



Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz  
Victoria-Gasteizko Udala

Departamento de Medio Ambiente  
*Ingurugiro Saila*

## **RED DE VIGILANCIA Y CONTROL DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE VITORIA- GASTEIZ**

### ***EXPLOTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS – CAMPAÑA 2001***

*(Documento Resumen para la Comisión Informativa de Medio Ambiente)*

### **1. INTRODUCCIÓN**

En los últimos años, la contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, en zonas con alta actividad antrópica (ciudad, industrias, zonas de interior, agricultura, vertederos) ha alcanzado niveles muy importantes.

En el caso de las aguas superficiales, una vez controlada la fuente de emisión, la contaminación puede desaparecer en un corto periodo de tiempo. Pero en el caso de las aguas subterráneas, los episodios de contaminación pueden persistir varios años y las estrategias de depuración implican mayores esfuerzos técnicos y económicos.

El Acuífero Cuaternario de Vitoria representa un buen ejemplo de degradación de la calidad de las aguas, junto a una pérdida cuantitativa del recurso hídrico, producida por un cúmulo de acciones antrópicas cuyos efectos se van solapando y sumando hasta configurar el estado actual de acuífero. Esas acciones antrópicas son básicamente:

- La actividad urbana: la propia ciudad de Vitoria se asienta sobre el sector occidental del acuífero, además de un gran número de núcleos rurales dispersos a lo largo y ancho del mismo. Las fugas de los sistemas de saneamiento, la deposición sobre el suelo de contaminantes atmosféricos y de residuos impactan negativamente sobre sus aguas.
- Las modificaciones en el medio físico: los cambios en los usos del suelo, las concentraciones parcelarias, la modificación de los cauces de los ríos, etc.
- Las prácticas agrícolas actuales que tienden al uso masivo de fertilizantes nitrogenados y fosforados, y de pesticidas.
- La utilización de aguas residuales regeneradas para riego agrícola, que ha provocado la extensión de las zonas de regadío.
- Los focos puntuales de contaminación, debidos a instalaciones industriales, fugas de depósitos de combustibles, etc.
- La existencia de un gran vertedero de residuos urbanos e industriales inertes, en Gardelegui, así como otras pequeña zonas de vertidos de residuos.

El marco normativo relacionado con las aguas subterráneas se ha desarrollado de manera muy importante durante los últimos años, con el objetivo de garantizar un uso sostenible, equilibrado y equitativo de los recursos hídricos disponibles.

Así, en lo que respecta al control de las emisiones que pueden afectar a las aguas subterráneas existen dos directivas de aplicación: la *Directiva relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas (76/464/CEE)* y la *Directiva relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos (91/676/CEE)*. Esta última, que impone a los Estados miembros la obligación de identificar las aguas que se hallen afectadas por la contaminación por nitratos de origen agrícola, ha sido transpuesta al estado español mediante el **Real Decreto 261/1996 de 16 de febrero sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias**. Las aguas subterráneas serán declaradas como afectadas por este tipo de contaminación cuando la **concentración de nitratos sea superior a 50 mg/l**.

El *Decreto 390/1998* de 22 de diciembre designa como **Zona Vulnerable en la Comunidad Autónoma del País Vasco la Unidad Hidrogeológica de Vitoria-Gasteiz, Sector Oriental**, a los efectos que dimanaban del *Real Decreto* anterior. En diciembre de 2000 se publicó el Plan de actuación sobre esa zona, estableciéndose medidas en el abonado para disminuir los niveles de nitratos en las aguas.

En julio de 2000 fue aprobada la Directiva que **establece el marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas**. Sus objetivos son prevenir el deterioro del estado de las aguas subterráneas, invirtiendo toda tendencia al aumento de la concentración de cualquier contaminante debida a las repercusiones de la actividad humana, y garantizar un equilibrio entre la extracción y la alimentación de dichas aguas

Esta Directiva señala la obligatoriedad de establecer programas de seguimiento del estado de las aguas subterráneas, mediante la puesta en marcha de redes de control, tanto desde el punto de vista químico como cuantitativo.

Por todo lo anterior, y en sintonía con el compromiso de la implantación y desarrollo de la Agenda Local 21 en la ciudad, y tras el análisis del Área Temática referida a los Recursos Naturales y en concreto al Recurso Agua, se propuso como Plan de Acción específico el control de las aguas subterráneas, y en especial las de la Unidad Hidrogeológica Cuaternaria de Vitoria-Gasteiz. Además, el Plan de Acción Ambiental 2002-2006 apuesta por la continuidad de la red de vigilancia y control de las aguas subterráneas para los próximos años.

El presente informe recoge los trabajos llevados a cabo en 2001, utilizando la Red de Vigilancia y Control de las Aguas Subterráneas del Término Municipal definida en años anteriores.

Se trata de observar la evolución de la calidad del agua como consecuencia de las acciones tanto de carácter global como puntual que se han puesto en marcha desde las distintas Administraciones y actividades ubicadas en la zona.

Los datos obtenidos de la Red han servido y servirán para promover y orientar determinadas actuaciones municipales, tal y como se describen brevemente en la parte final de este informe, con el fin de ir resolviendo algunos de los problemas detectados.

## **2. EL ACUÍFERO CUATERNARIO DE VITORIA**

La zona de estudio incluye toda la extensión del acuífero cuaternario incluida en el Término Municipal de Vitoria-Gasteiz, así como aquellas zonas que aún no perteneciendo al mismo, forman parte de la misma formación hidrogeológica o son acuíferos que recargan a la anterior formación (Karst de Apodaka, acuífero Santoniense). Asimismo se incluye el entorno del vertedero de Gardelegui. Ocupa una superficie de aproximadamente 350 km<sup>2</sup> de los cuales únicamente 90 km<sup>2</sup> están ocupados por el acuífero cuaternario.

