

**ESTABLECIMIENTO DE LOS NIVELES DE
REFERENCIA, PARA LAS SUSTANCIAS DEL ANEXO II
PARTE B DE LA DIRECTIVA DE AGUAS
SUBTERRÁNEAS, EN LAS MASAS DE AGUA
SUBTERRÁNEAS DE LA CAPV**

MAYO 2010

T-139

INDICE

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	1
2. METODOLOGÍA	2
2.1. DEFINICIONES.....	2
2.2. DATOS DE PARTIDA	3
2.3. FILTRADO Y TRATAMIENTO DE DATOS.....	5
2.4. NIVELES DE REFERENCIA (NR)	7
2.5. VALORES UMBRAL (VU).....	8
3. NIVELES DE REFERENCIA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA CAPV.....	10
3.1. SULFATOS (SO ₄ ²⁻).....	11
3.2. CLORURO (Cl ⁻).....	14
3.3. MERCURIO (Hg).....	15
3.4. PLOMO (Pb)	17
3.5. CADMIO (Cd).....	21
3.6. ARSÉNICO (As).....	22
3.7. TRICLOROETENO Y TETRACLOROETENO (TEC/PCE)	25
3.8. NITRATO (NO ₃ ⁻)	27
3.9. PLAGUICIDAS	29
3.10. AMONIO Y CONDUCTIVIDAD	32
4. RESUMEN Y CONCLUSIONES	33

ANEXOS

Anexo 1 : Resúmenes de datos estadísticos.

PLANOS

Plano 1: Distribución de las analíticas recopiladas (sin depuración-datos brutos)

Plano 2: Distribución espacial del número de analíticas por puntos de muestreo (sin depuración- datos brutos).

Plano 3: Distribución de las analíticas utilizadas para tratamientos estadístico.

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La Agencia Vasca del Agua, dentro de sus trabajos encaminados a evaluar el estado químico de las aguas subterráneas de la CAPV al amparo de la Directiva Marco del Agua (DMA) (2000/60/CE), ha encargado a TELUR Geotermia y Agua, S.A. el establecimiento de los niveles de referencia para los parámetros establecidos en la Directiva de Aguas Subterráneas (DAS) (2006/118/CE).

De conformidad con el artículo 2.5 de la Directiva de Aguas Subterráneas (DAS), *nivel de referencia* es “*la concentración de una sustancia o el valor de un indicador en una masa de agua subterránea correspondiente a condiciones no sometidas a alteraciones antropogénicas o sometidas a alteraciones mínimas, en relación con condiciones alteradas*”.

Los niveles de referencia se establecerán para las sustancias definidas en el anexo II Parte B de la Directiva de Aguas Subterráneas (Arsénico, Hierro, Cadmio, Mercurio, Sulfatos, Cloruros, Amonio, Conductividad, Nitrato, Plaguicidas, Tricloroeteno (TCE) y Tetracloroeteno (PCE) si bien, como se verá más adelante, no se ha considerado necesario fijar niveles en algunos de estos parámetros.

La metodología aplicada para el establecimiento de estos niveles de referencia se basa en el Documento Guía N°18, traducido por la Dirección General de Agua del Ministerio de Medio Ambiente en Marzo de 2009, titulado “Guía sobre el estado de las aguas subterráneas y la evaluación de tendencias”. Este documento, a su vez, se basa en el “Proyecto BRIDGE” cuyo comité de expertos, en el que intervienen 27 organismos de 17 países de la Unión Europea, intenta desarrollar y fijar una metodología común para los estados miembros de la Unión Europea en la definición de umbrales ambientales de calidad de las aguas subterráneas.

El presente estudio quiere aprovechar el enorme volumen de analíticas que durante más de 30 años se han realizado en las aguas subterráneas de la CAPV por los diversos organismos implicados en su investigación, explotación y control.

Así mismo, se pretende detectar carencias en la información de algunas de las masas de agua y así poder proponer futuras actuaciones para la aplicación total de la DAS.

Una vez finalizados los trabajos de recopilación, filtrado y tratamiento de la información se ha redactado el presente informe donde se recoge la metodología aplicada, los niveles de referencia y valores umbrales para las diferentes masas de agua.

2. METODOLOGÍA

La metodología de este trabajo se basa en el PROYECTO BRIDGE.

El programa de trabajo se estructura en 6 tareas (del inglés *Work-Package* o WP), y cada uno de ellos concluye con una metodología para avanzar en cada paso.

- WP1. Visión general sobre los contaminantes en las aguas subterráneas
- WP2. Estudio de las características de las aguas subterráneas.
- WP3. Criterios para establecer valores umbral ambientales y metodología para definir el buen estado de las aguas.
- WP4. Estudios de zonas/masas de agua representativas y tests de conformidad.
- WP5. Costes económicos y sociales relacionados con el establecimiento de valores umbral en aguas subterráneas.
- WP6. Información y distribución de la misma.

La tarea 2 (WP 2) resume las conclusiones obtenidas durante la puesta en común del comité de expertos, en el documento *D10 “Impact of hydrogeological conditions on pollutant behaviour in groundwater and related ecosystems”*. En el capítulo 6 de dicho documento se muestran diferentes vías para realizar el cálculo de los Niveles de Referencia (*Natural Background Levels* o NBL del inglés), mostrando ejemplos de algunos países miembros de la Unión Europea, aunque no se define una metodología concreta, sino pautas a seguir para ello.

2.1. DEFINICIONES

Como punto de partida, se hace necesario fijar algunos conceptos y definiciones que permitan unificar el vocabulario a seguir.

Nivel de referencia (NR): *la concentración de una sustancia o el valor de un indicador en una masa de agua subterránea correspondiente a condiciones no sometidas a alteraciones antropogénicas o sometidas a alteraciones mínimas en relación con condiciones inalteradas.* Es la traducción del “Natural Background Level”, y sería el equivalente al “Nivel de Fondo” o “Fondo Natural”, usado indistintamente en la literatura.

Valor criterio (VC): *Es la concentración de un contaminante, sin tomar en consideración concentraciones naturales de referencia, que, en caso de que sea superada, puede resultar en el incumplimiento del respectivo criterio de buen estado.* Como su propia definición refleja, no tiene en cuenta los niveles de referencia naturales. Serán valores fijados por normas de calidad medioambiental específicas (calidad para abastecimiento humano, vida piscícola, etc.), y

cuantificados como concentraciones máximas admisibles (CMA), valores medios anuales (MA), etc.

Valor umbral (VU): *una norma de calidad de las aguas subterráneas fijada de conformidad con los criterios regulados en el artículo 3. de la DAS.* Serán valores que, teniendo en cuenta los niveles de referencia naturales, se obtengan a partir de los valores criterio, basados en normas medioambientales.

Los documentos consultados utilizan otras definiciones como valor límite, valor de cumplimiento, nivel básico, etc., que entendemos quedan fuera del alcance de este trabajo.

2.2. DATOS DE PARTIDA

La Agencia Vasca del Agua tiene definidas en la Comunidad Autónoma del País Vasco un total de 45 Masas de Agua Subterránea (MAS) de muy variada tipología. El objetivo de este trabajo es fijar los valores de referencia naturales (sin influencia antrópica) en cada una de estas masas.

Se ha recopilado información de dos fuentes principales:

- Base de datos de análisis químicos de URA, que engloba las analíticas realizadas por el Ente Vasco de la Energía en la década de los 80-90. Se incluyen los datos analíticos de la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas.
- Base de datos de análisis químicos de la DFG mantenida por el Departamento de Desarrollo Sostenible.

Las bases de datos utilizadas se componen de más de 10.000 analíticas, de un total de casi 2.000 puntos de muestreo diferentes.

Se ha recopilado información de los siguientes parámetros:

- Sulfato (SO_4^{2-})
- Cloruro (Cl^-)
- Nitrato (NO_3^-)
- Mercurio (Hg)
- Plomo (Pb)
- Cadmio (Cd)
- Arsénico (As)
- Tricloroeteno (TCE)
- Tetracloroeteno (PCE)
- Plaguicidas

Los nitratos y plaguicidas han recibido un tratamiento individualizado que se comentará al tratar estos analitos.

Se ha realizado un filtrado de la información de partida eliminando la información dudosa, incorrecta o no localizada. Se eliminan análisis :

- de los cuales se desconoce su punto de muestreo (sin coordenadas de situación o con coordenadas dudosas).
- con valores de cero o simbologías extrañas.
- sin fecha de realización del análisis.
- con valores atribuibles a muestras de agua sin filtrar.

Por estos motivos se eliminan desde un principio los análisis mostrados en la tabla 2.2.1

Parámetro	Nº de análisis eliminados en origen
SO ₄ ⁼	262
Cl ⁻	248
NO ₃ ⁻	193
Hg	75
Pb	63
Cd	64
As	3
TCE	2
PCE	0
Plaguicidas	0

Tabla 2.2.1.- Número de análisis eliminados.

El Plano 1 refleja gráficamente la distribución espacial de los datos de que se dispone, una vez eliminados los datos considerados erróneos. La tabla del plano muestra, para cada una de las masas de agua, las analíticas de las que se dispone y a cuantos puntos diferentes corresponden, para cada parámetro estudiado. En el plano no figuran nitratos ni plaguicidas por llevar un tratamiento individualizado.

Parámetro	Datos brutos		Parámetro	Datos brutos	
	Nº Puntos	Nº Análisis		Nº Puntos	Nº Análisis
SO ₄ ⁼	1710	9721	Cd	473	2817
Cl ⁻	1719	9847	As	323	1631
NO ₃ ⁻	1687	9214	TCE	80	941
Hg	333	1801	PCE	80	945
Pb	496	2918	Plaguicidas	29	116

Tabla 2.2.2.- Número de análisis y de puntos controlados de partida.

La tabla 2.2.2 resume los totales por cada uno de los parámetros analizados.

Como se observa en la tabla, los cloruros y sulfatos son los analitos con mayor número de datos (más de 9.700 análisis). Los metales, aunque menos analizados, se cuenta con entre 1.631-2.918 análisis, y los parámetros más recientemente incorporados a las analíticas de aguas como TCE, PCE o plaguicidas solo presentan 116-945 análisis.

En el Plano 2 se muestra la densidad de analíticas en cada punto. Se han diferenciado cuatro grupos, con las características siguientes :

Nº Análisis	Observaciones
>15	Corresponden generalmente a las surgencias o sondeos de mayor entidad, asociadas a las principales unidades hidrogeológicas de la Comunidad Autónoma. Son manantiales o sondeos en general utilizados para abastecimiento urbano, y la casi totalidad son puntos incluidos dentro de la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas de URA.
6-15	Corresponden normalmente a manantiales importantes o singulares sobre los que se ha realizado en algún momento (sobre todo en la década de los 80-90) un control hidroquímico temporal, en general asociado a los estudios hidrogeológicos de las unidades acuíferas.
2-5	Corresponden a manantiales o sondeos en los que por diversos motivos se han analizado en más de una ocasión, sin ejercer sobre ellos un control equiparable al llevado a cabo en los dos grupos anteriores.
1	Se encuentra constituido por manantiales o sondeos que solo se han analizado en una ocasión, y corresponden en su mayoría a analíticas asociadas a la realización de los inventarios incluidos dentro de los estudios hidrogeológicos que se llevaron a cabo en las décadas de los 80-90.

Tabla 2.2.3.- Definición de rangos utilizados en plano 2.

2.3. FILTRADO Y TRATAMIENTO DE DATOS

Con los datos considerados válidos se ha procedido a excluir una nueva cantidad de análisis, que aunque correctos, han sido invalidados siguiendo las recomendaciones de BRIDGE. Se han aplicado los siguientes criterios :

1. Han quedado fuera del análisis estadístico las muestras con una concentración de NO₃ superior a 10 mg/l. Se considera que tienen una clara influencia antrópica (ganadería, agricultura, etc.).
2. Se han eliminado todos los análisis de metales cuya fecha de realización es previa al año 2000. Se dan valores muy altos de metales (Hg, As, Pb) en muestras de los años 80-90 y surgen dudas sobre las técnicas y el instrumental usado en aquellos momentos frente a los actuales. Para sulfatos, nitratos y cloruros no se aplica ningún filtro en función de la fecha. Para TCE y PCE tampoco se aplica ningún filtro por fecha por tratarse de determinaciones recientes.

3. Con las analíticas cuyo valor es menor que el límite de detección del método analítico utilizado, y aunque la bibliografía recomienda utilizar en todos los valores con signo “<” la mitad del límite de detección más elevado que se ha detectado para cada parámetro, no se ha seguido esta pauta.

La diferencia entre los límites de detección de los distintos laboratorios, métodos analíticos, y épocas, hace que siguiendo las recomendaciones bibliográficas, los datos se vean muy distorsionados, dando valores muy elevados de modo irreal.

Después de valorar este problema, se ha decidido sustituir los valores menores del límite de detección por el valor menor por debajo del LD para cada parámetro. Se entiende que esta sistemática introduce una cierta distorsión en las analíticas, pero sin duda menor que la que se produciría utilizando las otras opciones.

Por ejemplo, en el caso de que para un elemento los valores “menores de” sean <0,02 mg/l, <0,002 mg/l y <0,0001 mg/l, todos ellos se han sustituido por 0,0001 mg/l

4. No se han diferenciado los análisis de sondeos en función de su profundidad de muestreo. Son muy pocos los sondeos con esta particularidad y la profundidad de muestreo es irrelevante para una caracterización como la pretendida en este trabajo.

El Plano 3 muestra la distribución de puntos de muestreo y analíticas obtenidas tras los procesos de filtrado descritos anteriormente. El resumen para cada parámetro considerado se muestra en la tabla 2.3.1, junto con los datos “brutos” mencionados en el apartado anterior. En nitratos y plaguicidas no se elimina ningún análisis.

Parámetro	Datos brutos		Datos depurados		Datos Eliminados	
	Nº Puntos	Nº Análisis	Nº Puntos	Nº Análisis	Puntos	Análisis
SO ₄ ²⁻	1710	9721	1275	7975	25.4%	18.0%
Cl ⁻	1719	9847	1365	8203	20.6%	16.7%
Hg	333	1801	80	818	75.9%	54.6%
Pb	496	2918	102	1122	79.4%	61.5%
Cd	473	2817	98	1029	79.3%	63.5%
As	323	1631	85	880	73.7%	46.0%
TCE	80	941	74	890	7.5%	5.4%
PCE	80	945	74	894	7.5%	5.4%

Tabla 2.3.1.- Número de análisis y de puntos controlados de partida.

Como se observa, los filtros aplicados son muy restrictivos con los metales donde se llegan a eliminar hasta el 63.5% de los análisis de partida y hasta el 79.4% de los puntos analizados. Esto

hace que los mapas de distribución de estos parámetros, expresados en las figuras del Plano 3 cambien radicalmente respecto a los obtenidos inicialmente (Plano 1).

Sobre los datos filtrados y procesados se han realizado los cálculos estadísticos. Para cada masa de agua, y para cada parámetro, se ha calculado su valor medio, mediana, valor máximo, valor mínimo, desviación estándar y coeficiente de variación. Las tablas estadísticas se adjuntan en el anexo 1.

Los resultados estadísticos obtenidos se han intentado plasmar gráficamente en una figura por parámetro donde se señalan los valores máximos, mínimos, mediana y nº de datos, visualizándose los resultados para todas las masas de agua. Se utiliza la mediana, y no la media, por ser ésta más representativa de la tendencia de una población estadística, representando el percentil 50 de la serie.

2.4. NIVELES DE REFERENCIA (NR)

Para la designación de los niveles de referencia se ha fijado una concentración mínima o base para cada elemento, que incluya a la gran mayoría de las masas de agua. Este valor, normalmente, va a estar controlado por los límites de detección.

En las masas de agua que sobrepasan esta concentración mínima, se ha analizado caso por caso cómo se sobrepasa ese nivel, si lo sobrepasa sólo la máxima o también lo hace la mediana, si los valores máximos son significativos, si un máximo aislado puede atribuirse a un error analítico, etc.

Posteriormente se analiza la situación en cada sustancia, intentando fijar rangos de nivel que permitan agrupar masas de agua. Se intenta agrupar masas de agua con un nivel de referencia similar, es decir, redondear los valores de modo que permitan simplificar los niveles de referencia a establecer en las masas de agua. De esta forma, masas de agua con niveles de referencia calculados de 2.3, 3.1 ó 4.6 $\mu\text{g/l}$ se redondearán, por ejemplo, a 5 $\mu\text{g/l}$. Por encima de este valor se analiza la posibilidad de redondear hacia arriba o abajo en función de la distribución de los datos.

El plomo es el elemento en el que se han definido mayor número de niveles de referencia (7), con valores de concentración de 1, 5, 10, 15, 30, 50 y 60 $\mu\text{g/l}$, lo que da una idea de la dispersión de este metal en las aguas subterráneas de la Comunidad Autónoma.

En aquellas masas de agua sin analíticas se ha asignado el valor definido como base o mínimo para cada elemento, quedando pendiente de realizar campañas analíticas con el fin de determinar

realmente sus niveles de referencia. Estos valores han sido marcados con diferente color en la tablas.

Como se verá más adelante, para sulfatos y cloruros no se han establecido niveles de referencia ya que variabilidad incluso dentro de una misma masa de agua de las concentraciones hace que no sea fácil ni práctico establecer estos niveles.

En algunas ocasiones, la delimitación superficial de las masas de agua hace que puntos de control correspondientes a una unidad hidrogeológica (por ejemplo Gernika) caigan y distorsionen los datos de otra masa de agua cercana (por ejemplo Ereñozar).

2.5. VALORES UMBRAL (VU)

Una vez establecidos los niveles de referencia de las diversas sustancias en todas las masas de agua se procedido a definir los valores umbral, de acuerdo a las recomendaciones de la *Guía N°18 de BRIDGE PROYECT*.

Esta guía recomienda establecer los valores umbral (VU) partiendo de los niveles de referencia (NR) y los valores criterio (VC) que para los diferentes usos establece la normativa. El documento aconseja utilizar el más restrictivo de los valores criterio que se haya definido para consumo humano, ecotoxicidad, etc. Con estos, se aplican las siguientes formulas dependiendo de la relación entre unos valores y otros.

Como valor criterio se ha utilizado la normativa actual de calidad de las aguas para consumo humano y para ecosistemas fluviales definidas en las normativas:

- *REAL DECRETO 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.* Fija concentraciones máximas admisibles (CMA)
- *REAL DECRETO 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.* En su anexo IV clasifica las sustancias peligrosas en varias listas; Lista I, Lista II preferente y Lista II prioritaria.
 - o *Lista I:* La constituyen 17 sustancias, la mayoria son sustancias organocloradas ademas del Hg y Cd, incluidas en este trabajo. Sobre estas sustancias se ha establecido regalmentariamente el valor límite de emisión y las normas de calidad ambientales a traves de una serie de diractivas traspuestas al ordenamiento español mediante la *Orden Ministerial de 12 de noviembre de 1987*.

- *Lista II preferente:* Asociada a aguas continentales superficiales la constituyen 22 sustancias, entre ellas en As y Pb, además de algunos plaguicidas. *El RD 995/2000, de 2 de junio, por el que se fijan objetivos de calidad para determinadas sustancias y se modifica el reglamento del dominio público hidráulico*, fija concentraciones máximas admisibles (CMA)
- Directiva 2008/105/CE para aguas superficiales, la cual modifica la anterior.

Se utilizan valores criterio correspondientes a aguas superficiales porque, tras la surgencia de las aguas subterráneas a la superficie, pasan a formar parte de los cursos superficiales constituyendo en conjunto los sistemas fluviales. Los niveles criterio utilizados son:

Parámetro	Normas de calidad		
	Potabilidad	CMA 2000	CMA 2008
SO ₄ ²⁻	250 mg/l	--	--
Cl ⁻	250 mg/l	--	--
Hg	1 µg/l	1 µg/l MA	0.07 µg/l
Pb	10 µg/l	50 µg/l MA	7.2 µg/l MA
Cd	5 µg/l	1 µg/l MA	0.2 µg/l
As	10 µg/l	50 µg/l MA	
TCE	*10 µg/l	10 µg/l MA	10 µg/l MA
PCE	*10 µg/l	10 µg/l MA	10 µg/l MA
* Límite de 10 µg/l como suma de PCE+TCE			

Tabla 2.5.1.: Normas de calidad de aguas

Como se observa la normativa para ecosistemas fluviales no fija niveles criterio para sulfatos y cloruros.

En el caso de que el nivel de referencia sea menor que el mas restrictivo de los valores criterio establecido por la legislación, el valor umbral será la media aritmética entre los dos:

$$VU = (VC + NR) / 2$$

En el caso de que los niveles de referencia naturales de las aguas subterráneas excedan o iguales a los valores criterio establecidos, el valor umbral será igual al nivel de referencia:

$$VU = NR$$

Siguiendo estas pautas se han establecido valores umbral en todas las masas de agua y para todos los parámetros sobre los que se han fijado sus niveles de referencia.

Esta metodología se puede también aplicar a sustancias sintéticas; con un NR igual a 0, el VU será igual al 50% del valor criterio correspondiente.

3. NIVELES DE REFERENCIA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA CAPV

La hidroquímica en las aguas subterráneas de la Comunidad Autónoma es muy variada dada la diversidad de materiales geológicos que en la misma afloran o se mantienen a cierta profundidad.

La hidroquímica de las aguas nos da información sobre los procesos de modificación del estado químico que se han producido, si bien los procesos pueden tener un origen natural o antropogénico.

El factor climático-edáfico es uno de los principales condicionantes del químismo de las mismas caracterizando inicialmente el agua de recarga en las distintas masas de agua. Las características de las aguas de precipitación, el efecto de la capa edáfica que atraviesa, la concentración de elementos por evapotranspiración en el suelo y la influencia de las condiciones climatológicas (tipo y régimen de precipitación), son los factores iniciales de transformación más importantes

Una vez que el agua de precipitación atraviesa el suelo, adquiriendo las cualidades que el clima y el suelo le proporciona, llega la influencia de la litología. Por un lado se habla de la marca litológica, en relación a la química de la roca en contacto con las aguas subterráneas, y por otro lado la marca geológica, en relación al tiempo de permanencia, que hace variar la química de las aguas dentro, incluso, de una misma masa de agua.

Por último la afección antrópica es la que puede cambiar, en último término, el químismo de las aguas subterráneas de manera importante, ya sea por focos puntuales o difusos de contaminación. También pueden modificar la hidroquímica de las aguas subterráneas las alteraciones en el funcionamiento hidrogeológico de una zona, especialmente en las zonas de recarga y en las proximidades de la costa (intrusión marina).

A continuación, se pasa a describir los resultados obtenidos para cada una de las sustancias estudiadas en las diferentes masas de agua subterránea definidas.

Las masas de agua definidas (45) cubren la totalidad del suelo de la Comunidad salvo en su extremo noroccidental donde queda una superficie de unos 100 Km² sin englobarse en ninguna masa de agua. A efectos de este trabajo, y dado que se disponía de datos de algunos puntos en su interior, se ha denominado masa "Zalama" asignándola el código 0.

3.1. SULFATOS (SO_4^{2-})

Las concentraciones más importantes de sulfatos en las aguas subterráneas de la CAPV estarían en relación con diferentes procesos de disolución de los materiales por donde circula.

La primera y más importante fuente de sulfatos son los materiales salinos diapíricos del Trías-Keuper. La disolución de yesos hace que las aguas que estén en contacto con estas litologías vean aumentada de manera considerable la concentración de SO_4^{2-} llegando a concentraciones superiores de 800 mg/l. Estas mismas sales se pueden encontrar en materiales detríticos Terciarios de la Cuenca del Ebro.

Las aguas procedentes de carniolas Jurásicas también suelen presentar frecuentemente altos niveles de sulfatos. Su procedencia es doble, por una parte la cercanía de los materiales Trías-Keuper (muchas veces inyectados a través de fracturas) y por otro la presencia de cristales de yeso dentro de las mismas carniolas.

Otra fuente importante de sulfatos en las aguas subterráneas se halla en la oxidación de sulfuros presentes en la roca (pirita, calcopirita, galena, blenda, etc.). Los sulfuros pueden aparecer como masas mineralizadas de cierta entidad, incluso explotadas recientemente (Mina Troya o zona minera de Bilbao, Carranza, etc.), o simplemente como diseminaciones, frecuentemente asociadas a materiales lutítico-margosos.

En las analíticas de sulfatos se han eliminado, aparte de las consideradas como erróneas, aquellas que en la misma analítica el contenido en nitratos era mayor de 10 mg/l. No se ha aplicado ningún filtro por fecha, al considerar que el método analítico no ha variado mucho de la década de los 80 a la actualidad, y la precisión de los equipos a nivel de este parámetro tampoco.

El análisis de las concentraciones de sulfatos en las aguas subterráneas de la CAPV se realiza sobre un total de 7.975 muestras, distribuidas sobre 1.275 puntos de control. La distribución espacial de las analíticas se observa en la Fig. 3.1.1.

Cinco Villas (1), Laguardia (39) y Miranda de Ebro (40), son las masas de agua con menor número de puntos analizados y menor número de analíticas.

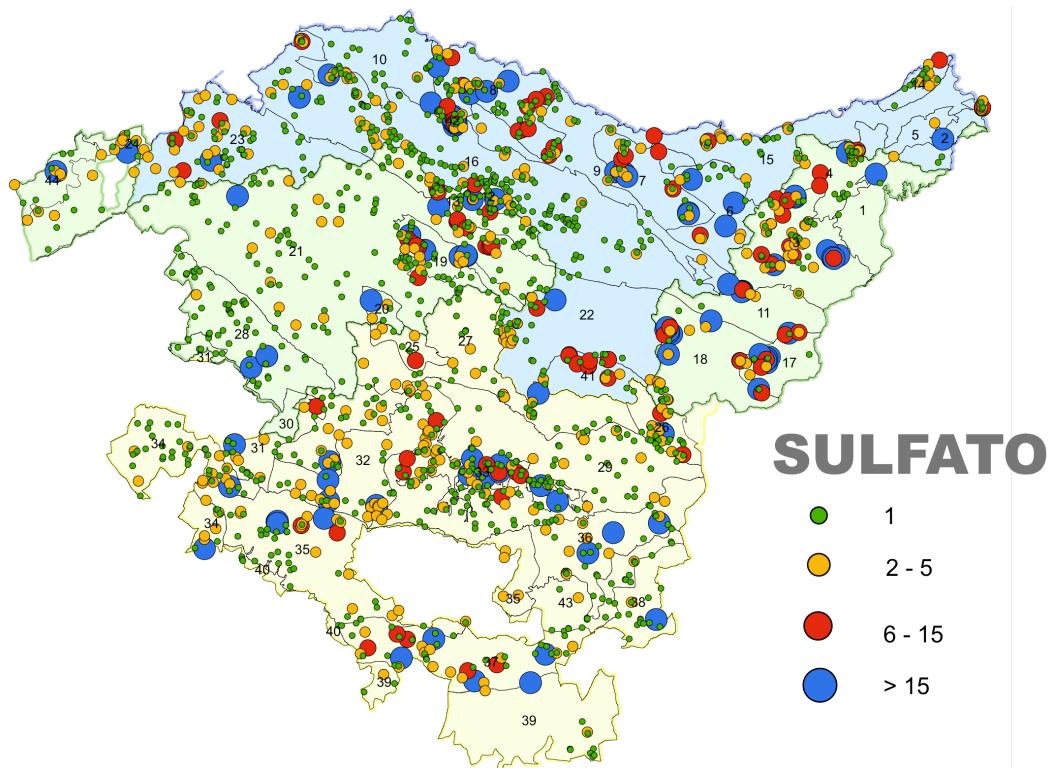


Fig. 3.1.1.- Número de analíticas de Sulfatos en cada punto de control.

El gráfico 3.1.2 pretende reflejar la distribución de las concentraciones del anión sulfato para cada masa de agua. Se puede ver cual es el rango de valores (máximo-mínimo) que en cada masa de agua se ha registrado, junto con la mediana y el coeficiente de variación. También se presenta en la parte superior el número de puntos controlados y las analíticas totales en cada masa de agua. En el Anexo 1 se adjuntan las tablas estadísticas obtenidas para cada sustancia y masa de agua.

Como se observa en la Fig. 3.1.2, las masas de agua Beasain (18), Sinclinal de Treviño (35) y Gernika (42) presentan medianas muy altas, todas ellas por encima del límite de potabilidad establecido actualmente (250 mg/l). Otras masas como Tolosa (3), Gatzume (6), Aralar (17), Balmaseda-Elorrio (21), Arrasate (22) y Mena-Orduña (28) presentan valores máximos que superan los 1.000 mg/l.

Se admite que valores superiores a 500 mg/l indican contacto directo del agua con yesos, y las masas anteriormente citadas presentan afloramientos diapíricos de Trías Keuper en su interior, con yesos asociados. En otros casos, aunque no llegan a aflorar, deben encontrarse a escasa profundidad.

En el caso de Beasain, la presencia de sulfatos se relaciona con el yacimiento de sulfuros explotado en Mina Troya hasta 1993.

Establecimiento de los Niveles de Referencia en las Masas de Agua Subterránea de la CAPV.

telur

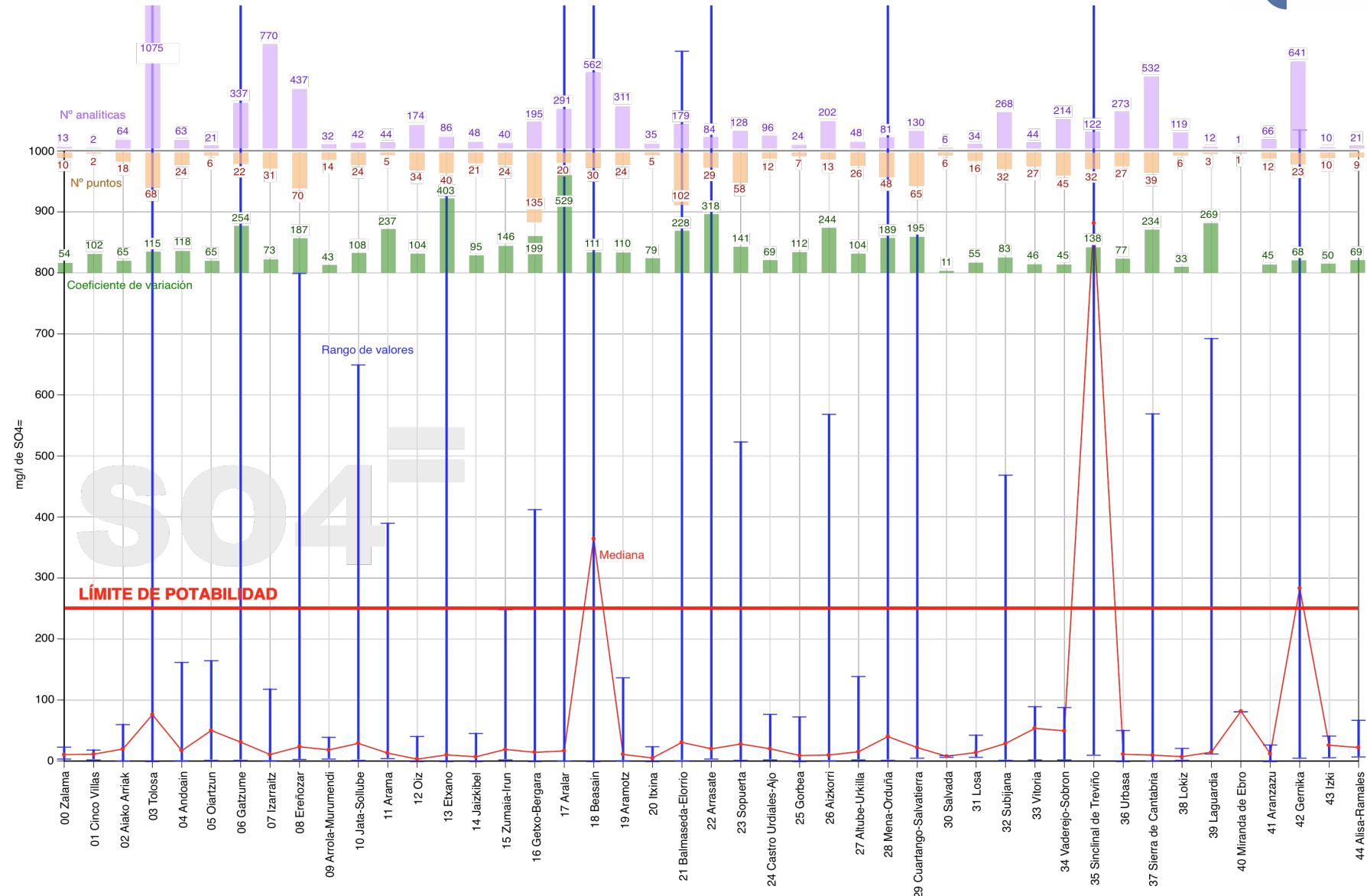


Figura 3.1.2. Distribución de los contenidos en Sulfato en las masas de agua de la CAPV.

