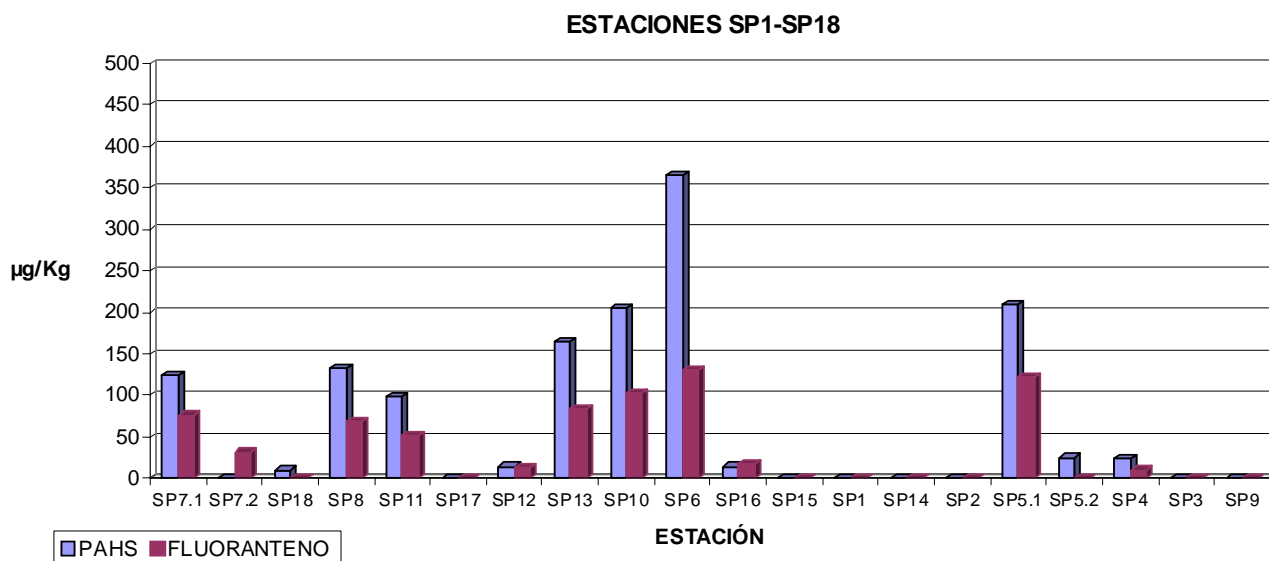


Figura 4. Concentración de **PAHs** y de **fluoranteno** en los **sedimentos** de las estaciones de la Red de Control de Sustancias Peligrosas.

La estación con una mayor concentración de PAHs y de fluoranteno es la SP-6 Arga/Puente La Reina con 365 µg/Kg y 131 µg/Kg respectivamente. En el resto de las estaciones, los niveles de estas sustancias no superan los 210 µg/Kg, incluso en la mayoría de ellas, la concentración se encuentra por debajo del límite de cuantificación.

▪ **Zinc**

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

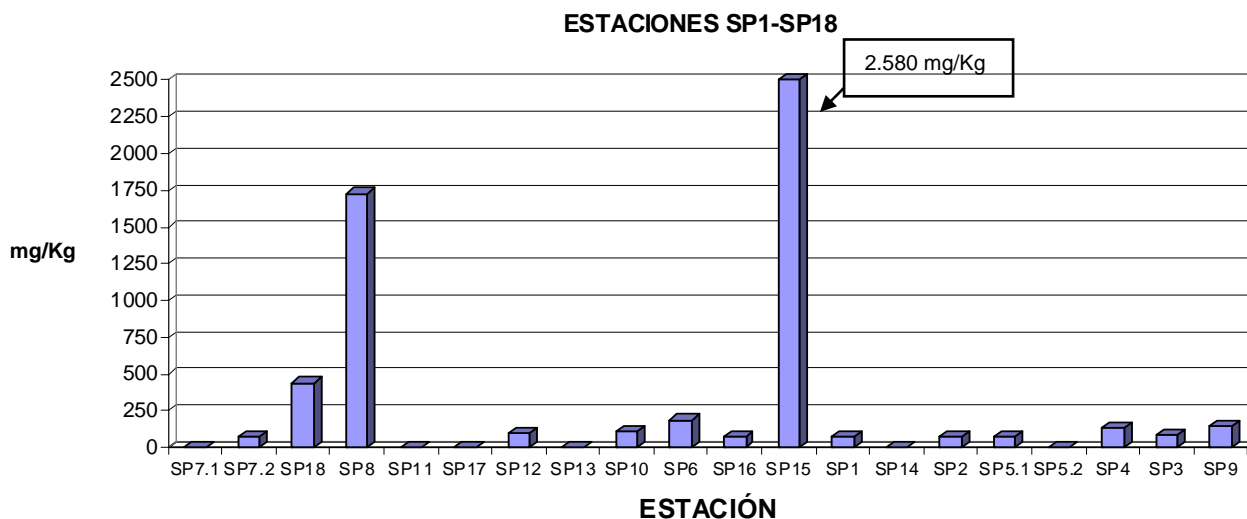


Figura 5. Concentración de **zinc** en los **sedimentos** de las estaciones de la Red de Control de Sustancias Peligrosas.

Las estaciones donde se encuentran las concentraciones de zinc más elevadas son: SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes (1.728 mg/Kg), SP-15 Huerva/Zaragoza-Fuente de la Junquera (2.580 mg/Kg) y SP-18 Zadorra/Salvatierra (440 mg/kg).

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

7.3 Biota

La Directiva 2008/105/CE establece normas de calidad ambiental en biota para mercurio, hexaclorobenceno y hexaclorobutadieno.

En la tabla 10 se indican los incumplimientos de NCA de las sustancias Prioritarias durante el año 2009.

Tabla 10. Sustancias Prioritarias que incumplen las NCA en la matriz biota.

Sustancias Lista I	Estación	Especie	Fecha	Concentración (µg/Kg)	NCA (µg/Kg)
HEXACLOROBENCENO ⁽¹⁾	SP-1 Gállego / Jabarrella	Barbo	25/08/09	12	10
	SP-3 Ebro / Ascó	Carpa	20/08/09	33	
MERCURIO ⁽¹⁾	SP-7 Ebro / Miranda	Barbo	02/09/09	38	20
		Carpa	02/09/09	39	
	SP-8 Zadorra / Vitoria-Trespuentes	Barbo	03/09/09	53	
		Tenca	03/09/09	52	
	SP-6 Arga / Puente La Reina	Barbo G.	27/08/09	101	
		Carpa	27/08/09	70	
	SP-1 Gállego / Jabarrella	Barbo G.	25/08/09	1.350	
		Madrilla	25/08/09	440	
	SP-2 Ebro / Presa Pina	Alburno	21/08/09	48	
	SP-5 Cinca / Monzón (aguas abajo)	Barbo G.	24/08/09	681	
		Bagre	24/08/09	140	
	SP-4 Segre / Torres de Segre	Carpa	20/08/09	36	
		Alburno	20/8/09	53	
	SP-3 Ebro / Ascó	Carpa	20/08/09	658	
Alburno		20/08/09	160		
SP-9 Ebro / Tortosa	Rutilo	19/08/09	92		

(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.

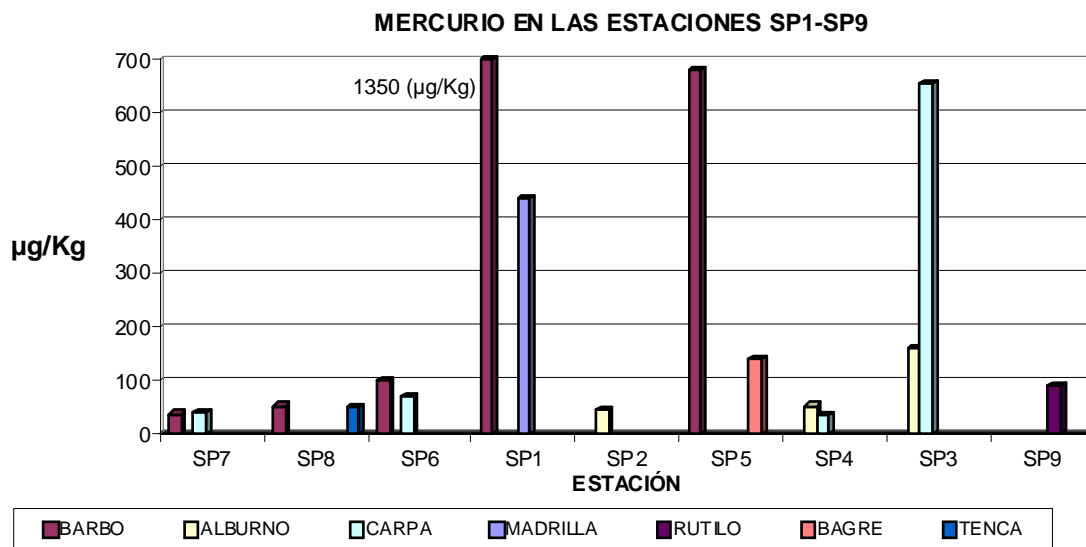


Figura 6. Concentración de mercurio en los peces de las estaciones SP-1 a SP-9

La máxima concentración de mercurio se encuentra en los barbos (1.350 µg/Kg) y madrillas (440 µg/Kg) de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella, en las carpas (658 µg/Kg) de la estación SP-3 Ebro/Ascó y en los barbos (681 µg/Kg) de la estación SP-5 Cinca/Monzón.

Los 16 resultados disponibles de 2009 incumplen la NCA del mercurio en biota (20 µg/Kg). Sin embargo, hay que tener en cuenta, por un lado, que en la mayoría de los casos las concentraciones no se alejan demasiado de la NCA, y por otro, que estos incumplimientos se han detectado tras la aplicación de la Directiva 2008/105/CE, en la que se establece por primera vez una NCA para el mercurio en biota.

Por otro lado, la citada Directiva 2008/105/CE contempla también que las concentraciones de las sustancias de Lista I y Lista II no aumenten significativamente con el tiempo. En la tabla 11 se muestra las sustancias que se han encontrado en concentraciones elevadas en los análisis de biota en la campaña del 2009.