De todas las formaciones litológicas que por sus características presentan capacidad acuifera es decir, aquellas que permiten la circulación y almacenamiento del agua subterránea, y con el objetivo de controlar la calidad de las aguas del acuífero cuaternario y estudiar la posible afección del vertedero de Gardelegui al medio subterráneo, se han controlado los siguientes niveles acuíferos:

- Cuaternario.
- Turoniense medio-Santoniense inferior (recarga al acuífero cuaternario).
- Santoniense medio-superior (recarga al acuífero cuaternario).
- Campaniense inferior-medio (sustrato del vertedero de Gardelegui).

### **2.1. ACUÍFERO CUATERNARIO**

El acuífero cuaternario de Vitoria-Gasteiz está formado por depósitos de materiales de origen aluvial y fluvial. Estos depósitos constituyen un acuífero permeable por porosidad intergranular de carácter libre en general y localmente semiconfinado. La formación presenta tres sectores bien diferenciados:

- el sector oriental,
- el sector occidental y
- el sector de Alegría-Dulantzi.

De los tres sectores anteriores en este trabajo sólo se han contemplado los dos primeros. No se ha procedido al control del sector de Alegría-Dulantzi debido a que el trazado del Canal del Alegría, considerado por su diseño como límite impermeable, corta prácticamente en dos al acuífero en las cercanías del estrechamiento de Elburgo, lo que impide que las aguas del sector Alegría-Dulantzi atraviesen dicho estrechamiento en dirección al sector oriental. Por lo tanto, las aguas de este sector oriental se verán escasamente influenciadas por la calidad de las aguas del sector Alegría-Dulantzi y este sector independiente queda fuera del ámbito geográfico en el que se ha planteado el estudio.

A continuación se describen brevemente las características hidrogeológicas de cada uno de los sectores oriental y occidental.

### **Sector oriental**

El sector oriental de la Unidad Hidrogeológica de Vitoria-Gasteiz tiene una superficie aproximada de 50 km<sup>2</sup> y está constituido por gravas heterométricas englobadas en matriz arcillo-arenosa. El sustrato impermeable de esta Unidad son los afloramientos margosos del campaniense. La disposición geométrica de este sustrato en surcos y umbrales y la existencia de barreras impermeables como el curso del río Alegría, individualizan varios sectores dentro de esta Unidad.

Los espesores de los depósitos cuaternarios varían entre 2 y 10 m. en función de la altura topográfica del sustrato. Los mayores espesores se encuentran en los surcos donde se llegan a alcanzar los 10 m. Por contra, en las zonas de borde del acuífero así como en las zonas de descarga y en los umbrales los espesores no superan los 2 m.

Existen dos direcciones de flujo principales. La primera en sentido este-oeste, desde Jungitu e Ilarratza hasta la balsa de Zurbano. La segunda en sentido sur-norte, desde la zona del cementerio de El Salvador y Arkaia hasta la balsa de Zurbano y desde el barrio de Errekaleor hasta la balsa de Betoño. Estas balsas corresponden a una zona de acumulación intermedia de los flujos subterráneos y la zona de Eskalmendi constituye el punto real de la descarga. En el polígono industrial de Gamarra el sentido de flujo entre estos puntos es sureste-noroeste siendo en este caso el punto de descarga el río Zadorra.

Los ríos y arroyos que circulan por este subsector se comportan en general como medios efluentes (el acuífero aporta agua al río y no el río al acuífero). Sin embargo hay dos excepciones a esta regla. Los ríos Sto. Tomás y Errekaleor tienen un comportamiento influente en aguas medias y bajas, es decir, el agua de los ríos se infiltra en el acuífero.

La recarga se realiza a partir de la infiltración eficaz de la precipitación sobre los propios depósitos cuaternarios, el retorno de riego en épocas estivales, los aportes de cuencas laterales, los vertidos de aguas residuales, los aportes del río Sto. Tomás en época de aguas medias y bajas, los aportes del río Errekaleor en época de aguas medias y bajas y las pérdidas de las redes de abastecimiento y saneamiento.

La descarga de acuífero se realiza fundamentalmente a través de la red fluvial, acequias y balsas, los bombeos con fines agrícolas y los bombeos con fines de abastecimiento doméstico o industrial.

### **Sector Occidental**

Este sector del acuífero cuaternario posee una extensión de aproximadamente 27 km<sup>2</sup>. Los límites de este sector son por el este, oeste y sur los afloramientos margosos santonienses y por el norte los cenomanienses.

Al igual que ocurría en el sector oriental, en esta zona las direcciones del flujo subterráneo están condicionadas por la existencia de barreras longitudinales y transversales al flujo formadas por los materiales margosos santonienses. Estas barreras individualizan 3 subsectores: surco de Foronda, subsector de Mendiguren y subsector de Zadorra.

El surco de Foronda se extiende de norte a sur, desde la localidad de Foronda hasta Estarrona. Las mayores potencias se localizan en este surco donde se han

medido máximas de 7m. El subsector de Mendiguren se encuadra en el entorno del río del mismo nombre. Incluye las localidades de Mendiguren, Aranguiz y Yurre. La potencia del acuífero en esta zona es muy reducida, aproximadamente 1,5 m. El subsector del Zadorra incluye las localidades de Lopidana, Gobeo, Asteguieta, Crispijana, Margarita y Trespuentes. Tal y como ocurre con el Subsector de Mendiguren, la potencia es muy reducida, de aproximadamente 1,5 m.