El resto de las masas de agua presentan medianas inferiores a 50 mg/l, muchas de ellas incluso por debajo de 25 mg/l. No obstante, es frecuente la presencia de máximos elevados, incluso por encima de los 500 mg/l, y debido a la diversidad geológica de las masas de agua definidas. Así, por ejemplo, se observa que un punto asociado al acuífero de Gernika (piezómetro Forua) se englobe dentro de la masa Ereñozar.

En la tabla 3.1 se muestran las masas de agua con mayor concentración de sulfatos de la CAPV, que de manera natural han llegado, como en el caso de la masa Sinclinal de Treviño (35) a tener concentraciones mayores de 6.000 mg/l. A su vez, dentro de esta misma masa de agua se tienen otros puntos donde el valor es de 10 mg/l.

Masa de Agua	[SO ₄ ²⁻] Max mg/l	[SO ₄ ²⁻] Min mg/l
3 Tolosa	1490	0.04
6 Gatzume	1270	2.5
8 Ereñozar	800	3.3
13 Etxano	941	0.3
17 Aralar	2418	0.7
18 Beasain	5036	0.02
21 Balmaseda-Elorrio	1164	1.8
22 Arrasate	1857.9	4
28 Mena-Orduña	2932	2.4
29 Cuartango-Salvatierra	872	5.5
35 Sinclinal de Treviño	6100	10.5
39 Laguardia	693.5	12.4
42 Gernika	1035	5.4

Tabla 3.1 Masas de agua con mayor concentración de sulfatos de CAPV, valores máximos y mínimo en mg/l.

La gran variabilidad existente en las concentraciones de sulfatos dentro de una misma masa de agua hace que no sea fácil ni práctico establecer niveles de referencia, más cuando pretende ser un indicativo de contaminación antrópica. Siguiendo las sugerencias de algunos autores del Proyecto BRIDGE se ha decidido no definir niveles de referencia ni valores umbral para los sulfatos.

3.2. CLORURO (Cl⁻)

Gran parte de lo dicho anteriormente para los sulfatos es aplicable a los cloruros. Su presencia en el agua subterránea se asocia a la disolución de sales cloruradas, mayoritariamente NaCl, que aparecer normalmente con los yesos del Trías-Keuper. La figura de cloruros del plano 3 es un buen reflejo de la situación de los materiales triásicos en la CAPV.

Los procesos de intrusión marina en acuíferos costeros también pueden explicar concentraciones elevadas de cloruros. Las masas de agua costera de la CAPV no sufren procesos intrusivos *senso estricto*. Si se observa el incremento puntual de la concentración de Cl⁻ puntual en períodos de estiaje con fuerte extracción (Gernika) o en acuíferos no consolidados con afección mareal de pequeña entidad (Zarautz, Gorliz, etc)

El tratamiento de las concentraciones de cloruro en las aguas subterráneas de la CAPV se basa, una vez eliminados los datos considerados incorrectos, en un total de 8.203 analíticas, distribuidas entre 1.365 puntos de control, según muestra la Fig. 3.2.1.

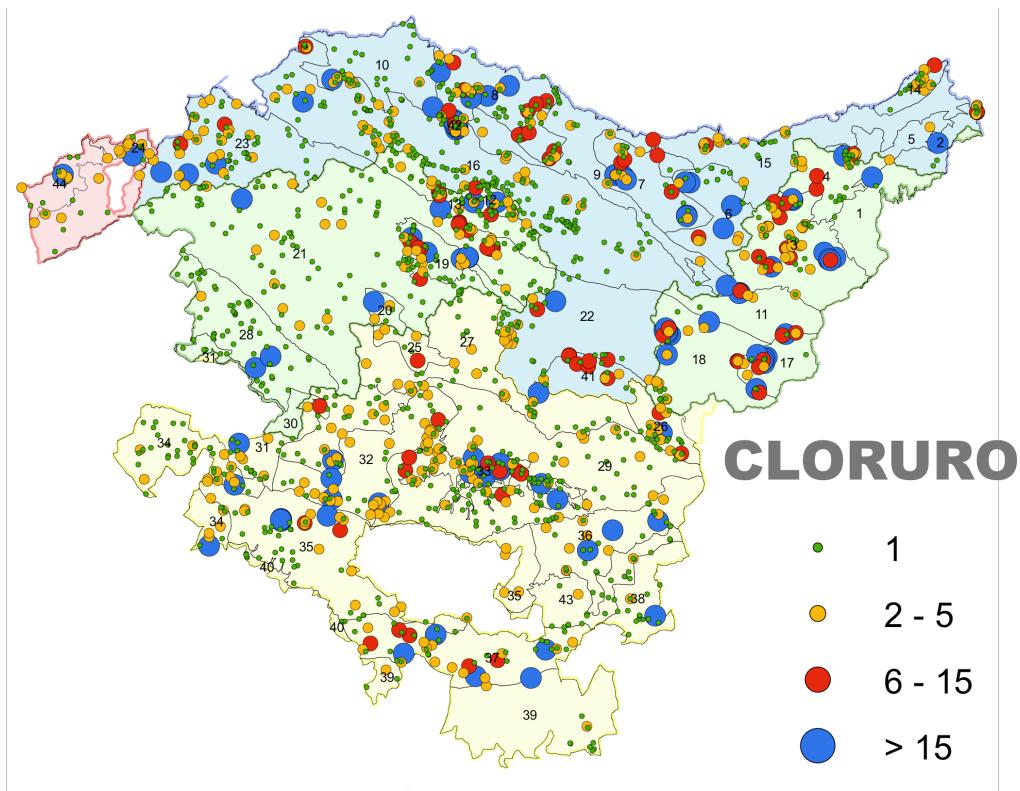


Fig. 3.2.1.- Número de analíticas de Cloruros en cada punto de control

Establecimiento de los Niveles de Referencia en las Masas de Agua Subterránea de la CAPV.

telur

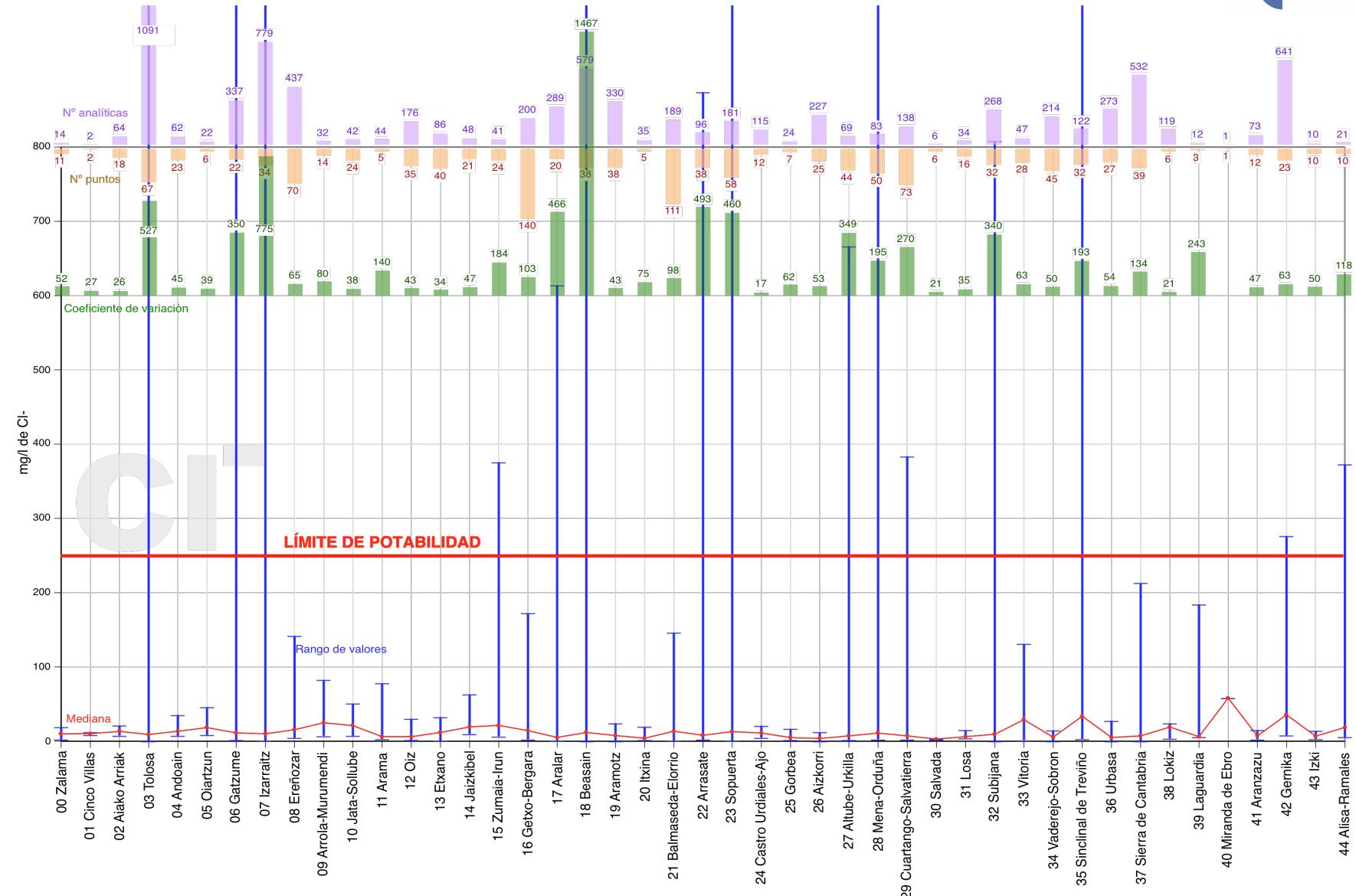


Figura 3.2.2. Distribución de los contenidos en Cloruro en las masas de agua de la CAPV.

Al igual que con los sulfatos, se eliminan aquellas muestras que en la misma analítica el contenido en nitratos era mayor de 10 mg/l, y no se aplica ningún filtro de fecha.

La distribución espacial de las analíticas es muy similar a la de sulfatos. Vuelven a ser las masas de agua de Cinco Villas (1), Laguardia (39) y Miranda de Ebro (40), las que presentan menor densidad analítica.

El gráfico 3.2.2 muestra valores medios por debajo de 50 mg/l (muy por debajo de este valor en muchas de ellas) en todas las masas de agua, salvo Miranda de Ebro donde la existencia de una única analítica compromete su representatividad.

La variabilidad de los cloruros dentro de una masa de agua, bien marcada en este caso por el coeficiente de variación, es muy alta en masas como Tolosa (3), Beasain (18), Izarraitz (7), Sopuerta (23) Orduña (28) o Sinclinal de Treviño (35). La variación entre sus valores máximos y mínimos es enorme (Tabla 3.2)

Masa de Agua	[Cl ⁻] Max mg/l	[Cl ⁻] Min mg/l
3 Tolosa	1720	0.4
6 Gatzume	1070	1.78
7 Izarraitz	20276	0.8
18 Beasain	39491.3	0.2
22 Arrasate	873.9	2.1
23 Sopuerta	1417	0.8
28 Mena-Orduña	10572	2.4
32 Subijana	808	0.4
35 Sinclinal de Treviño	161297	3

Tabla 3.2 Masas de agua con mayor concentración de cloruros de CAPV, valores máximos y mínimo en mg/l.

Al igual que con los sulfatos, se decide no fijar niveles de referencia ni umbrales para los cloruros, dado que difícilmente van a ser indicativos de contaminación para toda una masa de agua.

3.3. MERCURIO (Hg)

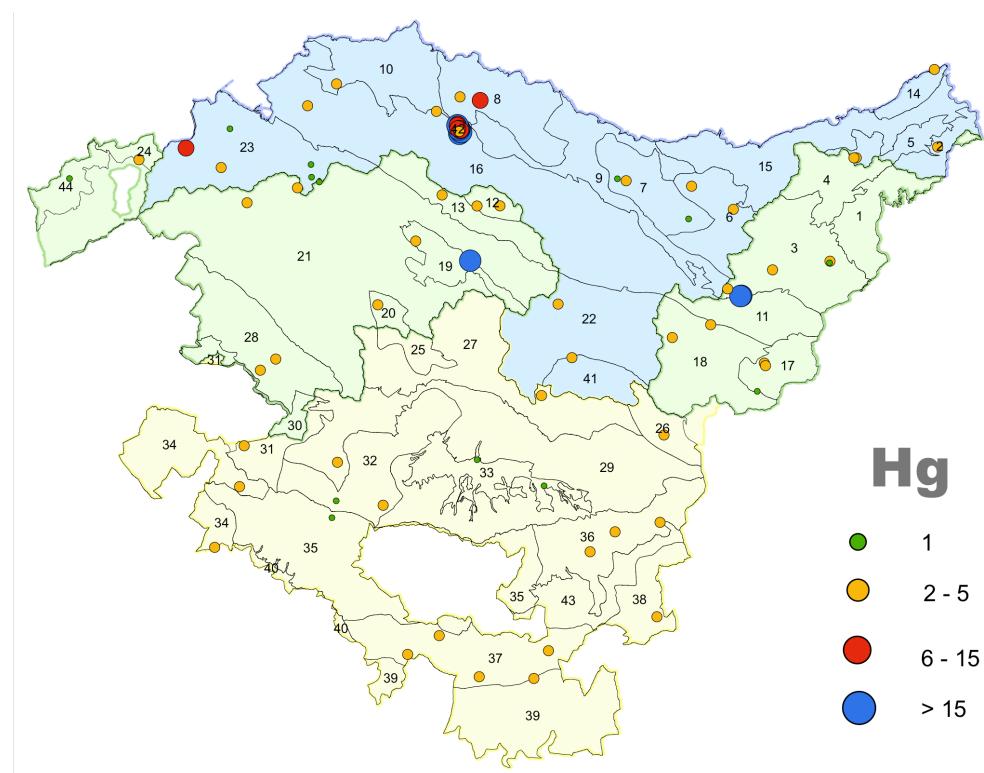
El mercurio es un metal pesado que se encuentra en la naturaleza bien como elemento nativo, en estado líquido a temperatura ambiente, como sulfuro en forma de cinabrio.

Se trata de un metal insoluble en agua, por lo que los contenidos en Hg en las aguas subterráneas se consideran siempre asociados a procesos de contaminación antropogénica.

En el tratamiento de los análisis de mercurio como en el resto de metales, se ha recurrido a eliminar todos los análisis previos al año 2000, con el objeto de eliminar la distorsión que crean muchas analíticas antiguas, realizadas con técnicas y equipamientos no tan precisos como los

actuales. Se eliminan igualmente los análisis de Hg que presenten en la misma analítica un contenido en nitratos superior a 10 mg/l.

Como resultado, el análisis de las concentraciones de mercurio en las aguas subterráneas de la CAPV se basa en un total de 818 analíticas, distribuidas entre 80 puntos de control, según muestra la Fig. 3.3.1.



Como se observa la densidad analítica desciende fuertemente respecto sustancias mayoritarias como sulfatos o cloruros. Diez masas de agua no tienen ningún análisis. Las analíticas se circunscriben fundamentalmente a muestreos anuales de los puntos de control de la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas de URA. En el acuífero de Gernika los elevados niveles de este metal, detectados en los sondeos y piezómetros del este acuífero, cuaternario han llevado a los organismos competentes en calidad de aguas a llevar un control más exhaustivo de este parámetro.

Como muestra la Fig. 3.3.2, únicamente se detecta mercurio en la masa de agua de Gernika (42) y en algunas analíticas de Aramotz (19) con niveles esta última muy cercanos al límite de detección.

El resto de las muestras analizadas tienen una concentración de 0,1 µg/l, reflejo de que todas ellas estaban por debajo del límite de detección.

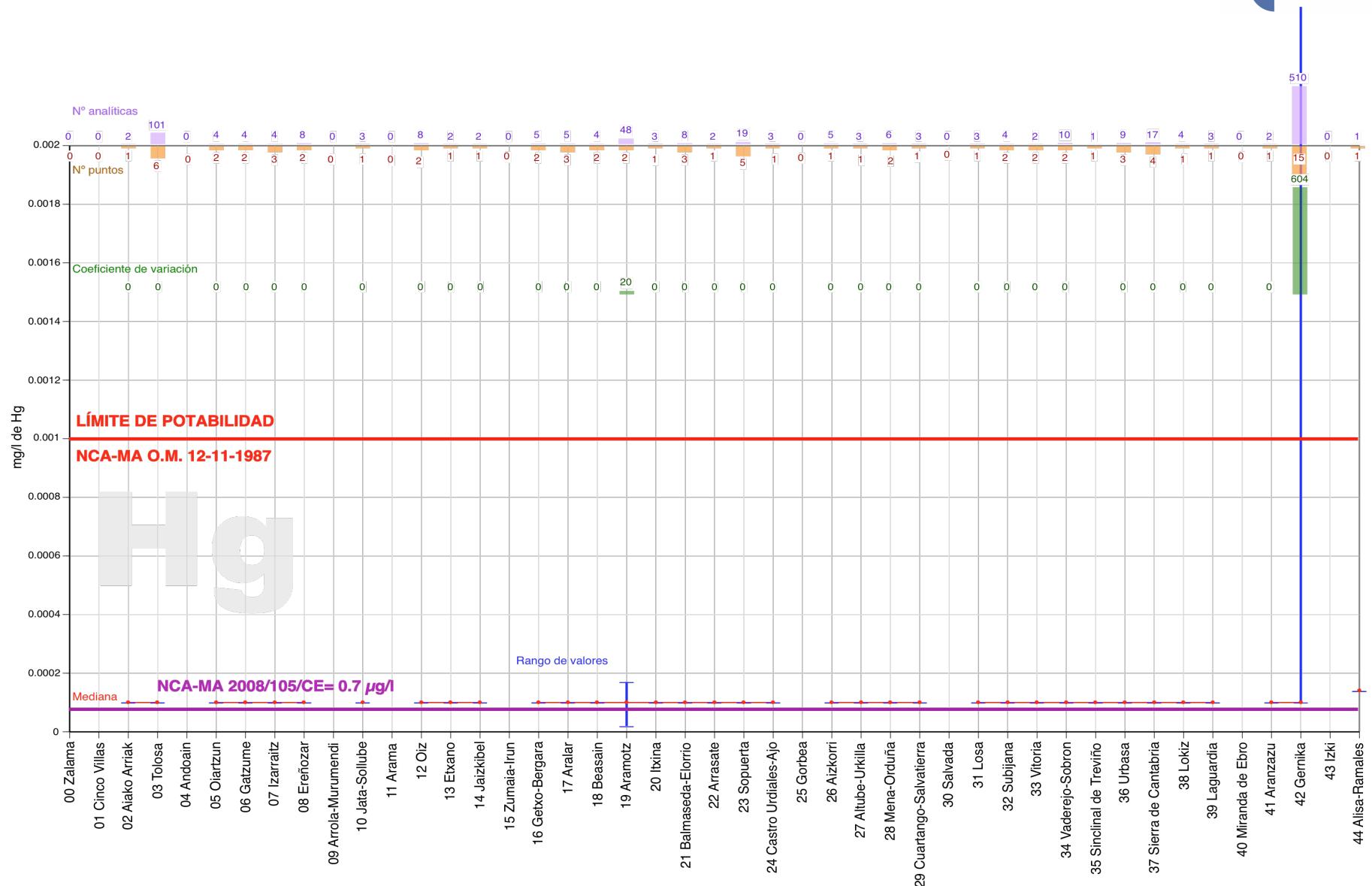


Figura 3.3.2. Distribución de los contenidos en Mercurio en las masas de agua de la CAPV.

En la masa de agua Gernika con, 510 analíticas, se dan valores máximos muy elevados, hasta 600 µg/l. Estos contenidos se atribuyen a contaminación derivada de la importante actividad industrial instalada en la superficie del acuífero.

La mediana de la masa Alisa-Ramales (44), con una sola analítica, no se considera significativa

Las técnicas analíticas disponibles en la actualidad no llegan a definir habitualmente valores menores de 0,1 µg/l. En consecuencia, se ha optado por establecer el nivel de referencia para el Hg en 0,1 µg/l en todas las masas de agua de la CAPV.

La definición del valor umbral necesita fijar un valor criterio basado en normas. Los valores criterio para el mercurio son :

- Límite para consumo humano según RD 140/2003: 1 µg/l
- NCA_CMA según O.M. 12/11/1987: 1 µg/l
- NCA-CMA según 2008/105/CE : 0,07 µg/l

En este caso el valor criterio para ecosistemas fluviales resulta ser en la última directiva más restrictiva que para su uso de abastecimiento humano.

Empleando el nivel criterio más restrictivo el valor umbral sería el propio nivel de referencia, es decir 0,1 µg/l.

Asumiendo como nivel criterio la potabilidad y redondeando el resultado, el valor umbral sería 0,5 µg/l

Si se utiliza el valor umbral como un valor por encima del cual es necesario acometer medidas para controlar y reducir la contaminación parece razonable utilizar el valor de 0,5 µg/l, sin olvidar que con esa concentración de mercurio sería agua perfectamente apta para consumo humano.

3.4. PLOMO (Pb)

El plomo es un metal pesado que se encuentra en la naturaleza mayoritariamente como sulfuro, formando la galena (SPb). En el País Vasco aparece en mineralizaciones asociadas a las calizas urgonianas Aptienses. Son varios los yacimientos de sulfuros que se han explotado en épocas más o menos cercanas, en la zona de Enkarterriak y al este de Gipuzkoa, en minas como Carranza, Troya o Arditurri. Así, es previsible que las aguas subterráneas que drenen estos materiales muestren en algún momento concentraciones significativas de este metal.

Se trata del metal con más analíticas desde el año 2000 entre los tratados en este trabajo. Los cálculos se llevan a cabo en base a 1.122 datos, repartidos entre 102 puntos de muestreo diferentes, y con mayor densidad analítica en Gipuzkoa y Bizkaia (Fig 3.4.1). En nueve masas de

agua no se dispone de datos y en dos más únicamente existe un análisis, que se considera poco representativo.

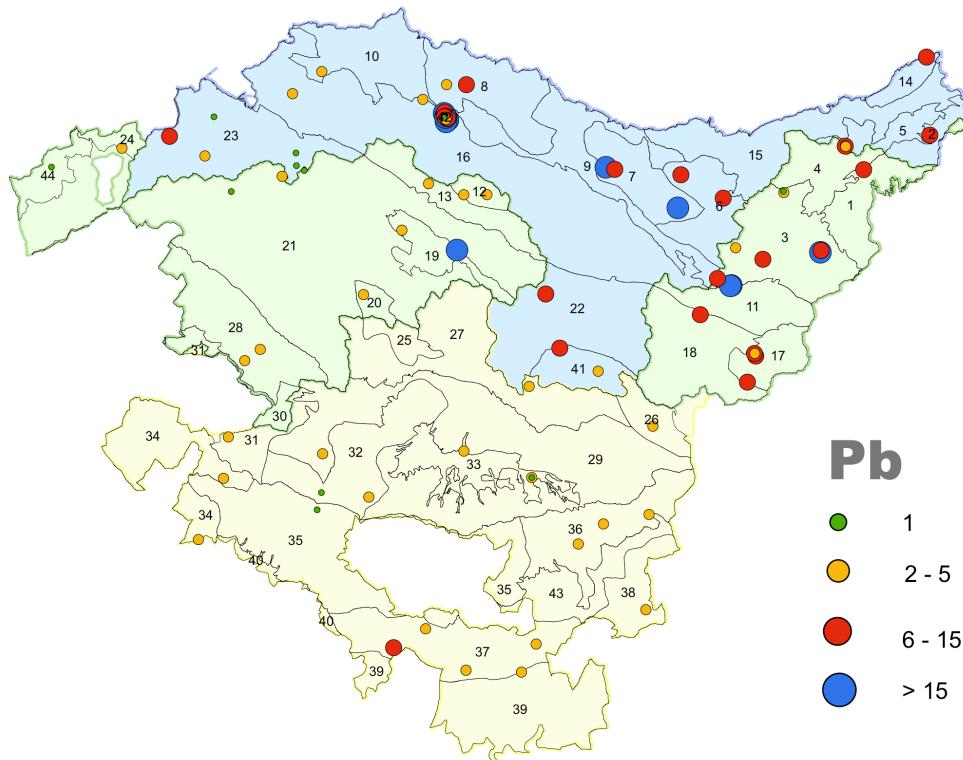


Fig. 3.4.1.- Número de analíticas de Plomo en cada punto de control

Con respecto a los valores observados (Fig. 3.4.2), se evidencia que la mayoría de las analíticas muestran valores de 0,1 µg/l, es decir, por debajo de este límite de detección. Los valores más altos se detectan en la masa de agua de Tolosa (3), que llegan hasta 180 µg/l, y existen otras masas con valores por encima del límite de detección (Tabla 3.4).

Masa de Agua	[Pb] Max µg/l	[Pb] Min µg/l
2 Aiako Arriak	17.0	0.1
3 Tolosa	180.0	0.1
6 Gatzume	1.6	0.1
5 Oiartzun	70.0	0.1
7 Izarraitz	60.0	0.1
17 Aralar	1.5	0.1
19 Aramotz	6.5	0.1
37 Sierra de Cantabria	11.0	0.1
42 Gernika	30.0	0.1

Tabla 3.4.1- Masas de agua con mayor concentración de Plomo de CAPV, valores máximos y mínimos.

Establecimiento de los Niveles de Referencia en las Masas de Agua Subterránea de la CAPV.

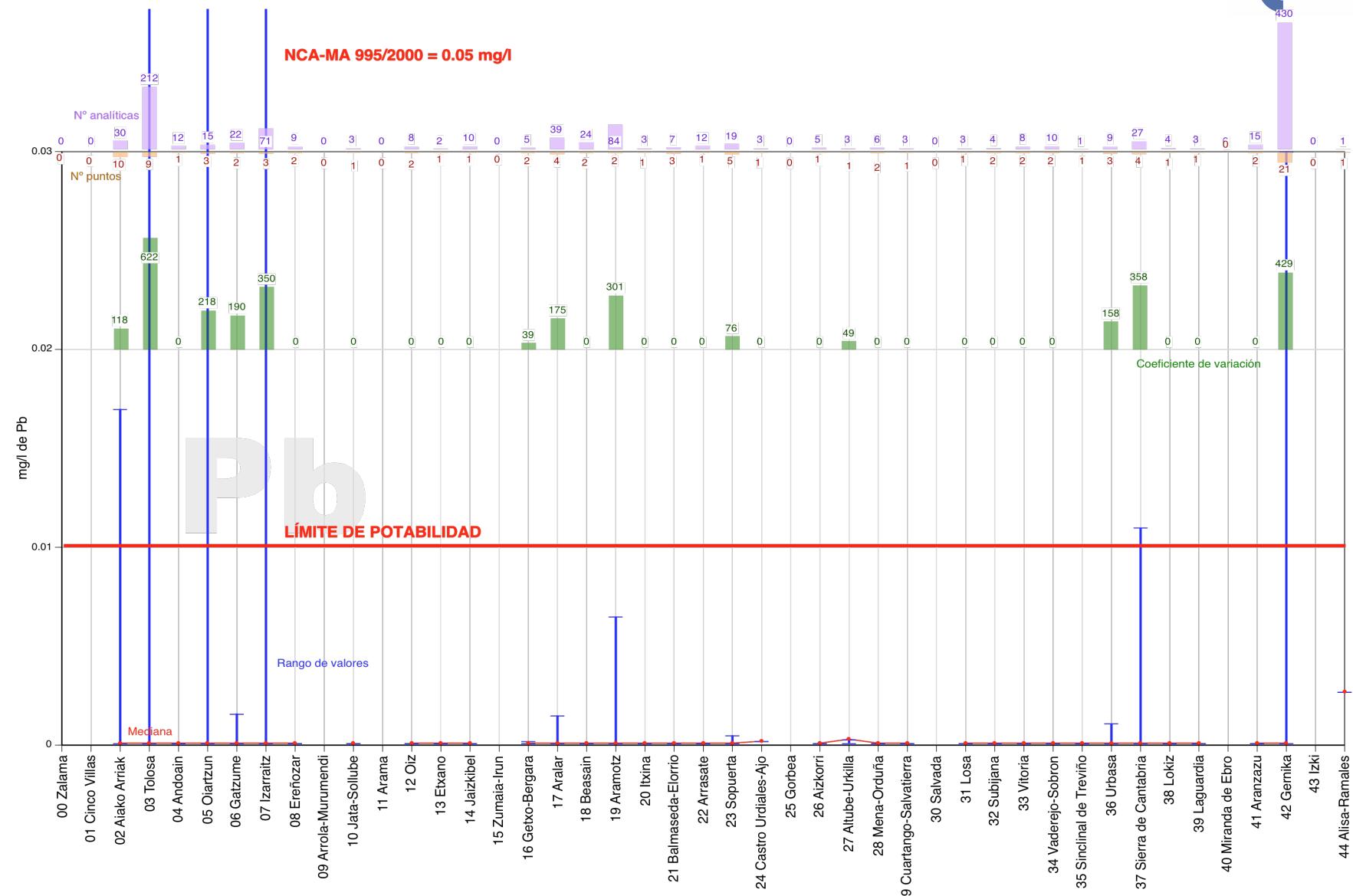


Figura 3.4.2. Distribución de los contenidos en Plomo en las masas de agua de la CAPV.

Cabe destacar, que aunque se hayan invalidado en los procesos de filtrado, existen datos de la década de los 90, que en Beasain llegan a dar concentraciones de hasta 1,83 mg/l de plomo, pudiendo corresponder a muestras sin filtrar procedentes de la bocamina de la Mina Troya.

Dado que la presencia de Pb en las aguas subterráneas de CAPV es real y el valor de 0,1 µg/l se considera demasiado bajo como para representar el nivel de referencia mínimo de todas las masas de agua, se ha fijado **un nivel de referencia mínimo en Pb para todas las masas de 1 µg/l.**

Para las masas que muestran concentraciones mas elevadas se ha procedido a establecer valores específicos del nivel de referencia, según la representatividad de las analíticas :

- Aiako Arriak (2) concentración máxima 17 µg/l, numerosas muestras con valores algo inferiores, se establece un nivel de referencia específico de 15 µg/l.
- Tolosa (3) también tiene valores elevados suficientemente bien representados como para establecer para esta masa un nivel específico de 50 µg/l.
- Oiartzun (5) tiene tres muestras en dos puntos diferentes con valores entre 30 y 70 µg/l. Se le asigna un nivel de referencia de 50 µg/l.
- Izarraitz (7) tiene valores representativos elevados. Nivel de referencia de 60 µg/l.
- Aramotz (19) tiene un valor máximo de 6.5 µg/l, con lo que se le ha asignado un nivel de 5 µg/l.
- A Sierra de Cantabria (37) se le asigna un nivel de referencia de 10 µg/l, y tiene algún valor ligeramente por encima (hasta 11 µg/l).
- En el caso de Gernika (42) se tiene registrados datos con concentraciones de hasta 30 µg/l, pero, como se ha comentado en el apartado anterior, es una masa de agua afectada por contaminación industrial desde hace años, por lo que parte del Pb puede tener un origen industrial. En la Fig. 3.4.3 se muestra la evolución de las analíticas del Pb desde el año 2000. Las analíticas desde el año 2005 no muestran cantidades significativas de Pb, por lo que parece razonable suponer que la práctica totalidad del Pb tenga su origen en contaminación industrial. Así, se decide asignar a Gernika el nivel de referencia mínimo de 1 µg/l.