Tabla 11. 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)
DDT TOTAL	SP-3 Ebro / Ascó	Carpa	20/08/09	869
Sustancias Preferentes	Estación	Especie	Fecha	Concentración (mg/Kg)
ZINC	SP-7.1 Ebro / Miranda	Carpa	02/09/09	73
	SP-8 Zadorra / Vitoria Trespuentes	Barbo	03/09/09	32
	SP- 17 Najerilla / Nájera (aguas abajo)	Piscardo	01/09/09	55
	SP-13 Ega / Arinzano	Madrilla	26/08/09	38
	SP-10 Araquil / Alsasua-Urdiaín	Bermejuela	27/08/09	48
	SP-6 Arga / Puente La Reina	Carpa	27/08/09	57
		Barbo G.	27/08/09	33
	SP-1 Gállego / Jabarrella	Madrilla	25/08/09	37
		Barbo	25/08/09	30
	SP-14 Gállego en Villanueva	Alburno	25/08/09	33
	SP-2 Ebro / Presa Pina	Alburno	21/08/09	40
	SP-5 Ebro / Monzón	Bagre	24/08/09	44
	SP-4 Segre / Torres de Segre	Alburno	20/08/09	35
		Carpa	20/08/09	41
	SP-3 Ebro / Ascó	Alburno	20/08/09	40
Carpa		20/08/09	43	

8. CONCLUSIONES

Tras realizar un estudio de los resultados obtenidos en la Red de Control de Sustancias Peligrosas en la campaña del año 2009, se concluye lo siguiente:

En la matriz **agua**:

- **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 la Directiva 2008/105/CE, **salvo el mercurio** en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella, que incumple la concentración máxima admisible y el **hexaclorociclohexano** en la estación SP-8 Zadorra/Vitoria Trespuentes, que incumple la media anual y la concentración máxima admisible. En la estación SP-1 Gállego/Jabarrella también se ha superado la concentración máxima admisible establecida para el hexaclorociclohexano.
- **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).
- **Todas las sustancias de Lista II Preferentes cumplen** los Objetivos de Calidad fijados por el RD 995/2000, salvo el **selenio** en las estaciones SP-15 Huerva/Zaragoza-Fuente La Junquera, SP- 14 Gállego/Villanueva y SP-16 Jalón/Grisén, y el **zinc** en la estación SP-15 Huerva/Zaragoza-Fuente La Junquera.

En la matriz **sedimento**:

- Las sustancias peligrosas que se han detectado en concentraciones elevadas son: **DDTs, níquel, cromo, zinc, plomo y cobre**.
- Sólo se han detectado **DDTs** en la estación de control **SP-9 Ebro/Tortosa** y en la estación **SP-5.1 Cinca/Monzón**.
- Las estaciones de control que presentan una mayor contaminación por **metales** son la **SP-7 Ebro/Miranda, 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**.
- No se han detectado **HCHs, hexaclorobenceno, hexaclorobutadieno, drines ni pentaclorobenceno** en ninguna estación de la red.

En la matriz **biota**:

- En **hexaclorobenceno**, se han detectado dos incumplimientos de la NCA fijada en la Directiva 2008/105/CE, uno en la estación **SP-3 Ebro/Ascó** y otro en la estación **SP-1 Gállego/Jabarrella**.
- 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.
- Los **DDTs** se han detectado en las carpas de la estación **SP-3 Ebro/Ascó**.

- Las concentraciones más altas de **zinc** se encuentran en las estaciones **SP-6 Arga/Puente La Reina, SP-7 Ebro/Miranda y SP-17 Najerilla/Nájera (aguas abajo)**.
- En ninguna de las estaciones se ha detectado **cadmio, níquel, cobre, plomo** (excepto en una), **HCHs, drines, hexaclorobutadieno, triclorobencenos ni pentaclorobenceno**.

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** (Directiva 2008/105/CE).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		25/08/09	21/08/09	20/08/09	20/08/09	24/08/09	24/08/09	27/08/09	02/09/09	02/09/09	03/09/09	18/08/09
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	%	42,6	35,5	44,6	67,2	50,2	34,1	68,7	59,1	71,3	91,0	62,9
CADMIO	mg/Kg	0,14	0,19	0,24	0,31	0,26	0,20	0,39	4,32	10,9	1,89	0,40
MERCURIO	mg/Kg	0,359	0,041	0,112	0,073	0,238	0,187	0,130	0,083	0,152	1,00	0,366
NÍQUEL	mg/Kg	20,1	24,4	24,8	18,4	18,5	14,9	26,2	11,7	15,7	40,6	11,9
PLOMO	mg/Kg	12,4	15,5	19,2	17,2	15,0	11,0	28,8	14,2	21,7	59,7	18,1
HEXACLOROCICLOHEXANO	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	117
DDT TOTAL	µg/kg	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	231
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
HEXACLOROBENCENO	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
HEXACLOROBUTADIENO	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
PENTACLOROBENCENO	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
BENZO(a)PIRENO	µg/kg	<10	<10	<10	<10	69	<10	82	27	<10	16	<10
BENZO(b)FLUORANTENO	µg/kg	<10	<10	<10	24	102	13	122	46	<10	24	<10
BENZO(g,h,i)PERILENO	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	53	15	<10	12	<10
BENZO(k)FLUORANTENO	µg/kg	<10	<10	<10	<10	38	<10	48	12	<10	<10	<10
INDENO (1,2,3,c d) PIRENO	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	12	60	24	<10	14	<10
FLUORANTENO	µg/kg	<10	<10	<10	10	122	<10	131	76	31	69	<10
NAFTALENO	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
ANTRACENO	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	21

Los resultados están expresados en peso seco

Tabla 2. Resultados obtenidos en el análisis de **sustancias Prioritarias y otros contaminantes** en la matriz **sedimento** (Directiva 2008/105/CE). 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		27/08/09	01/09/09	31/08/09	27/08/09	25/08/09	31/08/09	28/08/09	01/09/09	03/09/09
Fracción		<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm
Parámetro	Unid.									
HUMEDAD DE SATURACIÓN	%	56,6	32,7	63,4	49,3	30,1	80,0	45,3	67,1	96,0
NÍQUEL	mg/Kg	15,5	<4,0	12,4	10,5	12,2	47,7	14,9	11,5	15,4
PLOMO	mg/Kg	18,8	5,4	33,0	15,1	9,6	47,4	12,6	13,6	22,7
PENTACLOROBENCENO	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
BENZO(a)PIRENO	µg/kg	40	20	<10	29	<10	<10	<10	<10	<10
BENZO(b)FLUORANTENO	µg/kg	74	39	14	54	<10	<10	14	<10	10
BENZO(g,h,i)PERILENO	µg/kg	29	14	<10	31	<10	<10	<10	<10	<10
BENZO(k)FLUORANTENO	µg/kg	36	12	<10	16	<10	<10	<10	<10	<10
INDENO (1,2,3,c d) PIRENO	µg/kg	26	14	<10	35	<10	<10	<10	<10	<10
FLUORANTENO	µg/kg	103	51	13	83	<10	<10	17	<10	<10
NAFTALENO	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
ANTRACENO	µg/kg	<10	<10	<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 995/2000). 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		25/08/09	21/08/09	20/08/09	20/08/09	24/08/09	24/08/09	27/08/09	02/09/09	02/09/09	03/09/09	18/08/09
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	5,71	8,26	11,0	6,21	6,75	5,78	6,13	6,98	9,78	5,78	3,43
COBRE	mg/Kg	8,0	15,7	14,9	35,3	13,1	8,9	31,1	12,6	107	144	19,5
CROMO	mg/Kg	30,5	32,7	35,7	23,2	43,5	23,1	51,6	24,4	48,2	104	19,0
SELENIO	mg/Kg	0,98	0,89	1,06	1,74	1,13	0,96	1,71	1,38	2,07	3,61	1,06
ZINC	mg/Kg	69	74	79	129	69	<60	187	<60	70	1.728	140
Los resultados están expresados en peso seco												

Tabla 4. Resultados obtenidos en el análisis de **sustancias Preferentes** en la matriz **sedimento** (RD 995/2000). 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		27/08/09	01/09/09	31/08/09	27/08/09	25/08/09	31/08/09	28/08/09	01/09/09	03/09/09
Fracción		<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm	<200 µm
Parámetro	Unid.									
ARSÉNICO	mg/Kg	5,33	1,81	5,57	5,54	5,04	10,7	5,15	4,86	3,01
COBRE	mg/Kg	12,9	4,4	21,1	14,5	6,7	96,1	13,4	20,2	119
CROMO	mg/Kg	20,1	<10,0	19,5	30,4	19,4	166	18,9	12,1	266
SELENIO	mg/Kg	1,08	0,49	1,13	1,32	0,91	3,27	1,17	0,95	3,12
ZINC	mg/Kg	112	<60	99	<60	<60	2580	68	<60	440
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	Madrilla	Barbo G.	Alburno	Alburno	Carpa	Alburno
Fecha		25/08/2009		21/08/2009	20/08/2009		20/08/2009		24/08/2009		27/08/2009		02/9/2009	
Parámetro	Unid.													
SUSTANCIAS PRIORITARIAS Y OTROS CONTAMINANTES														
CADMIO	mg/Kg	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040
MERCURIO	mg/Kg	0,440	1,35	0,048	0,160	0,658	0,053	0,036	0,681	0,140	0,070	0,101	0,039	0,038
NIQUEL	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	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
DDT TOTAL	µg/Kg	0	0	0	0	869	10	0	88	0	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	12	<10	<10	33	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
HEXACLOROBUTADIENO	µg/Kg	<10	<10	<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	0	0
PENTAFLOROBENCENO	µg/Kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
SUSTANCIAS PREFERENTES														
ARSÉNICO	mg/Kg	0,20	<0,20	<0,20	0,25	<0,20	0,33	<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	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
CROMO	mg/Kg	0,60	0,45	<0,40	<0,40	1,25	<0,40	<0,40	0,85	<0,40	1,65	1,77	2,76	3,52
SELENIO	mg/Kg	0,55	0,43	0,84	0,93	0,38	0,98	0,49	0,37	0,64	0,38	0,42	0,38	0,34
ZINC	mg/Kg	37	30	40	40	43	35	41	<30	44	57	33	73	<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-8 Vitoria		SP-9 Tortosa	SP-10 Alsasua	SP-11 C. Haro		SP-12 Logroño	SP-13 Arinzano	
		Tenca	Barbo	Rutilo	Bermejuela	Madrilla	Barbo	Barbo G.	Madrilla	Barbo G.
Fecha		03/09/2009		19/08/2009	27/08/2009	1/09/2009		31/08/2009	26/08/2009	
Parámetro	Unid.									
SUSTANCIAS PRIORITARIAS Y OTROS CONTAMINANTES										
CADMIO	mg/Kg	<0,040	<0,040	<0,040						
MERCURIO	mg/Kg	0,052	0,053	0,092						
NÍQUEL	mg/Kg	<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	0,52	<0,40	<0,40
HEXACLOROCICLOHEXANO	µg/Kg	0	0	0						
p,p'-DDT	µg/Kg	<10	<10	<10						
DDT TOTAL	µg/Kg	0	0	0						
ALDRIN	µg/Kg	<10	<10	<10						
ENDRIN	µg/Kg	<10	<10	<10						
DIELDRIN	µg/Kg	<10	<10	<10						
ISODRIN	µg/Kg	<10	<10	<10						
HEXACLOROBENCENO	µg/Kg	<10	<10	<10						
HEXACLOROBUTADIENO	µg/Kg	<10	<10	<10						
TRICLOROBENCENOS	µg/Kg	0	0	0						
PENTAFLOROBENCENO	µg/Kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
SUSTANCIAS PREFERENTES										
ARSÉNICO	mg/Kg	<0,20	<0,20	0,22	<0,20	<0,20	0,21	<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	<2,0
CROMO	mg/Kg	<0,40	1,01	2,34	0,54	0,61	<0,40	0,71	0,98	<0,40
SELENIO	mg/Kg	0,50	0,57	0,90	0,44	0,48	0,26	0,23	0,84	0,30
ZINC	mg/Kg	<30	32	<30	48	<30	<30	<30	38	<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		25/08/2009		28/08/2009		01/09/2009		03/09/2009	
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
PENTACLOROBENCENO	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	1,33	0,85	2,45	<0,40	2,86	0,97	<0,40
SELENIO	mg/Kg	1,39	0,64	1,22	0,36	0,51	0,30	0,57	0,98
ZINC	mg/Kg	33	<30	<30	<30	55	<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		25/08/2009		24/08/2009	
Parámetro	Unid.	Madrilla	Barbo	Bagre	Barbo
MERCURIO	mg/Kg	0,708	1,25	0,195	0,979

