



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

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

***ESTUDIO DE LA PROBLEMÁTICA DERIVADA DE LA
CESIÓN DE PLOMO Y OTROS METALES DE LAS
INSTALACIONES DE FONTANERÍA AL AGUA DE
CONSUMO EN LAS ZONAS DE ABASTECIMIENTO DE
LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO***

Enero de 2010

AUTORES:

Itziar Zaldua (Subdirección de Salud Pública de Gipuzkoa)
Koldo Cambra (Dirección de Salud Pública)
Conchi Onaindia (Subdirección de Salud Pública de Bizkaia)
Jose Varela (Subdirección de Salud Pública de Araba)

INTRODUCCIÓN

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^{1,2}.

El plomo es una sustancia tóxica general que se acumula en el esqueleto. Es tóxico tanto para el sistema nervioso central como para el 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^{1,2}. 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 Real Decreto 140/2003 por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano³, 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 salud¹. 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)².

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 serían: 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.

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.

La cesión de plomo depende principalmente de: presencia de cloro y oxígeno, pH, temperatura, dureza del agua y tiempo de contacto. Aunque la cesión de plomo de las tuberías puede darse indefinidamente, parece ser que la cesión de plomo de soldaduras y grifería decrece con el tiempo.

El nivel de plomo en el agua puede reducirse con medidas de control de la corrosión y ajuste del pH del agua ². 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 plomo⁴.

En el estudio de los Niveles de Plomo en el Agua de Consumo de las Viviendas de la Comarca del Gran Bilbao⁵ (mayo 1.995) Cirarda afirmaba que el 16% de la viviendas construidas antes del año 1.950 recibían a primera hora de la mañana, agua con niveles de plomo superiores a 10 µg/l. En el caso de las viviendas construidas entre el año 1.951 y 1.975 solamente el 1% recibían agua de primera extracción con niveles superiores a 10 µg/l.

Con posterioridad, el Departamento de Sanidad investigó los niveles de plomo procedentes de las tuberías en viviendas construidas antes de 1950 en toda la CAPV ⁶, utilizando para ello muestras de agua de primera extracción de la mañana: Según este estudio en aproximadamente el 85% de las viviendas de la CAPV construidas antes de 1950 no se esperaba que en ningún momento la concentración de plomo en el agua de consumo fuera superior al valor de referencia. Se superaban 10 µg/L de plomo en agua de primera extracción en, aproximadamente, el 30 % de las viviendas de Araba y Bizkaia, excepto el área metropolitana de Bilbao donde se supera en el 15 %. En Gipuzkoa, las viviendas con agua por encima de 10 µg/L no alcanzaban el 2 % en Donostialdea, y en el resto de municipios se aproximaba al 7 %. Sé estimó que el parque de viviendas de riesgo en la CAPV era del 14,97% de las viviendas anteriores a 1950, es decir 18.000 viviendas aproximadamente.

En el presente trabajo se han valorado por zona de abastecimiento los niveles de plomo en agua en viviendas, con independencia del año de construcción de las mismas. La finalidad de este trabajo ha sido caracterizar, por zona de abastecimiento, la situación respecto a la contaminación del plomo del agua de consumo. En las zonas de abastecimiento mayores, adicionalmente, se ha valorado hierro, cobre, cromo y níquel, relacionados también con la cesión desde de las instalaciones de fontanería.

Objetivo del presente estudio

Conocer y valorar la exposición a plomo y otros metales relacionados con los materiales de las tuberías, a través del consumo de agua de las zonas de abastecimiento (ZA) de la CAPV.

MÉTODOS

Selección de viviendas para el estudio

Aunque finalmente el número de ZA muestreadas en el estudio fue menor, inicialmente se incluyeron en el diseño del estudio las ZA mayores de 50 habitantes: 88 en Araba, 141 en Bizkaia y 53 en Gipuzkoa

Se realizó un muestreo sistemático por estratos (considerando como estrato cada ZA).

El número de viviendas por ZA se estimó aplicando a los habitantes de cada abastecimiento el factor vivienda/habitante calculado para cada territorio (censo de población y vivienda 2001). El número de habitantes de cada ZA se consultó en EKUIS (Sistema de Información de las Aguas de Consumo de la CAPV). El tamaño de muestra para cada una de las ZA fue estimado con el objetivo de obtener una precisión en la determinación del porcentaje de viviendas con concentración de plomo en agua por encima de 10 µg/L, entre el 2,5% (zonas grandes) y el 10% (zonas pequeñas). Las proporciones esperadas empleadas para el cálculo del tamaño de muestra procedían de los estudios previos realizados por el Departamento de Sanidad⁵⁻⁷.