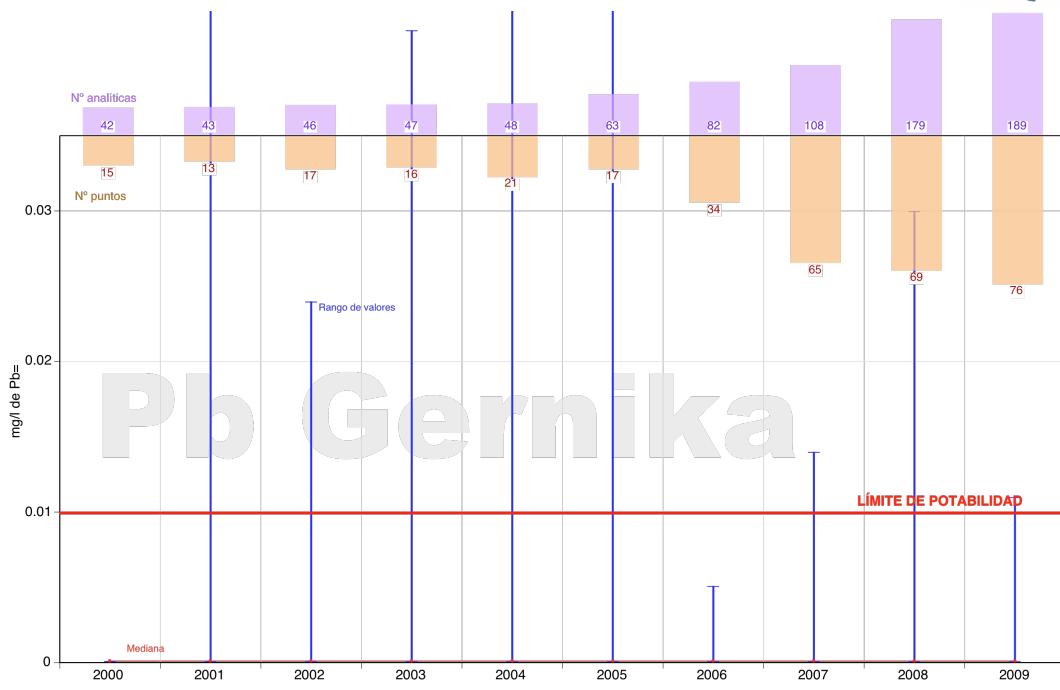


Fig. 3.4.3.- Evolución del Pb en el periodo 2000-2009 en la masa de agua Gernika.

La masa Alisa-Ramales (44) solo dispone de una analítica con un valor de 2.7 µg/l. En general, se ha considerado que un solo dato no es representativo, pero en esta masa se localizan yacimientos de sulfuros, explotados antiguamente (minas de Carranza), y muy probablemente se den contenidos anómalos de Pb en algunos puntos de agua. Algo parecido puede pasar en otras masas de agua donde no hay analíticas recientes, pero si mineralizaciones de Pb en su interior, como Ereñozar (8), Arrola-Murumendi (9) o Castro Urdiales-Ajo (24). En la masa de agua Sinclinal de Treviño (35) se encuentran los manantiales salinos de Salinas de Añana que han mostrado en alguna ocasión valores elevados de plomo.

En este sentido, y a falta de datos reales actualizados, es recomendable no dejar sus niveles de referencia como mínimos, y subirlos hasta un rango similar al obtenido en otras masas con mineralizaciones similares (~50 µg/l)

Los valores criterio, necesarios para fijar los umbrales, para el plomo son los siguientes :

- Límite de potabilidad según RD 140/2003 : 10 µg/l
- NCA_CMA según RD 995/2000: 50 µg/l
- NCA-CMA 2008/105/CE: 50 µg/l

En consecuencia, se fija un valor umbral general en Pb de 5 µg/l, para todas las masas de agua con nivel de referencia de 1 µg/l, incluida Aramotz.

Para el resto de masas de agua, el valor umbral corresponde al propio nivel de referencia establecido, que de modo resumido es:

Valor UMBRAL	Masa de agua
10 µg/l	S.Cantabria (37)
15 µg/l	Aiako Arriak (2)
	Tolosa (3)
	Oiartzun (5)
	Ereñozar (8)
50 µg/l	Arrola-Murumendi (9)
	Castro Urdiales-Ajo (24)
	Alisa-Ramales (44)
	Sinclinal de Treviño (35)
60 µg/l	Izarraitz (7)

Tabla 3.4.2.: VU establecidos para Pb en las aguas subterráneas de CAPV

Se añaden, con cierta incertidumbre, cuatro masas de agua donde es previsible que puedan aparecer contenidos anómalos de Pb.

3.5. CADMIO (Cd)

El cadmio es un metal blando, similar al Zinc, que se extrae mayoritariamente como subproducto en los yacimientos de Zinc. El sulfuro de cadmio (greenockita o blenda de cadmio) puede aparecer como tal en las mineralizaciones, pero lo más habitual es que aparezca dentro de la propia estructura de la blenda. En consecuencia, es previsible que el Cd pueda aparecer en las aguas subterráneas que drenen zonas con sulfuros masivos y ricos en blenda (SZN).

Al igual que el resto de metales, se han eliminado los análisis previos al año 2000, así como los resultado que incluyen determinación de nitratos elevada (>10 mg/l). El análisis de las concentraciones de Cd en las aguas de la CAPV se basa en un total de 1.029 analíticas correspondientes a 98 puntos de muestreo diferentes, y distribuidos según la Fig. 3.5.1.

En nueve masas de agua no se dispone de datos y en tres más existe únicamente un análisis.

Como se observa en la Fig. 3.5.2, el cadmio está prácticamente ausente en la casi totalidad de las masas de agua de la CAPV. El valor de la mediana más habitual es 0.1 µg/l, correspondiendo al límite de detección. La única masa de agua que destaca en este parámetro es Aiako Arriak (2), llegando a valores máximos de 9.6 µg/l. Todos los valores altos detectados provienen de la galería de drenaje de la mina Arditurri, explotada hasta el año 1984 y de donde se extraía Fe, Pb y Zn.

Al igual que en el caso del plomo, se ha optado por fijar un nivel de referencia mínimo en Cd para todas las masas de 1 µg/l.

En el caso de Aiako Arriak (2) se ha definido un nivel de referencia de 10 µg/l, dado que los registro que se tiene de la mina Arditurri muestran niveles elevados en todas las muestras.

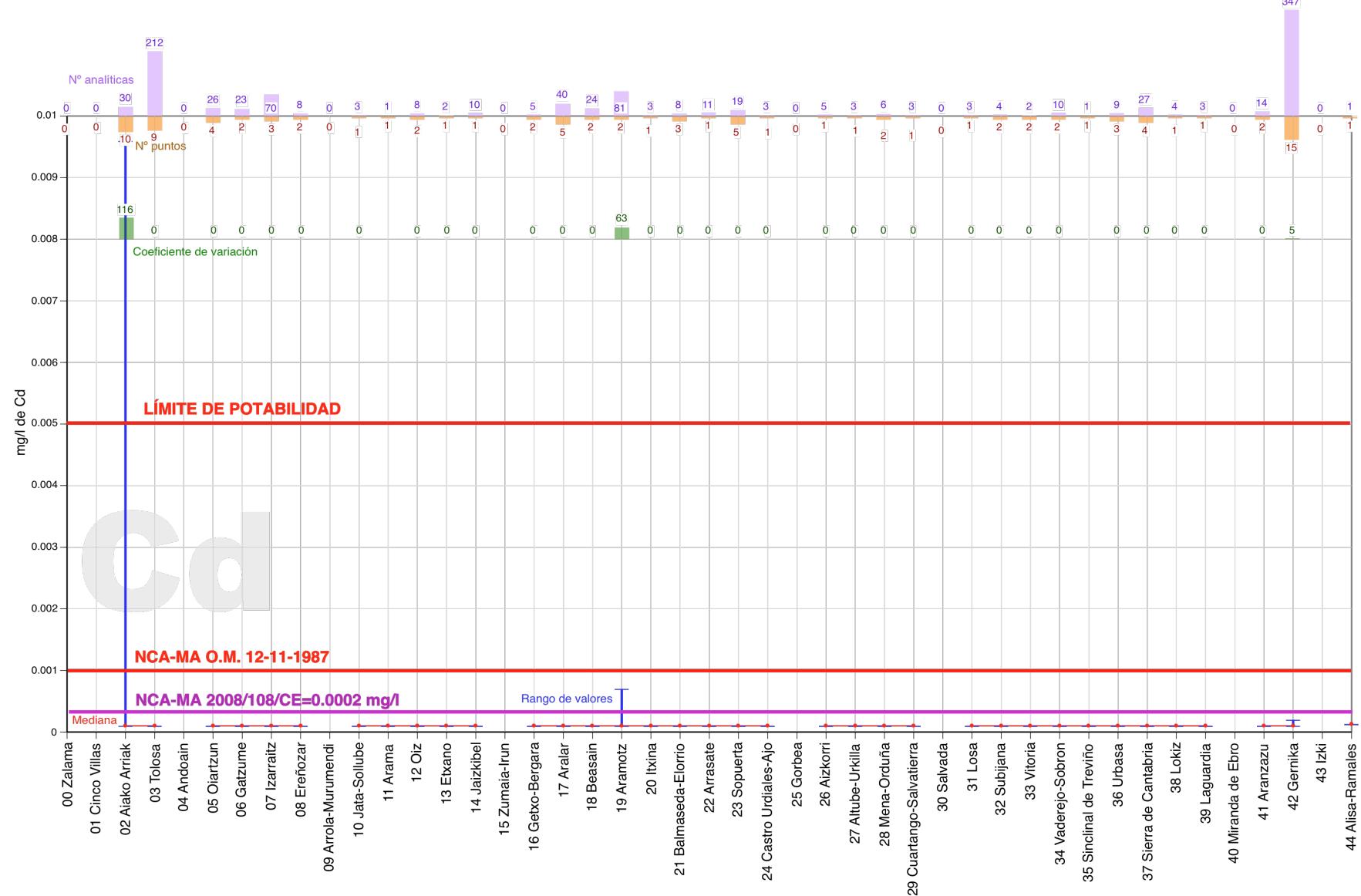


Figura 3.5.2. Distribución de los contenidos en Cadmio en las masas de agua de la CAPV.

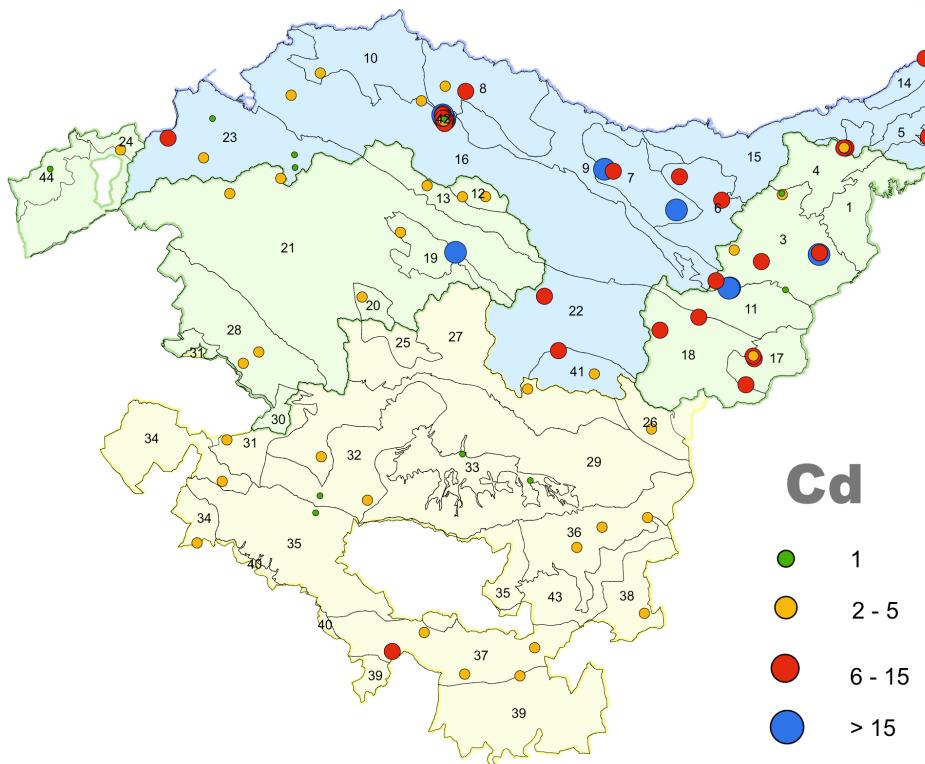


Fig. 3.5.1.- Número de analíticas de Cadmio en cada punto de control

Los valores criterio, necesarios para fijar los umbrales, para el cadmio son los siguientes:

- Límite de potabilidad según RD 140/2003 : 5 µg/l
- NCA_CMA según O.M. 12/11/1987: 1 µg/l
- NCA-CMA 2008/105/CE: 0.2 µg/l

En el cadmio nos encontramos ante un caso similar al mercurio, donde los valores criterio para ecosistemas fluviales son mucho más restrictivos que los niveles de potabilidad.

Asumiendo el valor criterio más restrictivo (0.2 µg/l) los valores umbral para las masas de agua serían los propios niveles de referencia; 10 µg/l para Aiako Arriak y 1µg/l para el resto de las masas de agua.

Destacar que, el valor umbral de 1 µg/l para la casi totalidad de las masas de agua, es cinco veces menor que el límite de potabilidad establecido.

3.6. ARSÉNICO (As)

Se trata de un metaloide, con propiedades intermedias entre los metales y los no metales. En la naturaleza aparece casi siempre como sulfuro, bien en forma de Oropimente (As_2S_3) o más

frecuentemente como arsenopirita (FeAsS) dentro de mineralizaciones de sulfuros masivos. Así, es previsible que el As pueda aparecer en las aguas subterráneas de zonas con sulfuros ricos en pirita.

Una vez filtrados los datos incorrectos, los análisis previos al 2000 y los que tienen un contenido en nitratos superior a 10 mg/l, el análisis de las concentraciones de As en las aguas de la CAPV se basa en un total de 880 analíticas, correspondientes a 85 puntos de muestreo diferentes, con una distribución similar a la encontrada para el plomo y el cadmio (Fig. 3.6.1)

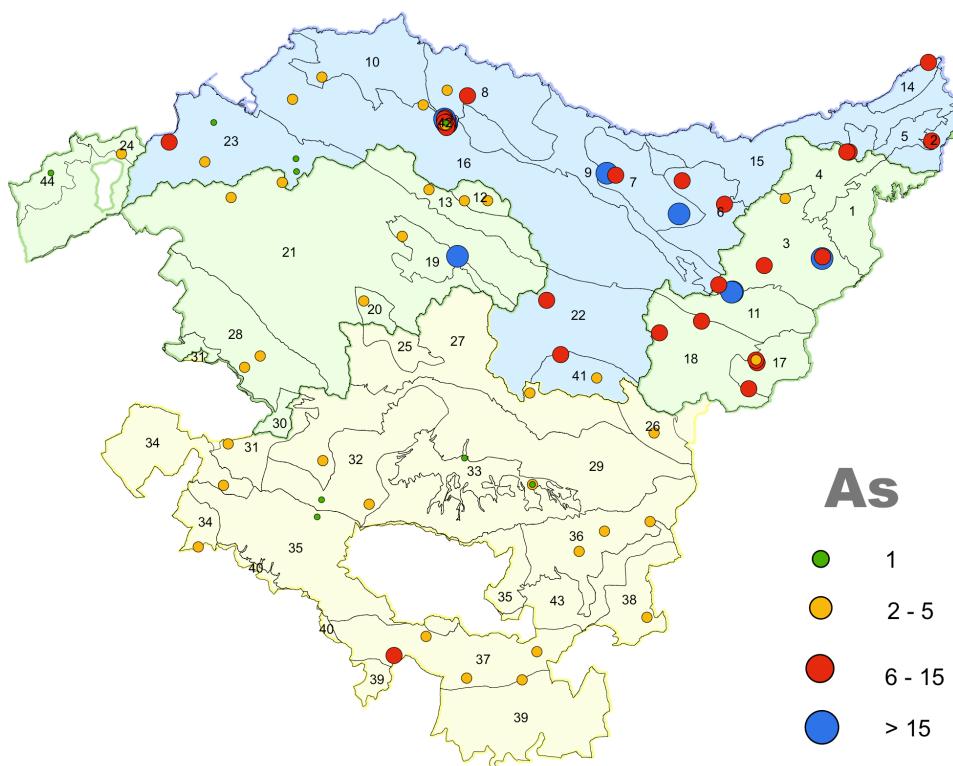


Fig. 3.6.1.- Número de analíticas de Arsenico en cada punto de control

En diez masas no se dispone de datos y en dos existe únicamente un análisis.

Como se puede ver en la Fig. 3.6.2, la mayor parte de las masas de agua presentan contenidos en arsénico muy bajos (0,1 µg/l), en general por debajo de este límite de detección. Destaca la masa de agua Beasain (18) con un valor de la mediana de 40,3 µg/l y valores máximos de hasta 130 µg/l.

En un rango inferior de concentración (por encima de 2 µg/l) aparecen las masas de agua enumeradas en la tabla 3.6, sobresaliendo entre ellas la masa de agua Gernika (42).

Establecimiento de los Niveles de Referencia en las Masas de Agua Subterránea de la CAPV.

telur

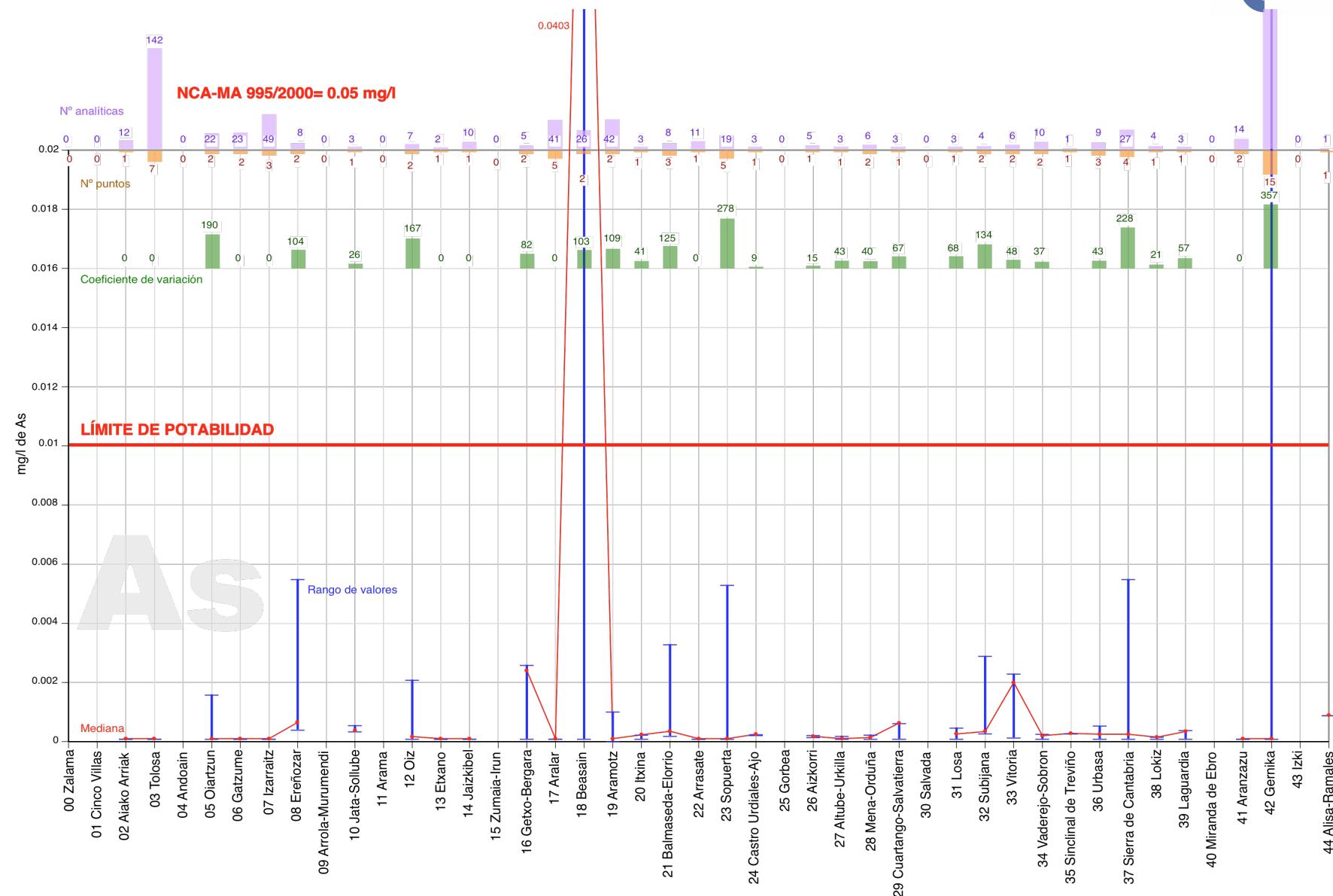


Figura 3.6.2. Distribución de los contenidos en Arsénico en las masas de agua de la CAPV.

Masa de Agua	[As] Max $\mu\text{g/l}$	[As] Min $\mu\text{g/l}$
12 Oiz	2.1	0,1
33 Vitoria	2.3	0.14
16 Getxo-Bergara	2.6	0.1
32 Subijana	2.9	0.28
21 Balmaseda-Elorrio	3.3	0.2
23 Sopuerta	5.3	0.1
8 Ereñozar	5.5	3.8
37 Sierra de Cantabria	5.5	0.1
42 Gernika	25.0	0.1

Tabla 3.6.1.- Masas de agua con mayor concentración de Arsénico de CAPV, valores máximos y mínimos.

Vistos los resultados obtenidos, y al igual que en otros metales, se ha definido un nivel de referencia mínimo en As para todas las masas de 1 $\mu\text{g/l}$.

Se ha fijado un segundo nivel de referencia en 5 $\mu\text{g/l}$, asignando este valor a las masas de agua de la tabla 3.6 que presentan valores máximos de As comprendidos entre 2,1-5,5 $\mu\text{g/l}$. Las analíticas por encima de 5 $\mu\text{g/l}$ en estas masas son muy esporádicas, y parece adecuado englobar todas estas masas bajo un único nivel de referencia.

La masa Gernika (42) presenta valores máximos de 25 $\mu\text{g/l}$, pero únicamente 2 análisis de un total de 344 superan el valor de 5 $\mu\text{g/l}$. Se ha comentado en otros apartados que esta masa se encuentra sujeta a una fuerte presión industrial, pero quizás el arsénico no sea un metal frecuente en los procesos industriales involucrados en esta zona. La evolución del As en Gernika en los últimos años (Fig. 3.6.3) no muestra una tendencia clara (similar a la observable con el Pb) y se encuentra fuertemente influenciada por los límites de detección que se han reducido en el tiempo.

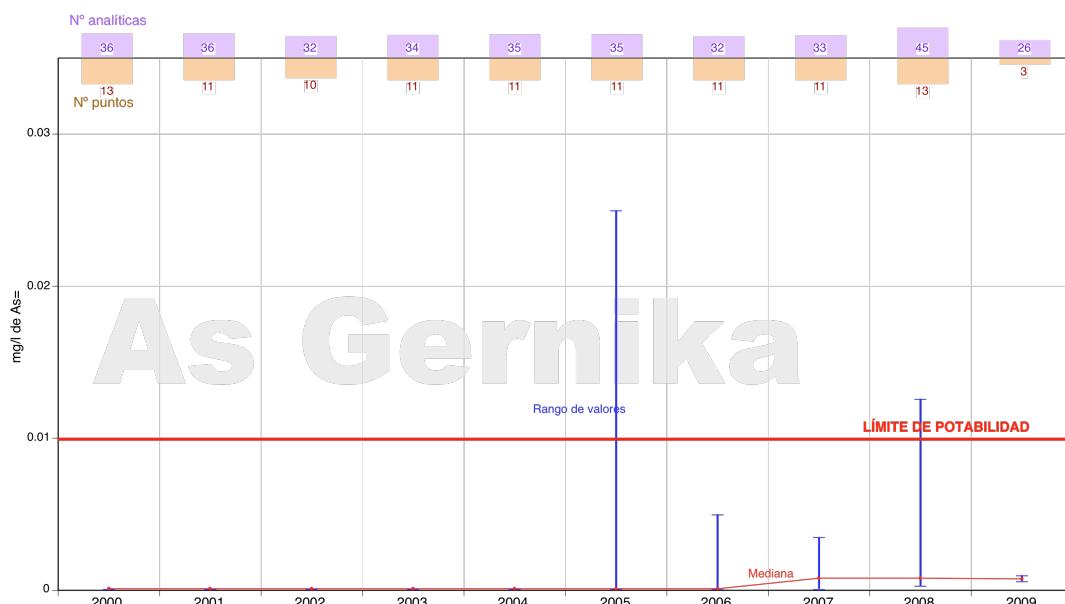


Fig. 3.6.3.- Evolución del As en el periodo 2000-2009 en la masa de agua Gernika.

La gráfica muestra dos años en los que los valores de arsénico en las aguas subterráneas de Gernika han sobrepasado el límite de potabilidad establecido en 10 µg/l. Cabe explicar que son dos valores puntuales de una misma estación (piezómetro Nissan) los que hacen que el rango de valores sobrepase este nivel, dando concentraciones de 12.6 y 25 µg/l. Sin estos valores, todos los años quedarían por debajo de los 5 µg/l.

En consecuencia, parece razonable asignar a la masa de agua Gernika un nivel de referencia de 5 µg/l.

La masa de agua Beasain (18) muestra los valores más elevados en Arsénico en la CAPV, dadas las elevadas concentraciones que se detectan en el agua que drenan las galerías de la antigua Mina Troya en Mutiloa. Los valores registrados llegan a 130 µg/l en repetidas ocasiones, por lo que se ha establecido el nivel de referencia en este valor (130 µg/l).

Los valores criterio, necesarios al fijar los umbrales, para el arsénico son los siguientes:

- Límite de potabilidad según RD 140/2003 : 10 µg/l
- NCA_CMA según RD 995/2000: 50 µg/l

Tomando como valor más restrictivo los 10 µg/l, se establece un valor umbral general de 5 µg/l, para todas las masas con nivel de referencia de 1 µg/l.

Para el resto de masas los valores umbrales, redondeados en algunos casos, se muestran en la tabla 3.6.2.

Valor UMBRAL	Masa de agua
10 µg/l	Ereñozar (8) Sopuerta (23) S. Cantabria (37) Subijana (32) Vitoria (33) Oiz (12) Getxo-Bergara (16) Balamaseda-Elorrio (21) Gernika (42)
130 µg/l	Beasain (18)

Tabla 3.6.1.-.: Valores Umbral establecidos para As en las aguas subterráneas de CAPV

3.7. TRICLOROETENO Y TETRACLOROETENO (TCE/PCE)

Son dos compuestos sintéticos volátiles, no naturales, usados en la industria principalmente como desengrasantes y disolventes. Se agrupan en el mismo apartado por estar muy relacionados tanto en origen, como en los niveles criterio establecidos.

La determinación de estos dos compuestos en las aguas subterráneas ha comenzado a extenderse en los últimos años. El volumen de analíticas es sensiblemente inferior. Los primeros análisis datan de 2005.

El tratamiento estadístico de las concentraciones en PCE y TCE se basa en un total de 941-945 análisis correspondientes a 80 puntos. De estos análisis, 683 corresponden a analíticas de la masa de agua Gernika, y se realizan dentro de un programa de seguimiento de un episodio de contaminación sucedido en el año 2005. El resto de analíticas presentan una distribución uniforme dentro del territorio (Fig. 3.7.1), y se asocian mayoritariamente a la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas.

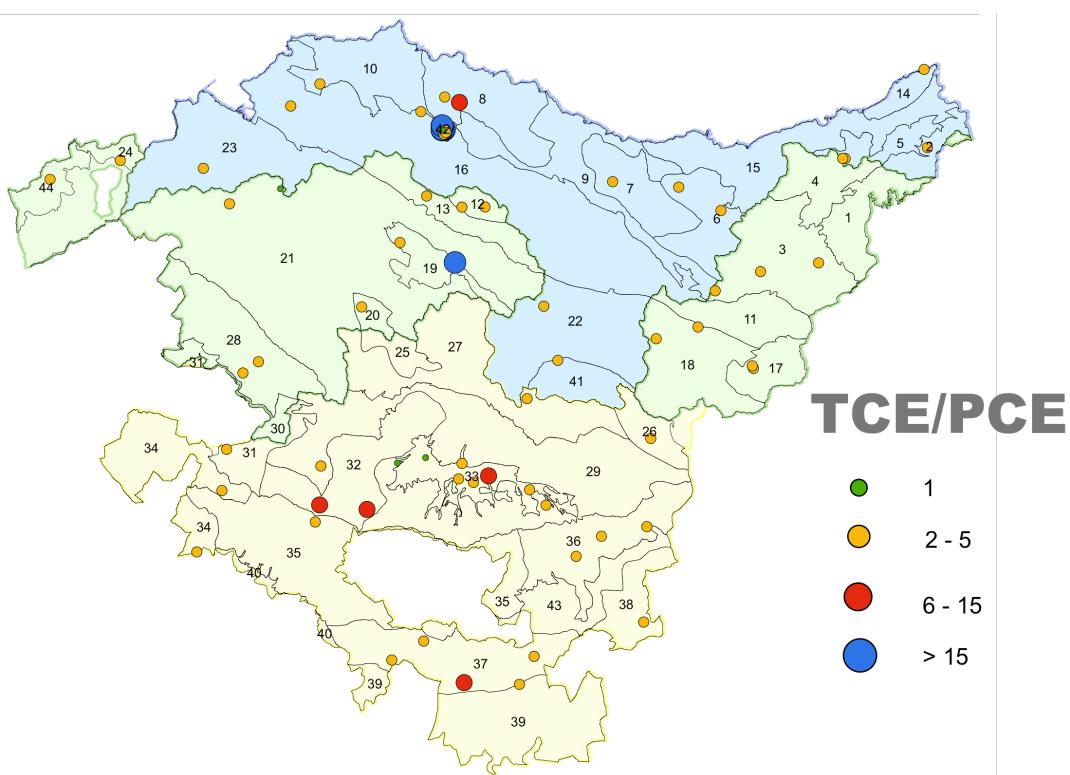


Fig. 3.7.1.- Número de analíticas de TCE/PCE en cada punto de control.

En diez masas de agua no se dispone de datos y en dos más existe únicamente un análisis.

Como muestra la Fig. 3.7.2 y 3.7.2, únicamente la masa de agua Gernika (42) presenta contenidos apreciables en TCE y PCE. Estos proceden de un episodio de contaminación por estos dos elementos producido en el año 2005 y que afecta principalmente a un sondeo de abastecimiento. Es objeto de un control exhaustivo de seguimiento, y todavía en el 2009 se mantienen contenidos elevados (Fig.3.7.4).

Establecimiento de los Niveles de Referencia en las Masas de Agua Subterránea de la CAPV.

NCA-MA 2008/105/CE = 10 $\mu\text{g/l}$
LÍMITE DE POTABILIDAD = 5 $\mu\text{g/l}$

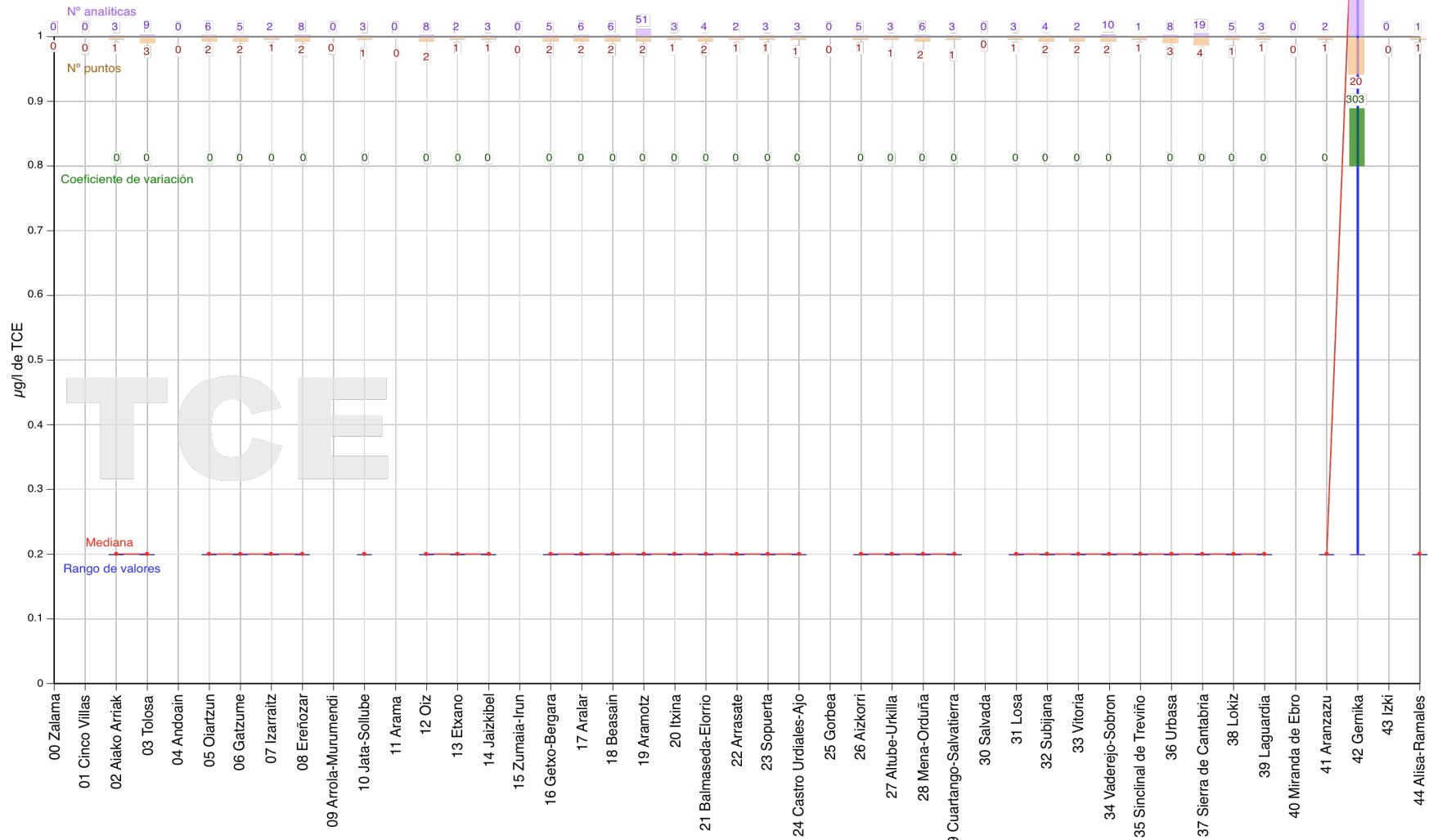


Figura 3.7.2. Distribución de los contenidos en Tricloroeteno en las masas de agua de la CAPV.