La representación de las superficies piezométricas obtenidas a partir de los datos de niveles recogidos durante los muestreos muestran la existencia de diferentes direcciones del flujo de agua subterránea que responden a la mencionada disposición geométrica. Las direcciones de flujo principales tienen sentido norte-sur.

La recarga del cuaternario occidental se realiza fundamentalmente a partir de la infiltración de la precipitación caída sobre los depósitos cuaternarios, la infiltración de escorrentías superficiales difusas procedentes de cuencas laterales, las recargas laterales de acuíferos: Karst de Apodaka y Unidad Santiense y los retornos de riego en estiaje.

La descarga se realiza fundamentalmente a través de: la descarga difusa hacia la red de drenaje, la descarga difusa a favor de zonas húmedas, en este caso la laguna de Otaza, la descarga a favor de manantiales y los bombeos.

Dado que una parte importante de la recarga se debe a los aportes de los acuíferos del karst de Apodaka y de los materiales margocalizos Santienses se han controlado también puntos de estas Unidades Hidrogeológicas.

#### **Acuífero cuaternario. Sector Sur-Graveras Lasarte**

Este subsector abarca el denominado surco de Zapardiel. Los límites son los afloramientos margosos campanienses por el este, sur y oeste y por el norte la ciudad de Vitoria-Gasteiz.

No hay suficientes datos para establecer la superficie piezométrica en este subsector, pero la geometría del sistema hace suponer que la dirección del flujo subterráneo probable pueda ser aproximadamente sur-norte siguiendo la dirección principal de elongación del surco.

La recarga de este subsector se realiza fundamentalmente a partir de la infiltración eficaz de la precipitación sobre los propios depósitos cuaternarios, el retorno de riego en épocas estivales, los aportes de cuencas laterales, los vertidos de aguas residuales y probablemente los lixiviados que se producen a partir de los rellenos de las graveras.

La descarga de este subsector se realiza fundamentalmente a través de la red fluvial, los bombeos con fines agrícolas y los bombeos con fines de abastecimiento doméstico.

En esta zona los espesores son máximos en el denominado Surco de Zapardiel donde se alcanzan espesores de 9 m. justo en la zona de las antiguas graveras de Lasarte. Estos espesores disminuyen hasta un mínimo de 2 m. en las zonas de margen del vertedero.

## 2.2. CAMPANIENSE INFERIOR-MEDIO. VERTEDERO DE GARDELEGUI

En la zona donde se ubica el vertedero pueden reconocerse los siguientes materiales:

- **Serie Margosa del Campaniense inferior-medio.** Se trata de una serie de tramos margosos con algunas intercalaciones de estratos más duros de margocaliza. Aunque la litología dominante son margas, también se reconocen algunos tramos caracterizados por constituir una alternancia regular de margas y margocalizas en bancos centimétricos. Este término constituye el sustrato de la zona y la mayor parte del vertedero se asienta sobre él. El espesor aproximado es de unos 1.000 m.
- **Depósitos de fondo de valle del Cuaternario.** Se trata, fundamentalmente, de materiales aluviales asociados al arroyo que discurría por el vertedero. El espesor de los materiales en el entorno del vertedero es muy reducido. No se superan los dos metros. Sin embargo aguas abajo, el valle se abre y los materiales aluviales están mucho mejor representados, llegando a encontrarse espesores superiores a 8 m.

Los materiales asociados al vertedero presentan diferente grado de permeabilidad. En función del grado de permeabilidad se distinguen:

- a) Los propios depósitos del vertedero así como los depósitos aluviales existentes aguas abajo y subyacentes a los residuos. Se trata de materiales no cementados, **muy permeables** por porosidad primaria intergranular.
- b) La alternancia irregular de calizas nodulosas y margas (Campaniense Inferior-Medio) que constituye el sustrato del vertedero tanto en su cabecera como en la zona intermedia. Se trata de materiales de **baja permeabilidad** por porosidad secundaria por procesos de disolución y/o fracturación.
- c) La serie margosa (Campaniense Inferior-Medio) que constituye la mayor parte del sustrato rocoso del vertedero y en general se trata de materiales de **muy baja permeabilidad**. El espesor meteorizado de estas margas presenta una mayor permeabilidad que el conjunto de la serie. Además, en profundidad pueden existir vías de flujo preferente asociadas a la existencia de fracturas.

Los datos obtenidos parecen indicar por lo menos en el entorno del vertedero una dirección de flujo sureste-noroeste.

### **3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

Los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

- Establecer la superficie piezométrica actual, así como de las direcciones de flujo subterráneo y su evolución a lo largo del tiempo.
- Conocer la calidad actual de las aguas subterráneas y superficiales de la zona.
- Evaluar la contaminación introducida en el acuífero debida a focos puntuales potencialmente contaminantes.
- Seguir la evolución de la calidad de las aguas subterráneas, en función de los cambios de prácticas agrícolas en la zona, de la modificación de la superficie dedicada al regadío, de modificaciones del medio físico (efectos de las balsas), etc.
- Evaluar la distribución espacial y temporal del contenido en nitratos de las aguas de la zona saturada.
- Orientar hacia medidas de actuación tendentes a frenar a corto y medio plazo el deterioro de la calidad de las aguas subterráneas, y a recuperar, a más largo plazo, su calidad.