Una vez definido el número de muestras necesarias en cada una de las ZA se solicitaron al Instituto Vasco de Estadística (EUSTAT) listados aleatorios de domicilios. Para obtener los listados el EUSTAT utilizó el directorio de viviendas 2003, el registro de población y el callejero 2004. A cada vivienda titular se le asignaron dos viviendas suplentes por criterios de proximidad. Dado que existían algunas ZA en las que no existía un número suficiente de viviendas para que todos los titulares tuvieran asignados dos suplentes, se preparó una bolsa de viviendas sustitutas para estos casos.

Durante el tiempo transcurrido desde el diseño de la muestra hasta la realización de los muestreos desaparecieron pequeñas zonas de abastecimiento que se integraron en otras mayores.

Se excluyeron del estudio las ZA que no tenían nombrada Unidad de Control y Vigilancia (UCV)⁸ y aquellas cuyas UCVs no quisieron participar por la importante carga analítica que suponía el estudio. Se trataba de 128 pequeñas ZA que abastecen a un total de 143.528 viviendas, un 13% del total de la población de la CAPV, aproximadamente.

Como consecuencia de todo ello el número de ZA en las que se muestreó plomo en el estudio, 154 (12 en Araba, 94 en Bizkaia y 48 en Gipuzkoa), fue menor al del diseño inicial que incluía 282 ZA. No obstante las ZA que finalmente se muestrearon (plomo) representaban al 90% de los habitantes abastecidos por las ZA de Araba, el 83% en Bizkaia y el 96% en Gipuzkoa.

Recogida de las muestras

En marzo de 2006 se envió a cada una de las UCVs el listado de viviendas titulares y sus suplentes en las que se debía tomar muestra, así como el protocolo de muestreo y una base de datos que incluía un formulario para la introducción de los resultados de los análisis.

Además, en estos listados se podían registrar en el momento de muestreo la fecha y hora, el grifo muestreado, el origen del agua y verificar la zona de abastecimiento. Esto último, al objeto de confirmar que la zona en la que se había incluido la vivienda era la correcta. En caso de que la vivienda se abasteciera con agua propia se debía indicar que no pertenecía a ninguna zona de abastecimiento.

En Araba los muestreos se realizaron entre junio de 2006 y junio de 2008, en Bizkaia entre abril de 2006 y julio de 2008 y en Gipuzkoa entre junio de 2006 y diciembre de 2007.

Los muestreos y los análisis los realizaron las UCVs según el protocolo que se les indicó: Las muestras se podían tomar a cualquier hora del día, utilizando frascos de plástico de 500 ml. Se debían elegir grifos de consumo de agua fría situados en la cocina. Una vez abierto el grifo y sin dejar correr el agua, se debía llenar el envase completamente y taponarlo de modo que no quedara aire encima de la muestra.

Las muestras fueron trasladadas al laboratorio antes de 24 h. Una vez recogida la muestra, se debía mantener en refrigeración entre 4º C - 8º C y protegida de la luz solar.

Parámetros a analizar

En todas las muestras de debía analizar plomo, turbidez, pH y conductividad. En las zonas de abastecimiento de las capitales de los Territorios o en las zonas de abastecimiento de más de 25.000 habitantes también níquel, cobre y cromo. La determinación de hierro era opcional si se consideraba que pudiera estar relacionado con los materiales de la zona de abastecimiento.

Métodos de análisis

Los análisis se realizaron en los distintos laboratorios de las UCVs; 4 en Araba, 7 en Bizkaia y 3 en Gipuzkoa.

Cada laboratorio utilizó su propio método de análisis con su propio límite de cuantificación para la determinación de cada uno de los metales. Las diferencias más importantes se dieron en la determinación del plomo con límites de cuantificación desde 0,1 µg/L hasta 10 µg/L.

Análisis de resultados

Para cada territorio histórico se ha calculado el porcentaje de muestras que superaban los valores paramétricos (VP) de cada uno de los metales (Hierro: 200 µg/L, Níquel: 20 µg/L, Cobre: 2 mg/L, Cromo: 50 µg/L). Para el plomo se utilizó como valor paramétrico 10 µg/L (de obligado cumplimiento a partir de 1 de enero de 2014). El porcentaje para cada territorio histórico se calculó ponderando los resultados de cada ZA por su peso en el total de viviendas de la provincia.