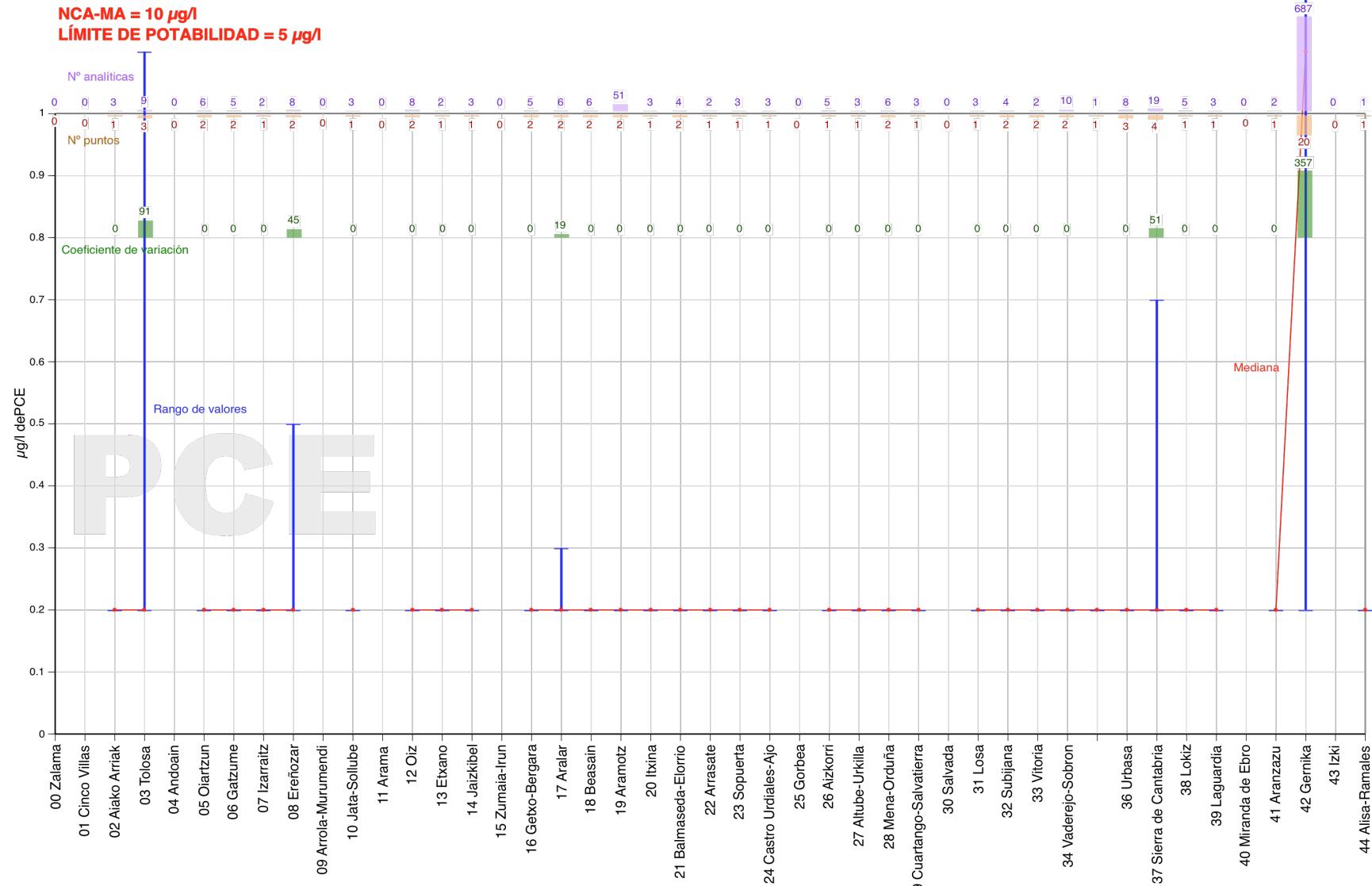


Figura 3.7.3. Distribución de los contenidos en Tetracloroeteno en las masas de agua de la CAPV.

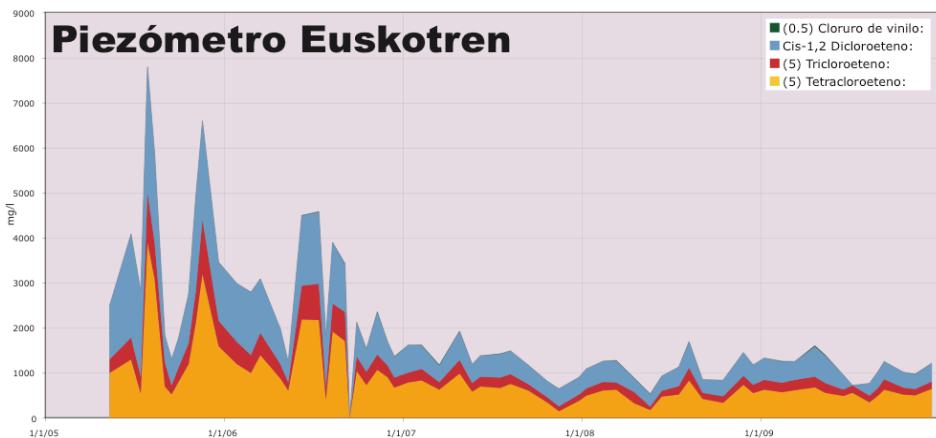


Fig. 3.7.4.- Evolución de los contenidos en PCE y TCE en el piezómetro Euskotren (masa de agua Gernika).

Al tratarse de componentes sintéticos (no naturales), los **niveles de referencia** para todas las masas de agua deben ser obligatoriamente **cero (ausencia)**.

Los valores criterio, necesarios para fijar los umbrales, son para los dos compuestos los siguientes:

- Límite de potabilidad según RD 140/2003 : 10 µg/l (Para la suma PCE+TCE).
- NCA_CMA según 2000/60/CE: 10 µg/l (para cada uno de ellos).
- NCA-CMA 2008/105/CE: 10 µg/l (para cada uno de ellos).

Dado que los valores criterio se fijan en 10 µg/l, asumiendo la flexibilidad que introduce el establecer el límite de potabilidad como suma de los dos compuestos, y que el nivel de referencia es cero, se establece el valor umbral en la mitad del valor criterio. Así, se fija un valor umbral único de 5 µg/l para todas las masas de agua de la CAPV, tanto en PCE como TCE.

3.8. NITRATO (NO_3^-)

El caso de los nitratos es algo especial dentro de los parámetros estudiados en este trabajo, y como tal ha llevado un tratamiento individualizado. Hay legislación específica en materia de Zonas Vulnerables a la contaminación de las Aguas por nitratos procedentes de actividad agraria, obligando a las administraciones a establecer mecanismos de control y corrección.

De acuerdo con la Directiva 91/676/CEE, de 12 de Diciembre de 1991, y su transposición al Estado español mediante el Real Decreto 261/1996, de 16 de Febrero, se procedió, en Acuerdo de Consejo de Gobierno de fecha 22/12/98, a la aprobación del Decreto 390/1998 de Declaración de Zonas Vulnerables a la contaminación de las Aguas por los nitratos procedentes de la actividad agraria. En él se dictan normas para la declaración de Zonas Vulnerables. En la CAPV hay declaradas tres Zonas Vulnerables, todas ellas en la llanada alavesa:

- El Sector Oriental de la masa de agua subterránea Vitoria (desde el año 2000)
- El Sector Dulantzi (declarado en el año 2008).
- El Sector occidental, Foronda I y II (declarado en el año 2009).

La aportación de Nitrógeno a los cultivos puede hacerse mediante abonos químicos o residuos zootécnicos, y la elección depende de la forma química en que el nitrógeno esté presente y su comportamiento sobre el terreno.

La contaminación de las aguas causada por la producción agrícola intensiva es un fenómeno que se manifiesta especialmente en un aumento de la concentración de nitratos en las aguas superficiales y subterráneas, así como en la eutrofización de los embalses, estuarios y aguas litorales.

El nivel de referencia máximo admitido en la bibliografía para las aguas subterráneas se fija en 10 mg/l. Por encima de esta concentración de nitratos, se admite que las aguas presentan contaminación antrópica.

La norma de calidad de las aguas subterráneas establece un valor criterio para los nitratos de 50 mg/l, y se considera que ese es el nivel umbral para todas las masas de agua.

En la Fig. 3.8.1 se refleja la distribución de 9.021 análisis de nitratos recopilados, correspondientes a 1.600 puntos de control de aguas subterráneas.

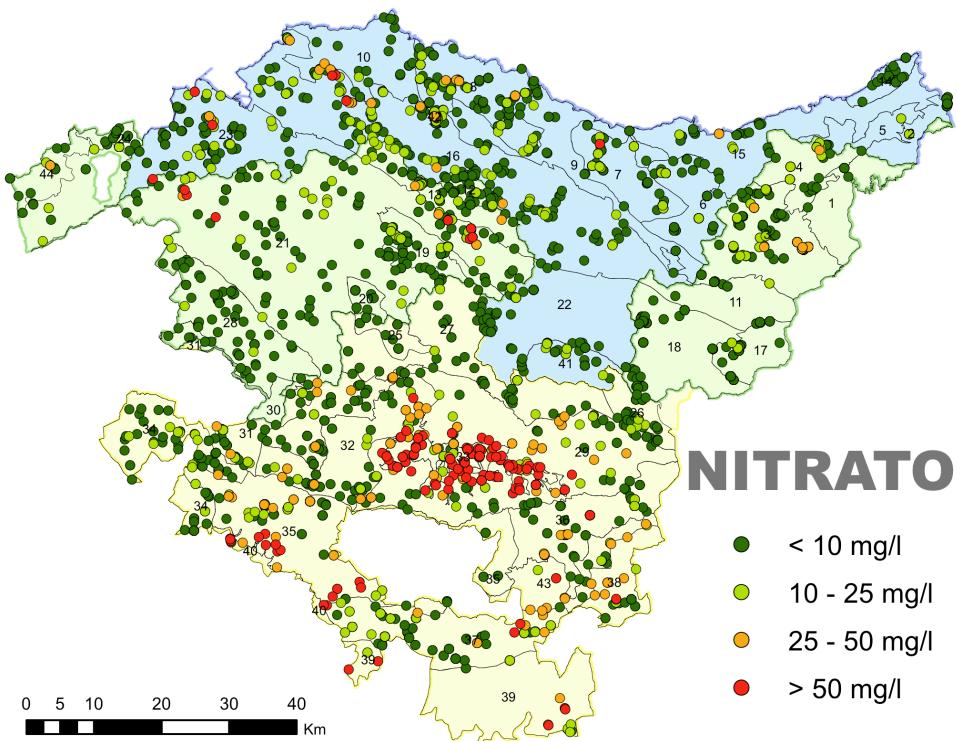


Fig. 3.8.1.- Distribución y concentraciones de Nitrato en las aguas subterráneas de la CAPV.

Establecimiento de los Niveles de Referencia en las Masas de Agua Subterránea de la CAPV.

telur

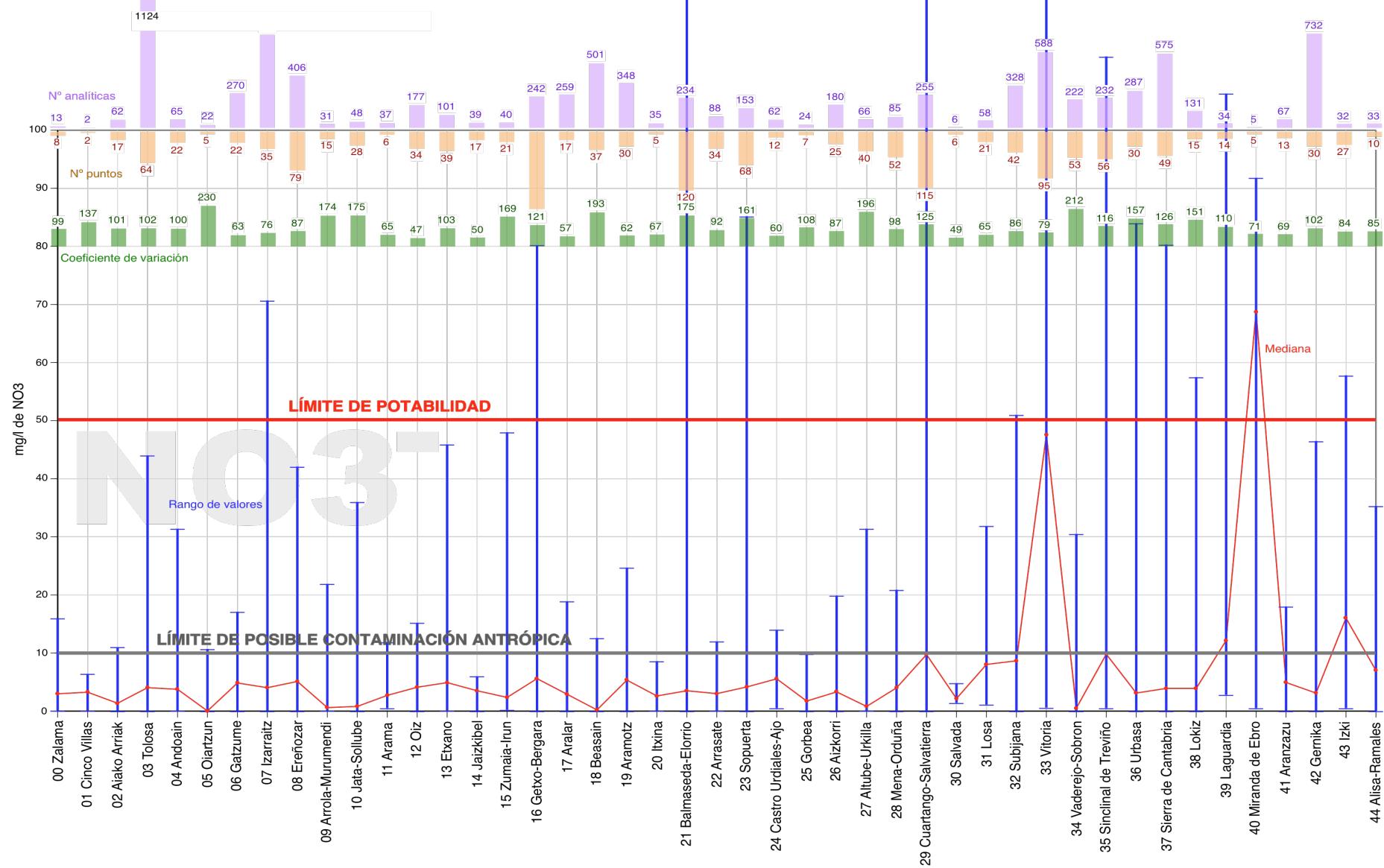


Figura 3.8.2. Distribución de los contenidos en Nitrato en las masas de agua de la CAPV.

Como se observa en la figura, los puntos con mayores concentraciones dibujan las zonas declaradas como vulnerables en la masa de agua Vitoria (33). Concentraciones elevadas se producen también en algunas otras masas de agua, como Miranda de Ebro (40), Cuartango-Salvaterra (29), Sinclinal de Treviño (35) o Laguardia (39). En el resto de masas de agua la presencia de concentraciones altas es más esporádica. La figura 3.8.2. muestra la distribución de los valores estadísticos obtenidos a partir de los datos analíticos en NO_3 disponibles.

3.9. PLAGUICIDAS

Los plaguicidas, son sustancias químicas destinadas a matar, repeler, atraer, regular o interrumpir el crecimiento de seres vivos considerados plagas. Se trata de sustancias químicamente complejas, con procesos de transformación y degradación mal conocidos. Sin duda, la escasez de datos sobre contenidos de plaguicidas en las aguas es debida a la extraordinaria dificultad para la identificación y cuantificación de estos compuestos y de los productos de degradación originados a lo largo de su tránsito por la zona no saturada. La toxicidad de la mayoría de los plaguicidas y de muchos de sus metabolitos aconseja el estudio de esta problemática que puede tener graves efectos sobre los seres vivos.

Las dos características más importantes que controlan la migración de plaguicidas en aguas y suelos son su movilidad y persistencia. Los plaguicidas deben ser suficientemente móviles como para alcanzar su objetivo y suficientemente persistentes como para eliminar el organismo específicamente atacado.

Dentro de la red de control de plaguicidas de URA, desde el año 2008, se llevan a cabo muestreo semestrales coincidiendo con los períodos en los que se presupone una mayor probabilidad de detectarlos. Se controlan 37 tipos de sustancias enumeradas en la tabla 3.9.1.

Las analíticas de plaguicidas se realizan sobre un total de 29 puntos de muestreo seleccionados. Su reciente control hace que se disponga únicamente de 4 analíticas, correspondientes a los años 2008 y 2009.

Se trata de compuestos generalmente sintéticos (no naturales), por lo que obligatoriamente los **niveles de referencia** para todas las masas de agua deben ser **cero (ausencia)**.

La directiva 2006/118/CE, del 12 de diciembre de 2006 relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro establece en 0,1 $\mu\text{g/l}$ el límite por cada uno de los plaguicidas detectados, y en 0,5 $\mu\text{g/l}$ el total de plaguicidas, entendiendo por «total» la suma de todos los plaguicidas concretos detectados y cuantificados en el procedimiento de seguimiento,

incluidos los productos de metabolización, los productos de degradación y los productos de reacción.

Sustancia	CAS	Sustancia	CAS
Metalaxil	57837-19-1	Prometrina	7287-19-6
a HCH	319-84-6	Simazina	122-34-9
Aldrin	309-00-2	Terbutilazina	5915-41-3
b HCH	319-85-7	Terbutrina	886-50-0
d HCH	319-85-7	Aldicarbe	116-06-3
Dieldrin	60-57-1	2,4 D	94-75-7
Endosulfan I	115-29-7	3, 4 dicloroanilina	95-76-1
Endosulfan II	115-29-7	Alacloro	15972-60-8
Endosulfan sulfato	1031-07-8	Clorfenvinfos	470-90-6
Endrin	72-20-8	Clorpirifos	2921-88-2
Heptacloro	76-44-8	Glifosato	1071-83-6
Heptaclor epoxido	1024-57-3	Isoproturon	34123-59-6
Isodrin	465-73-6	MCPA	94-74-6
Lindano	58-89-9	Metolacloro	51218-45-2
o.p.' DDD	53-19-0	Secbumeton	26259-45-0
p.p.' DDE	72-54-8	Etofumesato	26225-79-6
Suma isomeros DDT	50-29-3	Deltametrina	52918-63-5
o.p' DDT	789-02-6	Clopiralida	1702-17-6
p.p' DDT	50-29-3	Diclofop	51338-27-3
Atrazina	1912-24-9	Difenoconazol	119446-68-3
Desetilatrazina	6190-65-4	Haloxifop	72619-32-0
Metribuzina	21087-64-9		

Tabla 3.9.1. Listado de plaguicidas analizados con su correspondiente número CAS.

La figura 3.9.1 muestra los puntos en los que lleva a cabo el muestreo de los parámetros antes definidos. En cada uno de ellos se indica el valor máximo detectado a lo largo de los dos años de control.

Como se observa, a excepción del punto SC27 situado en la masa de agua Alisa-Ramales (44), los puntos en los que se ha detectado presencia de plaguicidas en las aguas subterráneas se sitúan al sur de la CAPV, en la provincia de Araba.

La presencia de estos compuestos en las aguas subterráneas no tiene una continuidad en el tiempo, a excepción del Glifosato en la laguna de Carravalseca. Aunque la imagen superior refleja puntos con contaminación de plaguicidas, en realidad solamente en 3 puntos se constata la presencia de un mismo contaminante en campañas consecutivas. Peñacerrada (SC01), Ibaratzá (SC48) y Los Chopos (SCN1) presentan en las muestras de octubre-2008 y abril-2009

concentraciones en 3,4-Dicloroanilina mayores de 0,1 µg/l, aunque en las muestras posteriores este compuesto desaparece.

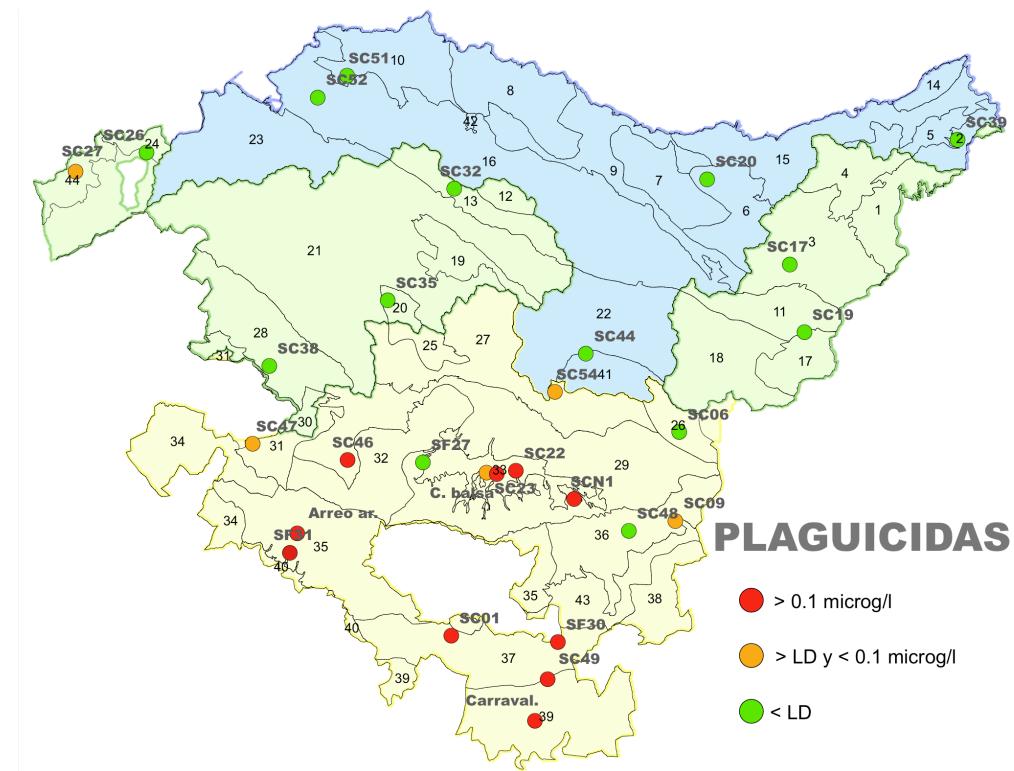


Figura 3.9.1. Distribución de punto de muestreo de plaguicidas y concentraciones máximas detectadas en cada uno de ellos. "LD" límite de detección.

La excepción es, como ya se ha dicho antes, la Laguna de Carravalseca donde las cuatro analíticas reflejan niveles de Glifosato entre 6,0-0,3 µg/l.

CAMPAÑA	C. GLIFOSATO
Abril 2008	3.2 µg/l
Octubre 2008	6.0 µg/l
Abril 2009	0.3 µg/l
Noviembre 2009	1.2 µg/l

Tabla 3.9.2.. Concentraciones en Glifosato en la Laguna de Carravalseca

La presencia del resto de analitos se considera puntual, ya que no se mantiene una continuidad en el tiempo de un mismo compuesto en un mismo punto, y la concentraciones en ocasiones se mantienen muy próximas a los límites de detección (Tabla 3.9.3).

La norma de calidad de las aguas subterráneas establece un valor criterio para cada una de las sustancias plaguicidas de 0,1 µg/l, y se considera que ese es el nivel umbral para todas las masas de agua.

		3, 4 Terbutilazina	dicloroanilina	Glifosato	Etofumesato	Antrazina
SC46	Zuazo			0.3		
SC49	Onueba	0.16	0.41			
SC01	Peñacerrada		0.43			
SC22	Ilarratza		1.55			
SCN1	Los Chopos		0.48			
SF30	Navarrete		0.20			
SF31	Caicedo		0.53			
---	Canal de la balsa				0.11	0.10
---	Arreo arroyo		0.15			

Tabla 3.9.3. Concentraciones máximas registradas en los puntos en los que se han detectado niveles de plaguicidas mayores de 0,1 µg/l. Valores en µg/l

3.10. AMONIO Y CONDUCTIVIDAD

Desde el inicio del trabajo, se acordó con URA no incluir estos parámetros en la determinación de los niveles de referencia.

La conductividad del agua constituye un indicador interesante en masas de agua subterráneas sometidas a procesos de intrusión marina, pero no constituye por si solo un parámetro indicador del estado de las masas de agua de la CAPV. La dispersión de sus valores debe ser lógicamente mayor de los reflejados en este trabajo por sulfatos y cloruros.

El amonio tampoco se considera un buen indicador del estado de una masa de agua. La aparición de nitrógeno en forma de amonio, bien en forma natural (estiércol animal) o como fertilizante sintético, es inestable y su oxidación conducirá a la formación de nitrito y finalmente nitrato.

4. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Por encargo de la Agencia Vasca del Agua, se ha analizado el establecimiento de los niveles de referencia de las sustancias definidas en el anexo II Parte B de la Directiva de Aguas Subterráneas, para todas las masas de agua definidas en la CAPV.

Siguiendo la metodología del “Proyecto BRIDGE” se ha acometido un análisis estadístico sobre más de 10.000 análisis químicos de aguas subterráneas, correspondientes a casi 2.000 puntos de control diferentes, y recopilados de las bases de datos de URA y del Dpto. de Desarrollo Sostenible de DFG.

El tratamiento dado a los datos “menores de” difiere del propuesto en el “Proyecto BRIDGE”, dada la distorsión insalvable que se produce si se aplican sus propuestas. La inclusión de análisis que abarcan un periodo de tiempo de casi 30 años, con variaciones muy importantes en los límites de detección, distorsionan enormemente los resultados e impiden extraer conclusiones significativas.

Para el caso de los metales, la distorsión que introducen las analíticas antiguas (previas al año 2000) han aconsejado su eliminación, al objeto de alcanzar cierta homogeneidad en el volumen de datos a analizar.

Las analíticas han sido filtradas en función de su contenido en nitrato, indicativo de contaminación antrópica. Se ha eliminado todas aquellas analíticas con contenido en NO_3^- superiores a 10 mg/l.

Los resultados estadísticos obtenidos se han intentado plasmar gráficamente en una figura por parámetro donde se señalan los valores máximos, mínimos, mediana y nº de datos, visualizándose los resultados para todas las masas de agua. Se utiliza la mediana, y no la media, por ser ésta más representativa de la tendencia de una población estadística, representando el percentil 50 de la serie.

Se han definido niveles de referencia en todas las masas de agua de la CAPV, para los parámetros: Hg, Pb, Cd, As, PCE y TCE. Se desestima la definición de estos niveles en otras sustancias como sulfatos y cloruros por presentar una variabilidad enorme, incluso dentro de una misma masa de agua, y por considerar que se trata de parámetros co frecuencia no asociados a contaminación antrópica.

Para la designación de los niveles de referencia se ha intentado asignar una concentración mínima o base para cada sustancia, que incluya a la gran mayoría de las masas de agua. Este valor, normalmente, va a estar controlado por los límites de detección.

Para las masas de agua que sobrepasan el nivel de referencia mínimo, se estiman sus niveles de referencia, en base a su mediana y a sus valores máximos. Posteriormente se realiza un redondeo, intentando fijar rangos de nivel que permitan agrupar masas de agua.

Una vez fijados los niveles de referencia se han establecido los valores umbral de cada masa de agua, en función de los valores criterio más restrictivos establecidos en la normativa actual de calidad de las aguas para consumo humano y para ecosistemas fluviales.

En varias masas de agua no se dispone de datos reales para fijar sus niveles de referencia. En estos casos se ha optado por establecer el valor mínimo, que puede ser considerado como provisional hasta disponer de analíticas reales.

Los nitratos y plaguicidas han llevado un tratamiento especial, al disponer de legislación específica en aguas subterráneas.

La directiva de calidad de las aguas subterráneas fija un valor criterio de 50 mg/l y éste se considera el valor umbral. El nivel de referencia máximo admitido se sitúa en 10 mg/l.

Para los plaguicidas, la directiva de calidad de las aguas subterráneas fija un valor criterio de 0.1 µg/l, y se considera éste como valor umbral. El nivel de referencia, al igual que en otros compuestos de naturaleza sintética, se fija en cero (ausencia).

La conductividad y el amonio no se han analizado en este trabajo, y no se definen valores de referencia ni umbrales.

La tabla 4.1 sintetiza los niveles de referencia y valores umbral establecidos para cada una de las masas de agua. La Fig.4.1 refleja gráficamente la distribución de valores umbral establecidos en las distintas masas de aguas para los parámetros Pb, Cd y As.

En el caso del Pb, se ha subido el nivel de referencia en las zonas en las que aunque no se hayan detectado valores altos de este metal, existen mineralizaciones importantes de Pb-Zn.

En la Fig. 4.2 se presentan la situación de los indicios de Pb-Zn inventariados por el EVE en la Comunidad Autónoma.

Tabla 4.1.: Síntesis de los niveles de referencia y valores umbral establecidos para las MAS de la CAPV.

	Hg		Pb		Cd		As		TCE/PCE		ausencia
	NR	VU	NR	VU	NR	VU	NR	VU	NR	VU	
00 Zalama			1	5	1	1	1	5			
01 Cinco Villas			1	5	1	1	1	5			
02 Aiako Arriak			15	15	10	10	1	5			
03 Tolosa			50	50	1	1	1	5			
04 Andoain			1	5	1	1	1	5			
05 Oiartzun			50	50	1	1	5	10			
06 Gatzume			1	5	1	1	1	5			
07 Izarraitz			60	60	1	1	1	5			
08 Ereñozar			50	50	1	1	1	5			
09 Arrola-Murumendi			50	50	1	1	1	5			
10 Jata-Sollube			1	5	1	1	1	5			
11 Arama			1	5	1	1	1	5			
12 Oiz			1	5	1	1	5	10			
13 Etxano			1	5	1	1	1	5			
14 Jaizkibel			1	5	1	1	1	5			
15 Zumaia-Irun			1	5	1	1	1	5			
16 Getxo-Bergara			1	5	1	1	5	10			
17 Aralar			1	5	1	1	1	5			
18 Beasain			1	5	1	1	130	130			
19 Aramotz			1	5	1	1	1	5			
20 Itxina			1	5	1	1	1	5			
21 Balmaseda-Elorrio			1	5	1	1	5	10			
22 Arrasate			1	5	1	1	1	5			
23 Sopuerta			1	5	1	1	5	10			
24 Castro Urdiales-Ajo			50	50	1	1	1	5			
25 Gorbea			1	5	1	1	1	5			
26 Aizkorri			1	5	1	1	1	5			
27 Altube-Urkilla			1	5	1	1	1	5			
28 Mena-Orduña			1	5	1	1	1	5			
29 Cuartango-Salvatierra			1	5	1	1	1	5			
30 Salvada			1	5	1	1	1	5			
31 Losa			1	5	1	1	1	5			
32 Subijana			1	5	1	1	5	10			
33 Vitoria			1	5	1	1	5	10			
34 Vaderejo-Sobron			1	5	1	1	1	5			
35 Sinclinal de Treviño			50	50	1	1	1	5			
36 Urbasa			1	5	1	1	1	5			
37 Sierra de Cantabria			10	10	1	1	5	10			
38 Lokiz			1	5	1	1	1	5			
39 Laguardia			1	5	1	1	1	5			
40 Miranda de Ebro			1	5	1	1	1	5			
41 Aranzazu			1	5	1	1	1	5			
42 Gernika			1	5	1	1	5	10			
43 Izki			1	5	1	1	1	5			
44 Alisa-Ramales			50	50	1	1	1	5			

Valores en $\mu\text{g/l}$. NR: Nivel de Referencia. VU: Valor umbral.