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 1999-2009, 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
Media⁽¹⁾ 1999-2009	0,30	0,17

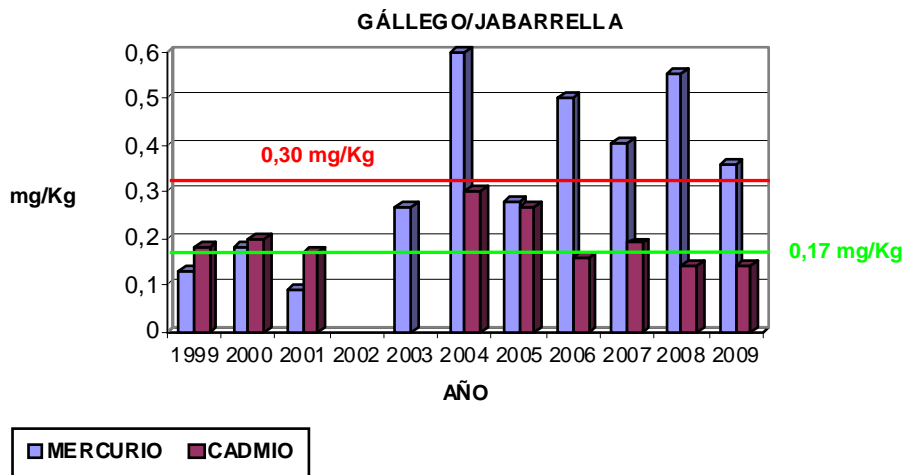


Figura 1. Evolución temporal de la concentración de *mercurio* y *cadmio* en los *sedimentos* de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella

(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.

Existe una tendencia creciente en la concentración de mercurio en la matriz sedimento. La línea roja representa la concentración media (0,30 mg/Kg) del periodo 1999-2009. El máximo valor se obtuvo en el año 2004; la concentración en 2009 (0,359 mg/Kg) es casi tres veces superior a la de 1999 y supera en un 15% a la media del periodo, aunque hay que destacar que dicha concentración ha disminuido respecto a la del 2008 en un 35%.

En cuanto al cadmio, existe una tendencia decreciente en la matriz sedimento desde el año 2004, en el que se alcanza el máximo valor del periodo (0,3 mg/Kg). En el año 2009 la concentración de cadmio es igual a la del año 2008 (0,14 mg/Kg), estando por debajo de la media del periodo 1999-2009 (0,17 mg/Kg).

▪ 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 (µg/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
Media⁽¹⁾ 1999-2009	3,17	1,72

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

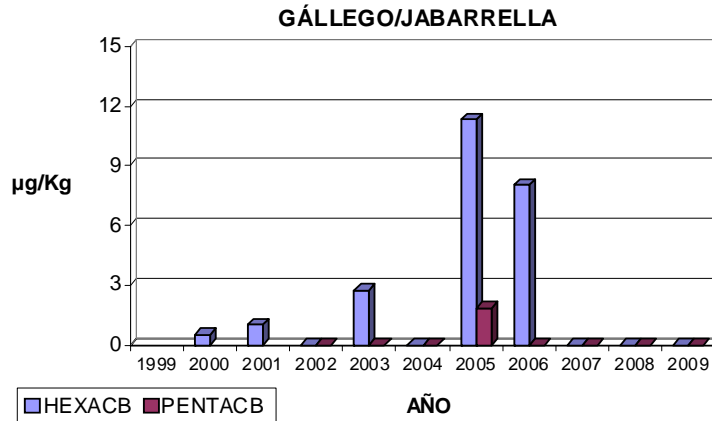


Figura 2. Evolución temporal de la concentración de **hexaclorobenceno** y **pentaclorobenceno** en los **sedimentos** de la estación SP-1 Gállego en Jabarrella.

En lo que respecta al hexaclorobenceno, se observa que salvo en los años 2005 y 2006, los niveles de concentración son bajos, incluso en algún año no se superó el nivel de detección (como fue en el año 2002). En 2009, el valor de concentración estuvo por debajo del límite de cuantificación (10 µg/Kg), al igual que en 2008 y 2007.

En cuanto al pentaclorobenceno, en el año 2005 se detectó una ligera concentración, que no se ha repetido en los siguientes años.

▪ DDTs

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

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

ANÁLISIS DE DDTs EN SEDIMENTOS (µg/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
Media ⁽²⁾ 1999-2009	0,75

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.

⁽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 media anual de un parámetro suma, los valores por debajo del LC se transforman en cero.

▪ 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 (µg/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
Media ⁽²⁾ 1999-2009	1,48

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
Media ⁽¹⁾ 1999-2009	11	28,66

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

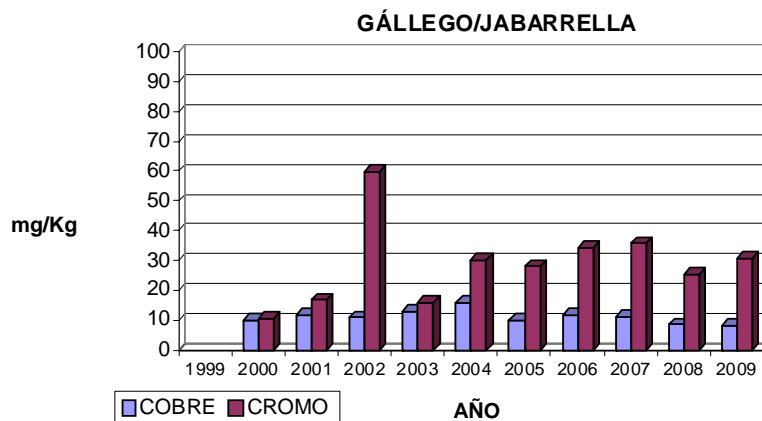


Figura 3. Evolución temporal de la concentración de **cobre** y **cromo** en los **sedimentos** de la estación SP-1 Gállego en Jabarrella.

El cobre prácticamente se mantiene constante durante el periodo 2000-2009.

En cuanto al cromo, el valor máximo se alcanza en el 2002 (59,86 mg/Kg). En el periodo 2003-2007 hay un aumento de la concentración. En 2008 se detecta una disminución del nivel de cromo, que, sin embargo, aumenta nuevamente en el año 2009, con valores por encima de la media del periodo.

▪ 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
Media ⁽¹⁾ 1999-2009	68,54	4,74

En la figura 4 se representa la evolución temporal de la concentración de zinc y arsénico encontradas en la matriz sedimento.

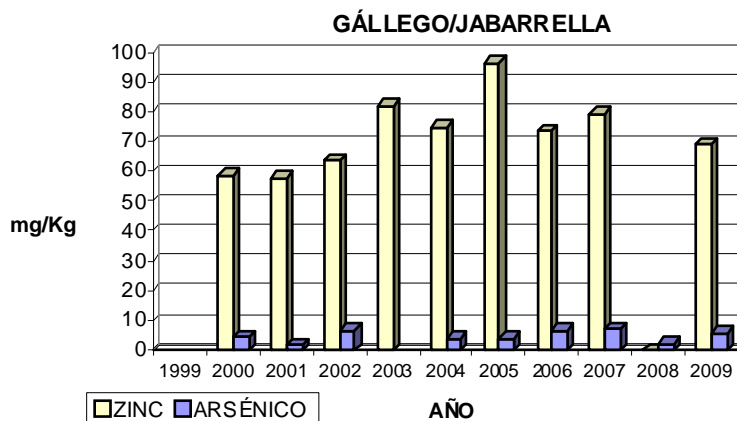


Figura 4. Evolución temporal de la concentración de zinc y arsénico en los sedimentos de la estación SP-1 Gállego en Jabarrella.

El máximo valor de zinc se obtiene en 2005 (96,4 mg/Kg). En 2008, se aprecia una disminución muy importante obteniendo una concentración que no supera el límite de cuantificación (60 mg/Kg), sin embargo, en el año 2009 la concentración de zinc aumenta, aunque ésta se mantiene por debajo de las concentraciones de zinc del periodo 2003-2007, donde se registran los mayores niveles.

El arsénico no sigue una tendencia clara de aumento ni de disminución en sedimento en el periodo 1999-2009. El máximo valor se alcanzó en el año 2007 (6,99 mg/Kg) y en el año 2009 la concentración aumenta respecto a la del año 2008, superando la media del periodo (4,74 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
Media⁽¹⁾ 1999-2009	1,22	0,61	1,57	0,91

En la figura 5 se muestra la evolución temporal de la concentración de mercurio en la matriz biota.

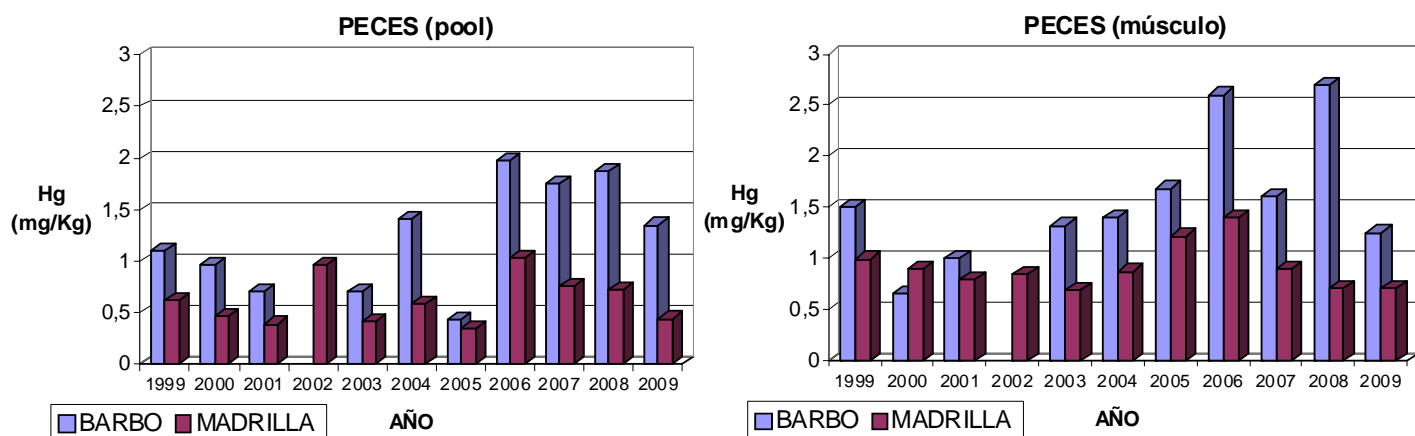


Figura 5. Evolución temporal de la concentración de **mercurio** en la matriz **biota** de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

En cuanto a la concentración de mercurio en el pool (animal completo), en barbos la tendencia es a aumentar a partir del 2003; sin embargo, en el año 2009 la concentración disminuye en un 30% respecto al año 2008, siendo el valor en 2009 muy parecido al de la media. En madrillas, no hay una tendencia clara, aunque se aprecia una disminución de la concentración desde el año 2007, siendo la concentración en el año 2009 un 40% inferior a la del año 2008. Además en el año 2009 los niveles de mercurio en las madrillas están por debajo de la media del periodo.