De igual manera, se han estimado también los porcentajes de viviendas con concentraciones por encima de los VPs de cada metal para la totalidad de la CAPV, ponderando los porcentaje de cada territorio por su porcentaje de viviendas, según el censo de población y vivienda 2001: Araba 13,93%, Bizkaia 52,88%, Gipuzkoa 33,18% de las viviendas de la CAPV.

RESULTADOS

Se tomaron un total de 3388 muestras, lo cual representa el 87% de las muestras asignadas a las ZA que se incluyeron finalmente en el estudio.

Las tablas 1, 2 y 3 recogen los resultados de la proporción de viviendas que superan el valor paramétrico de cada uno de los metales estudiados en todas las ZA incluidas en el estudio. La segunda columna de cada tabla incluye además el número total de viviendas estimado de cada ZA. Al final de cada tabla se recogen los datos agregados (sin ponderar) para cada uno de los tres territorios.

El número de viviendas por ZA se estimó aplicando a los habitantes de cada abastecimiento el factor vivienda/habitante calculado para cada territorio en el censo de población y vivienda 2001: 0,4271 para Araba, 0,4135 para Bizkaia y 0,4324 para Gipuzkoa.

Tabla 1: Resultados Araba: proporción de viviendas que superan el valor paramétrico de cada uno de los metales

ZONA DE ABASTECIMIENTO	N de viviendas de la ZA	plomo >10µg/L/ muestras de plomo en la ZA	hierro >200µg/L/ muestras de hierro en la ZA	cobre >2 mg/L/ muestras de cobre en la ZA	romo >50µg/L/ muestras de cromo en la ZA	níquel >20 µg/L/ muestras de níquel en la ZA
AMURRIO	3653	0/102				
ELGUEA	900	0/1				
GORBEA	630	0/15	1/15	0/15	0/15	1/15
IRUÑA DE OCA	715	0/100				
LABASTIDA	445	0/95	0/10			
LAPUEBLADELABARCA	372	0/26	0/10			
LLODIO	8384	0/100				
MENDIOLA-MONASTE.	76	0/18				
RED GENERAL DE VITORIA	92302	4/182	2/182	0/182	0/182	2/182
RIOJA ALAVESA	2980	0/92	0/53			
SALINILLAS DE BURADON	44	0/18	0/6			
SAMANIEGO	131	0/24	0/7			
TOTAL ARABA	11063	4/773	3/283	0/197	0/197	3/197

Tabla 2: Resultados Bizkaia: proporción de viviendas que superan el valor paramétrico de cada uno de los metales

ZONA DE ABASTECIMIENTO	N de viviendas de la ZA	plomo >10µg/L/ muestras de plomo en la ZA	hierro >200µg/L/ muestras de hierro en la ZA	cobre >2 mg/L/ muestras de cobre en la ZA	romo >50 µg/L/ muestras de cromo en la ZA	níquel >20 µg/L/ muestras de níquel en la ZA
ALDEKO	77	0/16	0/2	0/2	0/2	0/2
ANDIKONA	30	2/12				
AREITIO	29	1/10				
ARENE-AGIRRE	45	0/5				
ARRIETA	166	0/15				
ARTAUN	38	0/13	0/2	0/2	0/2	0/2
ATXARTE	392	0/18				

