



**OSASUN ETA KONTSUMO  
SAILA**  
Osasun Sailburuordetza  
*Osasun Publikoko Zuzendaritza*

**DEPARTAMENTO DE SANIDAD  
Y CONSUMO**  
Viceconsejería de Sanidad  
*Dirección de Salud Pública*

**ESTUDIO “CESIÓN DE PLOMO  
PROCEDENTE DE INSTALACIONES DE FONTANERIA,  
EN CENTROS ESCOLARES DE LA CAPV”.**

Marzo de 2010

**AUTORES:**

José Varela Alonso (Subdirección de Salud Pública de Araba)  
Koldo Cambra Contín (Dirección de Salud Pública)  
Concepción Onaindia Olalde (Subdirección de Salud Pública de Bizkaia)  
Itziar Zaldua Etxabe (Subdirección de Salud Pública de Gipuzkoa)

## INTRODUCCIÓN

El plomo es una sustancia tóxica general que se acumula en el esqueleto. Afecta tanto al sistema nervioso central como al periférico e induce efectos neurológicos y conductuales. Los lactantes, los niños de hasta 6 años y las mujeres embarazadas son las personas más vulnerables a sus efectos adversos<sup>1,2</sup>. Este contaminante también interfiere en la actividad de los enzimas implicados en la síntesis del grupo hemo. La actividad de la delta-aminolevulínico deshidratasa se inhibe a partir de niveles bajos de plomo en sangre si bien no se ha asociado con efectos adversos. El plomo dificulta el metabolismo del calcio, directamente y a través de la interferencia en el metabolismo de la vitamina D sin que haya podido determinarse un umbral de exposición.

El plomo que se encuentra en el agua de grifo rara vez procede de la disolución de fuentes naturales, sino que proviene principalmente de instalaciones de fontanería doméstica que contienen plomo en las tuberías, las soldaduras, los accesorios o las conexiones de servicio a las viviendas. Debido a la disminución del uso de aditivos con plomo en las gasolinas y de soldaduras con plomo en la industria alimentaria, sus concentraciones en el aire y los alimentos están disminuyendo y la contribución relativa del agua de consumo en la ingesta total es mayor<sup>1,2</sup>.

La cesión de plomo depende principalmente de: presencia de cloro y oxígeno, pH, temperatura, dureza del agua y tiempo de contacto.

El Real Decreto 140/2003 por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano<sup>3</sup>, establece como valor paramétrico (a partir de 2013) una concentración de 10µg/L de plomo, valor que coincide con el valor guía establecido por la Organización Mundial de la salud<sup>1</sup>. Este valor guía fue calculado para que la exposición de los lactantes alimentados con leche reconstituida con agua, no superara el 50% de la Ingesta Semanal Provisional Tolerable (PTWI)<sup>2</sup>.

El nivel de plomo en el agua puede reducirse con medidas de control de la corrosión y ajuste del pH del agua<sup>2</sup>. Algunos países con importantes problemas de cesión de plomo como es el caso del Reino Unido han optado por la dosificación de ortofosfatos a sus aguas de consumo. Se estima que en el 95% de los abastecimientos públicos de este país se dosifica este anticorrosivo con resultados satisfactorios. Por otro lado, ciudades como Bruselas o La Haya han optado por la sustitución masiva de tuberías de plomo<sup>4</sup>.

Hasta 1950, la práctica de construcción habitual en el País Vasco fue la de utilizar tuberías de plomo desde la acometida de la red general hasta el grifo del consumidor. Desde 1950 hasta 1970-75 únicamente se empleó plomo en el ramalillo final (40-50 cm.), utilizando para el resto de las conducciones hierro

dulce. A partir de 1975 se desechó la utilización del plomo debido a su mayor valor de mercado frente a otros materiales alternativos como cobre o PVC.

Desde el punto de vista de la protección de la salud pública, tiene un gran interés el conocer la ingesta de metales a través del agua de consumo. Según el RD 140/2003, los parámetros a vigilar en grifo de consumidor, cuando se sospeche su presencia en las instalaciones interiores son: Pb, Ni, Cu, Fe y Cr. Analizar repetidamente estos metales en los grifos establecidos como puntos de muestreo habituales, conduciría a generar información redundante. Por ello, la evaluación del problema de la cesión de metales desde las instalaciones domésticas, requiere muestreos representativos de las viviendas.

En la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV), la estrategia reciente para estimar la presencia de plomo en agua de consumo, se ha llevado a cabo siguiendo una metodología específica. En el estudio de los Niveles de Plomo en el Agua de Consumo de las Viviendas de la Comarca del Gran Bilbao<sup>5</sup> (mayo 1.995) , Cirarda realizó un muestreo representativo de viviendas de dicha comarca, considerando su año de construcción. Posteriormente, el Departamento de Sanidad investigó los niveles de plomo en agua, procedentes de las tuberías en viviendas construidas antes de 1950 en toda la CAPV<sup>6</sup> . En ambos casos, se muestreó agua de primera extracción, para conocer el porcentaje de viviendas en las que el nivel de plomo, en las condiciones mas adversas, podría superar el Valor Paramétrico.

Teniendo en cuenta estos estudios y a la vista de los resultados obtenidos, en 2006 y en colaboración con las Unidades de Control y Vigilancia<sup>7</sup>, se planteó la realización de un muestreo representativo de viviendas, en las diferentes zonas de abastecimiento<sup>3</sup>(ZAs) de la CAPV. En este caso, el muestreo no correspondió a muestras de agua retenida, sino a muestras tomadas en momentos al azar y sin dejar correr el agua. Este método, es adecuado para realizar una estimación razonable del cumplimiento de los valores paramétricos de plomo en agua de consumo<sup>8-9</sup>.

Paralelamente a este control de plomo en agua de consumo en viviendas, se consideró la necesidad de conocer la posible exposición en otros puntos de consumo y de forma específica, las que afectaban a la población infantil por ser ésta la mas vulnerable<sup>1</sup>. Para ello, se planteó determinar la concentración de plomo en el agua de primera extracción (retenida durante toda la noche), recogida en los puntos de consumo habitual de los centros de educación infantil. Al ser esta situación la que origina los niveles mas elevados, es también la más potente para detectar la presencia de elementos en el sistema de distribución, que puedan originar la cesión de plomo.