La concentración de mercurio en el músculo en los barbos tiende a aumentar a partir del año 2000 (excepto en el año 2007, donde la concentración disminuye). Sin embargo, en el año 2009 la concentración disminuye en más de un 50% respecto al año 2008, estando dicha concentración por debajo de la media del periodo. En madrillas, la concentración aumenta a partir del año 2003 hasta el año 2006. A partir del 2007 empieza a disminuir, siendo la concentración del año 2009 similar a la del 2008. Al igual que en los barbos, los niveles de mercurio en madrillas en el año 2009 están por debajo de la media del 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
Media⁽¹⁾ 1999-2009	0,051	0,046

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 y en la figura 6 se representan gráficamente.

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 (µg/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
Media ⁽¹⁾ 1999-2009	4,51	2,67	5,60	2,72

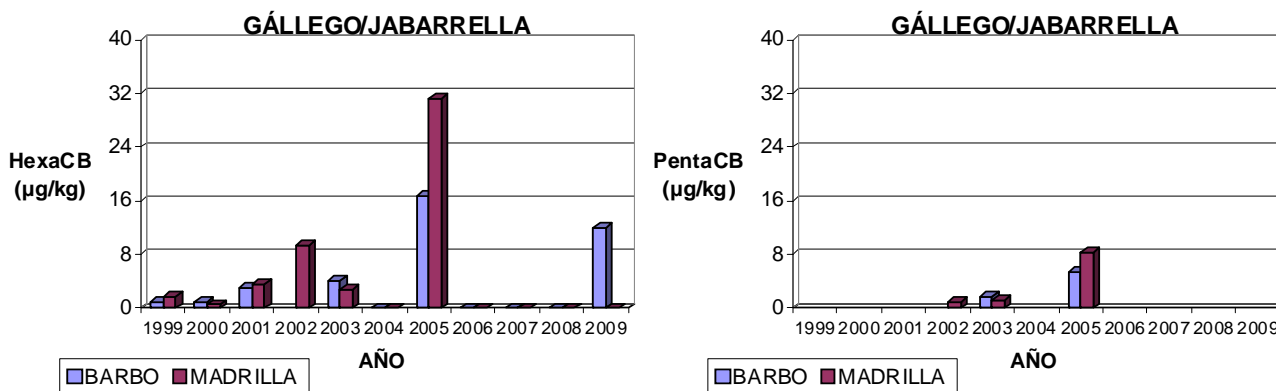


Figura 6. Evolución temporal de la concentración de **hexaclorobenceno** y **pentaclorobenceno** en la matriz **biota** de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

La concentración de hexaclorobenceno aumentó durante el periodo 1999-2005, siendo el valor en el 2005 muy superior al resto de los años, sobre todo en madrillas. Sin embargo, en los años 2006 - 2008 el valor de concentración para este compuesto estuvo por debajo del límite de cuantificación del método de análisis. En el año 2009, la concentración de hexaclorobenceno en madrillas sigue estando por debajo del límite de cuantificación, mientras que en barbos la concentración vuelve a aumentar, aunque dicha concentración está por debajo de la alcanzada en 2005, donde se alcanza el valor máximo del periodo.

Con respecto al pentaclorobenceno, se observa un aumento durante el periodo 2002-2005, alcanzando el valor máximo en el año 2005 en ambas especies. En los años siguientes, 2006 - 2009, el valor de concentración para este compuesto estuvo por debajo del límite de cuantificación del método de análisis.

- DDTs

En la tabla 10 se muestran los resultados obtenidos desde el año 1999 en las determinaciones analíticas de DDTs y en la figura 7 se representan gráficamente. 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
Media ⁽²⁾ 1999-2009	37,11	6,47

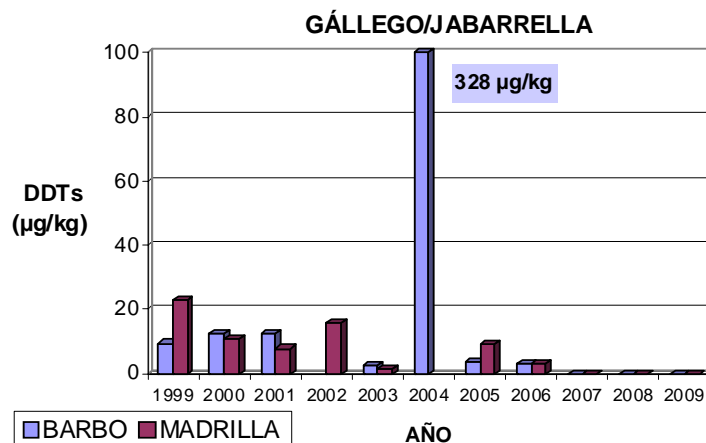


Figura 7. Evolución temporal de la concentración de **DDTs** la matriz **biota** de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

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

últimos años (2007, 2008 y 2009) 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 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)		
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
Media⁽²⁾ 1999-2009	7,78	3,51

En la figura 8 se representa la evolución temporal de la concentración de hexaclorociclohexano encontrada en la matriz biota.

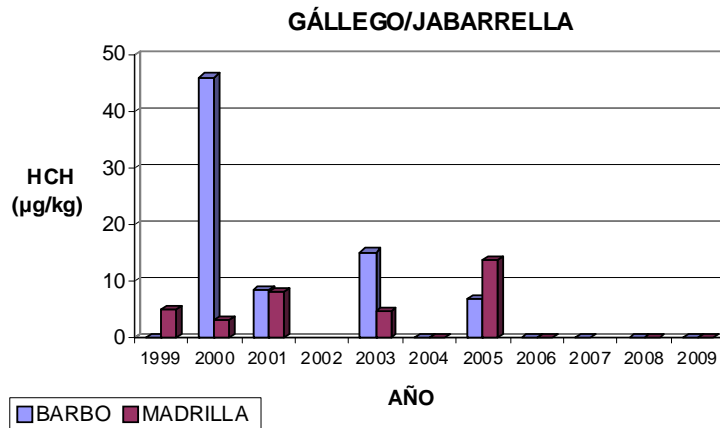


Figura 8. Evolución temporal de la concentración de **hexaclorociclohexano** en los **peces** de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

La concentración de hexaclorociclohexano en las madrillas alcanzó el máximo (14 $\mu\text{g}/\text{Kg}$) en el año 2005 y en el periodo 2006 - 2009 la concentración disminuye significativamente hasta alcanzar valores por debajo del límite de cuantificación. En los barbos se alcanzó el máximo (46 $\mu\text{g}/\text{kg}$) en el año 2000 y a partir del año 2006, al igual que en las madrillas, la concentración ha disminuido, detectándose en los años 2006, 2007, 2008 y 2009, una concentración 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
Media ⁽¹⁾ 1999-2009	1,10	0,62	1,53	1,18

En las figuras 9 y 10 se representa la evolución temporal de la concentración de cobre y cromo encontrada en los barbos.

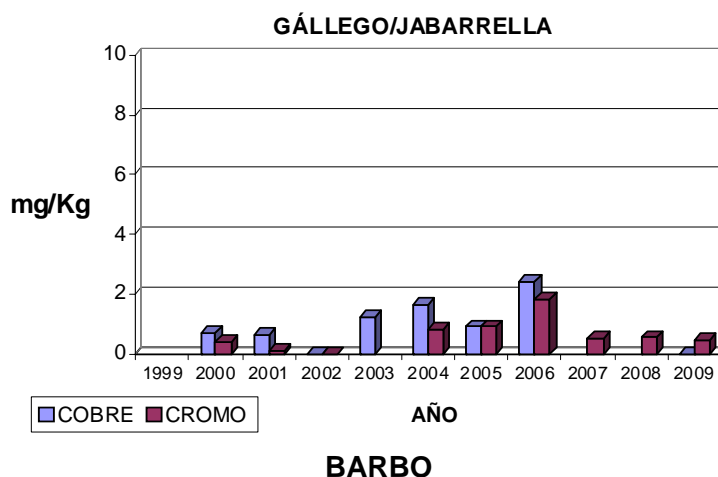


Figura 9. Evolución temporal de la concentración de **cobre** y **cromo** en barbo de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

En cuanto al cobre, se observa que durante el periodo 2000-2006 la concentración en barbo aumenta en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella. Sin embargo, a partir del 2007 la concentración disminuye, siendo inferior al límite de cuantificación en los años 2007, 2008 y 2009.

Con respecto al cromo, se observa el mismo aumento de concentración hasta el año 2006. Sin embargo, en los años 2007, 2008 y 2009, se detecta una disminución del nivel de cromo en los barbos.

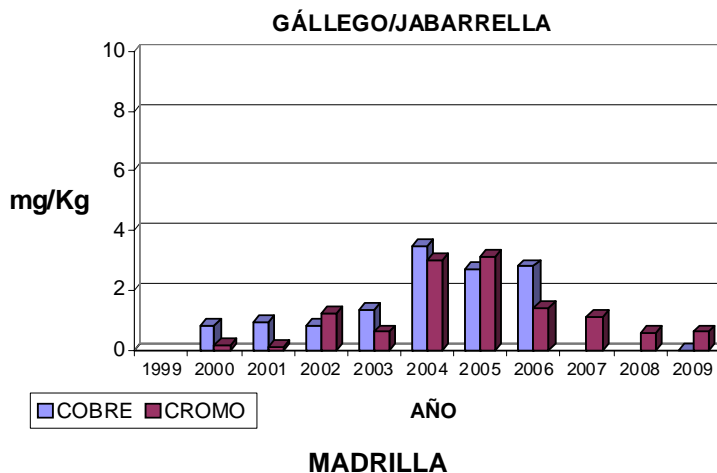


Figura 10. Evolución temporal de la concentración de **cobre** y **cromo** en madrilla de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

En cuanto al cobre, se observa que durante el periodo 2000-2004, la concentración aumenta en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella. En los años 2007, 2008 y 2009 no se detecta cobre en madrilla.

Con respecto al cromo, se observa el mismo aumento de concentración hasta el 2005. Sin embargo, a partir del 2006 se detecta una disminución del nivel de cromo en las madrillas.

▪ 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
Media ⁽¹⁾ 1999-2009	24,21	0,117	35,95	0,315

En las figuras 11 y 12 se representa la evolución temporal de la concentración de zinc y arsénico encontrada en los barbos y en las madrillas.

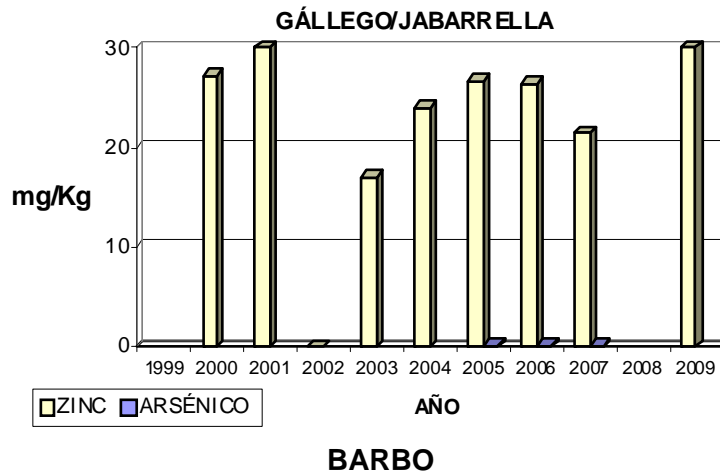


Figura 11. Evolución temporal de la concentración de **zinc y arsénico** en barbo de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

Para el zinc, los valores máximos en barbos se obtienen en 2001 (30,1 mg/Kg) y en 2009 (30 mg/Kg).