AVELLANEDA	86	0/2				
BARAZA	87	0/15	2/3	0/2	0/2	0/2
BARINAGA	65	0/5	0/1	0/1	0/1	0/1
BASATXU	55528	0/51	0/8	0/8	0/8	0/8
BATARRITA	1427	0/18				
BERETXIKORTA	420	0/17	0/4	0/4	0/4	0/4
BERRIATUA	389	0/16				
BIDEBIETAS	124	0/13	0/3	0/3	0/3	0/3
BIZKARGI	60	0/11				
BOROA	67	0/1				
CARRAL	69	0/4				
CARRASCAL+LOS ENFERMOS+VENTA	2319	0/17	0/3	0/3	0/3	0/3
EITZAGA	48	0/13	0/1	0/1	0/1	0/1
EL CERRILLO	39	0/12	0/3	0/3	0/3	0/3
EMALDI	42	0/11	0/2	0/2	0/2	0/2
ERMITABARRI-ZUBIA	168	0/17	0/3	0/3	0/3	0/3
ERMUA	7138	0/20				
ETAP BERMEO	6748	3/44	0/28	0/28	0/28	0/28
ETAP BUSTURIA	1536	3/18				
ETAP EREÑO	59	0/15				
ETAP FORUA	489	0/18				
ETAP GERNIKA	6588	1/20				
ETAP IKARAN	289	0/2				
ETAP-OTXANDIO	420	0/18				
ETXEBARRIA	280	0/16	0/2	0/2	0/2	0/2
GARAI	407	0/4				
GARAIZAR	473	1/19	0/4	0/4	0/4	0/4
GARAMENDI	44	0/9	0/2	0/2	0/2	0/2
GEREDIAGA	76	0/15				
GOIHERRI	26	0/9	0/2	0/2	0/2	0/2
GOIKIRI	82	1/6				
GOIRI	105	0/10	0/1	0/1	0/1	0/1
IBARRA	696	0/25				
IPARRAGIRRE	1447	0/20	0/3	0/3	0/3	0/3
IRUZUBIETA	1530	1/11				
ITURRIZAR -- OGARAGOITI	42	0/11	0/3	0/3	0/3	0/3
JANTTXONE+VENTA ALTA	252	0/18	0/3	0/3	0/3	0/3
JARRALTA (ETAP)	349	0/11				
KALTXOS	85	0/10	0/1	0/1	0/1	0/1
LA CUADRA(ASTURILLA)+ORDUNTE	112	0/16	0/2	0/2	0/2	0/2
LA FELICIDAD	245	0/19	0/3	0/3	0/3	
LA SEQUILLA + LA PEDRAJA	26	0/11	0/2	0/2	0/2	0/2
LAS MUÑECAS	22	0/2				
LEKEITIO	3106	3/19				
LEKUE	10723	0/20	0/3	0/3	0/3	0/3
LOBAS	40	0/12	0/2	0/2	0/2	0/2
LUMENDI	112	1/9	0/1	0/1	0/1	0/1
LUPITA	77	0/12				
MALLABIA-GOXIÑE	427	0/10				
MAZU-GOIKO	410	0/8				
MEABE	26	1/11	0/3	0/3	0/3	0/3

MEÑAKABARRENA	77	0/16				
MORGA	130	0/15	0/2	0/2	0/2	0/2
MURGOITO	25	1/11				
OLABARRI (ERRIGOITI)	65	0/1				
ONDARROA	4141	0/20				
OROZKETA	30	0/12	3/4	0/4	0/4	0/4
PAGOBIETA	69	2/16	0/2	0/2	0/2	0/2
PARESI	13	0/1				
PEDRAJA	464	0/10				
POBEÑA	82	0/16	0/2	0/2	0/2	0/2
SAKONA	119	2/14				
SALDARIAN	44	0/13	2/2	0/2	0/2	0/2
SALINILLAS	2939	1/20	0/3	0/3	0/3	0/3
SAN CRISTOBAL	2541	0/20	0/4	0/4	0/4	0/4
SAN JUANALES	84	0/16	0/2	0/2	0/2	0/2
SAN LORENZO (BERRIZ)	98	1/16				
SAN LORENZO (ZALDIBAR)	1107	0/20	0/3	0/3	0/3	0/3
SAN MARCOS	36	0/8	0/2	0/2	0/2	0/2
SAN SALVADOR	2347	0/20				
STA MARINA + SAN ANTÓN	119	0/17	0/3	0/3	0/3	0/3
SANTILLANDI	127	0/17				
SOLLANO	151491	5/126	1/125	0/125	0/125	0/125
UGANA	160	1/17	0/2	0/2	0/2	0/2
ULLA	261	0/18				
UNDAS	76	0/13				
UPARAN+ELLAKURIA	424	1/18	0/3	0/3	0/3	0/3
URB. MONTE BERRIAGA	586	0/19				
URIGOITI	55	0/8				
URRITXE	6311	0/12				
URRUTXUA	124	0/17				
URUMIN	85	0/6				
VENTA ALTA	318259	3/188	2/119	0/119	0/119	0/119
ZARAMILLO-ORDUNTE	207	0/18	0/2	0/2	0/2	0/2
ZOLLO	22	0/11	1/1	0/1	0/1	0/1
ZONA ALTA Bº EMERANDO	38	1/14				
ZUBIETE	514	0/10	0/2	0/2	0/2	0/2
TOTAL BIZKAIA	599472	36/1604	12/383	0/382	0/382	0/382

Tabla 3: Resultados Gipuzkoa: proporción de viviendas que superan el valor paramétrico de cada uno de los metales