### **Objetivo del presente estudio**

Estimar la presencia de plomo en los elementos de distribución de agua de los centros de educación infantil de la CAPV y valorar su problemática. Se han incluido en el estudio, todos los centros educativos de niños de cero a seis años (Educación Infantil ciclo I y ciclo II) de la CAPV.

## MÉTODO

El estudio se realizó por el Departamento de Sanidad del Gobierno Vasco, en colaboración con los Departamentos Municipales de las capitales de los tres Territorios.

Para la preparación del muestreo, se solicitó al Departamento de Educación del Gobierno Vasco, el listado de todos los centros incluyendo los datos de contacto necesarios. Se comunicó con los responsables de cada uno de ellos, y se les dio información sobre el objeto del estudio, solicitándoles su colaboración para la realización del mismo (todos los centros contactados colaboraron en el estudio).

Se recogió información relativa a las características de los edificios (existencia de cocina, comedor, tipo o antigüedad de los edificios...etc) y se acordó con los responsables del centro, el número de muestras a recoger y la localización más adecuada de los puntos de muestreo. A este respecto, se consideró la utilización real que se hacía de los distintos grifos o fuentes, tanto por parte de los empleados de los centros para la cocina o comedor (si existían), como por parte de los alumnos, en zona de recreo o servicios.

Por cada centro se tomaron, como mínimo, dos muestras de agua fría. Una, en el grifo de la cocina, comedor o zona de consumo en el interior de los edificios. La otra, en el grifo o fuente de la zona de recreo o de un punto del que los niños consumían agua de forma habitual, en los periodos de juego o salidas al patio o zona exterior del edificio.

Por último, se concretaron las fechas de la entrega de envases, toma de muestra por parte del personal del centro y recogida de las muestras por parte del personal del Departamento de Sanidad y de los Departamentos Municipales y su envío al laboratorio respectivo.

### Toma de muestras

Se tomaron las muestras de agua a primera hora de la mañana, en grifos en los que no hubiera consumo durante la noche y antes de que se utilizara para cualquier otro uso (agua de primera extracción).

Los muestreos se realizaron, desde primavera de 2007 hasta mediados de 2008. Se procedía a abrir el grifo y sin dejar correr, llenar el envase (500c.c) completamente y taparlo de modo que no quedara aire encima de la muestra. Posteriormente, eran remitidas a los laboratorios correspondientes. Durante la fase de muestreo, se comprobó que alguno de los centros había sido cerrado y en otras ocasiones, que se había abierto algún centro nuevo.

## Métodos de análisis

Los análisis se realizaron en los Laboratorios de Salud Pública del Departamento de Sanidad del Gobierno Vasco y en el Laboratorio Municipal de Vitoria-Gasteiz. Cada laboratorio utilizó su propio método de análisis, con su propio límite de cuantificación. Estos límites se situaban entre 1 µg/L y 2,5 µg/L.

## RESULTADOS

Se llevó a cabo la toma de muestras en 740 centros, en los que estaban inscritos 79850 alumnos. Se tomaron 1730 muestras, lo que supone un promedio de 2,3 muestras por centro. El número de centros, alumnos y demás detalles del muestreo por Territorio, están recogidos en las tablas 1 y 2.

Tabla 1: Descriptivo, nº de centros y alumnos

	Araba	Bizkaia	Gipuzkoa	Total muestreado	Total Censo Educación
Nº de Centros	121	350	269	740	745
Nº de Alumnos	11271	40828	27481	79580	80485
Media de alumnos por centro	93	117	102	108	108

Tabla 2: Descriptivo muestreo

	Araba	Bizkaia	Gipuzkoa	Total muestreado
Nº de muestras	373	765	592	1730
Media por Centro	3,1	2,2	2,2	2,3

## Valoración de resultados

A fin de proceder de diferente manera, en función de la concentración de plomo que se pudiera detectar, los resultados se clasificaron en diferentes categorías. Se tuvo en consideración, tanto el valor paramétrico actual de 25 µg/L, como el de obligado cumplimiento a partir de enero de 2014 (10 µg/L)<sup>3</sup>. Para cada Territorio Histórico, se calculó el porcentaje de muestras con resultado inferior o igual a 10 µg/L, superior a 10 µg/L e inferior o igual a 25 µg/L y por último los resultados superiores a 25 µg/L. Los resultados por rango, se recogen en las tablas 3 y 4 y pueden observarse en la gráfica 1.

Tabla 3: Total resultados

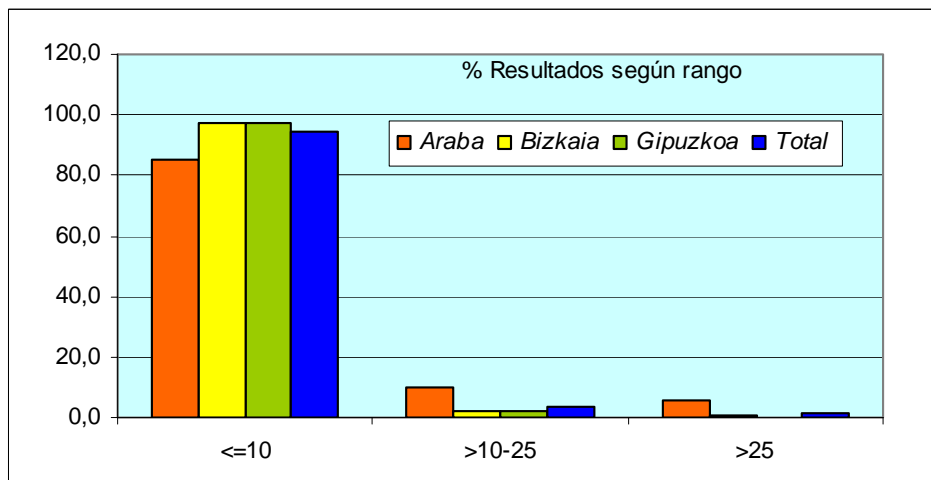
Rango (µg/L)	Araba	Bizkaia	Gipuzkoa	Total
<=10	317	744	577	1638
>10-25	36	18	13	67
>25	20	3	2	25
TOTAL	373	765	592	1730

Tabla 4: Resultados en %

Rango (µg/L)	Araba	Bizkaia	Gipuzkoa	Total
≤10	85,0	97,3	97,5	94,7
>10-25	9,7	2,4	2,2	3,9
>25	5,4	0,4	0,3	1,4
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0