En el caso del arsénico, en la mayor parte del periodo 1999-2009, la concentración en barbo está por debajo del límite de cuantificación.

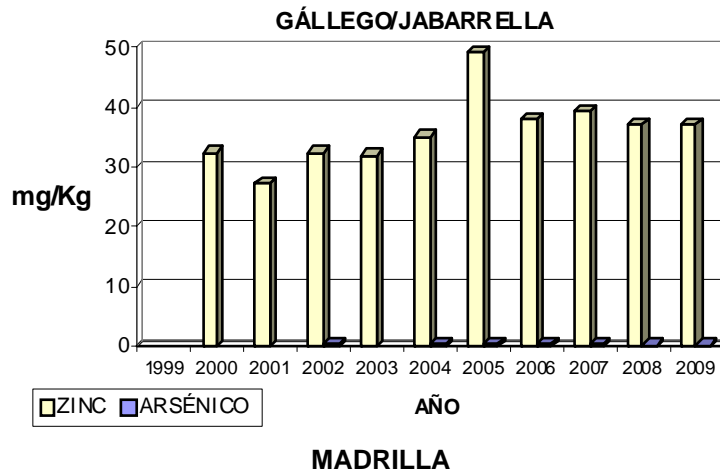


Figura 12. Evolución temporal de la concentración de **zinc y arsénico** en madrilla de la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

Para el zinc, el máximo valor se obtiene en 2005 (49,2 mg/Kg). En el 2009 la concentración de zinc es la misma que en 2008 (37 mg/Kg).

La concentración de arsénico en madrilla ha disminuido desde el año 2005, siendo la concentración en 2008 y 2009 inferior a la media del periodo 1999-2009 (0,315 mg/kg).

CONCLUSIONES

En la tabla 14 se hace una comparación de los valores obtenidos en la matriz sedimento en el año 2009 y las medias del periodo 1999-2009 en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

Tabla 14. Comparación de los resultados en **sedimentos del año 2009** con las **medias aritméticas del periodo 1999-2009** en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella

SEDIMENTOS	Valor 2009	Media 1999-2009
Mercurio (mg/Kg)	0,359	0,30
Hexaclorobenceno ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	<10	3,17
Pentaclorobenceno ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	<10	1,72
DDTs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	0	0,75
Hexaclorociclohexano ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	0	1,48

El mercurio es la única sustancia cuya concentración supera (en un 17%) la media del periodo 1999-2009, aunque tal y como se comentaba anteriormente, hay que destacar que la concentración en 2009 ha disminuido respecto a la del 2008 en un 35%. Los organoclorados están por debajo del límite de cuantificación.

En la tabla 15 se hace una comparación de los valores obtenidos en la matriz biota en el año 2009 y las medias del periodo 1999-2009 en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella.

Tabla 15. Comparación de los resultados en la matriz **biota del año 2009** con las **medias aritméticas del periodo 1999-2009** en la estación SP-1 Gállego/Jabarrella

Especie	PECES	Valor 2009	Media 1999-2009
Barbo	Mercurio pool (mg/Kg)	1,35	1,22
	Hexaclorobenceno ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	12	4,51
	Pentaclorobenceno ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 10	2,67
	DDTs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	0	37,11
	Hexaclorociclohexano ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	0	7,78
Madrilla	Mercurio pool (mg/Kg)	0,440	0,61
	Hexaclorobenceno ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 10	5,60
	Pentaclorobenceno ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	< 10	2,72
	DDTs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	0	6,47
	Hexaclorociclohexano ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	0	3,51

Las únicas sustancias que superan la media aritmética del periodo estudiado (1999-2009) son el mercurio y el hexaclorobenceno, en ambos casos en los barbos. El mercurio supera en un 10% la media del periodo y la concentración de hexaclorobenceno es casi tres veces superior a la media del periodo. El resto de organoclorados en barbo están por debajo del límite de cuantificación.

La concentración de mercurio en las madrillas está por debajo de la media del periodo 1999-2009 y los organoclorados están por debajo del límite de cuantificación.

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

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

IV.I. SEDIMENTO

▪ Mercurio

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

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

ANÁLISIS DE MERCURIO EN SEDIMENTOS (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
Media 1999-2009¹	0,93	0,45

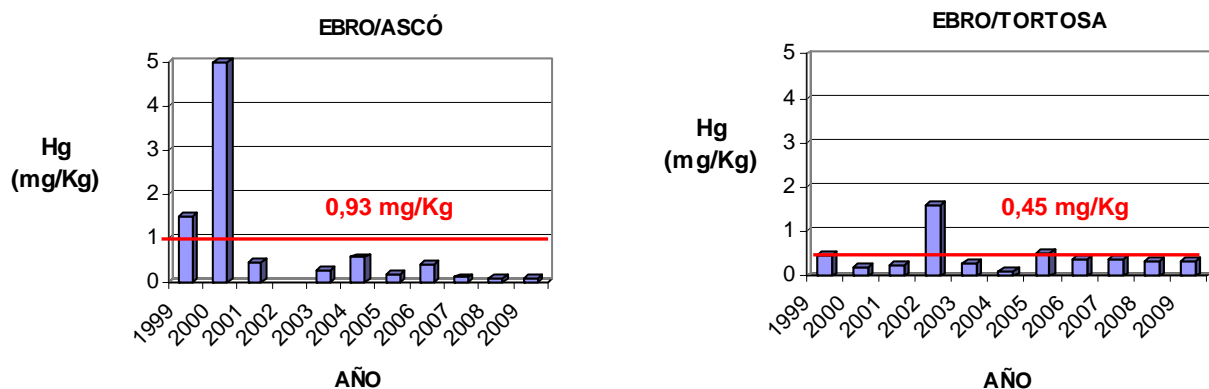


Figura 1. Evolución temporal de la concentración de mercurio en los **sedimentos** de las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

Las líneas rojas representan la concentración media del periodo 1999-2009.

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. Además, los niveles de mercurio en los últimos tres años (2007, 2008 y 2009) se encuentran por debajo de la media del periodo.

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 en 2009 igual a la del 2008. Desde el año 2006, los niveles de mercurio en la estación están por debajo de la media del periodo.

Hay que destacar que desde el año 2001 en Ascó, y del 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 las gráficas correspondientes.

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 ($\mu\text{g}/\text{Kg}$)		
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
Media 1999-2009 ⁽¹⁾	112	11

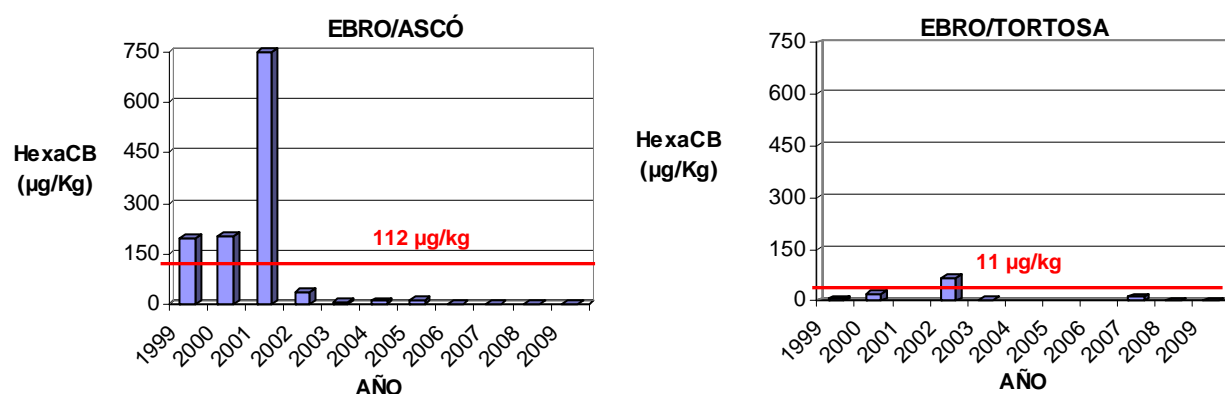


Figura 2. Evolución temporal de la concentración de **hexaclorobenceno** en los **sedimentos** de las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

Las líneas rojas representan la concentración media del periodo 1999-2009.

En la estación SP-3 Ebro/Ascó se alcanzó la máxima concentración del periodo (749 $\mu\text{g}/\text{Kg}$) en el año 2001, concentración casi 4 veces superior a la de 1999. El nivel de hexaclorobenceno alcanzado disminuyó a partir del 2006, estando desde este año la concentración 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 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ (el doble de la concentración detectada en 1999). Sin embargo, en el 2008 y 2009 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
Media⁽²⁾ 1999-2009	41	189

⁽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 media anual de un parámetro suma, los valores por debajo del LC se transforman en cero.

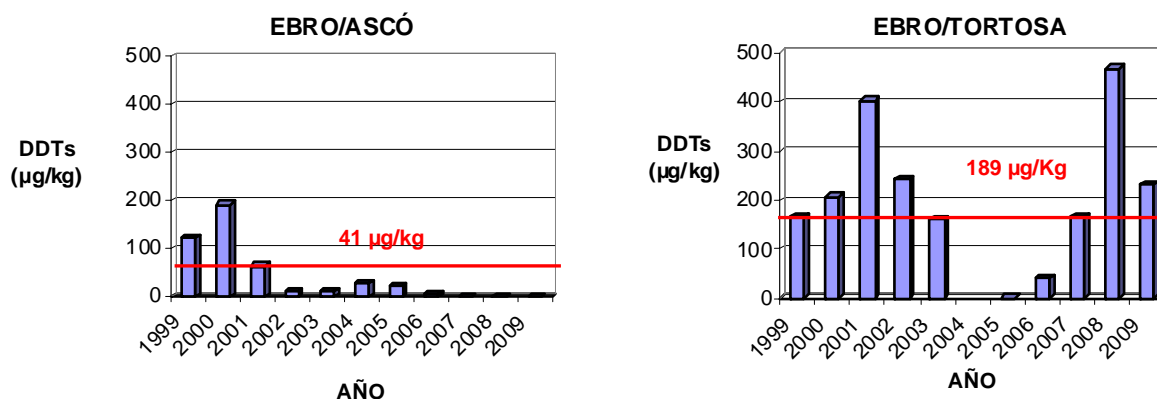


Figura 3 Evolución temporal de la concentración de **DDTs** en los **sedimentos** de las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

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

En la estación SP-3 Ebro/Ascó se obtuvo el máximo de concentración (190 µg/kg) del periodo 1999-2008 en el año 2000, siendo la tendencia claramente descendente. En el año 2007, 2008 y 2009 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. Sin embargo en 2009 la concentración ha disminuido en un 50% respecto al año 2008.