ZONA DE ABASTECIMIENTO	N de viviendas de la ZA	plomo > 10 µg/L / muestras de plomo en la ZA	hierro > 200 µg/L / muestras de hierro en la ZA	cobre > 2 mg/L / muestras de cobre en la ZA	romo > 50 µg/L / muestras de cromo en la ZA	niquel > 20 µg/L / muestras de níquel en la ZA
ADUNA	134	0/7	0/7	0/7	0/7	0/7
AIA	205	0/2	0/2	0/2	0/2	0/2
AIZARNAZABAL	236	1/6	0/6	0/6	0/6	0/6
ALBIZTUR	125	0/7	0/7	0/7	0/7	0/7
ALEGIA	666	0/7	0/7	0/7	0/7	0/7
ALTZO	146	1/6	0/6	0/6	0/6	1/6
AMEZKETA	428	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6
ANDOAIN	6162	0/30	1/30	0/30	0/30	0/30

ANOETA	743	0/7	0/7	0/7	0/7	0/7
AÑARBE	126059	1/55	5/60	0/55	0/55	0/53
ARRIARAN	9669	1/98	3/98	0/98	0/98	2/98
ASTEASU	445	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5
ATAUN	592	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5
BARRENDIOLA	11250	0/47	1/17	0/17	0/17	0/17
BEIZAMA	26	0/7	0/7	0/7	0/7	3/7
BELAUNTZA	139	0/7	0/7	0/7	0/7	0/7
BERASTEGI	391	0/7	2/7	0/7	0/7	0/7
BERROBI	238	0/7	0/7	0/7	0/7	0/7
BIDEGOYAN	182	0/7	0/7	0/7	0/7	1/7
BOSTATE-KOBATE	439	0/7	0/7	0/7	0/7	0/7
EIBAR-URKI	216	0/7	0/7	0/7	0/7	0/7
ELDUAYEN	83	0/7	0/7	0/7	0/7	0/7
ELORDI	30264	0/103	1/103	0/103	0/103	0/103
ERREZIL	36	0/7	0/7	0/7	0/7	0/7
GOIKOETXE	406	0/7	0/7	0/7	0/7	0/7
HERNIALDE BEHEALDEA	95	0/3	0/3	0/3	0/3	0/3
HERNIALDE GOIALDEA	124	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4
IBAIEDER	24993	1/111	2/111	0/111	0/111	3/111
IBARRA	1874	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10
IPURUA-TUTULUKUA	11762	0/43	0/43	0/43	0/43	0/43
IRURA	323	0/7	0/7	0/7	0/7	0/7
KILIMON	8826	0/45	0/45	0/45	0/45	0/45
LARRAUL	62	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6
LETAMENDIA	5099	0/12	0/12	0/12	0/12	0/12
LIZARTZA	259	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6
OIARTZUN	3863	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8
ORDIZIA	3955	0/15	0/15	0/15	0/15	0/15
OREXA	34	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6
OTRA (AIA-LAURGAIN)	38	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
OTRA (AIZARNAZABAL ZEHATZ)	28	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
OTRA (AZPEITIA-OÑATZ)	76	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
TOLOSA	7741	0/30	0/30	0/30	0/30	1/30
UBAO	239	1/7	1/7	0/7	0/7	0/7
URKULU	27275	1/105	1/105	0/105	0/105	2/105
VILLABONA	2354	0/15	1/15	0/15	0/15	0/15
ZALDIBIA	660	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6
ZEGAMA	424	0/7	1/7	0/7	0/7	0/7
ZIZURKIL	1195	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8
TOTAL GIPUZKOA	290579	7/918	19/893	0/888	0/888	13/886

La tabla 4 recoge el número de muestras, los máximos y las medianas de los valores que superan los valores de referencia en cada uno de los territorios.

Ninguna muestra en ningún territorio superó los valores de referencia de cobre y cromo. En el caso de Bizkaia tampoco se superó el valor paramétrico de Niquel en ninguna muestra.

Tabla 4: Descripción de los valores que superan niveles de referencia

	PLOMO >10µg/L/			HIERRO >200µg/L/			NIQUEL >20µg/L/		
	Nº	MAXIMO µg/L	MEDIANA µg/L	Nº	MAXIMO µg/L	MEDIANA µg/L	Nº	MAXIMO µg/L	MEDIANA µg/L
ARABA	4	31,4	20,1	3	1894	266,6	3	60,5	45,3
BIZKAIA	36	390	15,05	12	1070,74	344,5		-	-
GIPUZKOA	7	229,7	24,8	19	18089	596	13	259,6	111,8
CAPV	47	390	15,1	34	18089	433,615	16	259,6	58,375

Del total de 47 muestras que superaban el valor de referencia utilizado para plomo (10 µg/L), solamente 10 (2 en Araba, 5 en Bizkaia y 3 en Gipuzkoa) superaban el valor de 25 µg/L, nivel paramétrico vigente hasta diciembre de 2013.