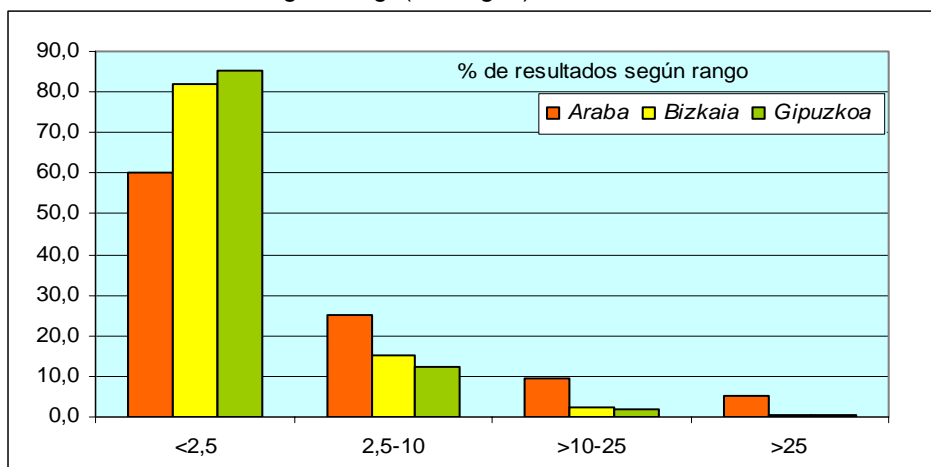
Como puede observarse en la siguiente gráfica, los resultados para estos rangos, son similares en Bizkaia y Gipuzkoa y presentan alguna diferencia en relación a Araba . En la discusión, se valoran estadísticamente las diferencias.

Gráfica 1:Resultados según rango ( 3 rangos)



Si se consideran los resultados observados por debajo de 10µg/L en cada Territorio (gráfica 2), diferenciando aquellos en los que no se ha detectado plomo, de los que presentaban una concentración cuantificable menor o igual a 10 µg/L, las diferencias son más notables.

Gráfica 2:Resultados según rango( 4 rangos)



Los resultados se han analizado además de individualmente, considerando la totalidad del centro y número de alumnos expuestos. Para ello, se han catalogado en rangos, en función del más elevado de los resultados obtenidos, en el total de los correspondientes al centro( tablas 5 y 6; gráficas 3 y 4).

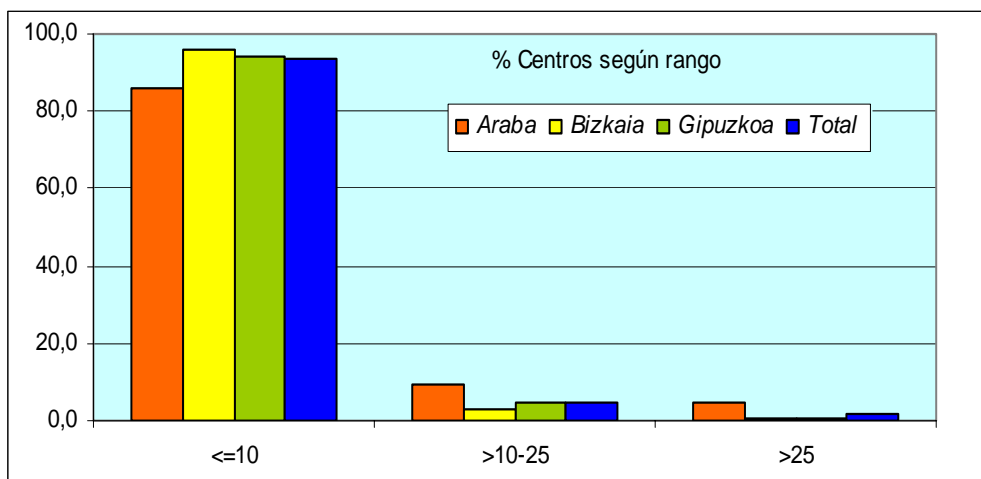
Tabla 5: Resultados por centro

Total (µg/L)	Araba	Bizkaia	Gipuzkoa	Total
<=10	104	336	254	694
>10-25	11	11	13	35
>25	6	3	2	11
TOTAL	121	350	269	740
Porcentaje (µg/L)	Araba	Bizkaia	Gipuzkoa	Total
<=10	86,0	96,0	94,4	93,8
>10-25	9,1	3,1	4,8	4,7
>25	5,0	0,9	0,7	1,5
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0

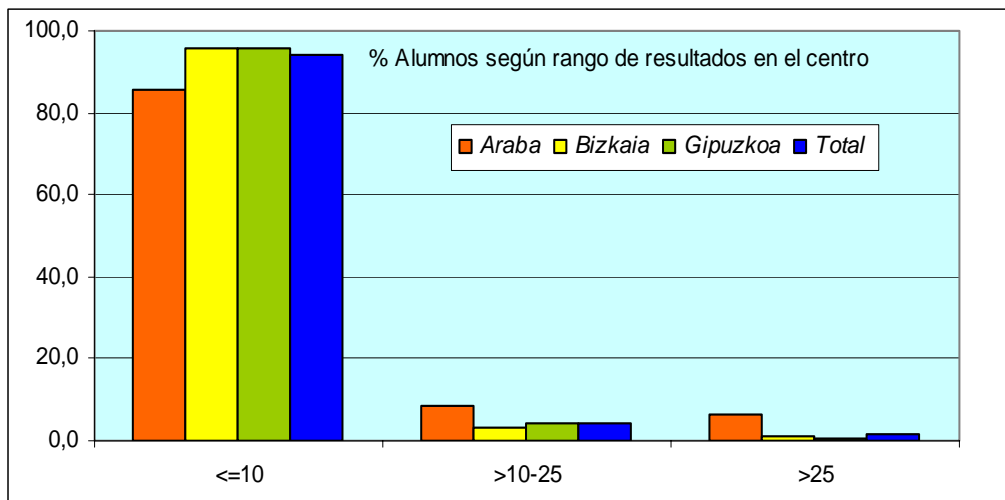
Tabla 6: Resultados por número de alumnos expuestos.