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
Media 1999-2009⁽¹⁾	0,14	0,34	0,19	0,12	0,33	0,08	0,10

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

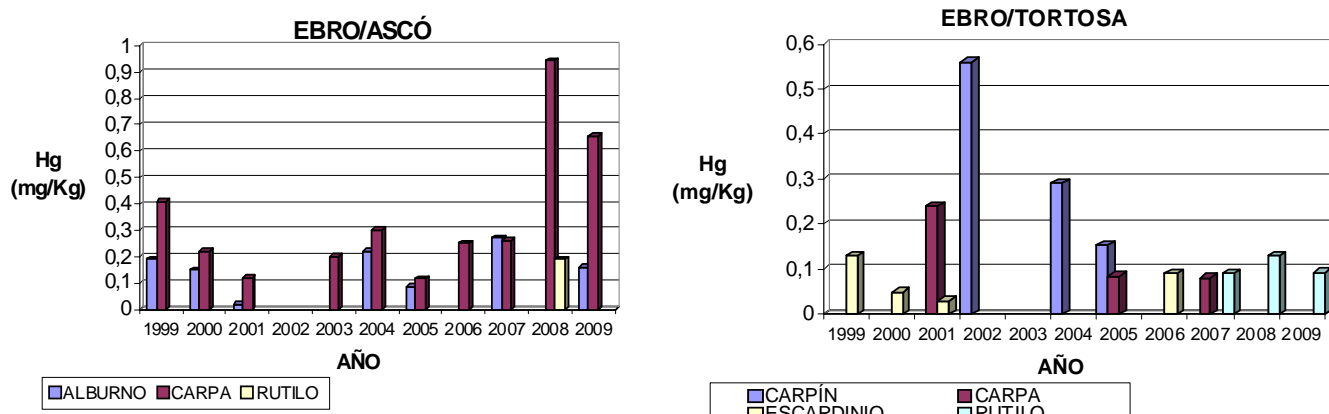


Figura 4. Evolución temporal de la concentración de **mercurio** en la matriz **biota** de la estación SP-3 Ebro/Ascó y de la estación SP-9 Ebro/Tortosa.

Durante el periodo 1999-2009 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. Sin embargo, en el año 2009 la concentración de mercurio en carpa disminuye respecto al 2008 en un 30% y en un 40% en los alburnos respecto al año 2007.

En la estación SP-9 Ebro/Tortosa, la concentración de mercurio en la biota tiene una tendencia descendente a lo largo del periodo desde su máximo en 2002. La concentración de mercurio en rutilo en el año 2009 es un 30% inferior a la del año 2008.

▪ 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
Media 1999-2009⁽¹⁾	304	142	18	66	5	88	3,5

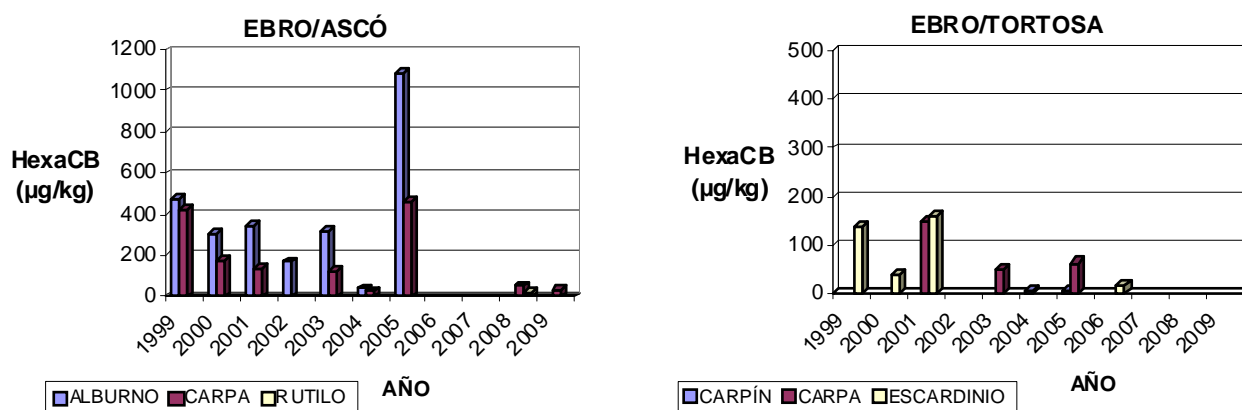


Figura 5. Evolución temporal de la concentración de hexaclorobenceno en la matriz biota de las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

En la estación SP-3 Ebro/Ascó, se alcanzó el mayor nivel de hexaclorobenceno en el año 2005, destacando sobre todo la alta concentración en la especie alburno (casi tres veces superior a la del año 1999). En alburnos, sin embargo, la concentración de hexaclorobenceno en los años 2007 y 2009 está por debajo del límite de cuantificación y en las carpas la concentración de hexaclorobenceno en 2009 disminuye en casi un 40% respecto al año 2008.

En la estación SP-9 Ebro/Tortosa, la concentración de hexaclorobenceno tiene una tendencia descendente en carpas y escardínios y ascendente en carpines. En los años 2008 y 2009 se midió la concentración de hexaclorobenceno en rutilo, y en ambos casos los niveles están 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: op¹-DDT, pp¹-DDT, pp¹-DDD y pp¹-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	Escardínio	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
Media 1999-2009⁽²⁾	564	761	0	628	129	342	43

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

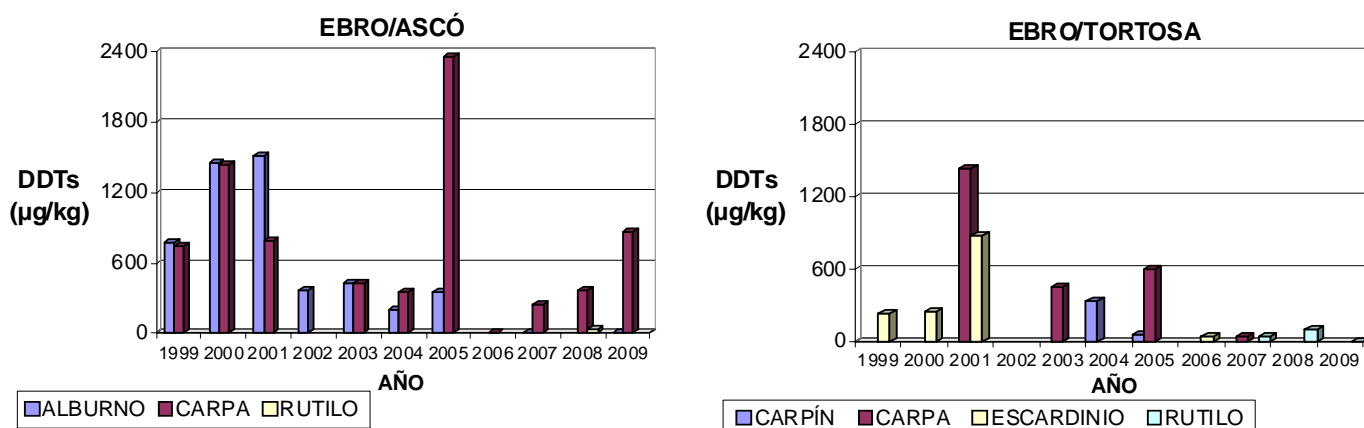


Figura 6. Evolución temporal de la concentración de DDTs en la matriz biota las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

En la estación SP-3 Ebro/Ascó se alcanzaron los valores máximos de concentración en el año 2001 en alburnos (1517 µg/kg) y en el año 2005 en carpas (2352 µg/kg). El nivel de DDTs desde el año 2007 en las carpas ha experimentado un aumento considerable respecto al 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 1999-2009 se alcanzaron en el año 2001 en carpas (1430 µg/kg) y en escardínios (870 µg/kg) y en el año 2004 en carpines (330 µg/kg). En los años 2008 y 2009 se midió la concentración de DDTs en rutilo, y hay que destacar que dicha concentración ha disminuido en el 2009, estando por debajo del límite de cuantificación.

CONCLUSIONES

En la tabla 7 se hace una comparación de los valores obtenidos en la matriz sedimento en el año 2009 y las medias del periodo 1999-2009, en las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

Tabla 7. Comparación de los resultados en sedimentos del año 2009 con las medias aritméticas del periodo 1999-2009 en las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

Estación	SEDIMENTOS	Valor 2009	Media 1999-2009
SP-3 Ebro/Ascó	Mercurio (mg/Kg)	0,112	0,93
	Hexaclorobenceno (µg/Kg)	<10	112
	DDTs (µg/Kg)	0	41
SP-9 Ebro-Tortosa	Mercurio (mg/Kg)	0,336	0,45
	Hexaclorobenceno (µg/Kg)	<10	11
	DDTs (µg/Kg)	231	189

En sedimentos, las concentraciones medidas en el año 2009 en la estación SP-3 Ebro/Ascó no superan las medias del periodo 1999-2009. En la estación SP-9 Ebro/Tortosa, sin embargo, la concentración de DDTs del año 2009 es superior a la media del periodo.

A pesar de que en el año 2009 las concentraciones de las sustancias controladas son más elevadas en la estación SP-9 Ebro/Tortosa, si se estudian las medias del periodo 1999-2009, se puede comprobar que los niveles de mercurio y hexaclorobenceno son más elevados en la estación SP-3 Ebro/Ascó (más de 2 y 10 veces superiores), mientras que los DDTs son más abundantes en la estación SP-9 Ebro/Tortosa.

En la tabla 8 se hace una comparación de los valores obtenidos en la matriz biota en el año 2009 y las medias del periodo 1999-2009 en las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

Tabla 8. Comparación de los resultados en la matriz **biota** del **año 2009** con las **medias aritméticas** del periodo 1999-2009 en las estaciones SP-3 Ebro/Ascó y SP-9 Ebro/Tortosa.

Estación	Especie	PECES	Valor 2009	Media 1999-2009
SP-3 Ebro/Ascó	Alburno	Mercurio pool (mg/Kg)	0,160	0,14
		Hexaclorobenceno ($\mu\text{g/Kg}$)	<10	304
		DDTs ($\mu\text{g/Kg}$)	0	564
	Carpa	Mercurio pool (mg/Kg)	0,658	0,34
		Hexaclorobenceno ($\mu\text{g/Kg}$)	33	142
		DDTs ($\mu\text{g/Kg}$)	869	761
SP-9 Ebro/Tortosa	Rutilo	Mercurio pool (mg/Kg)	0,092	0,10
		Hexaclorobenceno ($\mu\text{g/Kg}$)	<10	3,5
		DDTs ($\mu\text{g/Kg}$)	0	43

En la estación SP-3 Ebro/Ascó la concentración media de mercurio del año 2009 en carpa y alburno supera la media del periodo, así como la concentración media de DDTs en carpa. Las concentraciones de hexaclorobenceno, sin embargo, son inferiores a la media del periodo considerado.

Las concentraciones medidas en rutilo en el año 2009 en la estación SP-9 Ebro/Tortosa no superan la media del periodo 2007-2009 (no se puede hacer la comparación con los años anteriores a 2007 debido a que no se pudo capturar rutilo).