75 de las viviendas seleccionadas para el muestreo en Bizkaia y 18 en Gipuzkoa resultaron abastecerse de recursos propios no perteneciendo a la zona de abastecimiento que se les había asignado. La tabla 5 recoge los resultados obtenidos en viviendas con recursos de agua propios. Son resultados en viviendas incluidas en cascos urbanos o próximos a ellos, que de ningún modo representan a la mayoría de viviendas con recursos propios de la CAPV; caseríos dispersos alejados de los núcleos urbanos fundamentalmente.

Tabla 5: Resultados en viviendas con recursos propios RP (suma Bizkaia y Gipuzkoa)

plomo>10µg/L/ en viviendas RP (IC 95%)		hierro>200µg/L/ en viviendas RP (IC 95%)		cobre >2 mg/L/ en viv. RP		cromo >50µg/L/ en viv .RP		níquel >20 µg/L/ en viviendas RP (IC 95%)	
3/93	3,226 % (0.670-9.139)	3/35	8,571% (1.804-23.058)	0/24	-	0/24	-	1/24	4,167% (0.105-21.120)

La tabla 6 y los gráficos 1,2 y 3 recogen los intervalos de confianza de los resultados ponderados (no incluyen las viviendas con recursos propios): El porcentaje para cada territorio histórico se ha calculado ponderando los resultados de cada ZA por su peso estimado en el total de viviendas del territorio. El análisis estadístico se ha realizado con el programa R. Dado que la muestra representativa de la población es suficientemente grande se ha considerado que las medias ponderadas se aproximan a una distribución normal y por tanto los intervalos obtenidos han sido calculados como tal.

Tabla 6: Porcentaje de viviendas que superan el valor paramétrico de cada uno de los metales en la CAPV y por territorio.

	% viviendas plomo>10µg/L (IC 95%)	%viviendas hierro>200µg/L (IC 95%)	%viviendas níquel >20 µg/L (IC 95%)
ARABA	1,83% (0,06-3,61)	0,95% (0-2,22)	0,95% (0-2,22)
BIZKAIA	2,18 % (0,88-3,47)	1,12 % (0-2,41)	0
GIPUZKOA	1,02% (0-2,57)	4,49% (1,39-7,58)	0,59% (0,18-1)
CAPV	1,75% (0,85-2,64)	2,21% (0,97-3,46)	0,33% (0,11-0,55)

Gráfico 1: Intervalos de confianza para plomo

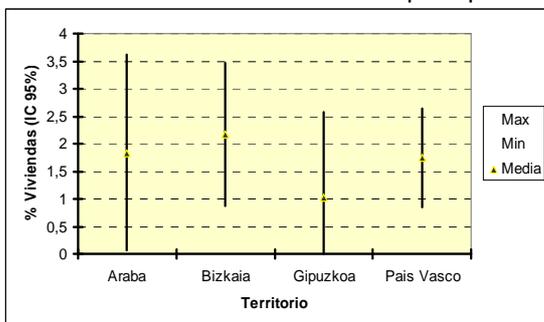


Gráfico 2: Intervalos de confianza para hierro

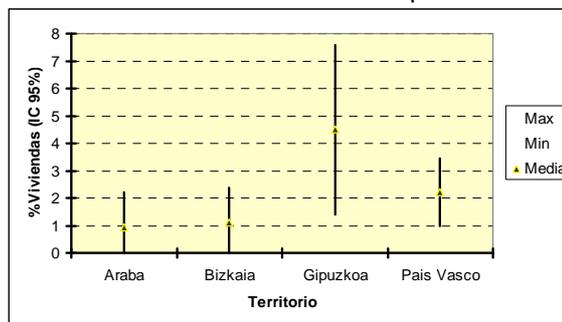
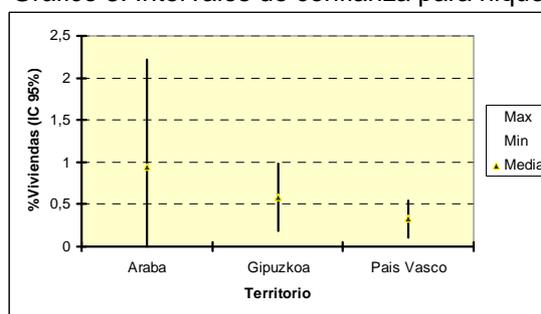


Gráfico 3: Intervalos de confianza para níquel



Las diferencias halladas en los porcentajes de superación de los valores paramétricos en cada uno de los tres territorios no son significativas para plomo, hierro y níquel.