Total	Araba	Bizkaia	Gipuzkoa	Total
<=10	9629	39004	26263	74896
>10-25	951	1381	1144	3476
>25	691	443	74	1208
TOTAL	11271	40828	27481	79580
Porcentaje (µg/L)	Araba	Bizkaia	Gipuzkoa	Total
<=10	85,4	95,5	95,6	94,1
>10-25	8,4	3,4	4,2	4,4
>25	6,1	1,1	0,3	1,5
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0

Gráfica 3: Porcentajes de centros según rango



Gráfica 4: Porcentajes de alumnos según rango



## DISCUSIÓN

Para el conjunto de resultados de la CAPV (1730), los que superan 10  $\mu\text{g/L}$  de plomo, suponen algo más de un 5% (92). Destaca, que la proporción de este tipo de resultados es muy similar en Bizkaia y Gipuzkoa (2,4% y 2,2% respectivamente) y netamente diferentes a la proporción observada en Araba (9,7%).

Las diferencias entre la proporción de centros con concentración de plomo superior a 10  $\mu\text{g/L}$ , por territorio, son estadísticamente significativas en su conjunto ( $p=0,014$ ) y también si comparamos los resultados de Araba y Bizkaia (0,005). Las diferencias entre los resultados de Araba y Gipuzkoa así como de Bizkaia y Gipuzkoa no son estadísticamente significativas (tabla 7).

Tabla 7: Significación estadística de las diferencias entre Territorios.

Centros >10	Proporción	N
Araba	0,14	121
Bizkaia	0,04	350
Gipuzkoa	0,06	269
Total	0,06	740

	Araba	Bizkaia	Gipuzkoa	Total
<10	104	336	254	694
>10	17	14	15	46
Total	121	350	269	740

$p=0,014$  Sig\*\*

	Araba	Gipuzkoa	Total
<10	104	254	358
>10	17	15	32
t	121	269	390

$p=0,093$

	Araba	Bizkaia	Total
<10	104	336	440
>10	17	14	31
t	121	350	471

$p=0,005$  Sig\*\*

	Bizkaia	Gipuzkoa	Total
>10	336	254	590
<10	14	15	29
t	350	269	619

$p=0,932$



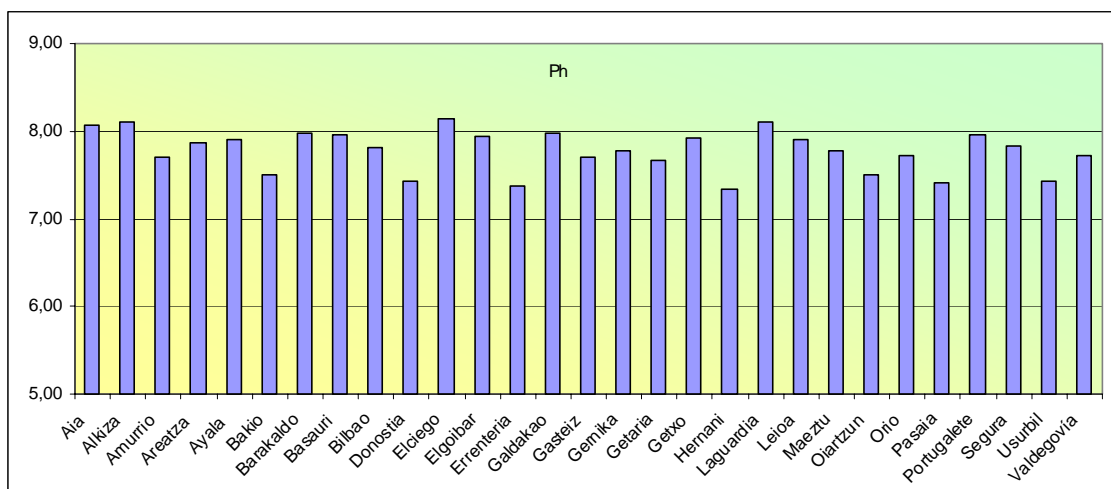
Se han comparado los valores de parámetros del agua que aumentan los procesos de cesión (pH bajo y baja conductividad como índice de ausencia de dureza), en los municipios que tienen centros con resultados superiores a 10µg/L, frente a los valores medios del resto del territorio ( tabla 8).

Los valores promedio de pH (salvo Bizkaia) y conductividad de los municipios con resultados superiores a 10µg/L de plomo (gráficas 5 y 6) , son inferiores a los valores promedios del total del Territorio. Esta comparación solo tiene carácter orientativo, ya que se ha realizado en base a los promedios de estos parámetros por municipio y puede ocurrir que dentro de un municipio exista más de una Zona de Abastecimiento con pH y conductividad diferentes.

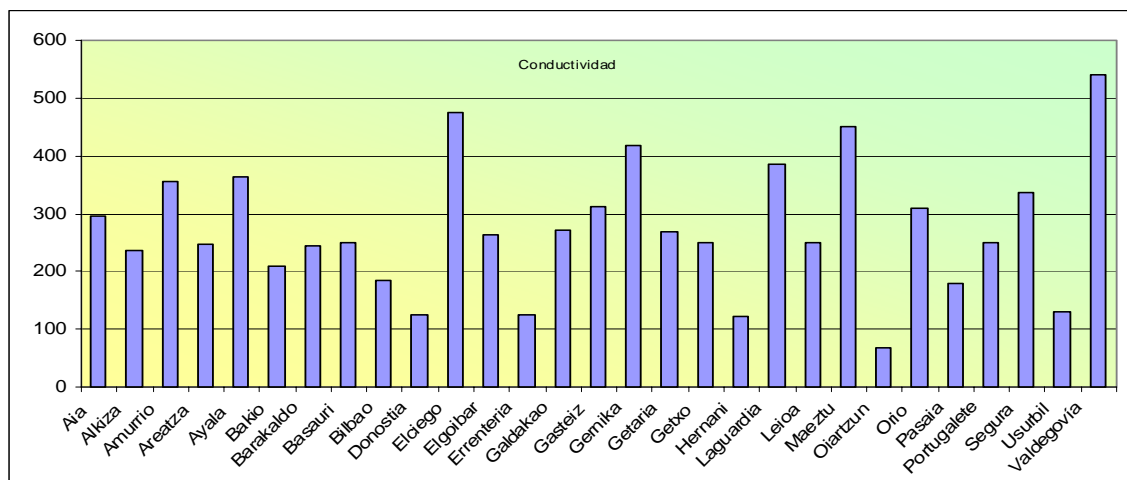
Tabla 8: Comparativa de medias de pH y Conductividad en municipios con centros con resultados >10µg/L, frente al total del Territorio.