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
Media ⁽¹⁾ 1999-2009	0,42	0,31

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

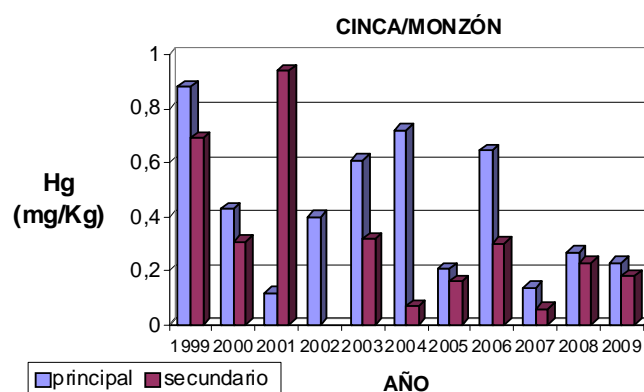


Figura 1. Evolución temporal de la concentración de **mercurio** en los **sedimentos** de la estación SP-5 Cinca/Monzón.

La concentración de mercurio en sedimentos experimenta en ambos puntos de muestreo repetidas subidas y bajadas durante todo el periodo 1999-2009. Hay que destacar que el máximo de concentración (0,94 mg/Kg) se alcanzó en año 2001 en el punto secundario de muestreo. Respecto al año 1999, la concentración de mercurio en sedimentos ha disminuido en 2009 un 74% tanto en el punto principal como secundario, y respecto al año 2008, la

⁽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.

concentración de mercurio en 2009 ha disminuido un 15% en el punto principal y un 22% en el punto secundario.

Desde el año 2007, las concentraciones de mercurio en sedimentos son inferiores al valor medio del periodo 1999-2009.

• DDTs

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

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

ANÁLISIS DE DDTs EN SEDIMENTOS ($\mu\text{g}/\text{kg}$)		
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
Media 1999-2009 ⁽²⁾	104	50

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

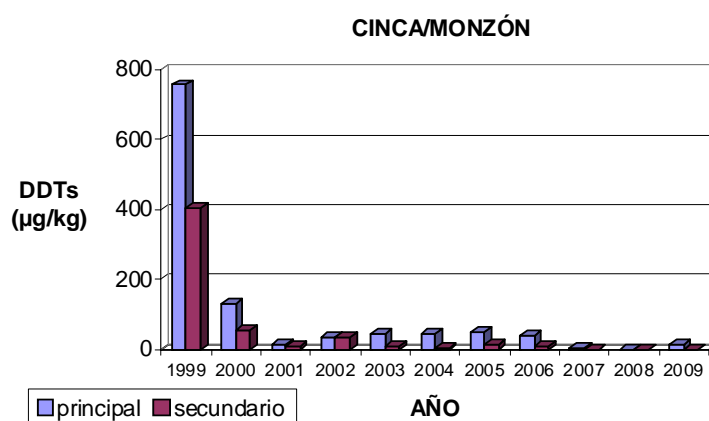


Figura 2. Evolución temporal de la concentración de **DDTs** en los **sedimentos** de la estación SP-5 Cinca/Monzón.

Las concentraciones de DDTs encontrada en el año 2009 en la matriz sedimento, es inferior al límite de cuantificación en el punto secundario.

⁽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 media anual de un parámetro suma, los valores por debajo del LC se transforman en cero.

En el punto principal la concentración de DDTs aumenta (15 µg/kg) respecto al año 2008 (donde la concentración fue inferior al límite de cuantificación), sin embargo, este valor está muy por debajo de la media del periodo 1999-2009 (104 µg/kg).

Hay que destacar que los niveles de DDTs se mantienen 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
Media 1999-2009 ⁽¹⁾	0,44	0,64	0,22	0,73	1,08	0,38

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

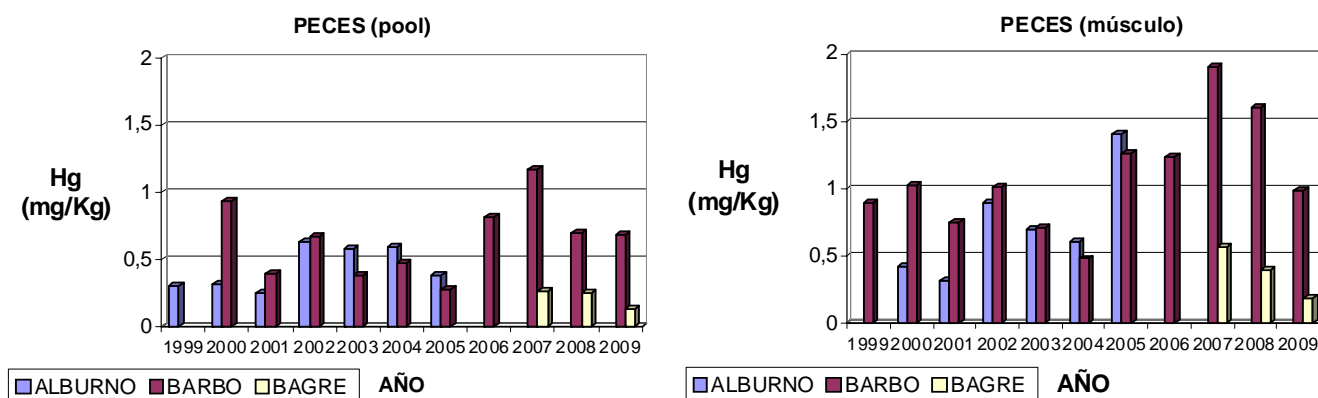


Figura 3. Evolución temporal de la concentración de **mercurio** en la matriz **biota** de la estación SP-5 Cinca/Monzón.

Durante el intervalo 1999-2006, el valor de la concentración de mercurio en el pool no ha tenido una evolución clara. Sin embargo, desde el año 2007 se observa una disminución de la concentración de mercurio en barbo y bagre.

En músculo también se observa una disminución de la concentración de mercurio en barbo y bagre.

• 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
Media⁽²⁾ 1999-2009	1.363	1.898	12,6

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

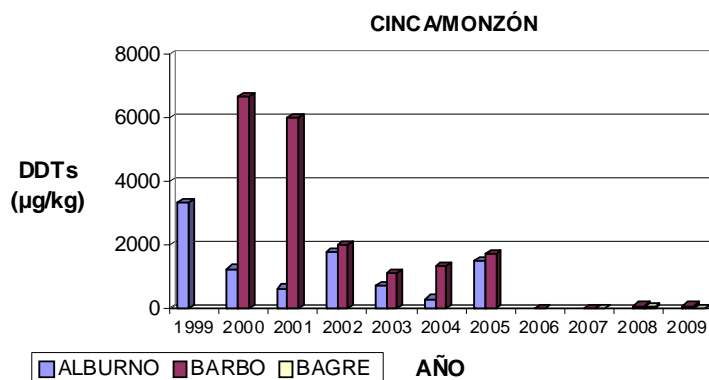


Figura 4. Evolución temporal de la concentración de **DDTs** en la matriz **biota** de la estación SP-5 Cinca/Monzón.

La concentración de DDTs en la matriz biota tiene una tendencia descendente en el periodo estudiado. En el año 2009, la concentración en bagre está por debajo del límite de cuantificación, y la concentración en barbo es similar a la del año 2008.

CONCLUSIONES

En la tabla 5 se hace una comparación de los valores obtenidos en la matriz sedimento en el año 2009 y las medias del periodo 1999-2009 en la estación SP-5 Cinca/Monzón.

Tabla 5. Comparación de los resultados en **sedimentos del año 2009** con las **medias aritméticas del periodo 1999-2009** en la estación SP-5 Cinca/Monzón.

Punto Muestreo	SEDIMENTOS	Valor 2009	Media 1999-2009
Principal	Mercurio (mg/Kg)	0,23	0,42
	DDTs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	15	104
Secundario	Mercurio (mg/Kg)	0,18	0,31
	DDTs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	0	50

Las concentraciones del año 2009 son inferiores a las medias del periodo 1999-2009.

En la tabla 6 se hace una comparación de los valores obtenidos en la matriz biota en el año 2009 y las medias del periodo 1999-2009 en la estación SP-5 Cinca/Monzón.

Tabla 6. Comparación de los resultados en la matriz **biota del año 2009** con las **medias aritméticas del periodo 1999-2009** en la estación SP-5 Cinca/Monzón.

Especie	PECES	Valor 2009	Media 1999-2009
Barbo	Mercurio pool (mg/Kg)	0,68	0,64
	DDTs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	88	1.898
Bagre	Mercurio pool (mg/Kg)	0,14	0,22
	DDTs ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	0	12,6

Las concentraciones del año 2009 son inferiores a las medias del periodo 1999-2009 excepto en el caso del mercurio en barbo, cuya concentración supera la media del periodo en un 5%. En este sentido, hay que destacar, sin embargo, que la concentración de mercurio tanto en barbo como en bagre ha ido disminuyendo desde el año 2007.

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.

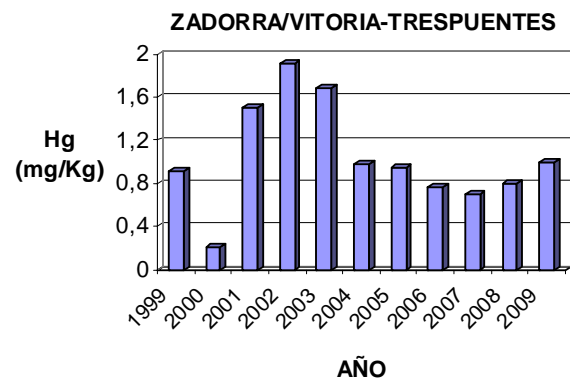
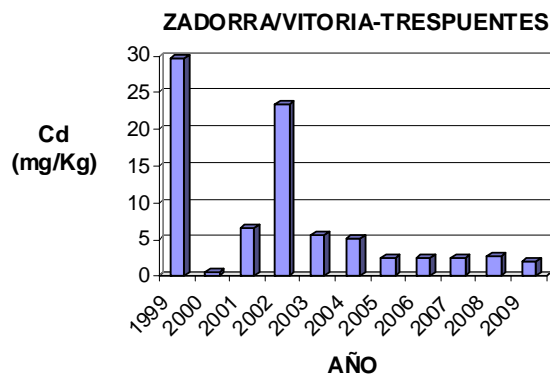
VI.I. SEDIMENTO

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
Media ⁽¹⁾ 1999-2009	7,53	1,0	6,2	204	190	88	81	1,5	1.820

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.