DISCUSIÓN

Se supera el valor de referencia de $10\mu\text{L}$ de plomo en agua de consumo en el grifo del 1,83% de las viviendas de Araba, del 2,18% de las de Bizkaia y del 1,02% de las de Gipuzkoa. En cuanto a hierro, se supera el valor paramétrico en el 0,95% de las viviendas de Araba, del 1,12% de Bizkaia y del 4,49% de Gipuzkoa. De manera global en la CAPV, las viviendas en las que se supera el valor paramétrico de plomo representan el 1,75% y las que superan el de hierro el 2,21%

Debido a la dificultad que ello conllevaba no se pudieron tomar muestras en la totalidad de las ZA de más de 50 habitantes de la comunidad. No obstante las ZA que no se muestrearon eran pequeñas zonas que no suponían un número importante de viviendas respecto a la totalidad de la CAPV.

La concentración de plomo en el agua varía entre viviendas de una misma zona de abastecimiento (incluso de un mismo edificio) y según el momento de la toma de muestra. La toma de muestras de agua en un número suficiente de domicilios elegidos aleatoriamente dentro de una zona de abastecimiento (que dificulta el trabajo de muestreo de manera importante) nos ha permitido conocer y valorar la variabilidad entre viviendas. El método de muestreo

utilizado, toma de muestra en cualquier momento del día y sin dejar correr el agua (Random Day Time, RDT), tras compararse con otros métodos, ha demostrado ser un buen método de muestreo para determinar el cumplimiento de los niveles establecidos por la normativa ^{4,9,10}.

Si comparamos el porcentaje de viviendas que superan 10 µg/L de plomo en nuestra comunidad (1,75%) con el de otros lugares que han utilizado el mismo método de muestreo (RDT), es similar a lugares como Italia (2%) y Holanda (2,4%), Inglaterra-Gales (1,7%) o Frankfurt/Main (1,4%). Es inferior a lugares como la Haya (23%), Viena (19%) o Baja Sajonia y Baviera (10% y 4,3% respectivamente) en Alemania ^{4,11,12}.

En el caso del Niquel el porcentaje (0,33%) es inferior a los valores referidos en Italia (4,5%), Holanda (0,8%), Baja Sajonia (2,8%), Bavaria (3,1%) y Frankfurt/Main (5,8%)¹¹.

Los resultados de este estudio permiten estimar la prevalencia de viviendas que superan los valores de referencia utilizados en cada una de las ZA, de acuerdo al objetivo planteado. Sin embargo, aun sabiendo que es baja, no permite calcular la exposición media de la población a estos metales a través del agua debido a los límites de cuantificación dispares (0,1 µg/L -10 µg/L para plomo) empleados por los laboratorios participantes en el estudio.

La evaluación del riesgo de los niveles de plomo en agua requiere establecer un escenario de evaluación, es decir, determinar las características de la población y el patrón de consumo de agua. La evaluación debe tener en cuenta a los grupos más vulnerables y más expuestos, por lo que el escenario elegido debe ser, dentro de los posibles, el más desfavorable. Desde esta perspectiva, hemos asumido que entre los consumidores potenciales se encuentran lactantes y que las concentraciones por encima de los valores paramétricos (10 y 25 µg/L) son concentraciones de exposición, que se mantienen en la vivienda a lo largo del tiempo. Bajo estos supuestos en el 1,75% de viviendas un lactante de 5 kg alimentado con leche de fórmula reconstituida con agua del grifo (0,75 L/día) consumiría más del 43% de la ISTP de plomo (ingesta semanal tolerable provisional) referida por la JECFA¹³. En el caso de un adulto medio (60 kg y consumo de 2L/día) la ingesta de plomo desde el agua sería superior al 9% de la ISTP. Para el Niquel, un adulto medio consumiría a través del agua más de un 6% de la IDT² (ingesta diaria tolerable), en un 0,33% de las viviendas. Para el hierro, que es un elemento esencial, incluso en el 2,21% de viviendas que superan el valor paramétrico, un adulto medio estaría consumiendo por esta vía menos del 1% de la MIDTP² (máxima ingesta diaria tolerable provisional).