En naranja, establecido sin datos. En verde valores estimados en función de los indicios de Pb-Zn inventariados.

(1) para cada uno de los analíticos (TCE y PCE).

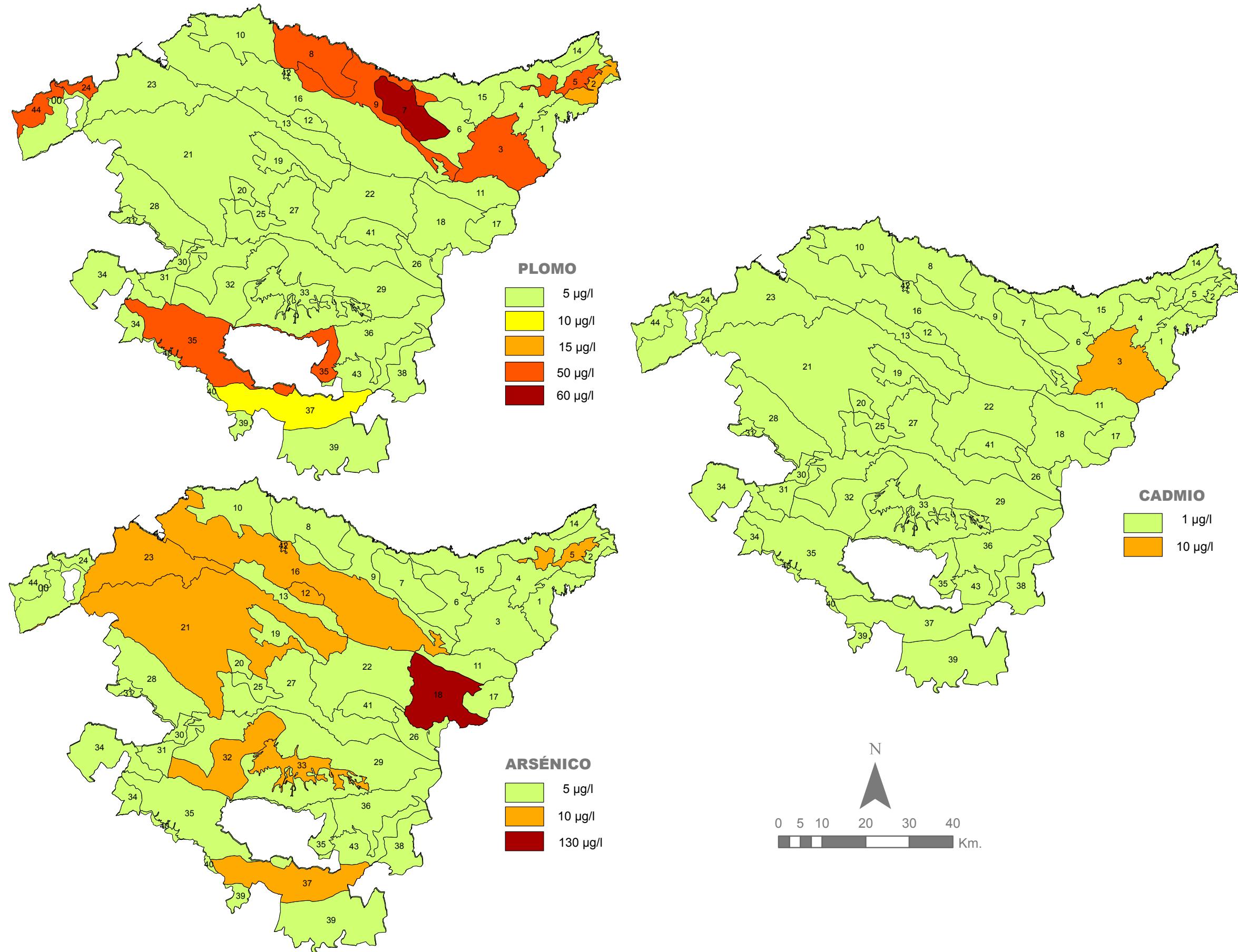
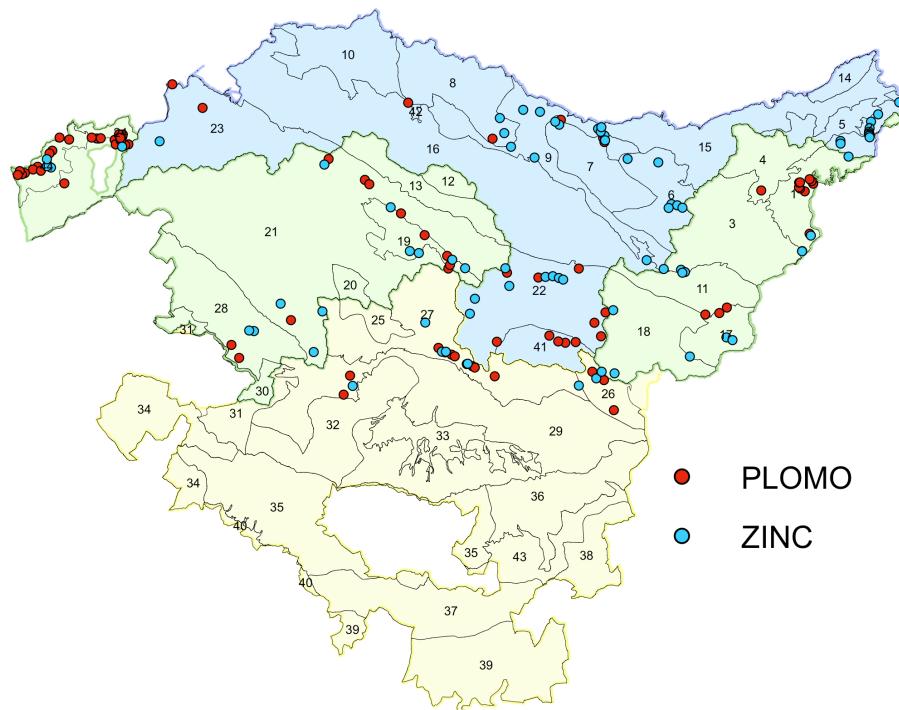
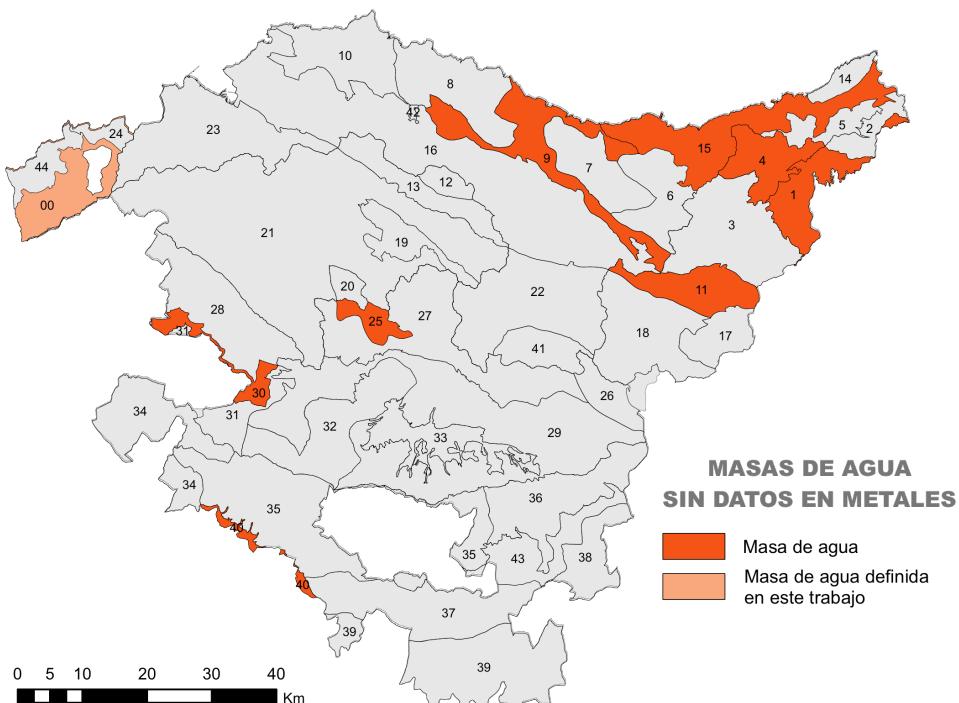


Fig. 4.1. Distribución espacial de los Valores Umbral en Plomo, Arsénico y Cadmio para las masas de agua subterránea de CAPV.



• Fig. 4.2.- Índicos de mineralización Pb-Zn en la CAPV.

Como se observa en la figura 4.2., son muchas las masas de agua que presentan algún indicio de Pb-Zn en su interior, por lo que no hay que descartar que en algunas otras masas de agua puedan aparecer esporádicamente puntos de agua con contenidos anómalos en plomo, y en menor proporción cadmio o arsénico.



• Fig. 4.3.- Masa de agua sin datos.

Por último, señalar que existen 9-10 masas de agua a las que se ha asignado un nivel de referencia y valor umbral por defecto, ante la ausencia de analíticas reales (Fig. 4.3). Será función de URA analizar la viabilidad de muestrear los puntos más significativos de estas masas de agua y determinar, al menos, los parámetros sobre los que es útil y necesario establecer niveles de referencia.

Durango, mayo de 2010.

ANEXOS

ANEXO I. RESÚMENES DE DATOS ESTADÍSTICOS

TABLA RESUMEN ESTADÍSTICA DE ANALÍTICAS DE SULFATO

MasaAqua	XMax	XMin	Mediana	NºDatos	NºPuntos	Coef.Var.	Desv.Stand.	XMedia
00 Zalama	24	4	10.5	13	10	54	6.5	12.0
01 Cinco Villas	19.2	3.1	11.15	2	2	102	11.38	11.2
02 Aiako Arriak	61	0.5	19.65	64	18	65	15.44	23.8
03 Tolosa	1490	0.04	75.93	1075	68	115	352.33	306.9
04 Andoain	162.5	1.5	17	63	24	118	34.61	29.4
05 Oiartzun	165.31	2.5	50.02	21	6	65	34.24	52.7
06 Gatzume	1270	2.5	30.9	337	22	254	153.78	60.6
07 Izarraitz	119	1.2	10.6	770	31	73	9.13	12.5
08 Ereñozar	800	3.3	23.3	437	70	187	60.17	32.2
09 Arrola-Murumendi	40	4.55	18.295	32	14	43	8.37	19.3
10 Jata-Sollube	650	2.5	28.825	42	24	108	258.05	238.6
11 Arama	390.7	5	12.95	44	5	237	57.1	24.1
12 Oiz	41.2	0.4	3	174	34	104	4.28	4.1
13 Etxano	941	0.3	10.05	86	40	403	133.72	33.1
14 Jaizkibel	46.3	0.03	6.915	48	21	95	6.54	6.9
15 Zumai-a-Irun	249	3	19	40	24	146	53.69	36.8
16 Getxo-Bergara	413	0.3	14.2	195	135	199	52.59	26.4
17 Aralar	2418	0.7	16.6	291	20	529	182.39	34.5
18 Beasain	5036	0.02	364	562	30	111	581.32	524.2
19 Aramotz	137.2	1.6	10.7	311	24	110	18.89	17.2
20 Itxina	24.25	0.23	5	35	5	79	5.57	7.1
21 Balmaseda-Elorrio	1164	1.8	30.5	179	102	228	155.56	68.3
22 Arrasate	1857.9	4	20	84	29	318	208.3	65.5
23 Sopuerta	524.17	1.9	27.855	128	58	141	107.55	76.2
24 Castro Urdiales-Ajo	77.44	3.15	20	96	12	69	19.08	27.8
25 Gorbea	73.13	0.23	9	24	7	112	14.04	12.5
26 Aizkorri	569	1.5	9.8	202	13	244	41.12	16.9
27 Altube-Urkilla	139.3	3	15.15	48	26	104	27.41	26.3
28 Mena-Orduña	2932	2.4	40	81	48	189	1028.39	545.3
29 Cuartango-Salvaterra	872	5.5	21.955	130	65	195	109.61	56.1
30 Salvada	9.6	7.2	7.7	6	6	11	0.92	8.1
31 Losa	43.4	6.83	13.98	34	16	55	9.49	17.4
32 Subijana	469.5	2.3	28.735	268	32	83	31.69	38.1
33 Vitoria	90.1	3	53.5	44	27	46	23.29	50.2
34 Vaderejo-Sobron	88.5	2.7	49.4	214	45	45	17.64	39.2
35 Sinclinal de Treviño	6100	10.5	881.45	122	32	138	1740.28	1263.4
36 Urbasa	51.3	0.1	11	273	27	77	12.24	16.0
37 Sierra de Cantabria	569.95	1	9.6	532	39	234	35.14	15.0
38 Lokiz	21.45	2.5	7.1	119	6	33	2.6	7.8
39 Laguardia	693.5	12.4	14.5	12	3	269	195.58	72.7
40 Miranda de Ebro	81.6	81.6	81.6	1	1	---	---	81.6
41 Aranzazu	27	0.1	12	66	12	45	5.43	12.2
42 Gernika	1035	5.4	283	641	23	68	194.43	284.9
43 Izki	41.8	6.2	25.9	10	10	50	12.44	25.1
44 Alisa-Ramales	67.7	8	22	21	9	69	19.16	27.6

* concentración en mg/l

TABLA RESUMEN ESTADÍSTICA DE ANALÍTICAS DE CLORURO

MasaAqua	XMax	XMin	Mediana	NºDatos	NºPuntos	Coef.Var.	Desv.Stand.	XMedia
00 Zalama	19.15	2.24	9.82	14	11	52	4.71	9.0
01 Cinco Villas	12.1	8.2	10.15	2	2	27	2.76	10.2
02 Aiako Arriak	21.3	7.6	13.2	64	18	26	3.54	13.6
03 Tolosa	1720	0.2	9.03	1091	67	527	79.67	15.1
04 Andoain	35.5	7.07	13.35	62	23	45	7.29	16.4
05 Oiartzun	46.08	8.3	18.3	22	6	39	8.22	21.1
06 Gatzume	1070	1.78	11.18	337	22	350	67.76	18.3
07 Izarraitz	20276	0.8	9.92	779	34	775	1209.02	156.0
08 Ereñozar	142	4.3	15.45	437	70	65	11.17	18.0
09 Arrola-Murumendi	82.42	7	24.8	32	14	80	20.78	26.0
10 Jata-Sollube	50.7	7.1	21	42	24	38	9.14	23.9
11 Arama	78	2.8	6.15	44	5	140	11	7.8
12 Oiz	30.44	1.6	6	176	35	43	2.92	6.6
13 Etxano	32.6	0.6	11.75	86	40	34	4.34	12.7
14 Jaizkibel	63	9.6	19.2	48	21	47	9.93	21.1
15 Zumai-a-Irun	375.8	6.4	21.3	41	24	184	55.96	30.4
16 Getxo-Bergara	172.6	2.4	14.2	200	140	103	20.01	19.4
17 Aralar	614	0.92	5.08	289	20	466	66.12	14.0
18 Beasain	39491.3	0.2	11.7	579	38	1467	2318.05	157.9
19 Aramotz	24.3	0.2	7.565	330	38	43	3.83	8.9
20 Itxina	19.58	2	4	35	5	75	4.66	6.2
21 Balmaseda-Elorrio	146.23	0.8	13.41	189	111	98	17.73	18.1
22 Arrasate	873.9	2.1	7.9	96	38	493	88.37	17.9
23 Sopuerta	1417	0.8	12.93	181	58	460	104.89	22.8
24 Castro Urdiales-Ajo	20.98	4.8	11	115	12	17	1.98	11.4
25 Gorbea	16.73	1.7	4.85	24	7	62	3.82	6.2
26 Aizkorri	12.1	0.25	3.6	227	25	53	2.71	4.9
27 Altube-Urkilla	666.5	1.6	7.1	69	44	349	127.51	36.5
28 Mena-Orduña	10572	2.4	10.9	83	50	195	2863.87	1469.5
29 Cuartango-Salvaterra	383.7	2.6	7.1	138	73	270	38.52	14.3
30 Salvada	3.6	2.3	2.85	6	6	21	0.6	2.9
31 Losa	15	4	6.075	34	16	35	2.4	6.8
32 Subijana	808	0.25	9.305	268	32	340	58.38	17.2
33 Vitoria	131	1.42	29	47	28	63	20.32	32.2
34 Vaderejo-Sobron	14.8	0.25	5.35	214	45	50	2.8	5.4
35 Sinclinal de Treviño	161297	3	33.555	122	32	193	54605.07	28332.2
36 Urbasa	27.7	0.25	5	273	27	54	2.86	5.1
37 Sierra de Cantabria	213	0.25	7.05	532	39	134	16.05	11.8
38 Lokiz	24.17	3.5	19	119	6	21	3.74	18.2
39 Laguardia	184.3	5.7	6.05	12	3	243	51.37	21.2
40 Miranda de Ebro	58.1	58.1	58.1	1	1	nan	nan	58.1
41 Aranzazu	15	2.5	7	73	12	47	3.23	6.6
42 Gernika	276.5	7.8	35.5	641	23	63	24.44	39.0
43 Izki	14	2.8	6.8	10	10	50	3.51	7.0
44 Alisa-Ramales	372.9	5.6	18.38	21	10	118	160.96	136.3

* concentración en mg/l

TABLA RESUMEN ESTADÍSTICA DE ANALÍTICAS DE MERCURIO

MasaAqua	XMax	XMin	Mediana	NºDatos	NºPuntos	Coef.Var.	Desv.Stand.	Mediana
00 Zalama				0	0			
01 Cinco Villas				0	0			
02 Aiako Arriak	0.0001	0.0001	0.0001	2	1	0	0	0.00010
03 Tolosa	0.0001	0.0001	0.0001	101	6	0	0	0.00010
04 Andoain				0	0			
05 Oiartzun	0.0001	0.0001	0.0001	4	2	0	0	0.00010
06 Gatzume	0.0001	0.0001	0.0001	4	2	0	0	0.00010
07 Izarraitz	0.0001	0.0001	0.0001	4	3	0	0	0.00010
08 Ereñozar	0.0001	0.0001	0.0001	8	2	0	0	0.00010
09 Arrola-Murumendi				0	0			
10 Jata-Sollube	0.0001	0.0001	0.0001	3	1	0	0	0.00010
11 Arama				0	0			
12 Oiz	0.0001	0.0001	0.0001	8	2	0	0	0.00010
13 Etxano	0.0001	0.0001	0.0001	2	1	0	0	0.00010
14 Jaizkibel	0.0001	0.0001	0.0001	2	1	0	0	0.00010
15 Zumaiar-Irun				0	0			
16 Getxo-Bergara	0.0001	0.0001	0.0001	5	2	0	0	0.00010
17 Aralar	0.0001	0.0001	0.0001	5	3	0	0	0.00010
18 Beasain	0.0001	0.0001	0.0001	4	2	0	0	0.00010
19 Aramotz	0.00017	0.00002	0.0001	48	2	20	0	0.00010
20 Itxina	0.0001	0.0001	0.0001	3	1	0	0	0.00010
21 Balmaseda-Elorrio	0.0001	0.0001	0.0001	8	3	0	0	0.00010
22 Arrasate	0.0001	0.0001	0.0001	2	1	0	0	0.00010
23 Sopuerta	0.0001	0.0001	0.0001	19	5	0	0	0.00010
24 Castro Urdiales-Ajo	0.0001	0.0001	0.0001	3	1	0	0	0.00010
25 Gorbea				0	0			
26 Aizkorri	0.0001	0.0001	0.0001	5	1	0	0	0.00010
27 Altube-Urkilla	0.0001	0.0001	0.0001	3	1	0	0	0.00010
28 Mena-Orduña	0.0001	0.0001	0.0001	6	2	0	0	0.00010
29 Cuartango-Salvaterra	0.0001	0.0001	0.0001	3	1	0	0	0.00010
30 Salvada				0	0			
31 Losa	0.0001	0.0001	0.0001	3	1	0	0	0.00010
32 Subijana	0.0001	0.0001	0.0001	4	2	0	0	0.00010
33 Vitoria	0.0001	0.0001	0.0001	2	2	0	0	0.00010
34 Vaderejo-Sobron	0.0001	0.0001	0.0001	10	2	0	0	0.00010
35 Sinclinal de Treviño	0.0001	0.0001	0.0001	1	1	---	---	0.00010
36 Urbasa	0.0001	0.0001	0.0001	9	3	0	0	0.00010
37 Sierra de Cantabria	0.0001	0.0001	0.0001	17	4	0	0	0.00010
38 Lokiz	0.0001	0.0001	0.0001	4	1	0	0	0.00010
39 Laguardia	0.0001	0.0001	0.0001	3	1	0	0	0.00010
40 Miranda de Ebro				0	0			
41 Aranzazu	0.0001	0.0001	0.0001	2	1	0	0	0.00010
42 Gernika	0.6	0.0001	0.0001	510	15	604	0	0.00010
43 Izki				0	0		0	0.00000
44 Alisa-Ramales	0.00014	0.00014	0.00014	1	1	---	---	0.00014

* concentración en mg/l

TABLA RESUMEN ESTADÍSTICA DE ANALÍTICAS DE PLOMO

MasaAqua	XMax	XMin	Mediana	NºDatos	NºPuntos	Coef.Var.	Desv.Stand.	XMedia
00 Zalama				0	0			
01 Cinco Villas				0	0			
02 Aiako Arriak	0.017	0.0001	0.0001	30	10	118	0	0.00493
03 Tolosa	0.18	0.0001	0.0001	212	9	622	0	0.00298
04 Andoain	0.0001	0.0001	0.0001	12	1	0	0	0.00010
05 Oiartzun	0.07	0.0001	0.0001	15	3	218	0	0.01008
06 Gatzume	0.0016	0.0001	0.0001	22	2	190	0	0.00017
07 Izarraitz	0.06	0.0001	0.0001	71	3	350	0	0.00294
08 Ereñozar	0.0001	0.0001	0.0001	9	2	0	0	0.00010
09 Arrola-Murumendi				0	0			
10 Jata-Sollube	0.0001	0.0001	0.0001	3	1	0	0	0.00010
11 Arama				0	0			
12 Oiz	0.0001	0.0001	0.0001	8	2	0	0	0.00010
13 Etxano	0.0001	0.0001	0.0001	2	1	0	0	0.00010
14 Jaizkibel	0.0001	0.0001	0.0001	10	1	0	0	0.00010
15 Zumai-a-Irun				0	0			
16 Getxo-Bergara	0.0002	0.0001	0.0001	5	2	39	0	0.00014
17 Aralar	0.0015	0.0001	0.0001	39	4	175	0	0.00020
18 Beasain	0.0001	0.0001	0.0001	24	2	0	0	0.00010
19 Aramotz	0.0065	0.0001	0.0001	84	2	301	0	0.00033
20 Itxina	0.0001	0.0001	0.0001	3	1	0	0	0.00010
21 Balmaseda-Elorrio	0.0001	0.0001	0.0001	7	3	0	0	0.00010
22 Arrasate	0.0001	0.0001	0.0001	12	1	0	0	0.00010
23 Sopuerta	0.0005	0.0001	0.0001	19	5	76	0	0.00012
24 Castro Urdiales-Ajo	0.0002	0.0002	0.0002	3	1	0	0	0.00020
25 Gorbea				0	0			
26 Aizkorri	0.0001	0.0001	0.0001	5	1	0	0	0.00010
27 Altube-Urkilla	0.0003	0.0001	0.0003	3	1	49	0	0.00023
28 Mena-Orduña	0.0001	0.0001	0.0001	6	2	0	0	0.00010
29 Cuartango-Salvaterra	0.0001	0.0001	0.0001	3	1	0	0	0.00010
30 Salvada				0	0			
31 Losa	0.0001	0.0001	0.0001	3	1	0	0	0.00010
32 Subijana	0.0001	0.0001	0.0001	4	2	0	0	0.00010
33 Vitoria	0.0001	0.0001	0.0001	8	2	0	0	0.00010
34 Vaderejo-Sobron	0.0001	0.0001	0.0001	10	2	0	0	0.00010
35 Sinclinal de Treviño	0.0001	0.0001	0.0001	1	1	---	---	0.00010
36 Urbasa	0.0011	0.0001	0.0001	9	3	158	0	0.00021
37 Sierra de Cantabria	0.011	0.0001	0.0001	27	4	358	0	0.00059
38 Lokiz	0.0001	0.0001	0.0001	4	1	0	0	0.00010
39 Laguardia	0.0001	0.0001	0.0001	3	1	0	0	0.00010
40 Miranda de Ebro				0	0			
41 Aranzazu	0.0001	0.0001	0.0001	15	2	0	0	0.00010
42 Gernika	0.03	0.0001	0.0001	430	21	429	0	0.00094
43 Izki				0	0			
44 Alisa-Ramales	0.0027	0.0027	0.0027	1	1	---	---	0.00270

* concentración en mg/l

TABLA RESUMEN ESTADÍSTICA DE ANALÍTICAS DE CADMIO

MasaAqua	XMax	XMin	Mediana	NºDatos	NºPuntos	Coef.Var.	Desv.Stand.	XMedia
00 Zalama				0	0			
01 Cinco Villas				0	0			
02 Aiako Arriak	0.0096	0.0001	0.0001	30	10	116	0	0.00350
03 Tolosa	0.0001	0.0001	0.0001	212	9	0	0	0.00010
04 Andoain				0	0			
05 Oiartzun	0.0001	0.0001	0.0001	26	4	0	0	0.00010
06 Gatzume	0.0001	0.0001	0.0001	23	2	0	0	0.00010
07 Izarraitz	0.0001	0.0001	0.0001	70	3	0	0	0.00010
08 Ereñozar	0.0001	0.0001	0.0001	8	2	0	0	0.00010
09 Arrola-Murumendi				0	0			
10 Jata-Sollube	0.0001	0.0001	0.0001	3	1	0	0	0.00010
11 Arama	0.0001	0.0001	0.0001	1	1	---	---	0.00010
12 Oiz	0.0001	0.0001	0.0001	8	2	0	0	0.00010
13 Etxano	0.0001	0.0001	0.0001	2	1	0	0	0.00010
14 Jaizkibel	0.0001	0.0001	0.0001	10	1	0	0	0.00010
15 Zumai-a-Irun				0	0			
16 Getxo-Bergara	0.0001	0.0001	0.0001	5	2	0	0	0.00010
17 Aralar	0.0001	0.0001	0.0001	40	5	0	0	0.00010
18 Beasain	0.0001	0.0001	0.0001	24	2	0	0	0.00010
19 Aramotz	0.0007	0.0001	0.0001	81	2	63	0	0.00011
20 Itxina	0.0001	0.0001	0.0001	3	1	0	0	0.00010
21 Balmaseda-Elorrio	0.0001	0.0001	0.0001	8	3	0	0	0.00010
22 Arrasate	0.0001	0.0001	0.0001	11	1	0	0	0.00010
23 Sopuerta	0.0001	0.0001	0.0001	19	5	0	0	0.00010
24 Castro Urdiales-Ajo	0.0001	0.0001	0.0001	3	1	0	0	0.00010
25 Gorbea				0	0			
26 Aizkorri	0.0001	0.0001	0.0001	5	1	0	0	0.00010
27 Altube-Urkilla	0.0001	0.0001	0.0001	3	1	0	0	0.00010
28 Mena-Orduña	0.0001	0.0001	0.0001	6	2	0	0	0.00010
29 Cuartango-Salvaterra	0.0001	0.0001	0.0001	3	1	0	0	0.00010
30 Salvada				0	0			
31 Losa	0.0001	0.0001	0.0001	3	1	0	0	0.00010
32 Subijana	0.0001	0.0001	0.0001	4	2	0	0	0.00010
33 Vitoria	0.0001	0.0001	0.0001	2	2	0	0	0.00010
34 Vaderejo-Sobron	0.0001	0.0001	0.0001	10	2	0	0	0.00010
35 Sinclinal de Treviño	0.0001	0.0001	0.0001	1	1	---	---	0.00010
36 Urbasa	0.0001	0.0001	0.0001	9	3	0	0	0.00010
37 Sierra de Cantabria	0.0001	0.0001	0.0001	27	4	0	0	0.00010
38 Lokiz	0.0001	0.0001	0.0001	4	1	0	0	0.00010
39 Laguardia	0.0001	0.0001	0.0001	3	1	0	0	0.00010
40 Miranda de Ebro				0	0			
41 Aranzazu	0.0001	0.0001	0.0001	14	2	0	0	0.00010
42 Gernika	0.0002	0.0001	0.0001	347	15	5	0	0.00010
43 Izki				0	0			
44 Alisa-Ramales	0.00013	0.00013	0.00013	1	1	---	---	0.00013

* concentración en mg/l

TABLA RESUMEN ESTADÍSTICA DE ANALÍTICAS DE ARSÉNICO

MasaAqua	XMax	XMin	Mediana	NºDatos	NºPuntos	Coef.Var.	Desv.Stand.	XMedia
00 Zalama				0	0			
01 Cinco Villas				0	0			
02 Aiako Arriak	0.0001	0.0001	0.0001	12	1	0	0	0.00010
03 Tolosa	0.0001	0.0001	0.0001	142	7	0	0	0.00010
04 Andoain				0	0			
05 Oiartzun	0.0016	0.0001	0.0001	22	2	190	0	0.00017
06 Gatzume	0.0001	0.0001	0.0001	23	2	0	0	0.00018
07 Izarraitz	0.0001	0.0001	0.0001	49	3	0	0	0.00010
08 Ereñozar	0.0055	0.00041	0.00065	8	2	104	0	0.00443
09 Arrola-Murumendi				0	0			
10 Jata-Sollube	0.00056	0.00035	0.00038	3	1	26	0	0.00043
11 Arama				0	0			
12 Oiz	0.0021	0.0001	0.00017	7	2	167	0	0.00044
13 Etxano	0.0001	0.0001	0.0001	2	1	0	0	0.00010
14 Jaizkibel	0.0001	0.0001	0.0001	10	1	0	0	0.00010
15 Zumai-a-Irun				0	0			
16 Getxo-Bergara	0.0026	0.0001	0.0024	5	2	82	0	0.00158
17 Aralar	0.0001	0.0001	0.0001	41	5	0	0	0.00010
18 Beasain	0.13	0.0001	0.0403	26	2	103	0	0.05130
19 Aramotz	0.00102	0.00001	0.0001	42	2	109	0	0.00015
20 Itxina	0.00024	0.0001	0.00023	3	1	41	0	0.00019
21 Balmaseda-Elorrio	0.0033	0.0002	0.00035	8	3	125	0	0.00084
22 Arrasate	0.0001	0.0001	0.0001	11	1	0	0	0.00010
23 Sopuerta	0.0053	0.0001	0.0001	19	5	278	0	0.00043
24 Castro Urdiales-Ajo	0.00026	0.00022	0.00025	3	1	9	0	0.00024
25 Gorbea				0	0			
26 Aizkorri	0.00022	0.00015	0.00018	5	1	15	0	0.00018
27 Altube-Urkilla	0.0002	0.0001	0.0001	3	1	43	0	0.00013
28 Mena-Orduña	0.00024	0.0001	0.00014	6	2	40	0	0.00015
29 Cuartango-Salvaterra	0.00063	0.0001	0.00063	3	1	67	0	0.00045
30 Salvada				0	0			
31 Losa	0.00048	0.0001	0.00026	3	1	68	0	0.00028
32 Subijana	0.0029	0.00028	0.00034	4	2	134	0	0.00096
33 Vitoria	0.0023	0.00014	0.002	6	2	48	0	0.00169
34 Vaderejo-Sobron	0.00027	0.0001	0.0002	10	2	37	0	0.00019
35 Sinclinal de Treviño	0.00028	0.00028	0.00028	1	1	---	---	0.00028
36 Urbasa	0.00054	0.0001	0.00025	9	3	43	0	0.00029
37 Sierra de Cantabria	0.0055	0.0001	0.00025	27	4	228	0	0.00045
38 Lokiz	0.00017	0.0001	0.00015	4	1	21	0	0.00015
39 Laguardia	0.0004	0.0001	0.00034	3	1	57	0	0.00028
40 Miranda de Ebro				0	0			
41 Aranzazu	0.0001	0.0001	0.0001	14	2	0	0	0.00010
42 Gernika	0.025	0.0001	0.0001	344	15	357	0	0.00044
43 Izki				0	0			
44 Alisa-Ramales	0.00089	0.00089	0.00089	1	1	---	---	0.00089