Dentro de la unidad hidrogeológica se presta especial atención a la zona de influencia del vertedero de Gardelegui:

- Conocer en la actualidad cuáles son las características de las aguas que puedan verse afectadas por el vertedero, identificando si se producen entradas de lixiviados en las mismas.
- Detectar en el futuro cualquier flujo accidental de lixiviados que afecte a la calidad de las aguas subterráneas.

Por último, se presta atención a otros puntos de interés:

- Conocer los efectos sobre las aguas subterráneas de vertederos activos o clausurados, de las áreas de antiguas graveras rellenadas con residuos inertes, de las áreas industriales periféricas de la ciudad donde se hayan producido depósitos de residuos, de las actividades industriales aisladas, (gasolineras, granjas), del riego con aguas residuales regeneradas, etc.

Para poder alcanzar estos objetivos, inicialmente se diseñó y puso en marcha durante un año una Red Piloto de Vigilancia y Control de las Aguas Subterráneas en el Término Municipal de Vitoria-Gasteiz, constituida por 40 puntos de muestreo. Se obtuvo así una valiosa información sobre el acuífero, que permitió conocer mejor su comportamiento y la calidad de sus aguas. Además, sirvió para tomar algunas acciones con el fin de reducir o eliminar algunos de los focos de contaminación que estaban produciendo un impacto sobre las aguas subterráneas y/o superficiales en la zona.

En 2001, en base al conocimiento anterior, se adaptó la Red, reduciendo el número de puntos de muestreo, y aumentando el número de parámetros determinados.

#### **4. EXPLOTACIÓN DE LA RED DE VIGILANCIA Y CONTROL**

Se han realizado 12 campañas de muestreo de enero a diciembre 2001. Los parámetros analizados y la denominación de cada punto de muestreo se recogen a continuación:

<b>Caracteres físico-químicos</b>	<b>Sustancias no deseables:</b>	<b>Sustancias tóxicas</b>
Temperatura, pH, Conductividad Potencial redox Cloruros/Sulfatos, Bicarbonatos/Carbonatos Calcio/Magnesio Sodio/Potasio	Amonio/Nitritos/Nitratos Fósforo total TOC (carbono orgánico total) DBO <sub>5</sub> /DQO Hierro/Manganeso/Aluminio/ Zinc/Cobre Fenoles/Hidrocarburos/AOX	Arsénico Mercurio Cadmio Plomo Cianuros Pesticidas BTEX, PAH

<b>Código</b>	<b>Denominación</b>	<b>Localización</b>	<b>Naturaleza</b>
<b>Sector Oriental</b>			
P2	Zurbano	Zurbano	Pozo
M3	Ilarratza	Ilarratza	Manantial
P5	Arkaute	Arkaute	Piezómetro
P8	San Salvador	Cementerio de El Salvador	Piezómetro
P11	Vitoria-Gasteiz	Vitoria-Gasteiz	Piezómetro
R40	Sto. Tomás	Elorriaga	Río
R41	Errekaleor	Elorriaga	Río
P42	Laminados Arregui	Vitoria-Gasteiz	Piezómetro
<b>Sector Occidental</b>			
M18	Manantial Foronda	Foronda	Manantial
M20	Aranguiz	Aranguiz	Manantial
M21	Ulibarri	Ulibarri-Ibiña	Manantial
P24	Antezana	Antezana	Pozo
M25	Otaza	Aeropuerto de Foronda	Balsa
P27	Yurre	Yurre	Pozo
P28	Gobeo	Gobeo	Pozo
<b>Graveras</b>			
P14	Graveras Lasarte	Vitoria-Gasteiz	Piezómetro
M15	Manantial Batán	Vitoria-Gasteiz	Manantial
R16	Arroyo Batán	Vitoria-Gasteiz	Río
<b>Vertedero Gardelegui</b>			
P30	Vertedero	Gardelegui	Piezómetro
P31	Vertedero 2	Gardelegui	Piezómetro
P33	Mendigana	Lasarte	Piezómetro
M36	Manantiales Lasarte (Fuente Oguena M46 y Zubitaga M47)	Lasarte	Manantial
R39	Río Zapardiel	Lasarte	Río
P43	Lasarte arriba	Lasarte	Pozo



*Red de Vigilancia de las Aguas Subterráneas  
Sector Vertedero de Gardelegui y Graveras de Lasarte*



*Red de Vigilancia de las Aguas Subterráneas  
Sector Oriental*



*Red de Vigilancia de las Aguas Subterráneas  
Sector occidental*



## **5. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO**

### **5.1. HIDROGEOQUÍMICA DE LAS AGUAS DE LOS DIFERENTES ACUÍFEROS DE LA ZONA DE ESTUDIO.**

#### **5.1.1. Análisis entre unidades**

Las aguas subterráneas del **cuaternario**, así como las aguas superficiales que discurren en esta Unidad presentan una facies **bicarbonatada cálcica**. En general, estas aguas se caracterizan por presentar una contaminación por nitratos importante que ha modificado la calidad natural de las aguas subterráneas, de manera que incluso en algunas zonas este ión está en una concentración tal que las aguas pueden clasificarse como **bicarbonatadas-nitratadas cálcicas**.

Las aguas correspondientes al **Karst de Apodaka** son también bicarbonatadas cálcicas, al igual que las del acuífero **santoniense**.

Las aguas subterráneas del **campaniense inferior-medio** (zona del vertedero) destacan por presentar dos tipos de facies claramente diferenciadas. Por un lado están los manantiales de Lasarte, cuyas aguas son claramente bicarbonatadas cálcicas, mientras que los puntos situados aguas abajo del vertedero presentan varios tipos de facies: Sulfatadas-bicarbonatadas cálcica (P30), Cloruradas-bicarbonatadas sódicas (P31), Bicarbonatadas cálcicas sódicas (P33).