	Municipios con Centros Pb>10µg/L	(IC95%)		Total del Territorio	(IC95%)	
<b>pH</b>						
<b>Araba</b>	<b>7,74</b>	7,74	7,75	<b>7,79</b>	7,79	7,80
<b>Bizkaia</b>	<b>7,86</b>	7,65	8,06	<b>7,85</b>	7,85	7,86
<b>Gipuzkoa</b>	<b>7,49</b>	7,49	7,50	<b>7,74</b>	7,65	7,83
<b>Total</b>	<b>7,70</b>	7,70	7,70	<b>7,80</b>	7,78	7,82
<b>CONDUCTIVIDAD</b>						
<b>Araba</b>	<b>344</b>	342	347	<b>375</b>	371	377
<b>Bizkaia</b>	<b>219</b>	214	225	<b>256</b>	255	257
<b>Gipuzkoa</b>	<b>151</b>	149	153	<b>230</b>	228	231
<b>Total</b>	<b>239</b>	239	239	<b>275</b>	274	275

Gráfica 5. Valores promedio de pH en los municipios con centros con resultados de Pb >10µg/L



Gráfica 6. Valores promedio de Conductividad, en los municipios con centros con resultados de Pb >10µg/L



Se ha considerado que en el tratamiento del agua se incluyan fases para su estabilización, que minimizan su carácter incrustante o agresivo. En la tabla 9 de municipios con centros escolares con Pb >10 µg/L, se han sombreado los que cuentan total o parcialmente, con agua acondicionada (ajuste de ph y/o mineralización).

Tabla 9: Acondicionamiento del agua en municipios con centros escolares con Pb >10 µg/L

Aia	Bakio	Elciego	Gernika	Leioa	Portugalete
Alkiza	Barakaldo	Elgoibar	Getaria	Maeztu	Segura
Amurrio	Basauri	Erresteria	Getxo	Oiartzun	Usurbil*
Areatza	Bilbao	Galdakao	Hernani	Orio	Valdegovía
Ayala	Donostia	Gasteiz	Laguardia	Pasaia*	

\*La mayor parte del municipio con agua acondicionada

Se ha valorado la posible existencia de diferencias entre los centros, debidas a cuestiones relacionadas con su carácter público vs privado y situación (estaban o no localizados en las capitales).

En el total de la CAPV, no existen diferencias significativas entre centros públicos y privados (P= 0,53322) y lo mismo ocurre, cuando se analizan estadísticamente las diferencias entre los centros situados en las capitales frente a los situados en el resto del Territorio (P= 0,9974) Tablas 10 y 11.

Tabla10. Resultados Privada vs Pública

Rango	Privada	Publica	Total
<=10	256	438	694
>10	11	35	46
Total	267	473	740
Rango %	Privada	Publica	Total
<=10	95,9	92,6	93,8
>10	4,1	7,4	6,2
Total	100	100	100

Tabla 11. Resultados Capitales vs Resto

Rango	Capitales	Resto	Total
<=10	193	501	694
>10	14	32	46
Total	207	533	740
Rango %	Capitales	Resto	Total
<=10	93,2	94	93,8
>10	6,8	6	6,2
Total	100	100	100

### Seguimiento realizado

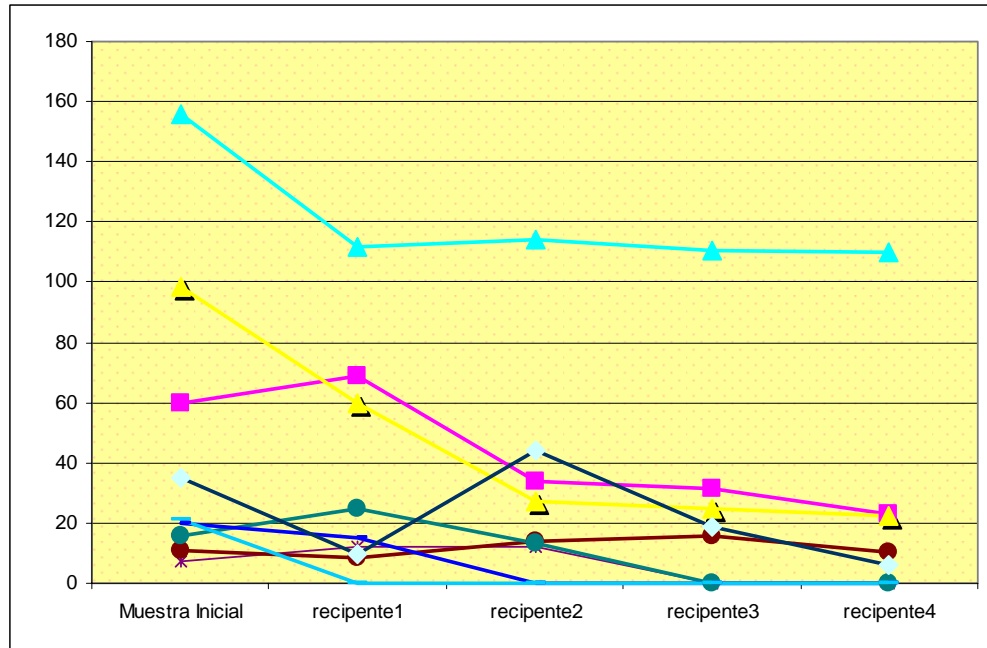
Con el fin de estimar la amplitud de la cesión y el consecuente mantenimiento de la concentración de plomo a lo largo de la conducción, el Departamento municipal de Vitoria, realizó un muestreo fraccionado ( cuatro muestras de 150ml,tomadas consecutivamente) en centros del municipio con concentración de Pb superior a 7,5 µg/L.

Los resultados obtenidos, se presentan en la tabla 12 y gráfica 7.

Tabla 12. Muestreo fraccionado 150 ml por recipiente (Pb µg/L):

Muestra inicial	recipiente1	recipiente2	recipiente3	recipiente4
8	12	12	<2,5	<2,5
11	9	14	16	11
16	24	13	<2,5	<2,5
20	15	<2,5	<2,5	<2,5
21	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
34	10	3	<2,5	<2,5
35	10	44	19	6
60	69	34	31	23
98	60	27	25	22
156	112	114	110	110

Gráfica 7. Resultados en las muestras fraccionadas (Centros de Vitoria Gasteiz con > 7,5 µg/L) en relación a la muestra inicial.