* concentración en mg/l

TABLA RESUMEN ESTADÍSTICA DE ANALÍTICAS DE TCE

MasaAqua	XMax	XMin	Mediana	NºDatos	NºPuntos	Coef.Var.	Desv.Stand.	XMedia
00 Zalama				0	0			
01 Cinco Villas				0	0			
02 Aiako Arriak	0.2	0.2	0.2	3	1	0	0	0.20
03 Tolosa	0.2	0.2	0.2	9	3	0	0	0.20
04 Andoain				0	0			
05 Oiartzun	0.2	0.2	0.2	6	2	0	0	0.20
06 Gatzume	0.2	0.2	0.2	5	2	0	0	0.20
07 Izarraitz	0.2	0.2	0.2	2	1	0	0	0.20
08 Ereñozar	0.2	0.2	0.2	8	2	0	0	0.20
09 Arrola-Murumendi				0	0			
10 Jata-Sollube	0.2	0.2	0.2	3	1	0	0	0.20
11 Arama				0	0			
12 Oiz	0.2	0.2	0.2	8	2	0	0	0.20
13 Etxano	0.2	0.2	0.2	2	1	0	0	0.20
14 Jaizkibel	0.2	0.2	0.2	3	1	0	0	0.20
15 Zumai-Irun				0	0			
16 Getxo-Bergara	0.2	0.2	0.2	5	2	0	0	0.20
17 Aralar	0.2	0.2	0.2	6	2	0	0	0.20
18 Beasain	0.2	0.2	0.2	6	2	0	0	0.20
19 Aramotz	0.2	0.2	0.2	51	2	0	0	0.20
20 Itxina	0.2	0.2	0.2	3	1	0	0	0.20
21 Balmaseda-Elorrio	0.2	0.2	0.2	4	2	0	0	0.20
22 Arrasate	0.2	0.2	0.2	2	1	0	0	0.20
23 Sopuerta	0.2	0.2	0.2	3	1	0	0	0.20
24 Castro Urdiales-Ajo	0.2	0.2	0.2	3	1	0	0	0.20
25 Gorbea				0	0			
26 Aizkorri	0.2	0.2	0.2	5	1	0	0	0.20
27 Altube-Urkilla	0.2	0.2	0.2	3	1	0	0	0.20
28 Mena-Orduña	0.2	0.2	0.2	6	2	0	0	0.20
29 Cuartango-Salvaterra	0.2	0.2	0.2	3	1	0	0	0.20
30 Salvada				0	0			
31 Losa	0.2	0.2	0.2	3	1	0	0	0.20
32 Subijana	0.2	0.2	0.2	4	2	0	0	0.20
33 Vitoria	0.2	0.2	0.2	2	2	0	0	0.20
34 Vaderejo-Sobron	0.2	0.2	0.2	10	2	0	0	0.20
35 Sinclinal de Treviño	0.2	0.2	0.2	1	1	---	---	0.20
36 Urbasa	0.2	0.2	0.2	8	3	0	0	0.20
37 Sierra de Cantabria	0.2	0.2	0.2	19	4	0	0	0.20
38 Lokiz	0.2	0.2	0.2	5	1	0	0	0.20
39 Laguardia	0.2	0.2	0.2	3	1	0	0	0.20
40 Miranda de Ebro				0	0			
41 Aranzazu	0.2	0.2	0.2	2	1	0	0	0.20
42 Gernika	1200	0.2	1.4	683	20	303	116	38.37
43 Izki				0	0			
44 Alisa-Ramales	0.2	0.2	0.2	1	1	---	---	0.20

* concentración en µg/l

TABLA RESUMEN ESTADÍSTICA DE ANALÍTICAS DE PCE

MasaAqua	XMax	XMin	Mediana	NºDatos	NºPuntos	Coef.Var.	Desv.Stand.	XMedia
00 Zalama				0	0			
01 Cinco Villas				0	0			
02 Aiako Arriak	0.2	0.2	0.2	3	1	0	0	0.20
03 Tolosa	1.1	0.2	0.2	9	3	91	0	0.36
04 Andoain				0	0			
05 Oiartzun	0.2	0.2	0.2	6	2	0	0	0.20
06 Gatzume	0.2	0.2	0.2	5	2	0	0	0.20
07 Izarraitz	0.2	0.2	0.2	2	1	0	0	0.20
08 Ereñozar	0.5	0.2	0.2	8	2	45	0	0.35
09 Arrola-Murumendi				0	0			
10 Jata-Sollube	0.2	0.2	0.2	3	1	0	0	0.20
11 Arama				0	0			
12 Oiz	0.2	0.2	0.2	8	2	0	0	0.20
13 Etxano	0.2	0.2	0.2	2	1	0	0	0.20
14 Jaizkibel	0.2	0.2	0.2	3	1	0	0	0.20
15 Zumai-Irun				0	0			
16 Getxo-Bergara	0.2	0.2	0.2	5	2	0	0	0.20
17 Aralar	0.3	0.2	0.2	6	2	19	0	0.22
18 Beasain	0.2	0.2	0.2	6	2	0	0	0.20
19 Aramotz	0.2	0.2	0.2	51	2	0	0	0.20
20 Itxina	0.2	0.2	0.2	3	1	0	0	0.20
21 Balmaseda-Elorrio	0.2	0.2	0.2	4	2	0	0	0.20
22 Arrasate	0.2	0.2	0.2	2	1	0	0	0.20
23 Sopuerta	0.2	0.2	0.2	3	1	0	0	0.20
24 Castro Urdiales-Ajo	0.2	0.2	0.2	3	1	0	0	0.20
25 Gorbea				0	0			
26 Aizkorri	0.2	0.2	0.2	5	1	0	0	0.20
27 Altube-Urkilla	0.2	0.2	0.2	3	1	0	0	0.20
28 Mena-Orduña	0.2	0.2	0.2	6	2	0	0	0.20
29 Cuartango-Salvaterra	0.2	0.2	0.2	3	1	0	0	0.20
30 Salvada				0	0			
31 Losa	0.2	0.2	0.2	3	1	0	0	0.20
32 Subijana	0.2	0.2	0.2	4	2	0	0	0.20
33 Vitoria	0.2	0.2	0.2	2	2	0	0	0.20
34 Vaderejo-Sobron	0.2	0.2	0.2	10	2	0	0	0.20
35 Sinclinal de Treviño	0.2	0.2	0.2	1	1	---	---	0.20
36 Urbasa	0.2	0.2	0.2	8	3	0	0	0.20
37 Sierra de Cantabria	0.7	0.2	0.2	19	4	51	0	0.23
38 Lokiz	0.2	0.2	0.2	5	1	0	0	0.20
39 Laguardia	0.2	0.2	0.2	3	1	0	0	0.20
40 Miranda de Ebro				0	0			
41 Aranzazu	0.2	0.2	0.2	2	1	0	0	0.20
42 Gernika	3900	0.2	1.1	687	20	357	343	96.16
43 Izki				0	0			
44 Alisa-Ramales	0.2	0.2	0.2	1	1	---	---	0.20

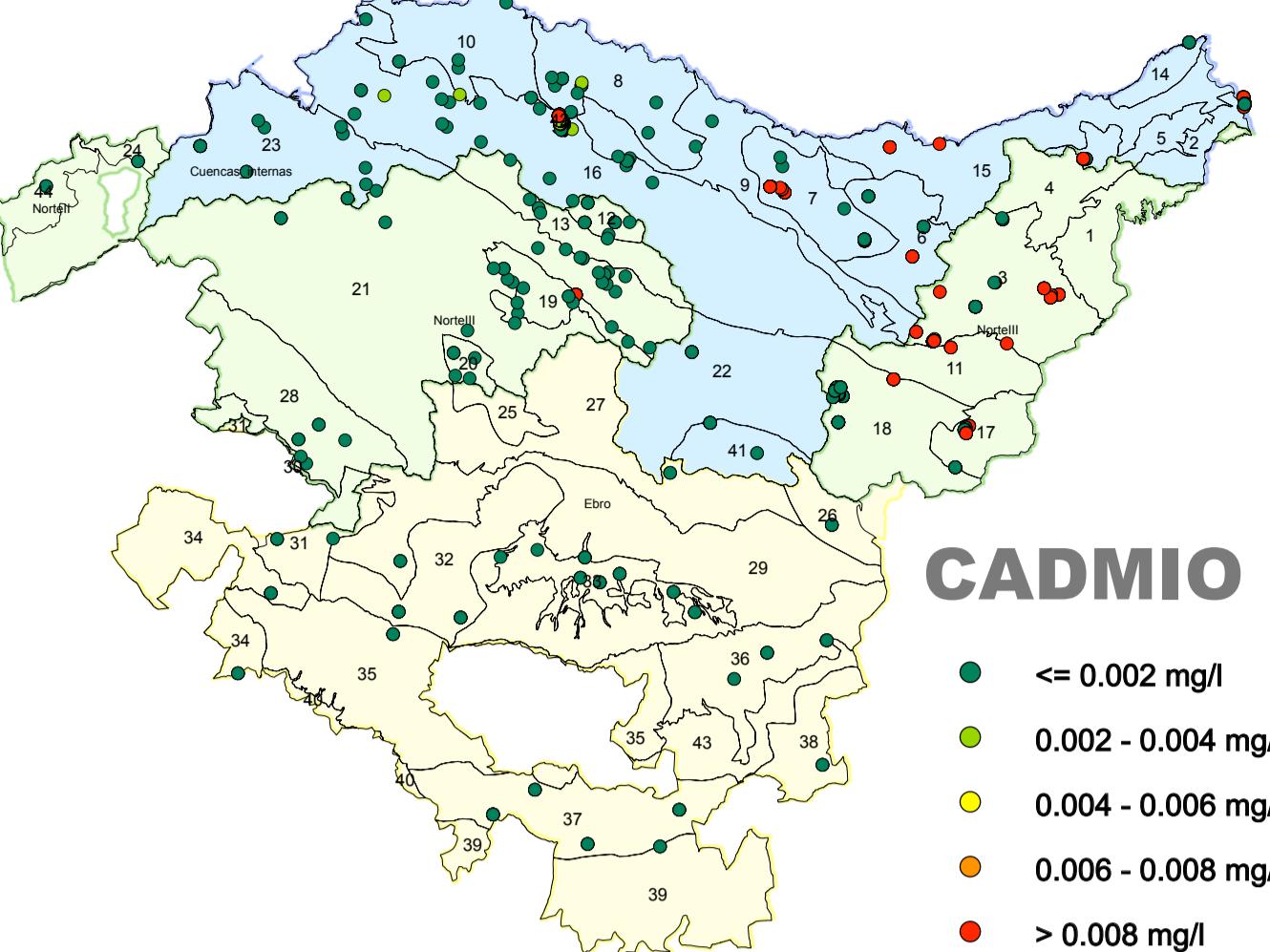
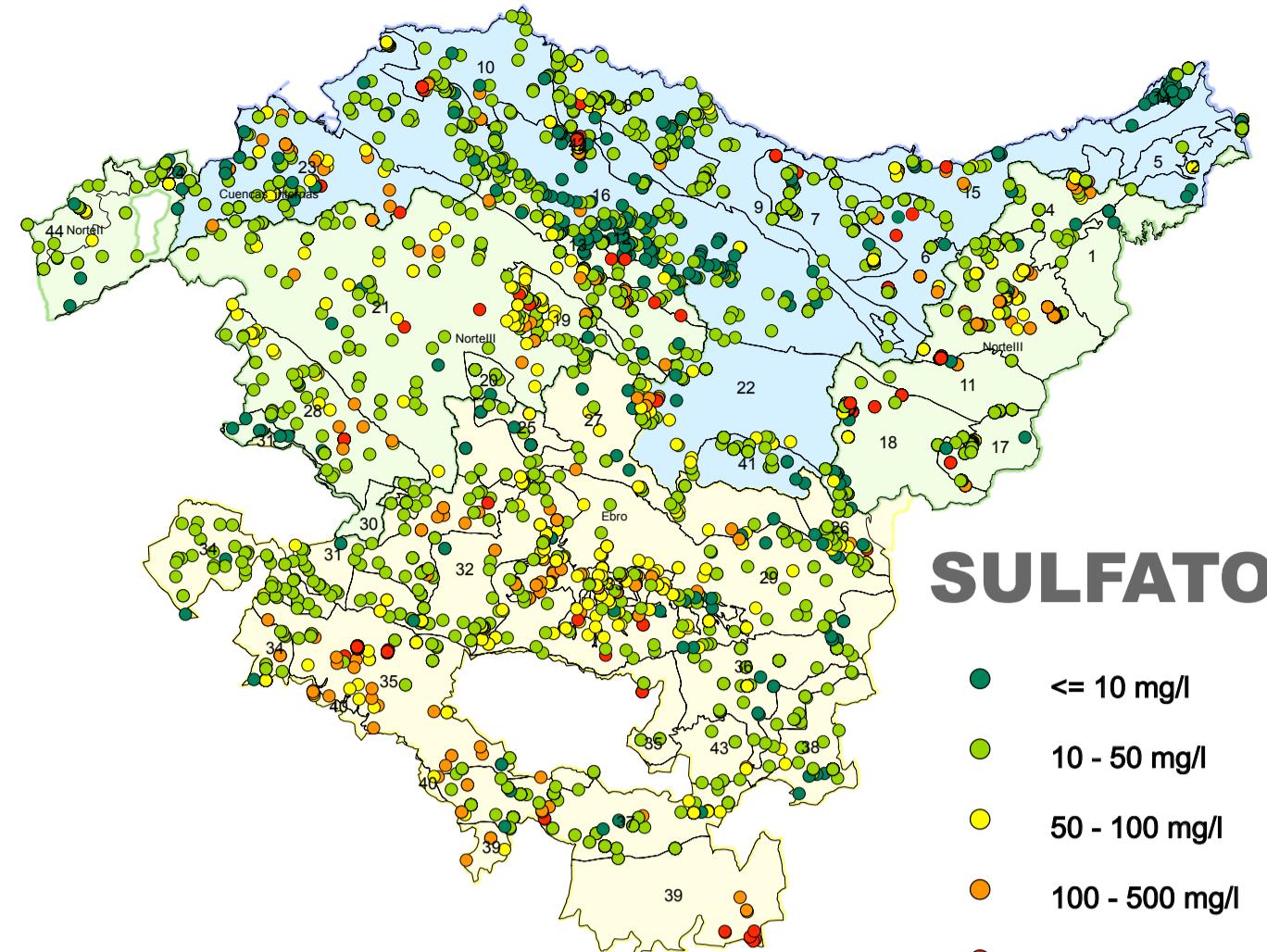
* concentración en µg/l

TABLA RESUMEN ESTADÍSTICA DE ANALÍTICAS DE SULFATO

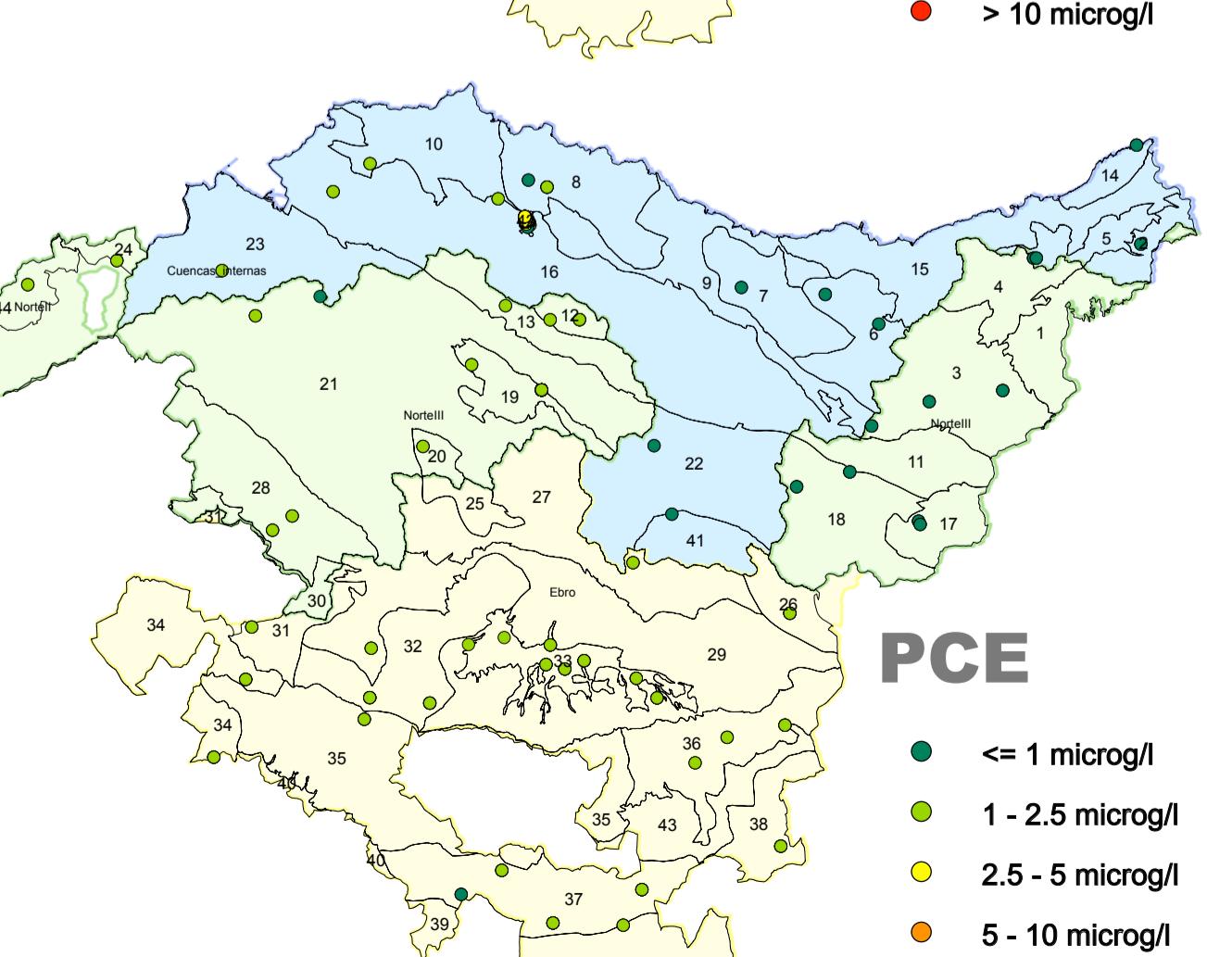
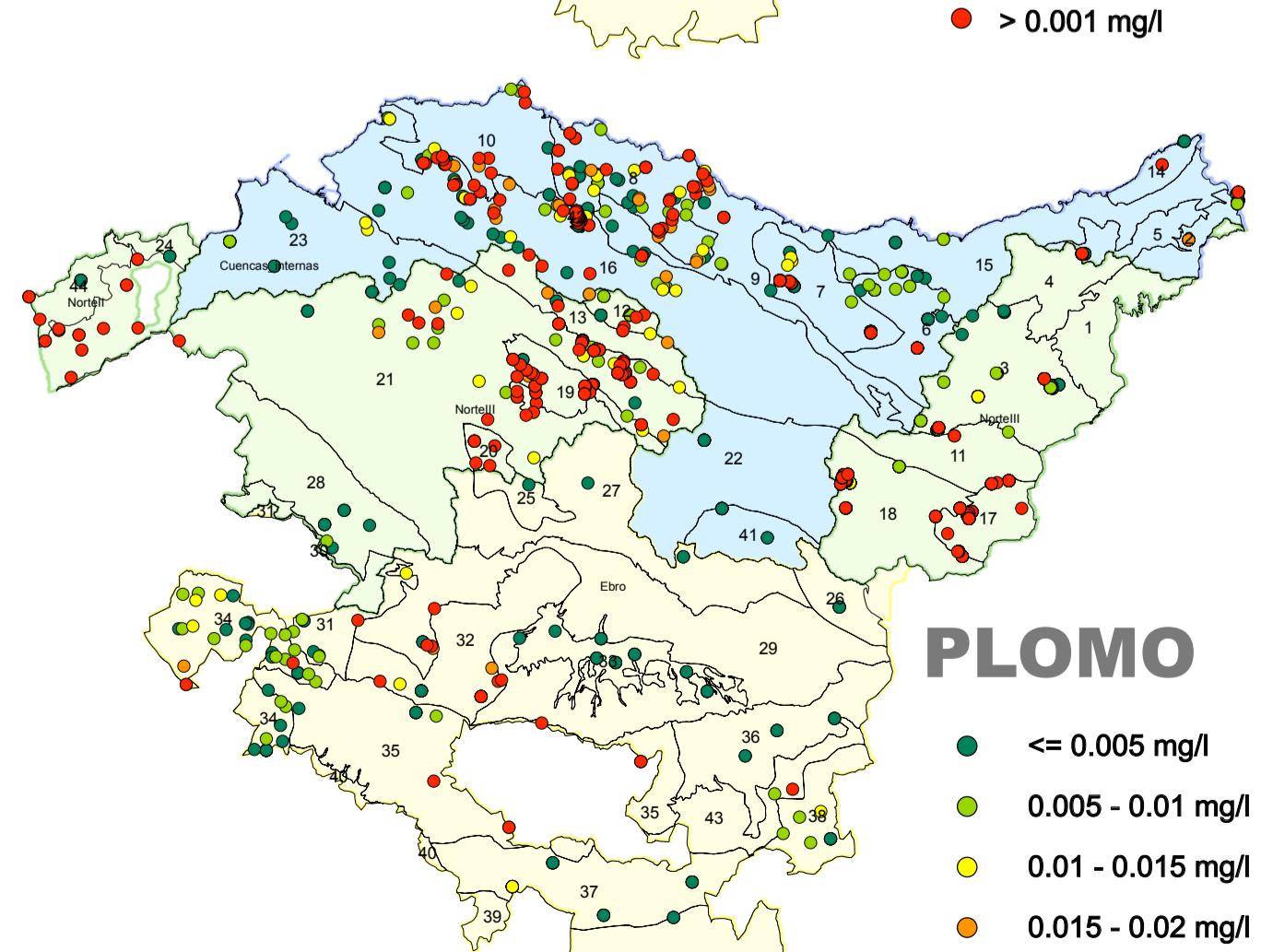
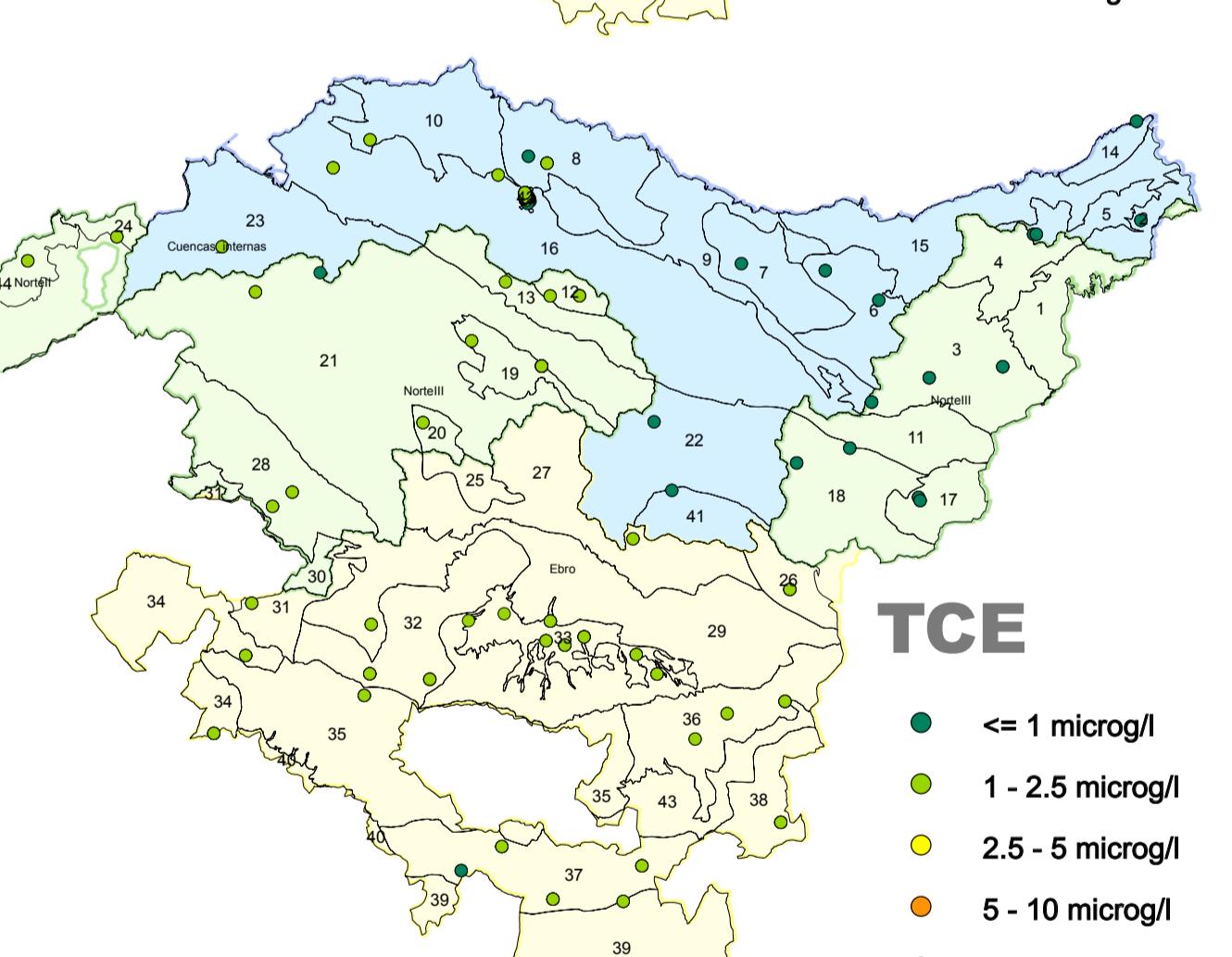
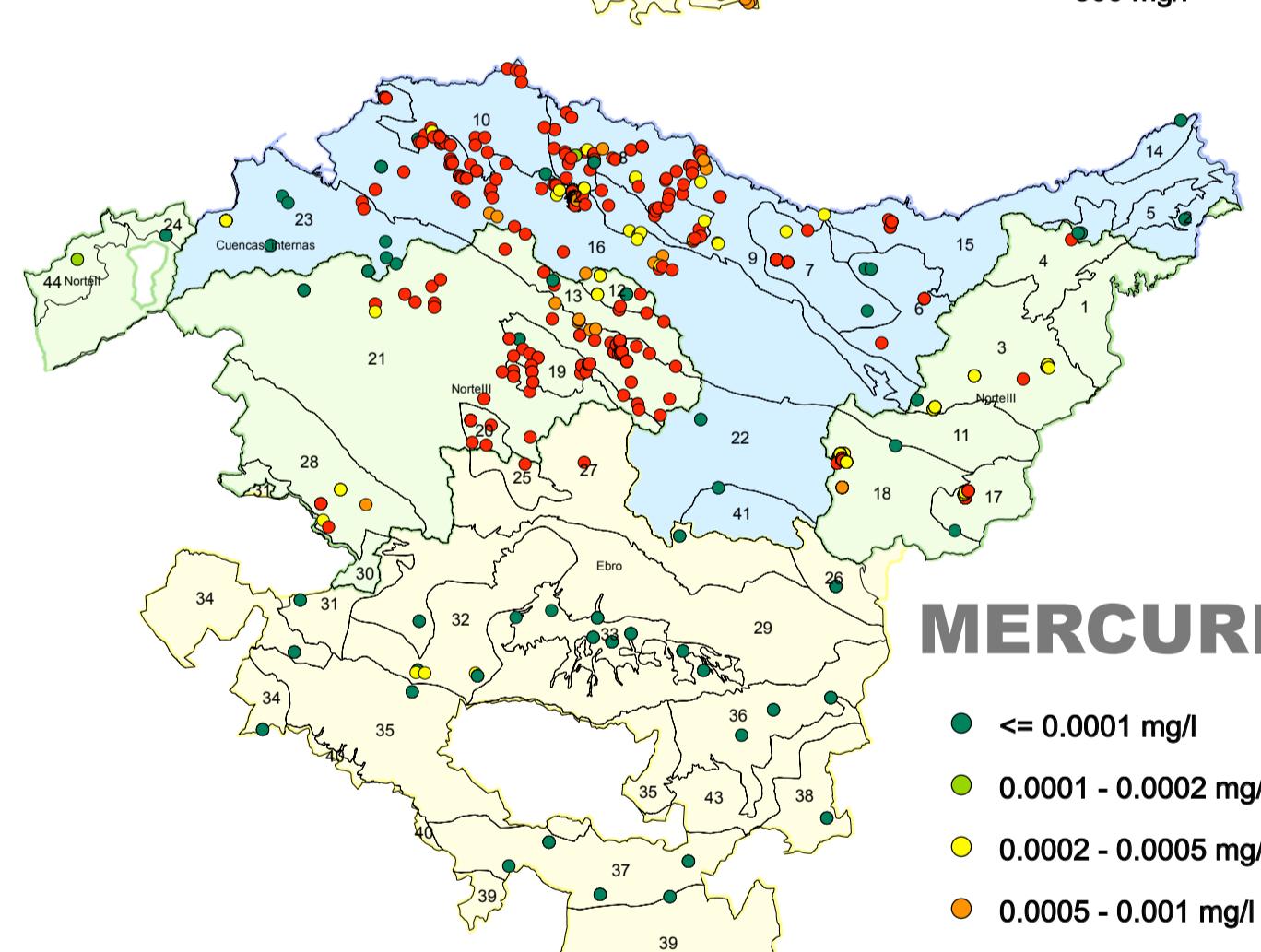
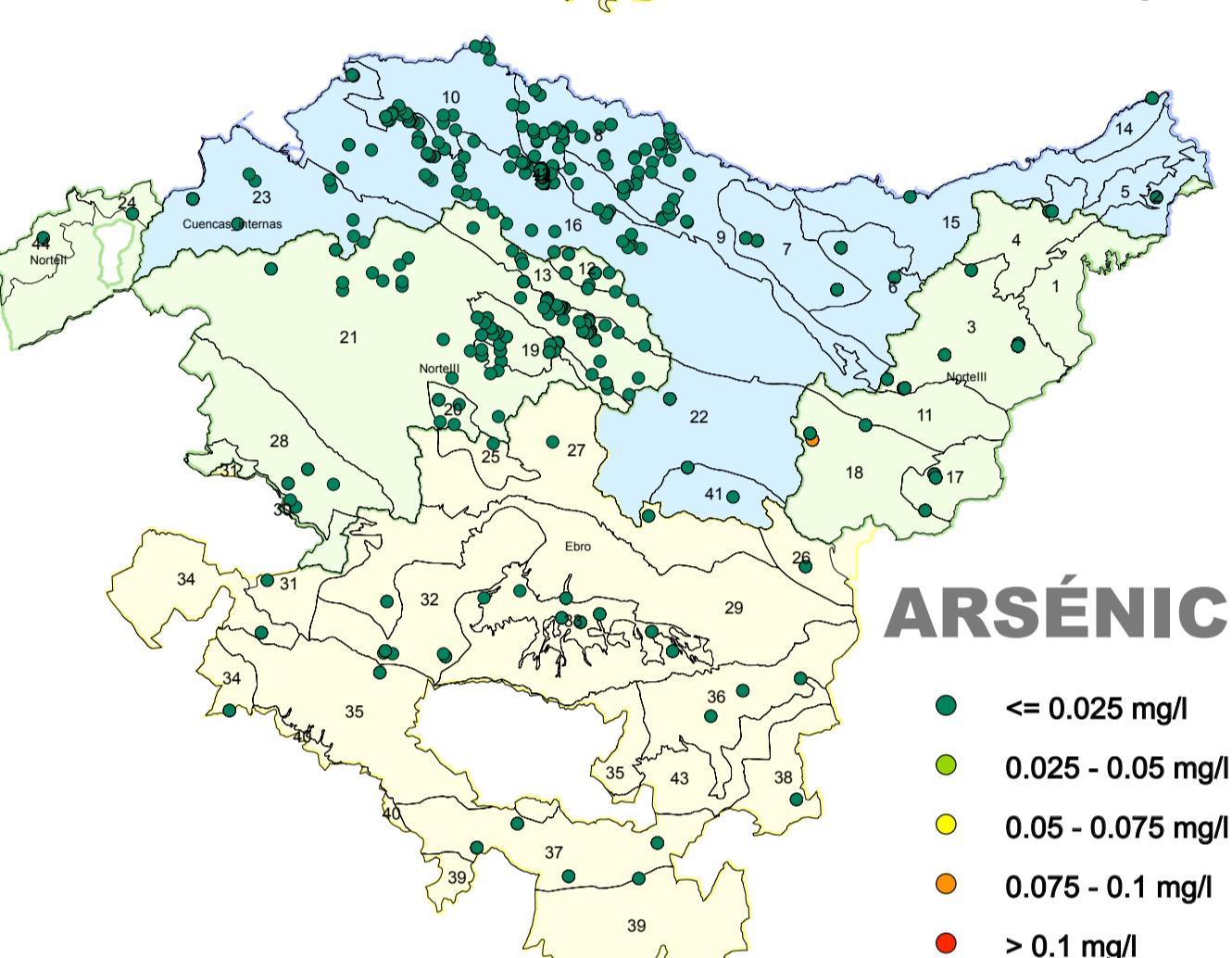
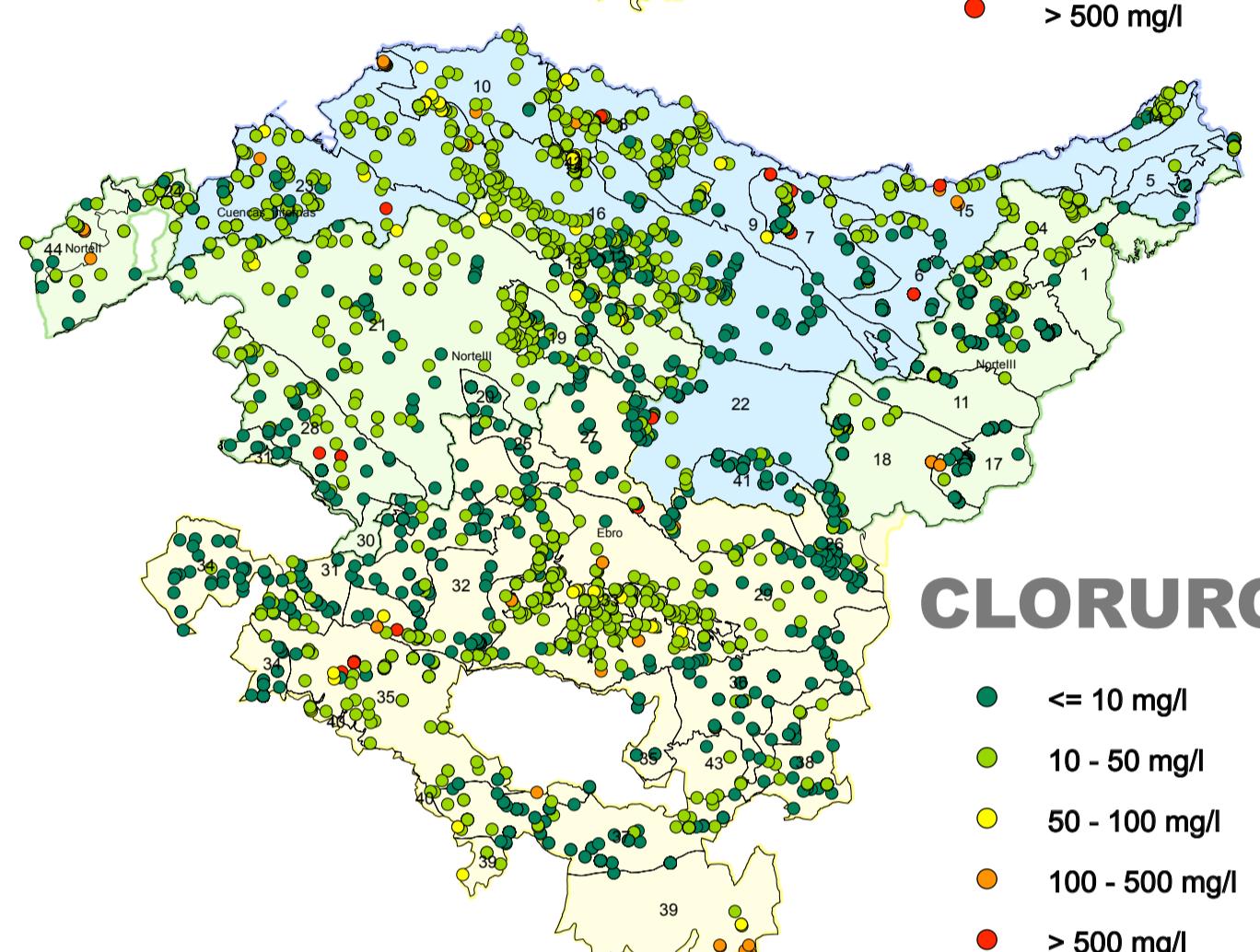
MasaAqua	XMax	XMin	Mediana	NºDatos	NºPuntos	Coef.Var.	Desv.Stand.	XMedia
00 Zalama	16	0.1	2.97	13	8	99	5	5.13231
01 Cinco Villas	6.4	0.1	3.25	2	2	137	4	3.25000
02 Aiako Arriak	11	0.02	1.345	62	17	101	3	2.50774
03 Tolosa	44	0.01	4.03	1124	64	102	5	5.19308
04 Andoain	31.4	0.1	3.75	65	22	100	7	6.56862
05 Oiartzun	10.7	0.02	0.02	22	5	230	3	1.12045
06 Gatzume	17.1	0.02	4.835	270	22	63	3	5.00086
07 Izarraitz	70.7	0.02	4.02	722	35	76	3	4.35489
08 Ereñozar	42.1	0.02	5.1	406	79	87	5	5.99232
09 Arrola-Murumendi	21.9	0.1	0.6	31	15	174	5	2.60581
10 Jata-Sollube	36	0.02	0.8	48	28	175	9	5.40421
11 Arama	11.9	0.5	2.7	37	6	65	2	3.01108
12 Oiz	15.2	0.02	4.1	177	34	47	2	4.46379
13 Etxano	45.9	0.1	4.9	101	39	103	7	7.11950
14 Jaizkibel	6	0.04	3.5	39	17	50	2	3.40641
15 Zumai-a-Irun	48	0.2	2.35	40	21	169	10	5.82375
16 Getxo-Bergara	80.2	0.003	5.585	242	158	121	10	8.34377
17 Aralar	18.9	0.02	2.9	259	17	57	2	2.96985
18 Beasain	12.6	0.01	0.2	501	37	193	2	0.82138
19 Aramotz	24.7	0.02	5.33	348	30	62	4	5.72164
20 Itxina	8.6	0.1	2.6	35	5	67	2	3.00057
21 Balmaseda-Elorrio	122.8	0.02	3.5	234	120	175	16	9.23735
22 Arrasate	12	0.1	3	88	34	92	3	3.49932
23 Sopuerta	85.2	0.01	4.15	153	68	161	11	7.09294
24 Castro Urdiales-Ajo	14	0.5	5.55	62	12	60	3	4.74032
25 Gorbea	9.87	0.02	1.72	24	7	108	2	2.06333
26 Aizkorri	19.9	0.02	3.3	180	25	87	3	3.15456
27 Altube-Urkilla	31.4	0.1	0.8	66	40	196	7	3.38636
28 Mena-Orduña	20.9	0.02	4	85	52	98	4	4.01576
29 Cuartango-Salvaterra	188.55	0.02	9.73	255	115	125	28	22.60584
30 Salvada	4.8	1.4	2.15	6	6	49	1	2.56667
31 Losa	31.86	1.11	8.025	58	21	65	7	10.29621
32 Subijana	51	0.02	8.65	328	42	86	9	10.26509
33 Vitoria	480	0.6	47.55	588	95	79	48	59.99345
34 Vaderejo-Sobron	30.5	0.02	0.5	222	53	212	4	1.69041
35 Sinclinal de Treviño	112.7	0.5	9.8	232	56	116	17	14.37737
36 Urbasa	84	0.02	3.1	287	30	157	6	4.03247
37 Sierra de Cantabria	80.33	0.02	3.9	575	49	126	7	5.44607
38 Lokiz	57.5	0.01	3.9	131	15	151	9	5.63351
39 Laguardia	106.3	2.8	12.15	34	14	110	25	22.26765
40 Miranda de Ebro	91.8	0.5	68.7	5	5	71	39	54.60000
41 Aranzazu	18	0.02	4.92	67	13	69	4	5.39448
42 Gernika	46.5	0.01	3.1	732	30	102	5	4.97174
43 Izki	57.8	0.5	16	32	27	84	17	20.18125
44 Alisa-Ramales	35.3	0.02	7	33	10	85	8	9.84606