Tabla 7: Ingesta atribuible: Plomo (no incluye viviendas con recursos propios)

Concentración Pb	Nº viviendas	Porcentaje de viviendas	% ISTP lactantes	% ISTP adultos
>10 µg/l	47	1,75%	>43	>9
>25 µg/l	10	0,35%	>107	>24

Lactantes: peso corporal – 5Kg, consumo-0,75 l/día; adultos: peso corporal- 60 Kg, consumo-2l/día. ISTP: Ingesta Semanal Tolerable Provisional

Tabla 8: Ingestas atribuibles: Hierro y Niquel (no incluye viviendas con recursos propios)

Concentración	Nº viviendas	Porcentaje de viviendas	% IDT adulto	% MIDTP adultos
Hierro >200 µg/l	34	2,21%		<1%
Niquel >20 µg/l	16	0,33%	>6%	

Adultos: peso corporal- 60 Kg, consumo- 2l/día. IDT: Ingesta Diaria Tolerable
MIDTP: Máxima Ingesta Diaria Tolerable Provisional

CONCLUSIONES

El diseño del presente estudio ha permitido contar con datos de cesión de metales de un número importante de viviendas de nuestra comunidad (3388 viviendas).

El problema de la existencia de tuberías de plomo en las viviendas de la CAPV es residual. Los niveles de plomo en agua se encuentran, en la gran mayoría de los casos, por debajo de 10 µg/L.

Los resultados de plomo no indican que sea necesario tomar medidas de carácter general, como modificación de las propiedades del agua o el uso de aditivos en las ZA de la CAPV. Debe continuarse con la actual estrategia de actuación del Departamento de Sanidad y Consumo: información general sobre el problema y asesoramiento a los residentes en viviendas con sospecha de tuberías de plomo. Para este fin, se puede utilizar el folleto informativo editado por el Departamento de Sanidad "Plomo en el agua de consumo" que se puede localizar en <http://www.osanet.euskadi.net> (Salud/Salud Ambiental).

En las ZA de la CAPV suficientemente caracterizadas en este estudio, no será necesario incluir metales en los análisis de tipo grifo en los puntos de muestreo habituales en los próximos años (sí en los de tipo completo). Las UCVs deberán valorar la presencia de tuberías de plomo y el riesgo derivado en el Programa de Control y Gestión¹⁴ de cada abastecimiento en particular, especialmente en aquellas zonas que no se han incluido o no han sido suficientemente caracterizadas en el presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- 1- WHO. Guidelines for drinking-water quality, third edition, incorporating first and second addenda. World Health Organization; 2006.
- 2- WHO. Lead in Drinking Water. Background document for the development of WHO guidelines for drinking-water. World Health Organization; 2003
- 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).

- 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.
- 5- Cirarda FB. Lead in drinking water in the Greater Bilbao Area (Basque Country, Spain). *Food Addit Conta*. 1998;15 (5): 575-579.
- 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.
- 7-Cambra K, Alonso E. Blood lead levels in 2-to-3-year old children in the Greater Bilbao Area (Basque Country, Spain). Relation to dust and water lead levels. *Arch Environ Health*. 1995; 50(5): 362-366.
- 8- 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).
- 9- Van de Hoven T.J.L., Buijs P.J., Jackson P.J., Gardner M., Leroy P., Baron J., Boireau A., Cordonnier J., Wagner I., do Mone, H.M., Benoliel M.J., Papadopoulus I., Quevauviller P. Developing a new protocol for the monitoring of lead in drinking water. EUR 19087. Brussels: European Commission;1999.
- 10- Colin R. Hayes. Computational modelling to investigate the sampling of lead in drinking water. *Water Res*. 2009; 43(10): 2647-2656.
- 11- COST Action 637. Report on 1st International Conference, Antalya, 24-26 October, 2007. (citado 25 sept 2009) Disponible en: http://www.meteau.org/conferences/29_04_08_Research_Seminar_Antalya_Conference_schoenerklee.pdf
- 12- Haider T., Haider M., Wruss W., Sommer R., Kundi M. Lead in drinking water of Viena in comparison to other European countries and accordance with recent guidelines. *Int J Hyg Environ Health*. 2002; 205: 399-403.
- 13- WHO. Evaluation of certain food additives and contaminants: fifty-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva: World Health Organization; 2000. WHO Technical Report Series, No. 896.
- 14- Gobierno Vasco. Guía para la elaboración de los programas de control y gestión de los abastecimientos de agua de consumo de la CAPV. Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz: 2008.