Los ríos que atraviesan esta unidad muestran también estas diferencias ya que mientras que las aguas del río Zapardiel son bicarbonatadas cálcicas, las del río Batán son bicarbonatadas-sulfatadas cálcicas.

El control sistemático, llevado a cabo con carácter mensual en cada uno de los 24 puntos de la red, ha consistido, en primer término, en una medición del nivel piezométrico o del caudal, y en segundo, en la determinación de los parámetros físico-químicos *in situ* (temperatura ambiente y del agua, pH, eH, conductividad, oxígeno disuelto y alcalinidad), con el objeto de detectar indicios de contaminación, y definir posteriormente la campaña analítica para determinar el agente contaminante, si procede. Además, con carácter trimestral, se ha llevado a cabo un análisis de laboratorio de todos los puntos.

#### **Parámetros *in situ***

##### **Temperatura del agua**

Es un parámetro clave. Se determina inmediatamente después de emerger el agua de la formación acuífera. En general, no se han apreciado indicios evidentes de termalismo, ya que la temperatura de emergencia del agua en todos los puntos está más o menos acorde con la del aire.

### **pH y potencial redox**

En términos generales, se aprecia como en los cursos superficiales el valor del pH es más básico, con una reducción de su basicidad en periodos de estiaje, debido probablemente a un menor lavado de sustancias básicas.

En cuanto a las características redox (eH), en términos generales, el sistema acuoso se encuentra en equilibrio. La observación del valor del potencial redox, en combinación con el contenido en oxígeno disuelto, indica condiciones oxidantes en la práctica totalidad de las aguas muestreadas, con gran influencia atmosférica, debido a la circulación preferente superficial de las aguas.

No obstante, se detectan varios puntos con condiciones claramente reductoras que pueden ser debidas a la presencia de sustancias no deseables en cantidades anómalas. En concreto:

- En P31 (vertedero de Gradelegui) se detectan valores de potencial redox altos (a partir de abril), coincidiendo con elevados valores de la conductividad, en combinación con bajos valores de oxígeno disuelto.
- El P14, situado en el entorno de las Graveras Lasarte, presenta condiciones reductoras a partir de junio, debido a un bajo contenido en oxígeno, consumido por oxidación de la materia orgánica.
- En el P11, junto a la pista del aeródromo, sucede lo mismo a partir de julio, debido muy probablemente por la presencia de alguna sustancia que provoca un ambiente reductor, correlacionado con un incremento en la conductividad.

### **Oxígeno disuelto**

Como es normal, los mayores valores de concentración de oxígeno se tomaron en los puntos de agua superficial, aunque durante el segundo y tercer trimestre se detecta un descenso significativo en los mismos, como consecuencia del menor lavado del aporte de las precipitaciones, que provoca un aumento de la concentración de sustancia reductoras vertidas directamente a los cauces.

En los puntos de aguas subterráneas, en líneas generales, los valores de oxígeno disuelto y porcentajes de saturación, indican una circulación de agua subterránea en niveles más profundos en las épocas de menor precipitación.

### **Alcalinidad**

No se detectan carbonatos. En general, los valores de alcalinidad evidencian un aporte de aguas claramente bicarbonatadas.

En P31 (vertedero de Gardelegui) se aprecia un incremento de este parámetro, ligado a un considerable aumento de la conductividad, posiblemente provocado por flujos subterráneos de mayor tiempo de residencia en el acuífero, provenientes del campaniense inferior-medio.

## **Conductividad**

En general, las aguas más mineralizadas son las del campaniense inferior medio. Por un lado las aguas de los manantiales de Castillo y Lasarte, presentan un grado de mineralización relativamente bajo, y por otro las aguas de los pozos situados aguas abajo del vertedero (P30, P31) que presentan conductividades muy elevadas.

En este grupo de alta mineralización se encuentran también los puntos Yurre, Gobeo, Gamarra y Batán. Todos ellos se caracterizan por mostrar indicios de contaminación bien por actividades industriales, bien por vertederos.

Las aguas menos mineralizadas son las del Karst de Apodaka junto con las de los ríos y arroyos. Esto se debe a que tanto las aguas del karst como las de los ríos se caracterizan por ser flujos de agua rápidos, por lo tanto están poco tiempo en contacto con la roca con lo cual no tienen tiempo de disolver las sales.

Entre estos dos límites se encuentran de menor a mayor mineralización las aguas del acuífero santoniense, seguidas de las del acuífero cuaternario occidental y de las del cuaternario oriental.

En términos generales, la conductividad aumenta ligeramente en el segundo trimestre, debido a un menor lavado por efecto de la lluvia, lo cual se traduce en un mayor tiempo de residencia del agua en el acuífero. Pero esta premisa no se cumple en cuatro puntos de la red:

- El P5, en Arkaute, presenta un máximo de conductividad en marzo, y el menor valor en junio, relacionada con la mayor o menor presencia de sulfatos.
- El P11(aeródromo), y en menor cuantía el P2 (Zurbano), presentan también un comportamiento anómalo. Es muy probable que se deba al aumento en la cantidad de sulfatos en el entorno de los puntos, y en menor medida del cloruro, debido a la presencia de algún foco contaminante.
- En P42 (Laminados Arregui) aparecen variaciones significativas de la conductividad a lo largo del año, presentando indicios de contaminación, bien por lixiviados del antiguo vertedero, bien por la actividad industrial actual.
- Los puntos P27 (Yurre) y P28 (Gobeo) presentan conductividades muy superiores al resto de puntos del sector Occidental.