* concentración en mg/l

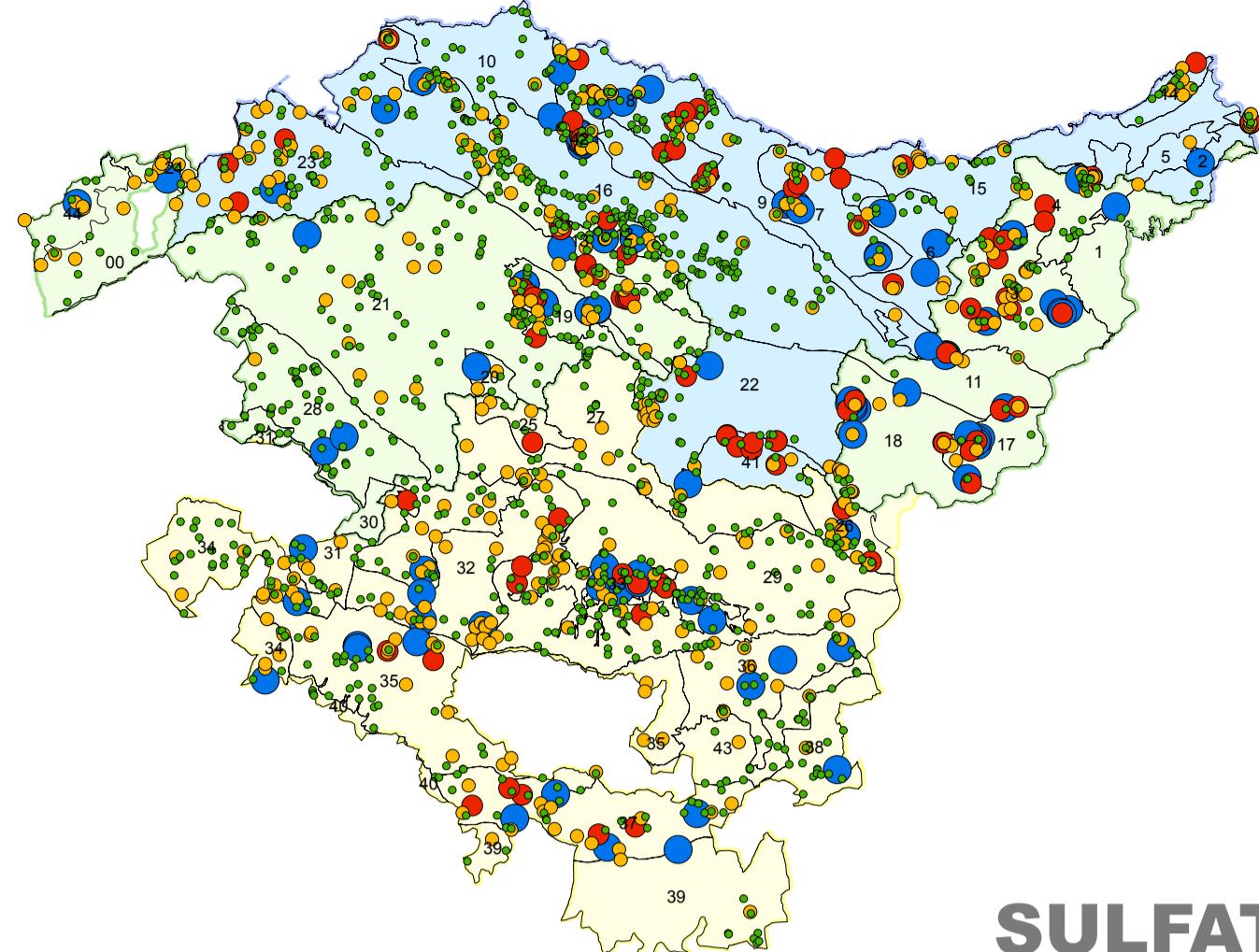
PLANOS



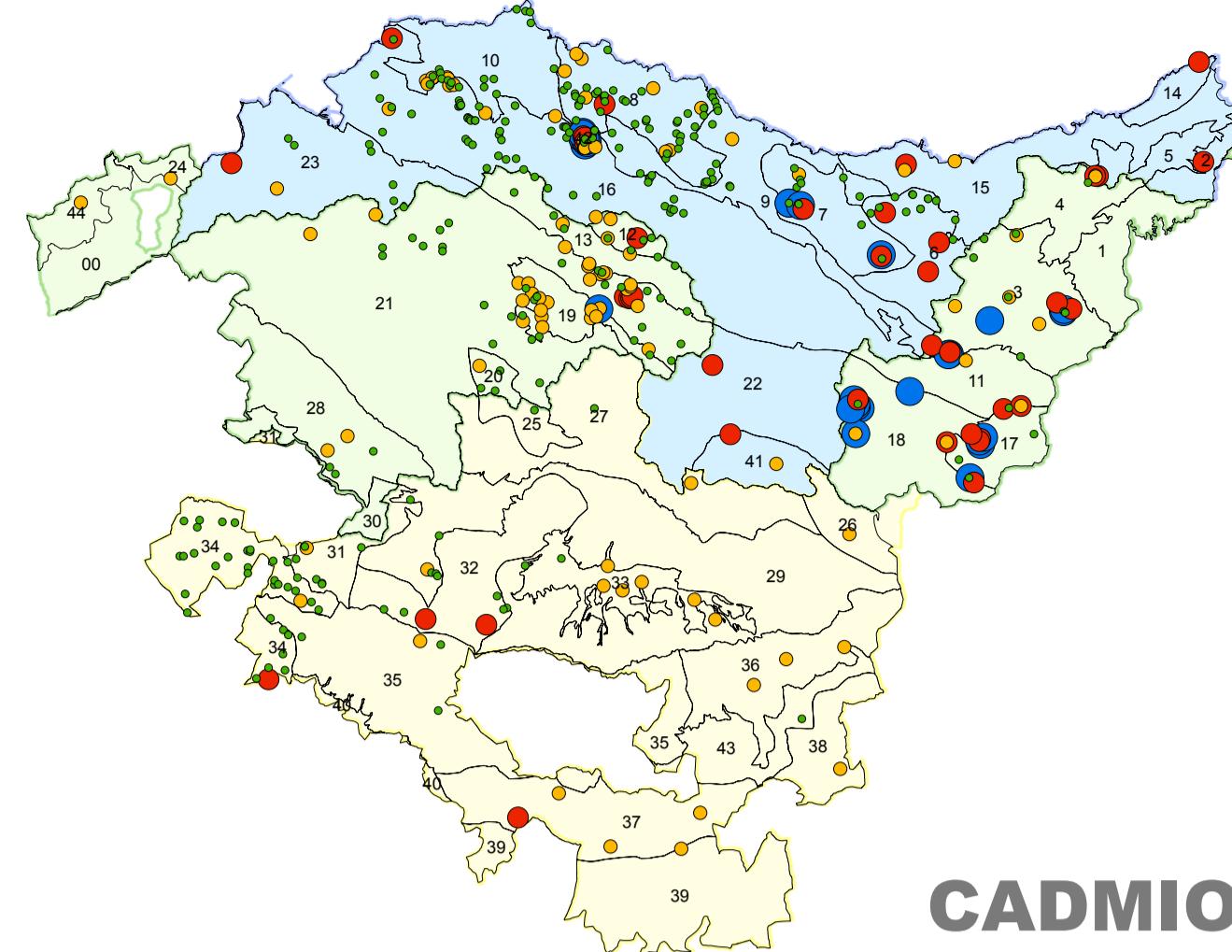
AMBITO DE ACTUACIÓN	MASA DE AGUA	PARÁMETROS				
		SO4-	Cl	Hg	Pb	
CUENCAS INTERNAS	30 Salvada	6	6	6	0	0
	28 Mena-Orduña	51	84	53	86	5
	21 Balmaseda-Elorrio	132	250	132	249	40
	20 Itxina	5	35	5	35	4
	19 Aramotz	40	357	39	356	17
	13 Etxano	52	114	53	115	9
	12 Oiz	35	178	36	180	7
	18 Beasain	38	587	38	590	10
	17 Aralar	20	292	20	290	6
	11 Arama	6	45	6	45	0
	3 Tolosa	72	1242	71	1258	11
	1 Cinco Villas	2	2	2	0	0
	4 Andoain	27	79	26	79	1
	27	27	27	27	27	0
	24 Castro Urdiales-Ajo	12	97	12	116	1
CANTÁBRICO	44 Alisa-Ramales	10	37	11	37	1
	0 Zalama	11	16	12	17	0
	23 Sopuerta	69	152	69	205	8
	16 Getxo-Bergara	177	261	182	266	58
	10 Jata-Solube	30	50	30	50	19
	42 Gernika	25	712	25	712	22
	8 Ereñozar	80	480	80	480	53
	9 Arrola-Murumendi	16	34	16	34	10
	7 Izaraitz	35	787	35	793	7
	6 Gatzume	22	350	22	350	4
	22 Arrasate	39	99	38	98	1
	41 Aranzazu	14	74	14	80	1
	15 Zumai-Irun	27	45	27	46	3
	14 Jaizkibel	21	48	21	48	1
	5 Oiartzun	6	22	6	23	2
	2 Alako Arriak	18	64	18	64	1
EBRO	27 Altube-Urkilla	45	73	45	73	2
	25 Gorbea	7	24	7	24	1
	26 Alzkorri	25	224	25	228	1
	29 Cuartango-Salvatierra	118	255	118	258	2
	32 Subijana	43	374	43	374	5
	33 Vitoria	100	592	102	600	7
	31 Losa	21	58	21	58	1
	34 Valderejo-Sobrón	53	225	53	225	2
	36 Urbasa	30	288	30	288	3
	43 Izki	28	32	28	32	0
	35 Sinclinal de Treviño	56	232	56	232	1
	40 Miranda de Ebro	5	5	5	5	0
	37 Sierra de Cantabria	52	577	52	577	41
	39 Laguardia	14	34	14	34	11
	TOTAL	1710	9721	1719	9847	333
	SO4-	Puntos	Análisis	Puntos	Análisis	Puntos
	Cl	Puntos	Análisis	Puntos	Análisis	Puntos
	Hg	Puntos	Análisis	Puntos	Análisis	Puntos
	Pb	Puntos	Análisis	Puntos	Análisis	Puntos
	TOTAL	1710	9721	1719	9847	333
	SO4-	Puntos	Análisis	Puntos	Análisis	Puntos
	Cl	Puntos	Análisis	Puntos	Análisis	Puntos
	Hg	Puntos	Análisis	Puntos	Análisis	Puntos
	Pb	Puntos	Análisis	Puntos	Análisis	Puntos



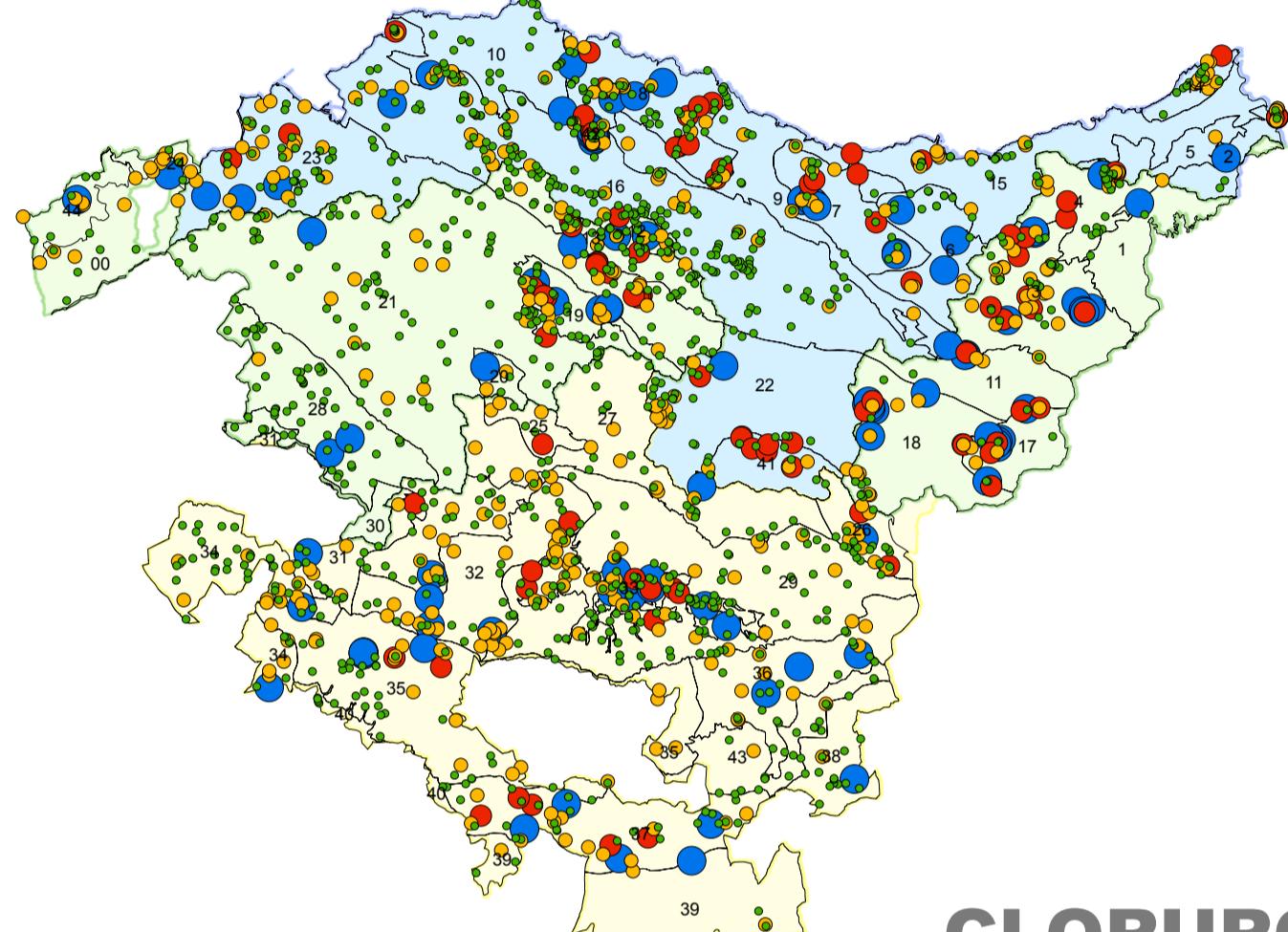
AMBITO DE ACTUACIÓN	MASA DE AGUA	PARÁMETROS				
		Cd	As	TCE	PCE	
CUENCAS INTERNAS	30 Salvada	0	0	0	0	0
	28 Mena-Orduña	5	10	5	10	2
	21 Balmaseda-Elorrio	47	106	48	120	2
	20 Itxina	4	8	4	8	1
	19 Aramotz	19	121	18	78	2
	13 Etxano	9	14	9	16	1
	12 Oiz	8	20	7	16	2
	18 Beasain	16	423	3	37	2
	17 Aralar	13	132	5	41	2
	11 Arama	4	16	0	0	0
	3 Tolosa	20	301	7	142	3
	1 Cinco Villas	0	0	0	0	0
	4 Andoain	1	1	0	0	0
	24 Castro Urdiales-Ajo	1	3	1	3	1
	44 Alisa-Ramales	1	3	1	3	1
CANTÁBRICO	0 Zalama	0	0	0	0	0
	23 Sopuerta	8	22	8	22	1
	16 Getxo-Bergara	65	81	61	77	2
	10 Jata-Solube	19	25	19	25	1
	42 Gernika	23	684	22	689	20
	8 Ereñozar	59	76	52	68	2
	9 Arrola-Murumendi	10	12	9	11	0
	7 Izaraitz	17	416	3	50	1
	6 Gatzume	15	53	2	23	2
	22 Arrasate	1	11	1	11	2
	41 Aranzazu	2	14	2	14	1
	15 Zumai-Irun	5	12	1	2	0
	14 Jaizkibel	1	10	1	10	1
	5 Oiartzun	4	26	2	22	2
	2 Alako Arriak	14	42	11	12	1