La longitud de conducción aproximada, correspondiente a los 600cm<sup>3</sup> muestreados, es de 118 cm en tubería de diámetro de 1 pulgada y 473 cm. en tubería de media pulgada.

Los descensos de concentración son en general sustanciales, si bien, en uno de los casos, el nivel continúa siendo elevado. Estos resultados, pueden interpretarse, como una contaminación originada por elementos de fontanería muy cercanos al grifo y salvo en el caso en el que el nivel se mantuvo alto, no parece deberse a tramos largos, o elementos en zonas más alejadas del grifo.

En base a la caracterización realizada, de acuerdo al resultado más elevado obtenido en cada centro, se les remitieron las siguientes recomendaciones:

**10/25µg/L:**

Identificar todos los tramos de tubería de plomo en las instalaciones del centro. Los grifos donde se tomaron las muestras, no tienen por qué ser los únicos con tuberías de plomo, pueden existir más.  
Sustituir las tuberías de plomo por otros materiales.

**25/50µg/L, además de las indicaciones anteriores:**

Hasta que el plomo sea eliminado, debe dejarse correr el agua antes de consumirla, pues de esta manera se reduce o se elimina el problema. El personal del centro y los estudiantes mayores, deben conocer la utilidad de esta recomendación. El personal del centro debe encargarse de aplicarla en el caso de los niños pequeños.

### **>50µg/L, además de las indicaciones anteriores:**

Deben instalarse carteles informativos al lado de los grifos donde se consuma agua y estén conectados a instalaciones de plomo.

Los resultados obtenidos, al igual que gran parte de los resultados referidos a cesión de metales en agua de consumo, son difícilmente comparables, debido a la complejidad de factores que condicionan el proceso de cesión y a las características concretas de los muestreos.

En el ámbito europeo, no se cuenta con una metodología estandarizada para el muestreo, por lo que los datos existentes, deben considerarse con reservas. Según los informes de la UE, correspondientes a los periodos 99/01 y 02/04, cuatro de los doce países a los que se refieren, declararon haber superado el valor paramétrico de plomo, en más del 1% de las muestras, de Zonas de Abastecimiento de más de 5000 usuarios<sup>10-11</sup>.

Estudios realizados en diferentes países europeos, con diferentes métodos (First-draw, Random daytime o Fully flushed), reflejan resultados dispares. El porcentaje de muestras con Pb > 10µg/L, se sitúa entre 0,4 y 23%, estando el porcentaje de muestras con Pb > 25µg/L entre 0,2 y 18,6 %<sup>4</sup>.

Estos datos, se refieren a la vigilancia general de plomo, en sistemas de abastecimiento público. No se ha dispuesto de datos europeos conjuntos, referidos al control específico en centros escolares.

La situación en EEUU, difiere de la europea en la estrategia y metodología seguida. En 1986, una enmienda a la Norma Reguladora de Agua de Consumo (SDWA), requería de la Environmental Protection Agency (EPA), el desarrollo de una regulación específica, para el control de plomo en agua de consumo. Así mismo, limitaba de forma drástica los contenidos de plomo en tubos, soldaduras, grifos y otros elementos de fontanería. En 1988, la norma de control de contaminación del plomo, abordaba la problemática específica del agua de guarderías y centros escolares, prohibiendo la instalación de determinadas fuentes enfriadoras en los centros, debido al contenido en plomo de alguno de sus elementos.

En 1994, la EPA publicó una guía con la metodología a seguir en el control de plomo en escuelas y guarderías<sup>12-13</sup>. Fijó un nivel de acción de 20µg/L de Pb. Las muestras (250ml) debían ser recogidas, tras permanecer el agua retenida entre 8 y 18 horas. Si se superaba el nivel de acción, se debía llevar a cabo un seguimiento específico y poner en marcha medidas de corrección, en función de los resultados del seguimiento.

Durante los años posteriores, se realizaron programas de control, pero fue a partir de 2004, tras la denominada crisis del plomo<sup>14</sup> (aumento de la cesión de plomo por cambios en la desinfección del agua de Washington DC 2001-2004), cuando se reactivó la vigilancia del plomo en escuelas y guarderías<sup>15-16</sup> y se

investigó sobre la repercusión de episodios o situaciones con elevados niveles de plomo en agua, en la concentración de plomo en sangre de la población general, niños y embarazadas <sup>17-19</sup>.

De entre los datos disponibles, por su estimación de impacto en salud, cabe destacar los correspondientes a Seattle<sup>20</sup>. Se tomaron 2422 muestras de 250ml, de primera extracción, en 97 centros. Un 22% de muestras, superaron el nivel de acción (20µg/L) y en el 81% de centros, al menos una muestra superaba dicho nivel. Se tomaron también 2396 muestras de agua de primera extracción, pero dejándola correr 30 segundos (estancada en la tubería, no en la fuente). Los porcentajes de superación del nivel de acción, pasaron a ser del 3% de las muestras y 43% de los centros con al menos una muestra que excedía dicho nivel.

En un estudio realizado en Houston, se comparó el nivel de plomo en fuentes de edificios de acceso público, con consumos discontinuos, como los que pueden darse en los centros escolares. Se tomaron 45 muestras (60ml) de primera extracción, en fuentes de 5 edificios, tras el estancamiento del fin de semana. El 12,5% de las muestras, presentaban concentraciones de Pb, superiores a 15µg/L. De la comparación de estos resultados, con los obtenidos un año antes en grifos de edificios de acceso público (no fuentes), los autores deducen que la contaminación es debida a los elementos y características de las propias fuentes<sup>21</sup>.

En relación a la efectividad de las medidas para minimizar el contenido de plomo en el agua, en puntos de consumo discontinuo, caben destacar los resultados obtenidos en un estudio en 50 centros escolares en New Jersey. Se comprobó, que la concentración media en las muestras de primera extracción (10µg/L), se reducía sensiblemente (5µg/L) tras dejar correr diez minutos, pero de nuevo ascendía a valores intermedios (7µg/L), en las muestras tomadas a la hora de la comida <sup>22</sup>.