## **Parámetros de laboratorio.**

En general, las aguas de los sectores occidental y oriental presentan una importante contaminación debida a especies nitrogenadas, producto de la actividad agrícola, aunque sobre la base de los análisis realizados en el segundo trimestre, se aprecia que la concentración de especies nitrogenadas desciende levemente, disminuyendo aún más en el tercero, muy probablemente por una ligera reducción de las dosis de abonado, para aumentar ligeramente en el cuarto trimestre en los puntos directamente asociados a los terrenos de cultivo. No obstante, existen puntos con proporciones desmesuradas, como Yurre.

Rango de resultados obtenidos en la campaña 2001.

	Tª agua (°C)		pH		Potencial redox (mV)		Oxígeno disuelto O <sub>2</sub> (mg/l)		Alcalinidad (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l))		Conductividad (µS/cm)	
	V. mín.	V. máx.	V. mín.	V. máx.	V. mín.	V. máx.	V. mín.	V. máx.	V. mín.	V. máx.	V. mín.	V. máx.
P2	11,1	19,1	6,8	7,9	59	199	2,2	8,0	316	534	640	1110
M3	9,6	18,1	7,1	7,4	7	311	7,6	13,2	241	305	714	845
P5	8,2	16,7	6,9	7,5	-26	232	3,4	6,3	509	710	1100	1317
P8	8,2	17,1	7,0	7,5	-1	243	5,5	9,1	269	464	590	910
P11	10,8	17,4	7,2	7,8	-21	204	3,3	9,6	279	633	533	1507
R40	4,8	19,8	7,4	8,3	5	226	6,5	15,4	202	406	483	760
R41	4,8	21,1	7,1	8,3	-11	219	3,2	13,3	247	366	407	1265
P42	11,0	22,8	6,7	7,2	-9	234	2,8	5,3	1431	749	1340	3580
M18	8,8	17,7	7,1	7,7	62	202	6,9	10,7	168	250	331	496
M20	4,9	24,1	7,1	7,9	34	210	5,1	10,8	228	292	652	899
M21	10,5	15,4	7,1	7,5	48	237	7,5	14,2	196	327	481	652
P24	11,8	18,2	7,0	7,2	52	210	4,3	8,5	244	334	667	820
M25	4,5	23,2	7,4	8,1	52	222	5,4	12,3	256	383	603	918
P27	10,1	17,8	7,6	7,9	69	225	6,1	10,4	298	345	374	1550
P28	9,6	18,5	6,8	7,6	70	226	2,6	9,1	410	592	958	1408
P14	9,6	18,7	7,2	7,9	-148	230	1,9	9,8	317	526	437	910
M15	10,1	16,5	7,1	7,3	40	241	8,0	9,8	270	342	732	846
R16	6,2	15,8	7,5	8,2	92	219	9,7	10,8	260	468	432	1288
P30	11,4	18,2	6,8	7,0	-18	108	3,0	5,6	361	484	1530	2160
P31	9,3	17,2	7,3	8,1	-303	129	2,1	8,8	330	832	670	6090
P33	7,0	16,4	7,3	7,6	46	202	5,1	8,7	308	470	606	918
M36	7,4	23,6	7,2	8,1	49	202	7,2	12,3	285	394	622	788
R39			8,0	8,4	-14	221	8,5	11,2	281	362	601	899
P43	10,3	15,5	7,3	7,7	17	225	3,6	8,7	305	416	494	810

## 5.1.2. Análisis espacial dentro de cada Unidad

### 5.1.2.1. Cuaternario oriental

Los puntos con menor mineralización son los ríos Sto Tomás y Errekaleor y aquellos que se sitúan sobre las líneas de flujo de dirección sur-norte, (El Salvador y el aeródromo). Este hecho se debe a la mezcla de aguas pluviales en los puntos de control de agua superficial y al corto recorrido de las aguas subterráneas en los puntos anteriores desde las zonas de recarga. Los puntos sobre las líneas de flujo de dirección este-oeste tienen una mineralización mayor. Entre ellos, el punto de Ilarraza, situado en la zona más alejada de las zonas de descarga, presenta una mineralización menor que Zurbano y Arkaute, que se encuentra más próximo a las zonas de descarga. Este último punto es el que mayor mineralización presenta muy probablemente debida a la presencia de un foco de contaminación cercano. En general, la existencia de menor mineralización en los puntos que controlan las líneas de dirección sur-norte respecto a las que controlan la dirección este-oeste se debe a que las primeras drenan aguas de tiempo de residencia más corto que las segundas.

La característica más destacable de las aguas del **cuaternario oriental** es la presencia de niveles muy elevados de **nitratos** procedentes del abonado de los campos de cultivos y también del vertido de aguas residuales de los núcleos rurales. El punto que presenta un mayor contenido en nitratos es Ilarraza (M3), con contenidos medios de aproximadamente 60 mg/l. El que presenta menores concentraciones es el de Arkaute (P5). En un rango intermedio se encuentran Zurbano (P2), El Salvador (P8) y el aeródromo (P11). No se han medido concentraciones superiores al límite de detección en el caso del amonio.

No se aprecia contaminación debida a materia orgánica en ninguno de los puntos.

Tampoco hay indicios de contaminación por pesticidas organoclorados.

El punto Arkaute presenta una composición química diferenciada del resto. Su concentración en nitratos es significativamente menor que la que se observa en el resto de puntos, mientras que su contenido en sodio, cloruros y sulfatos es mucho mayor. El exceso de salinidad en este punto puede proceder de dos focos de contaminación que se sitúan en el entorno del piezómetro (una actividad de ganadería y fabricación de quesos y la Academia de Policía de Arkaute).