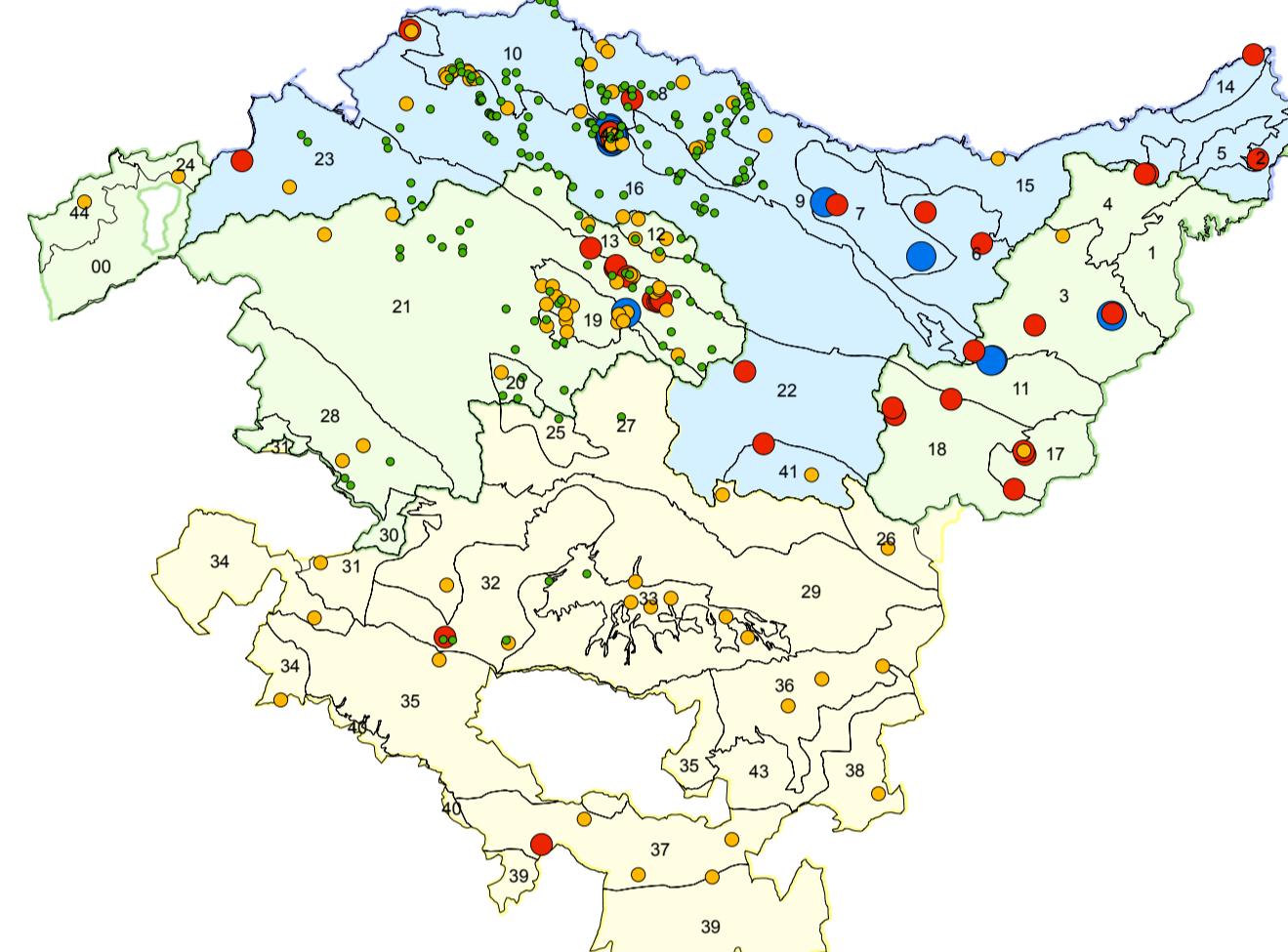
SULFATO



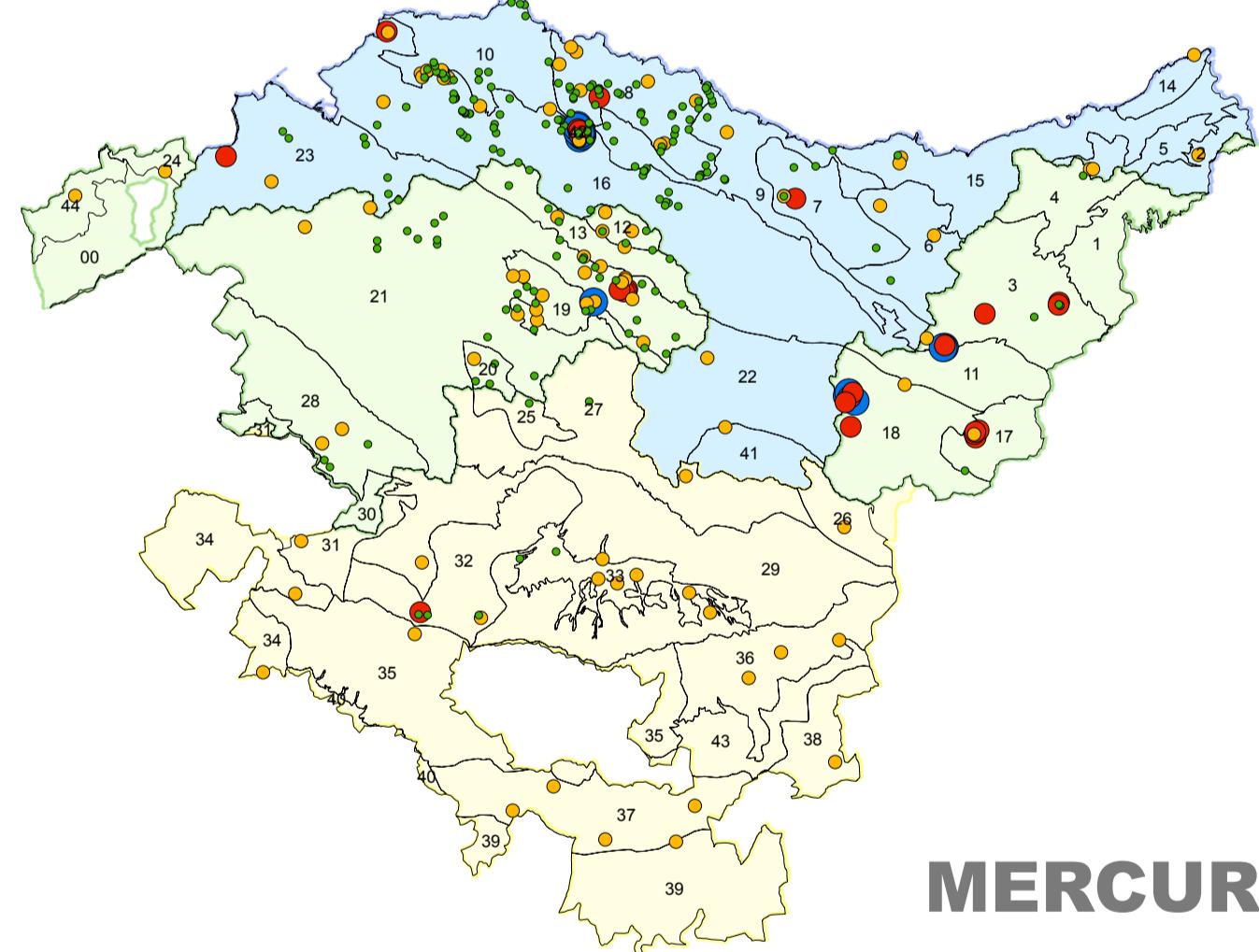
CADMIO



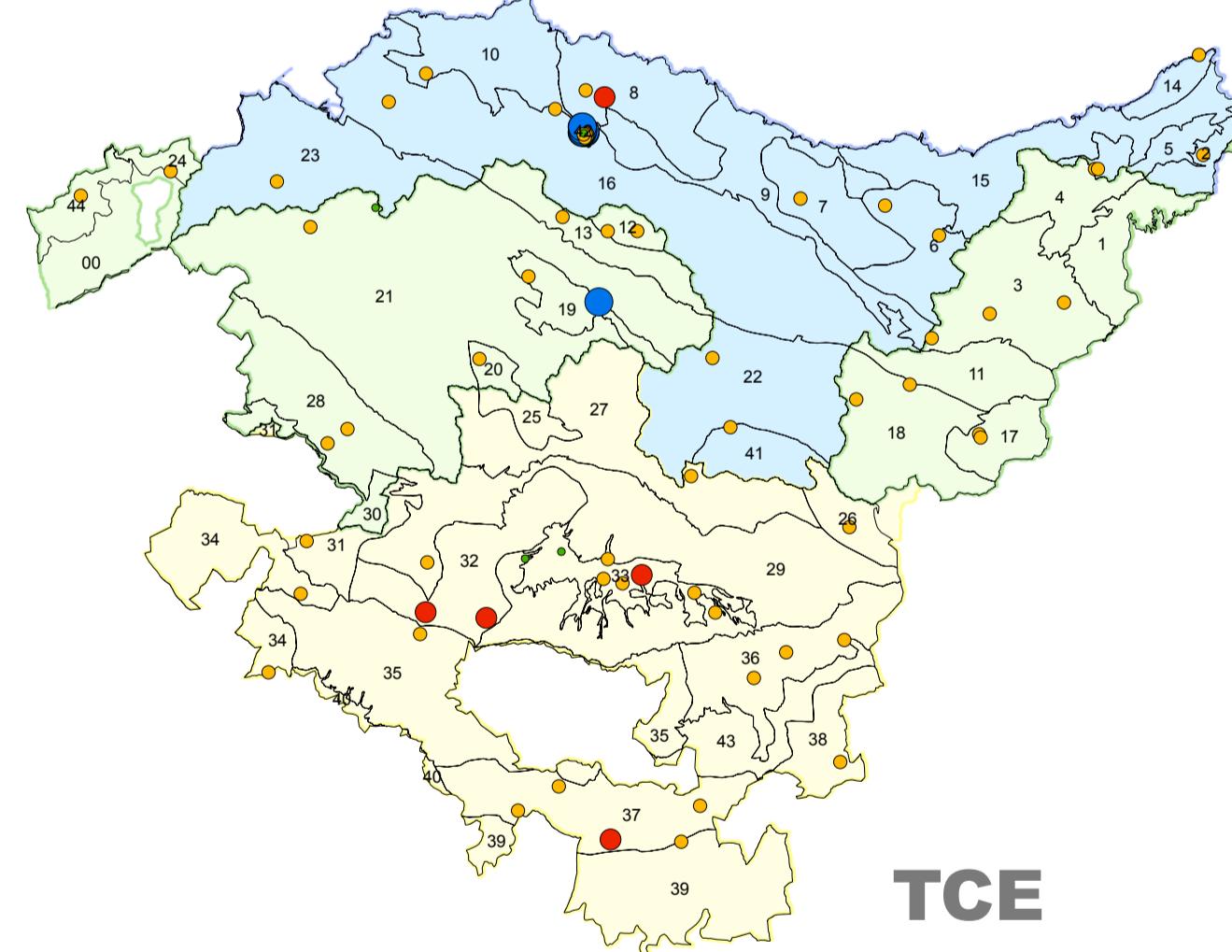
CLORURO



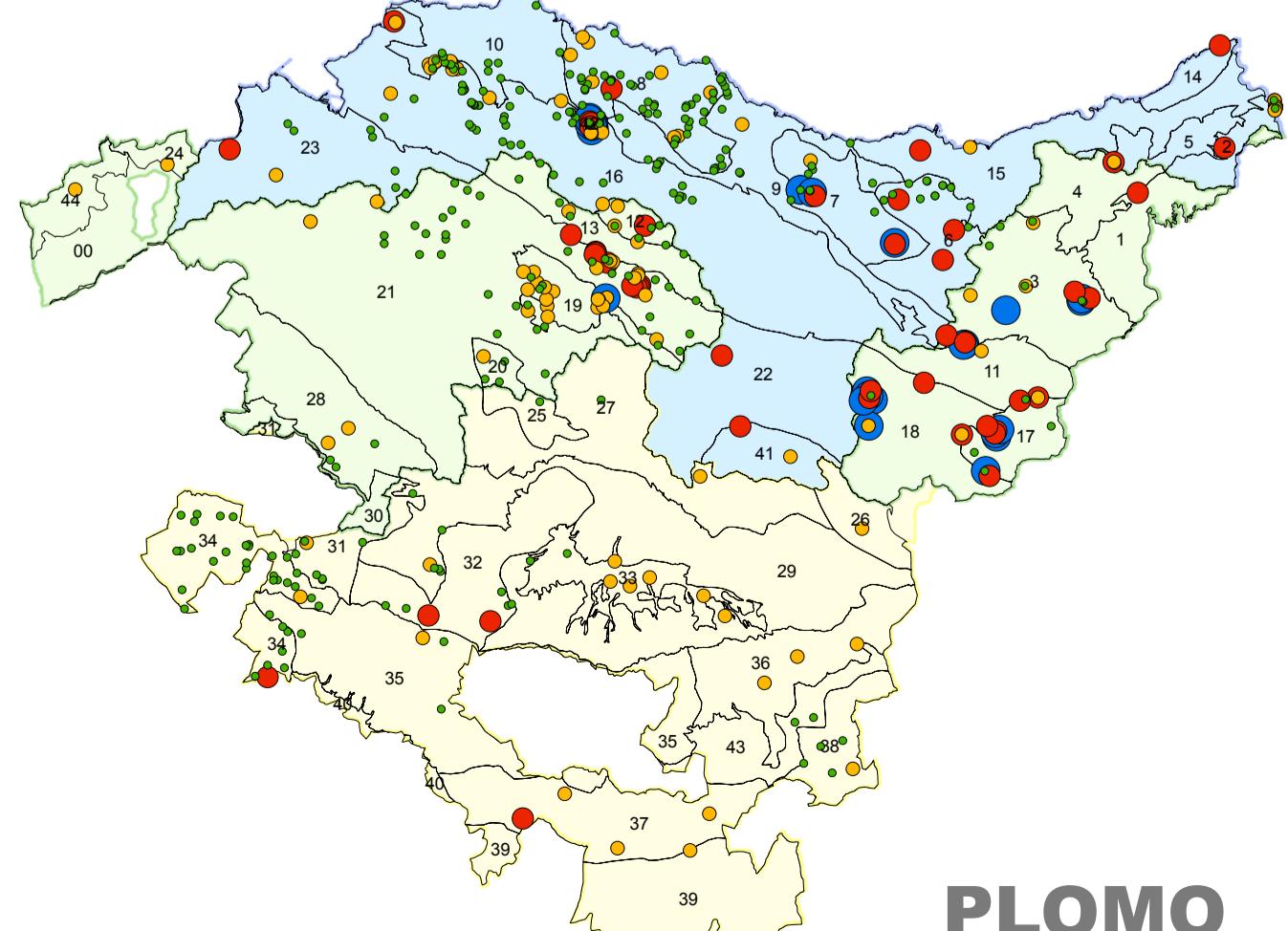
ARSÉNICO



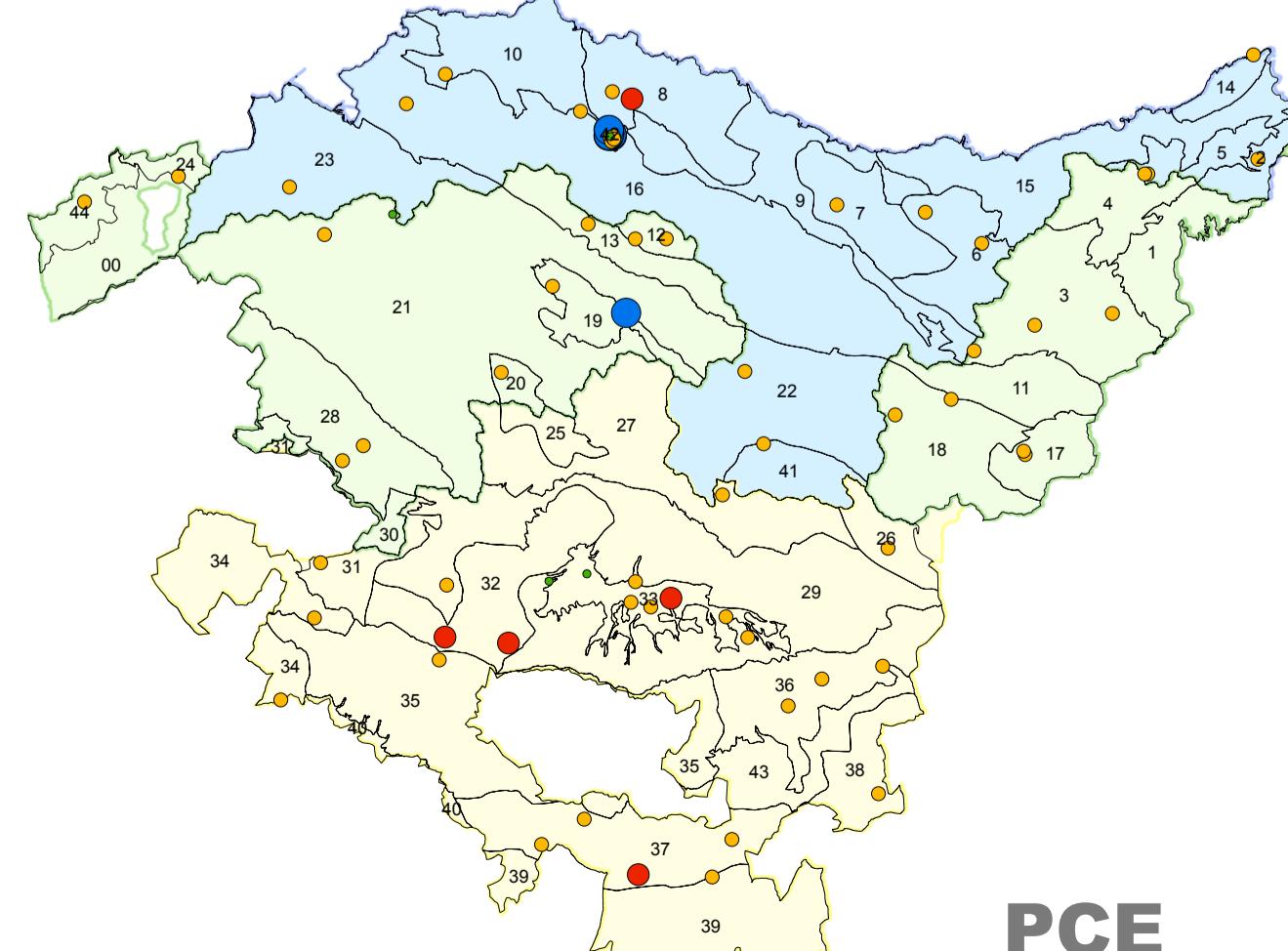
MERCURIO



TCE



PLOMO



PCE

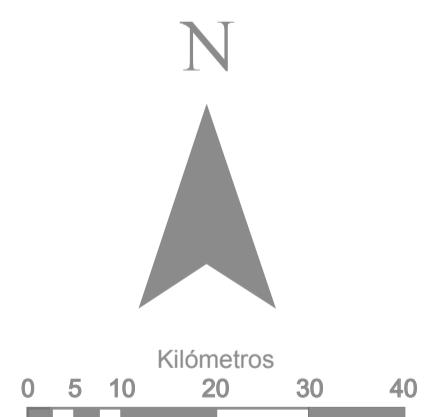
LEYENDA

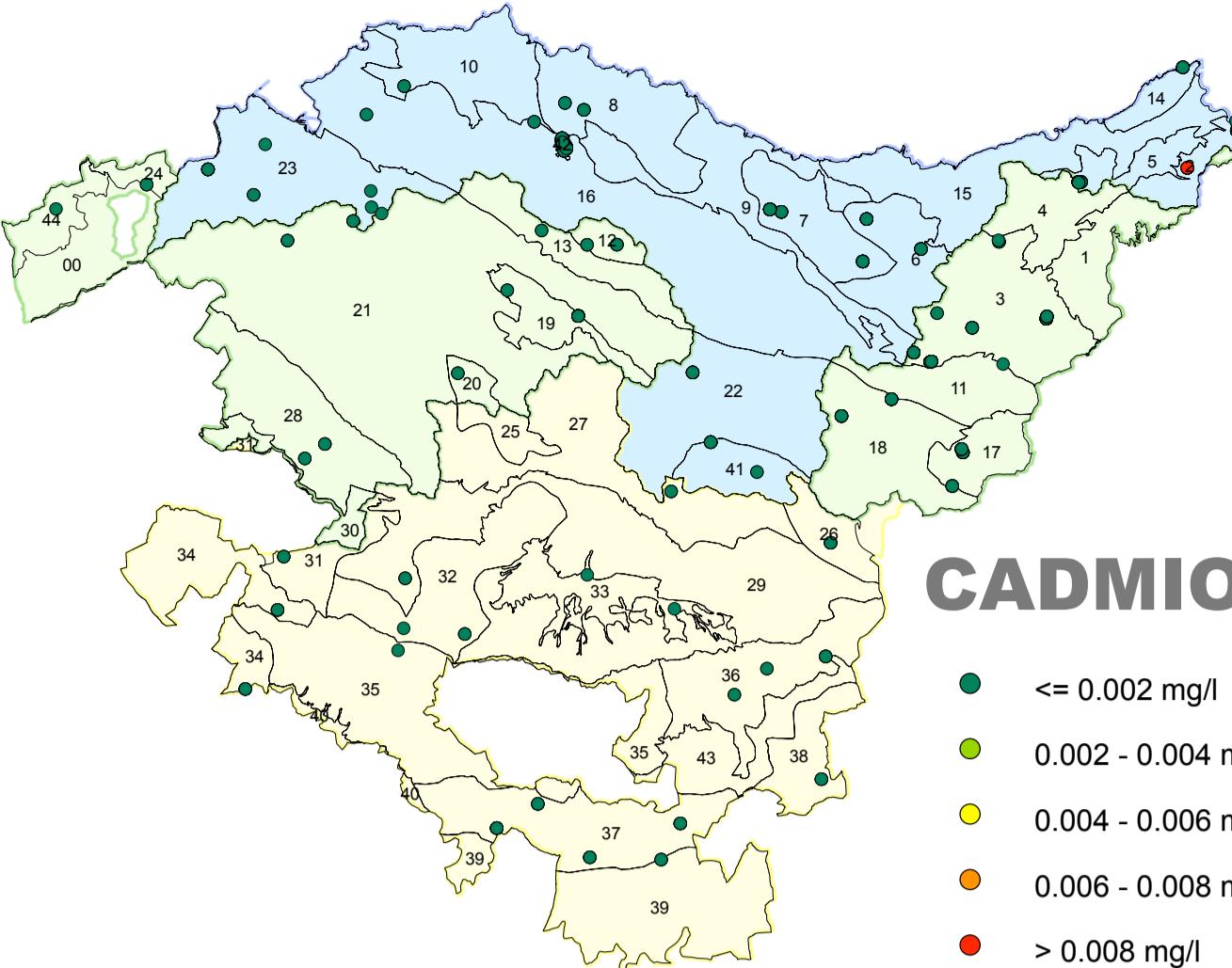
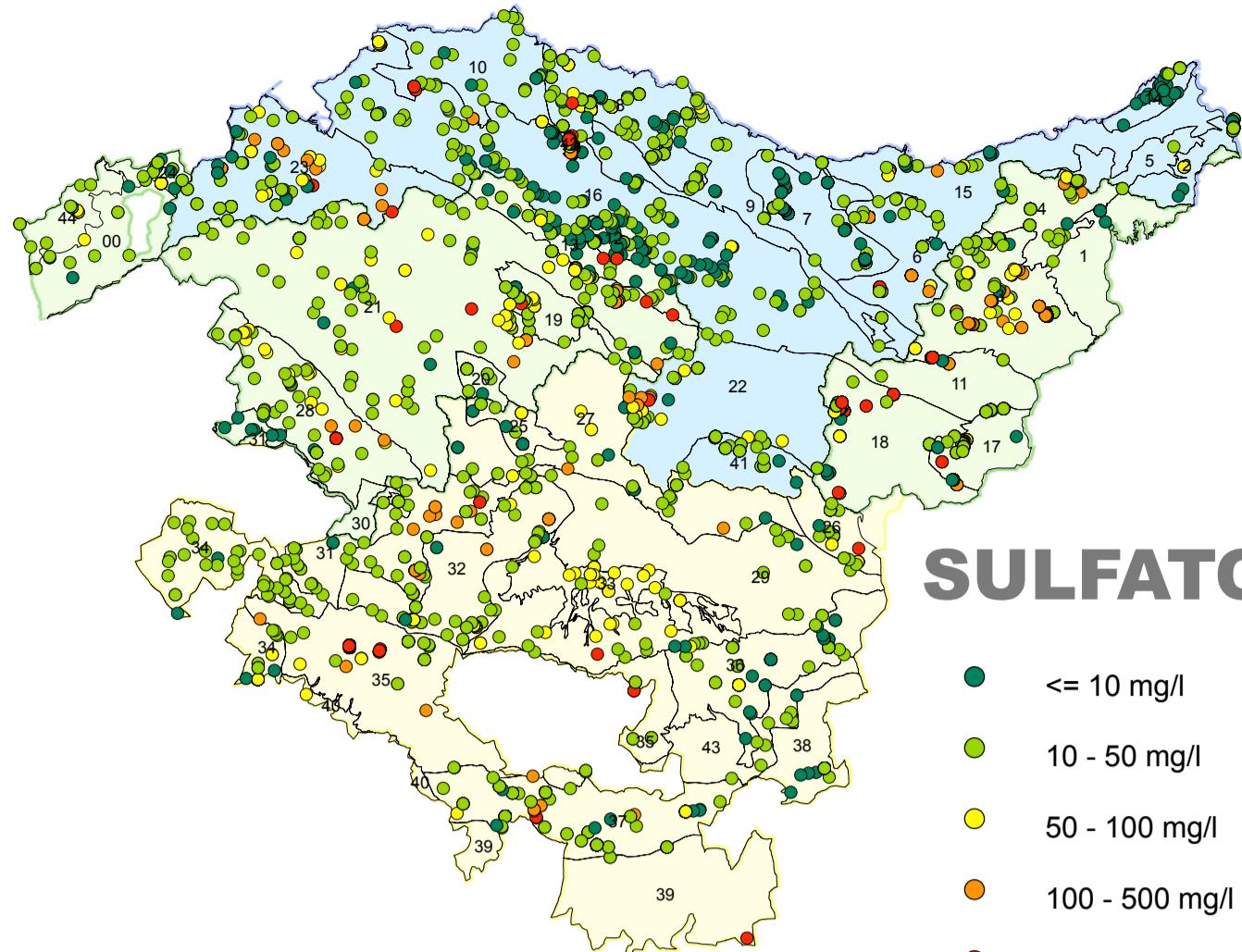
Ámbitos de actuación

- Cuencas Internas
- Cantábrico
- Ebro

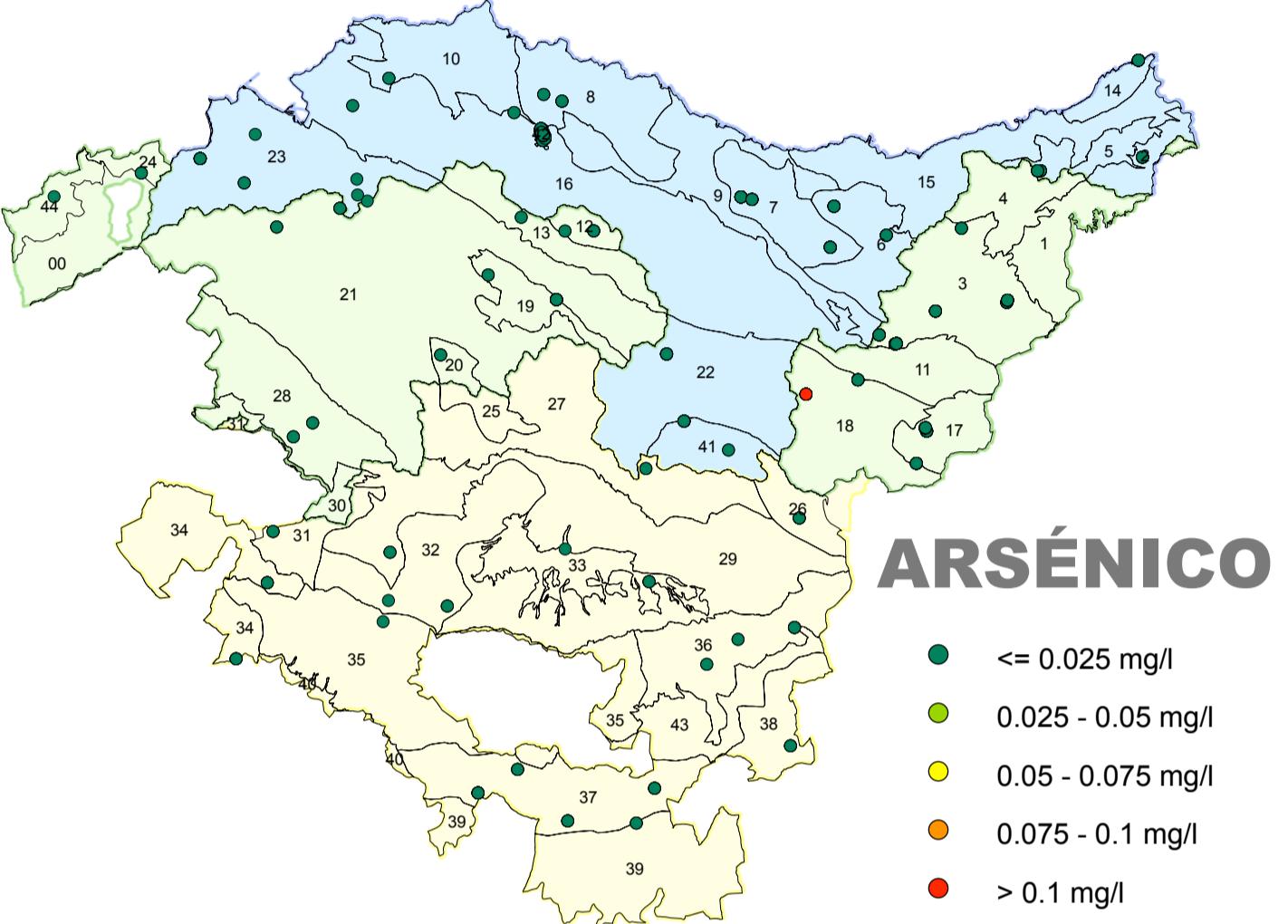
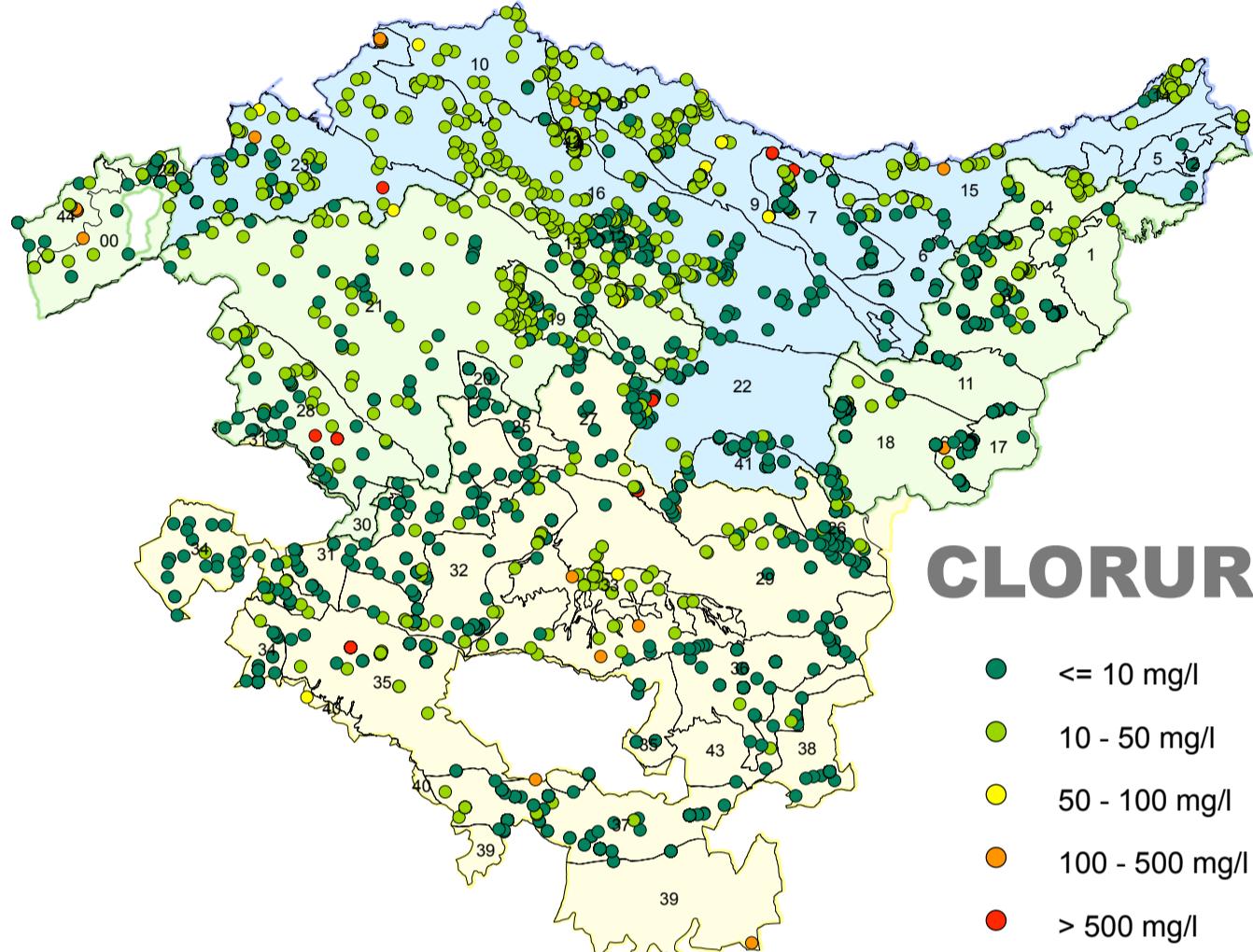
Número de analíticas

- 1
- 2 - 5
- 6 - 15
- > 15





AMBITO DE ACTUACIÓN	MASA DE AGUA	PARÁMETROS					
		SO4-	Cl	Hg	Pb	Puntos Análisis	Puntos Análisis
	1 Cinco Villas	2	2	2	0	0	0
	3 Tolosa	68	1075	67	1091	6	101
	4 Andoain	24	63	23	62	0	1
	11 Arama	5	44	5	44	0	0
	12 Oiz	34	174	35	176	2	8
	13 Etxano	40	86	40	86	1	2
	18 Beasain	30	562	38	579	2	4
	19 Aramotz	24	311	38	330	2	48
	20 Itxina	5	35	5	35	1	3
	21 Balmaseda-Elorrio	102	179	111	189	3	8
	26 Mena-Orduna	48	81	50	83	2	6
	30 Salvada	6	6	6	0	0	0
	0 Zalama	10	13	11	14	0	0
	2 Atako Arriak	18	64	18	64	1	2
	5 Oizartun	6	21	6	22	2	4
	6 Gatzume	22	337	22	337	2	4
	7 Izarralitz	31	770	34	779	3	4
	8 Ereñozar	70	437	70	437	2	8
	9 Arrola-Murumendi	14	32	14	32	0	0
	10 Jata-Solube	24	42	24	42	1	3
	14 Jaizkibel	21	48	21	48	1	2
	15 Zumala-Irun	24	40	24	41	0	0
	16 Getxo-Bergara	135	195	140	200	2	5
	22 Arrasate	29	84	38	96	1	2
	23 Sopuerta	58	128	58	181	5	19
	24 Castro Urdiales-Ajo	12	96	12	115	1	3
	41 Aranzazu	12	66	12	73	1	2
	42 Gernika	23	641	23	641	15	510
	44 Alisa-Ramales	9	21	10	21	1	1
	25 Gorbea	7	24	7	24	0	0
	26 Aizkorri	13	202	25	227	1	5
	27 Altube-Urkilla	26	48	44	69	1	3
	29 Cuartango-Salvatierra	65	130	73	138	1	3
	31 Losa	16	34	16	34	1	3
	32 Subijana	32	268	32	268	2	4
	33 Vitoria	27	44	28	47	2	2
	34 Valderejo-Sobrón	45	214	45	214	2	10
	35 Sincinal de Treviño	32	122	32	122	1	1
	36 Urbasa	27	273	27	273	3	9
	37 Sierra de Cantabria	39	532	39	532	4	27
	38 Lokiz	6	119	6	119	1	4
	39 Laguardia	3	12	3	12	1	3
	40 Miranda de Ebro	1	1	1	1	0	0
	43 Izki	10	10	10	10	0	0
	TOTAL	1275	7977	1365	8205	80	818
		SO4-	Cl	Hg	Pb		
		Puntos Análisis	Puntos Análisis	Puntos Análisis	Puntos Análisis		



AMBITO DE ACTUACIÓN	MASA DE AGUA	PARÁMETROS					
		Cd	As	TCE	PCE	Puntos Análisis	Puntos Análisis
	1 Cinco Villas	0	0	0	0	0	0
	3 Tolosa	9	212	7	142	3	9
	4 Andoain	0	0	0	0	0	0
	11 Arama	1	1	0	0	0	0
	12 Oiz	2	8	2	8	2	8
	13 Etxano	1	2	1	2	1	2
	17 Aralar	5	40	5	41	2	6
	18 Beasain	2	24	2	26	2	6
	19 Aramotz	2	81	2	42	2	51
	20 Itxina	1	3	1	3	1	3
	21 Balmaseda-Elorrio	3	8	3	8	2	4
	26 Mena-Orduna	2	6	2	6	2	6
	30 Salvada	0	0	0	0	0	0
	0 Zalama	0	0	0	0	0	0
	2 Atako Arriak	10	30	1	12	1	3
	5 Oizartun	4	26	2	22	2	6
	6 Gatzume	2	23	2	23	5	2
	7 Izarralitz	3	70	3	49	1	2
	8 Ereñozar	2	8	2	8	2	8
	9 Arrola-Murumendi	0	0	0	0	0	0
	10 Jata-Solube	1	3	1	3	1	3
	14 Jaizkibel	1	10	1	10	1	3
	15 Zumala-Irun	0	0	0	0	0	0
	16 Getxo-Bergara	2	5	2	5	2	5
	22 Arrasate	1	11	1	11	2	1
	23 Sopuerta	5	19	5	19	1	3
	24 Castro Urdiales-Ajo	1	3	1	3	1	3
	41 Aranzazu	2	14	2	14	1	2
	42 Gernika	15	347	15	344	20	687
	44 Alisa-Ramales	1	1	1	1	1	1
	25 Gorbea	0	0	0	0	0	0
	26 Aizkorri	1	5	1	5	1	5
	27 Altube-Urkilla	1	3	1	3	1	3
	29 Cuartango-Salvatierra	1	3	1	3	1	3
	31 Losa	1	3	1	3	1	3
	32 Subijana	2	4	2	4	2	4
	33 Vitoria	2	2	3	6	2	2
	34 Valderejo-Sobrón	2	10	2	10	2	10
	36 Urbasa	3	9	3	9	3	8
	37 Sierra de Cantabria	4	27	4	27	4	19
	38 Lokiz	1	4	1	4	1	5
	39 Laguardia	1	3	1	3	1	3
	40 Miranda de Ebro	0	0	0	0	0	0
	43 Izki	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	98	1029	85	880	74	890
		Cd	As	TCE	PCE		
		Puntos Análisis	Puntos Análisis	Puntos Análisis	Puntos Análisis		