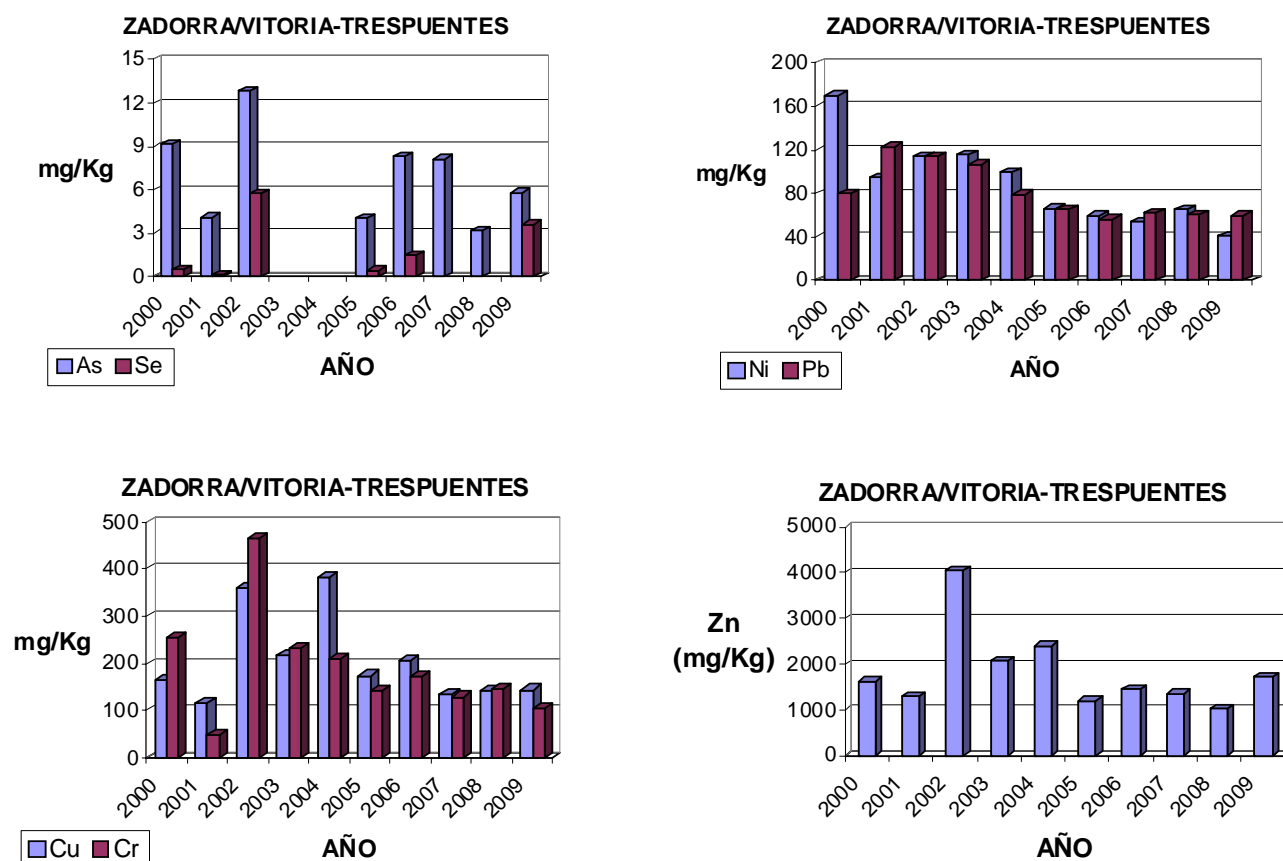


Figura 1. Evolución temporal de la concentración de **metales** en los **sedimentos** de la estación SP-8 Zadorra/Vitoria-Trespuentes.

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 2009 de los metales analizados es inferior a la media de los años 2000-2009, a excepción del selenio, cuya concentración en 2009 es de 3,61 mg/kg.

Además, todos los metales presentan una concentración inferior a la del año 2008, excepto el arsénico (5,78 mg/kg) y el zinc (1.728 mg/kg).

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 2009 es un 94% 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 2009 un 76% y un 60% 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
Media ⁽¹⁾ 1999-2009	-	0,05	0,1	1,2	0,5	-	0,18	0,5	28
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	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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
Media ⁽¹⁾ 2007-2009	-	0,047	-	1,3	0,5	-	-	0,4	16,3

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, 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 las concentraciones encontradas en el año 2009 son algo 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).

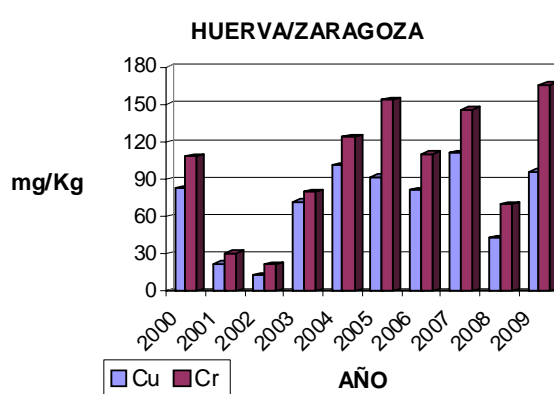
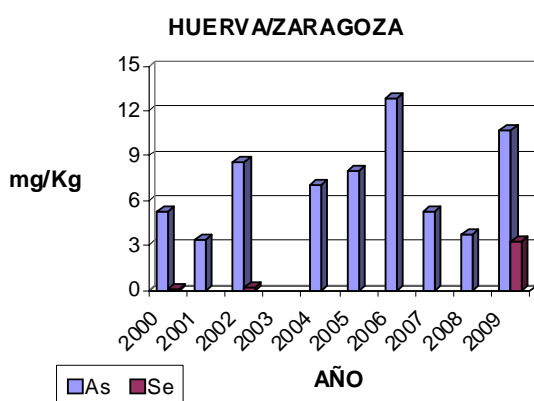
De la misma forma que en años anteriores, en la campaña de muestreo de 2009 no ha sido posible obtener ejemplares de peces, ya que no se encuentran en ese tramo de río.

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
Media⁽¹⁾ 2000-2009	7	72	101	79	37	0,8	755

En las gráficas siguientes se representa la evolución temporal (2000-2009), 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.

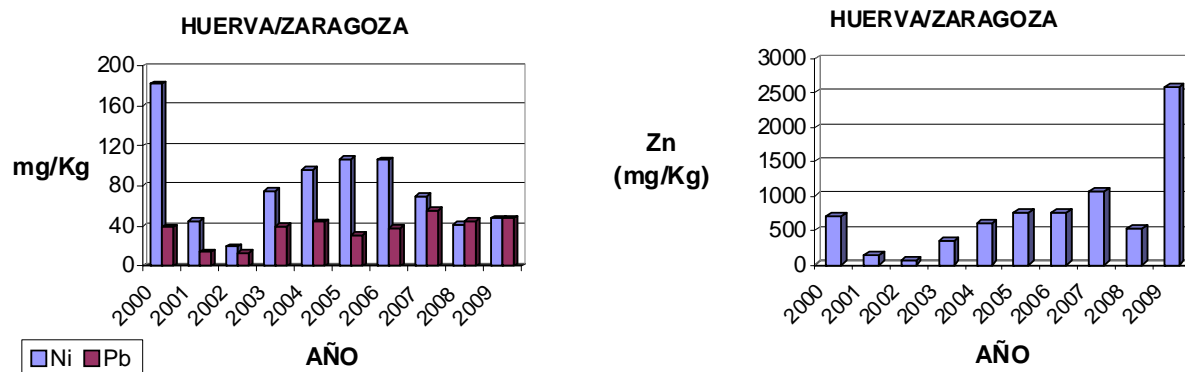


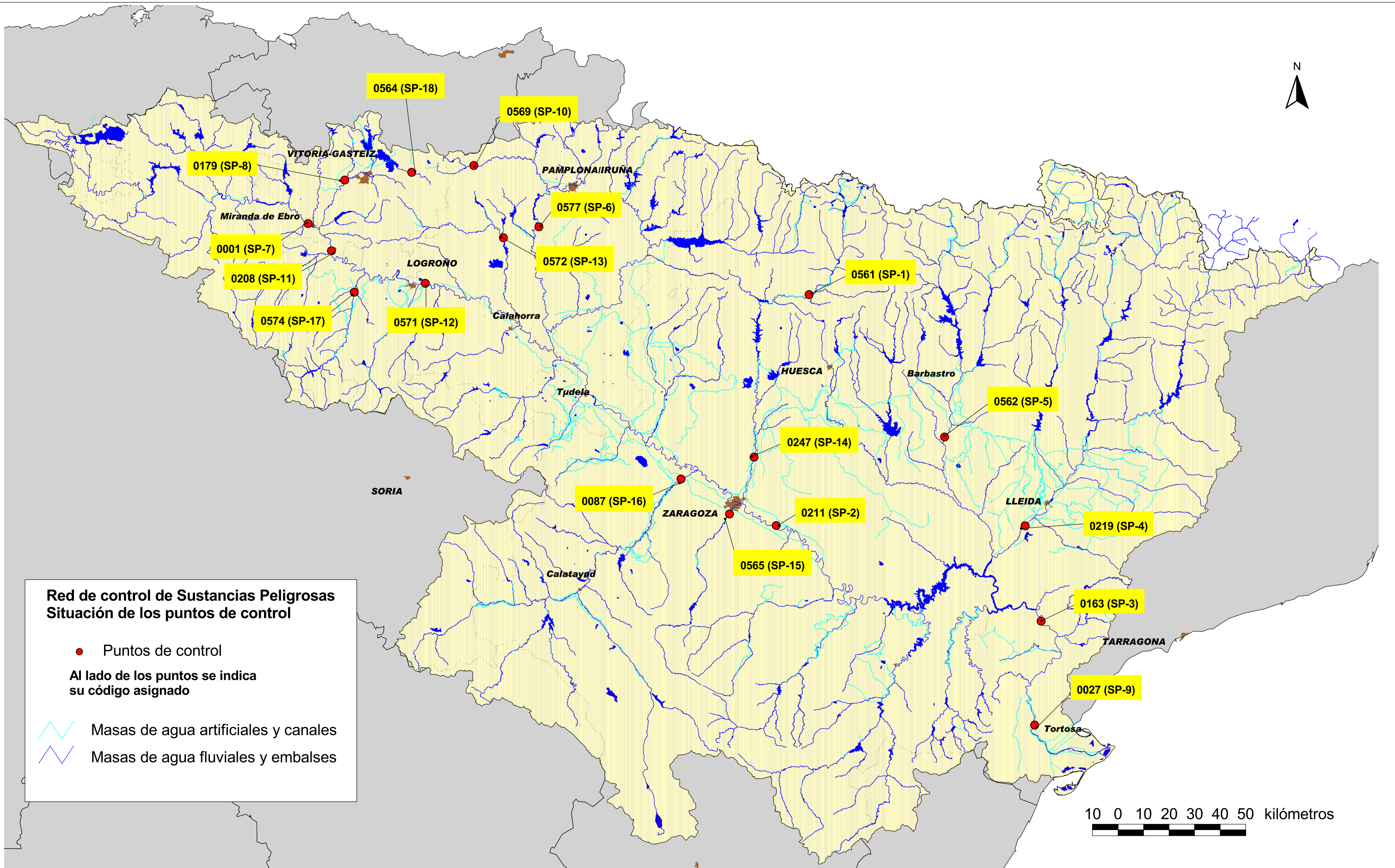
Figura 1. Evolución temporal de la concentración de **metales** en los **sedimentos** de la estación SP-15 Huerva/Zaragoza (Fuente de la Junquera).

Casi todos los metales experimentan una evolución similar en el periodo 2000-2008. 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.

Sin embargo, en el año 2009 se produce 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.

Los metales que presentan las concentraciones más elevadas en 2009 son el selenio, el cromo y el zinc, que alcanzan el máximo valor del periodo 2000-2009.

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



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

- Puntos de control
- Al lado de los puntos se indica su código asignado
- Masas de agua artificiales y canales
- Masas de agua fluviales y embalses

10 0 10 20 30 40 50 kilómetros