En el sector industrial de Gamarra se ha controlado un punto de agua (P42 Laminados Arregui). La afección de los focos de contaminación industrial se manifiesta en este punto por un aumento en el contenido de sulfatos, cloruros, y sodio en cuanto a compuestos mayoritarios, debidos principalmente a los lixiviados del antiguo vertedero sobre el que se ubica el punto, aunque no se descartan nuevas contaminaciones producidas por la actividad industrial en el entorno e incluso aguas residuales. En cuanto a compuestos minoritarios destaca la presencia de concentraciones de hierro, manganeso.



### **5.1.2.2 Cuaternario occidental, karst de Apodaka y acuífero santoniense**

El punto que presenta la menor mineralización es el Manantial de Foronda (M18), perteneciente al **karst de Apodaka**. El punto M21 (Ullibarri) también presenta un bajo grado de mineralización, siendo un punto representativo del estado natural del agua de este sector.

En el **acuífero cuaternario occidental** los puntos que se sitúan cerca de las zonas de recarga (Aranguiz, ..) se caracterizan porque sus valores de conductividad son menores que los de los puntos que se sitúan aguas abajo en las líneas de flujo. Los puntos que presentan los mayores valores de conductividad son los de Gobeo (P28) y Yurre (P27), ambos del acuífero cuaternario. Estos puntos tienen en común que están bajo la influencia de focos de contaminación.

El **acuífero santoniense** se caracteriza por presentar una leve contaminación por nitratos que en general no superan los 50 mg/l. Algunos de sus puntos se emplean en la actualidad como fuentes de abastecimiento de núcleos rurales (por ej., manantial de Ullibarri-Viña). No se han apreciado indicios de pesticidas organoclorados en el acuífero santoniense.

La característica más destacable de las aguas correspondientes al acuífero **cuaternario occidental** es la presencia de niveles elevados de nitratos procedentes del abonado de los campos de cultivos y del vertido de aguas residuales de los núcleos rurales. A esos valores elevados contribuyen especialmente las concentraciones medidas en los puntos Yurre y Gobeo con valores entre 280 y 325 mg/l y 40 y 220 mg/l respectivamente. El resto de puntos presenta niveles mucho menores, aunque en Antezana (P24) y en Aranguiz (M20) se superan los 50 mg/l como valor medio.

Se siguen apreciando indicios de contaminación orgánica, con valores medios de TOC en el cuaternario occidental algo superiores a los valores habituales que se encuentran en aguas superficiales no contaminadas y superiores también al valor medio calculado para el acuífero oriental.

No hay indicios de contaminación por pesticidas organoclorados.

Yurre presenta una composición química diferenciada del resto. Presenta una cantidad de nitratos muy elevada, además de altas concentraciones en cloruros, sulfatos, potasio, fosfatos, Esporádicamente aparecen hidrocarburos. Estos datos evidencian la existencia de varios focos de contaminación cercanos, probablemente influenciados por las aguas residuales de la localidad, sumando el aporte de nitratos de la oxidación del amonio en las aguas residuales al existente en esta zona del acuífero por la actividad agrícola. También es probable que exista algún vertido incontrolado o un vertedero sepultado en las proximidades.

Gobeo también es claramente diferente del resto de puntos de este sector. Sus aguas se caracterizan por presentar contenidos muy elevados de potasio, sodio, sulfatos y nitratos, además de carbono orgánico, fosfatos, e hidrocarburos esporádicamente.

Estos datos evidencian la contaminación producida por aguas residuales del núcleo, bien por vertido directo en el acuífero, bien por fugas en la red de saneamiento, además del efecto de las prácticas agrícolas del entorno.

### 5.1.2.3. Vertedero de Gardelegui y Graveras de Lasarte

#### Vertedero de Gardelegui

El vertedero de Gardelegui se asienta sobre las margas de campaniense inferior-medio, donde alternan las margas, prácticamente impermeables, con niveles margos calizos de mayor competencia de cierta permeabilidad debida a la fracturación asociada. Sobre estos materiales y en disposición lineal, también están presentes bajo el vertedero depósitos de fondo de valle, de escaso espesor y asociados al arroyo que discurría anteriormente por el vertedero.

El control de la posible contaminación generada por la incorporación de los lixiviados al acuífero se ha llevado a cabo en los siguientes puntos:

Cód.	Tipo	Litología drenada	Situación
P30	Piezómetro	Margas campanienses y escombrera superior	En el vertedero
P31	Piezómetro	Margas campanienses	Margen derecha del vertedero
P33	Piezómetro	Margas campanienses	Aguas abajo del vertedero
P43	Pozo	Margas campanienses	Margen izquierda del vertedero
M36	Manantiales	Margas y margocalizas campanienses	Margen izquierda del vertedero
R39	Río Zapardiel		

En las muestras tomadas en el entorno de Gardelegui, las aguas presentan dos tipos de facies bien diferenciadas. Por una parte, la descarga natural de las formaciones carbonatadas permeables del campaniense inferior-medio, cuyas aguas son bicarbonatadas cálcicas (M36 y P43). Por otra parte, las aguas directamente relacionadas con el vertedero presentan facies atípicas, desde bicarbonatadas-cloruradas sódicas (P30) hasta cloruradas-sulfatadas-bicarbonatadas cálcicas (P31).