El efecto que puede esperarse en los escolares expuestos a puntos de consumo de agua, con concentraciones de plomo puntualmente elevadas, se ha valorado utilizando un modelo predictivo creado por la EPA. En el estudio de Seattle, los cálculos fueron hechos, considerando para cada centro, que la exposición era al mayor de los valores detectados, tanto en agua de primera extracción, como en agua corriente. Los mayores aumentos esperados, en el nivel de plomo en sangre, van de 1,7 a 16,9 µg/dL. Considerando que el consumo se hiciera del punto con mayor concentración de cada centro, en cuatro de ellos (6%), la exposición podría derivar en niveles de plomo en sangre, superiores a los recomendados por los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (10µg/dL). El aumento medio de plomo en sangre, previsto con el uso típico mas probable, se estimó entre 1,6 y 2,5 µg/dL. Se concluye el estudio, señalando que los riesgos mas relevantes se darían en las siguientes circunstancias:

- Escolares de hasta seis años, que consumen agua con concentración de plomo que sistemáticamente excede 200-300 µg/L.

- Escolares de hasta seis años, con deficiencias nutricionales que incrementen la absorción de plomo ( anemia o deficiencias en calcio o VitD ).
- Escolares con problemas neurológicos anteriores.
- Escolares con niveles de plomo en sangre más elevados de lo esperado , debidos a la exposición a otros factores de riesgo.

Estudios realizados en diferentes países europeos, ponen de manifiesto la reducción de los niveles de plomo en sangre, observados en niños y jóvenes, entre los años 1991 y 2006. Aunque la comparación de los estudios, debido a la incidencia de factores diferenciales, debe hacerse con precaución, parece notoria la relación general entre la disminución del plomo en sangre y el abandono de los combustibles con aditivos con plomo. El descenso se dio en primer lugar, en los países escandinavos y del oeste, que fue donde primero se prescindió de los citados aditivos. La mayoría de los estudios observan valores medios inferiores a 10 µg/dL y los más recientes promedios inferiores a 5 µg/dL<sup>23</sup>.

En EEUU, el porcentaje de niños con Pb en sangre > 10 µg/dL, se ha reducido del 7% en 1997, a poco más de 1% en 2006<sup>24</sup>.

En nuestro entorno , los valores observados en Bizkaia, en un estudio de 2006 en población adulta, dan un valor medio de 2,68 µg/dL<sup>25</sup>.

De forma general, se aprecia en todos los estudios, la necesidad de verificar la existencia de plomo, con una metodología específica y de comprobar metódicamente, el estado de la situación y la eficacia de las medidas correctoras aplicadas<sup>26-27</sup>.

## **CONCLUSIONES :**

1. El porcentaje de centros de la CAPV, con algún punto de consumo de agua en el que la concentración de plomo supera los 25 µg/L, en condiciones adversas (agua retenida durante la noche) era bajo (1,5%).
2. Existían diferencias estadísticamente significativas entre los tres Territorios en su conjunto, así como entre Araba y Bizkaia.
3. No se comprobaron diferencias estadísticamente significativas, entre los resultados obtenidos en los centros de la red pública y la privada y tampoco entre los centros situados en las capitales y el resto.
4. Por los resultados obtenidos en muestras fraccionadas, la contaminación observada afectaba en general, a un escaso volumen del agua retenida.
5. Consideramos procedente, realizar una revisión de la situación en los centros con resultados superiores a 10 µg/L.

## BIBLIOGRAFÍA

1- WHO. Guidelines for drinking-water quality, third edition, incorporating first and second addenda. Volume 1 Recommendations. World Health Organization; 2008. Disponible en:

[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3rev/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/index.html)

2- WHO. Lead in Drinking Water. Background document for the development of WHO guidelines for drinking-water. World Health Organization; 2003. Disponible en: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/lead.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/lead.pdf)

3- Real Decreto 140/2003 de 7 de febrero por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. (Boletín Oficial del Estado, número 45, de 21-2-03). Disponible en:

<http://www.boe.es/boe/dias/2003/02/21/pdfs/A07228-07245.pdf>

4- Heyes C.R., Skubala N.D. Is there still a problem with lead in drinking water in European Union? J Water Health. 2009;7(4):569-580. Disponible en:

<http://www.iwaponline.com/jwh/007/0569/0070569.pdf>

5- Cirarda FB. Lead in drinking water in the Greater Bilbao Area (Basque Country, Spain). Food Addit Conta. 1998;15 (5): 575-579. Disponible en:

<http://www.informaworld.com/smpp/content~content=a907631632&db=all>

6- Cambra K, Azpiroz L, Onaindia C, Varela J. Plomo en agua de consumo en viviendas de la CAPV construidas antes de 1950. Resumen de resultados. 2002. (citado 25 sep 2009). Disponible en: [http://www.osanet.euskadi.net/r85-20416/es/contenidos/informacion/sanidad\\_ambiental/es\\_1249/aguas\\_documentos\\_c.html](http://www.osanet.euskadi.net/r85-20416/es/contenidos/informacion/sanidad_ambiental/es_1249/aguas_documentos_c.html).

7- Decreto 178/2002, de 16 de Julio, por el que se regula el sistema de control, vigilancia e información de la calidad de las aguas de consumo público. (Boletín Oficial del País Vasco, número 137, de 19-7-02). Disponible en:

[http://www.osanet.euskadi.net/r8520416/es/contenidos/informacion/sanidad\\_ambiental/es\\_1249/adjuntos/agua-legislacion/decreto%20autonomico2002.pdf](http://www.osanet.euskadi.net/r8520416/es/contenidos/informacion/sanidad_ambiental/es_1249/adjuntos/agua-legislacion/decreto%20autonomico2002.pdf)

8- IWA Specialist Group on Metals and Related Substances in Drinking Water. Best Practice Guide on Plumbosolvency Control. Draft for Consultation, 23 October 2009. [http://www.meteau.org/publications/BPG\\_PC\\_Draft.pdf](http://www.meteau.org/publications/BPG_PC_Draft.pdf)

9- Colin R. Hayes. Computational modelling to investigate the sampling of lead in drinking water. Water Res. 2009; 43(10): 2647-2656. Disponible en:

<http://www.iwaponline.com/jwh/up/pdf/wh2010112.pdf>

11- UE. The Quality of Drinking Water in the European Union. Synthesis Report on the Quality of Drinking Water in the Member States of the European Union in the period 1999-2001. Disponible en :

[http://circa.europa.eu/Public/irc/env/drinking\\_water\\_rev/library?l=/drinking\\_synthesis/report1999-2001pdf/ EN\\_1.0\\_&a=d](http://circa.europa.eu/Public/irc/env/drinking_water_rev/library?l=/drinking_synthesis/report1999-2001pdf/ EN_1.0_&a=d)



11- UE. The Quality of Drinking Water in the European Union. Synthesis Report on the Quality of Drinking Water in the Member States of the European Union in the period 2002-2004. Disponible en :

[http://circa.europa.eu/Public/irc/env/drinking\\_water\\_rev/library?l=/drinking\\_synthesis/report\\_2002-2004pdf/ EN 1.0 &a=d](http://circa.europa.eu/Public/irc/env/drinking_water_rev/library?l=/drinking_synthesis/report_2002-2004pdf/ EN 1.0 &a=d)

12- USEPA . Lead in Drinking Water in Schools and Non-Residential Buildings. Abril 1994. Disponible en:

<http://www.epa.gov/safewater/consumer/pdf/leadinschools.pdf>

13- USEPA. Sampling for lead in Drinking Water in Nursery School and Day Care Facilities. Abril 1994. Disponible en:

[http://www.epa.gov/safewater/lcmr/pdfs/guidance\\_lcmr\\_sampling\\_nursery\\_day\\_care.pdf](http://www.epa.gov/safewater/lcmr/pdfs/guidance_lcmr_sampling_nursery_day_care.pdf)

14- Guidotti TL, Calhoun T, Davies-Cole JO, Knuckles ME, Stokes L, Glymph C, et al. 2007. Elevated Lead in Drinking Water in Washington, DC, 2003–2004: The Public Health Response. Environ Health Perspect 115:695-701.

doi:10.1289/ehp.8722. Disponible en :

<http://ehp03.niehs.nih.gov/article/fetchArticle.action;jsessionid=1527A23D2228C83883B9925BD5D4D97F?articleURI=info%3Adoi%2F10.1289%2Fehp.8722>

15- USEPA. Controlling Lead in Drinking Water for Schools and Day Care Facilities: A Summary of State Programs. Disponible en:

[http://www.epa.gov/leadcopperrule/pdfs/report\\_lcmr\\_schoolsummary.pdf](http://www.epa.gov/leadcopperrule/pdfs/report_lcmr_schoolsummary.pdf)

16- USEPA . 3Ts for reducing lead in Drinking Water in School. Disponible en :

[http://www.epa.gov/safewater/schools/pdfs/lead/toolkit\\_leadschools\\_guide\\_3ts\\_leadschools.pdf](http://www.epa.gov/safewater/schools/pdfs/lead/toolkit_leadschools_guide_3ts_leadschools.pdf)

17- CDC (Centers for Disease Control and Prevention). 2004. Blood lead levels in residents of homes with elevated lead in tap water—District of Columbia, 2004. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 53(12):268–270. Disponible en:

<http://www.cdc.gov/mmwr/pdf/wk/mm53d330.pdf>

18- USEPA. Results of blood lead level testing of district of Columbia residents (July 2005, revised October 2006). Disponible en:

[http://www.epa.gov/dclead/BloodLevelsFactSheet10\\_06\\_rev.pdf](http://www.epa.gov/dclead/BloodLevelsFactSheet10_06_rev.pdf)

19- Miranda ML, Kim D, Hull AP, Paul CJ, Galeano AMO. 2007. Changes in blood lead levels associated with use of chloramines in water treatment systems. Environ Health Perspect 15(2):221–225. Disponible en:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1817676/pdf/ehp0115-000221.pdf>

20- Northwest Pediatric Environmental Health Specialty Unit, University of Washington. Lead in Seattle School Drinking Water: A Review of the Health Implications (2004). Disponible en :

<http://depts.washington.edu/pehsu/reports/report-lead.pdf>

- 21- Cech, I. , Smolensky, M.H., Afshar, M., Broyles, G., Barczyk, M., Bureau, K. and Emery, R.2006. Lead and copper in drinking water fountains--information for physicians. Southern Medical Journal, 99 (2); 137-42. Disponible en: [http://journals.lww.com/smajournalonline/Fulltext/2006/02000/Lead\\_and\\_Copper\\_in\\_Drinking\\_Water.10.aspx](http://journals.lww.com/smajournalonline/Fulltext/2006/02000/Lead_and_Copper_in_Drinking_Water.10.aspx)
- 22- Murphy EA. Effectiveness of flushing on reducing lead and copper levels in school drinking water. Environ Hlth Perspect 1993;101:240-241. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1519760/pdf/envhper00373-0042.pdf>
- 23- WHO, ENHIS Fact sheet Levels of lead in children's blood, P Rudnai, 2007. Disponible en: [http://www.euro.who.int/Document/EHI/ENHIS\\_Factsheet\\_4\\_5.pdf](http://www.euro.who.int/Document/EHI/ENHIS_Factsheet_4_5.pdf)
- 24- CDC. CDC's National Surveillance Data (1997-2006). Disponible en: <http://www.cdc.gov/nceh/lead/data/national.htm>
- 25-Zubero Oleagoitia, Miren Begoña et al. Metales pesados (Pb, Cd, Cr y Hg) en población general adulta próxima a una planta de tratamiento de residuos urbanos de Bizkaia. Rev. Esp. Salud Publica [online]. 2008, vol.82, n.5 [citado 2010-03-30], pp. 481-492 . Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-57272008000500004&script=sci\\_arttext](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-57272008000500004&script=sci_arttext)
- 26- CITY OF BALTIMORE. Baltimore City Public Schools' CEO Announces System-wide Shift to Bottled Drinking Water. Disponible en: [http://www.bcps.k12.md.us/News/PDF/Lead\\_in\\_Water110707.pdf](http://www.bcps.k12.md.us/News/PDF/Lead_in_Water110707.pdf)
- 27- Levin R, Brown MJ, Kashtock ME, Jacobs DE, Whelan EA, et al. U.S. lead exposures in U.S. children, 2008: implications for prevention. Environ Health Perspect. 2008;116:1285–1293. DOI:10.1289/ehp.11241. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2569084/>