El punto P30 presenta concentraciones muy elevadas de cloruros, sulfatos y sodio. Tales concentraciones anormales no se detectan en ningún punto del entorno, y no es probable que hidrogeoquímicamente provengan de formaciones yesíferas o evaporíticas, por lo que su procedencia se prevé que sea directa a partir de los lixiviados del vertedero. No se han detectado concentraciones de compuestos organoclorados por encima de los límites de detección ni de metales, a excepción del hierro.

Los indicios de contaminación registrados en el punto P31, a unos 500 metros del P30, se hacen más evidentes en épocas en las que las precipitaciones son escasas, por un menor lavado de las aguas pluviales. Se detectaron concentraciones elevadas de sulfatos, cloruros y sodio, así como concentraciones significativas de aluminio y hierro esporádicamente. No se han detectado compuestos organoclorados ni otros metales pesados.

En el punto P33, situado aguas debajo de los anteriores, a 1.250 metros del P30, próximo al río Zapardiel, no se detectan indicios de contaminación, pero las concentraciones de sulfatos, cloruros y sodio son apreciables. No se han detectado compuestos organoclorados ni metales pesados. Este punto hidroquímicamente se interpreta como una respuesta aguas abajo del producto del lavado o *autodepuración de los lixiviados en el acuífero cuaternario*. Por tanto, los efectos del vertedero dejan de notarse a una distancia ligeramente superior a 1 km del mismo.

En los puntos M36 y P43 no se han detectado indicios de contaminación en componentes mayoritarios ni minoritarios por efecto de los lixiviados asociados al vertedero. El contenido en nitratos es superior al resto de los puntos por efecto del abonado con estiércol de la explotación ganadera presente en el terreno. También presenta incrementos en la concentración de fósforo total, relacionados con las prácticas de cultivo. No se han detectado compuestos organoclorados ni metales pesados.

El punto R39, situado en el cauce del Zapardiel aguas abajo del vertedero, no presenta indicios de contaminación, aunque esporádicamente han aparecido cantidades de cloruros, sulfatos y sodio más elevadas, probablemente debidas a restos de percolación de antiguos lixiviados a través de sus depósitos de fondo de valle. No se han detectado compuestos organoclorados ni metales pesados.

### **Graveras Lasarte**

La contaminación asociada a los vertidos realizados en las Graveras de Lasarte se ha controlado mediante la vigilancia de tres puntos.

En el piezómetro situado en las graveras (P14) no se detectan indicios de contaminación en los componentes mayoritarios. Tampoco se ha detectado la presencia de sustancias organocloradas, ni metales pesados, excepto un aumento en la concentración de hierro, probablemente producido por el vertido incontrolado de residuos en el entorno de las graveras.

En el manantial a pie de cauce del río Batán (M15) no se detectan indicios de contaminación en los componentes mayoritarios, aunque si se aprecian mayores contenidos en sulfatos. Tampoco se detectan compuestos organoclorados ni metales pesados.

La conductividad en P14 es menor que en el cauce del río Batán (R16), debido probablemente al vertido de aguas residuales a este río, aguas arriba del punto. Precisamente, en la campaña de muestreo de junio se evidenciaron signos de contaminación por vertido de aguas residuales al cauce.

Los datos analíticos indican que aparentemente no hay afección por los potenciales lixiviados de las graveras.

### **5.1.3. Evolución temporal histórica**

Se dispone de datos analíticos de los puntos Jungitu, Zurbano, Ilarraza y Matauco desde el año 90. La concentración en nitratos pese a ser elevada ya en los años 90, aumento de forma considerable a partir del año 92. Las mayores concentraciones se observan en los años 90 y 93. En los muestreos realizados durante los años 98 y 99 y posteriores parece intuirse una tendencia a la disminución en la concentración en nitratos. Además, y en el caso del sector oriental, la recuperación de la zona húmeda, balsa de Zurbano, ejerce un efecto de mejora de la calidad del agua a la salida de la balsa, cumpliendo ésta una importante función de depuración natural en un acuífero con contenidos elevados en nitratos.

## **6. ACCIONES PUESTAS EN MARCHA**

Como consecuencia de los resultados obtenidos en la explotación de la Red de Vigilancia de las Aguas Subterráneas del Término Municipal desde Octubre de 1998 hasta Septiembre de 1999, y del estudio de los mismos, a lo largo del año 2000 y 2001, desde el Departamento de Medio Ambiente se han puesto en marcha acciones dirigidas a minimizar el impacto que sobre la calidad de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, puedan tener algunos de los focos de contaminación más significativos.

A continuación se enumeran algunas de estas acciones:

- En la zona de Arkaute, se han mejorado las condiciones de los vertidos y la gestión de los residuos de la actividad dedicada a la fabricación de quesos, con lo que la calidad de las aguas superficiales ha mejorado, esperando que esta mejoría alcance también en el futuro a las aguas subterráneas.
- El área de Yurre y Gobeo está siendo estudiada en mayor profundidad para identificar potenciales focos contaminantes de origen fundamentalmente industrial, así como el estado de las respectivas redes de saneamiento.
- En el vertedero de Gardelegui se está llevando a cabo un importante proyecto para la mejora de su red de drenaje, que ha permitido reducir la entrada de escorrentía en la masa de residuos, y por tanto, disminuir la producción total de lixiviados. Además, durante el año 2002 se está ejecutando el sellado definitivo de la cola sur del vertedero, lo que evitará que esa zona siga aportando agua de lluvia directa y escorrentía superficial a la red de drenaje.

Vitoria-Gasteiz, a 29 de julio de 2002

Unidad de Planificación Ambiental  
Departamento de Medio Ambiente