



**Informe diagnóstico y propuesta de delimitación de zona vulnerable a la contaminación de las aguas por nitratos en la masa de agua subterránea del aluvial de Miranda de Ebro.**

**INFORME REALIZADO POR  
TELUR Geotermia y Agua, S.A.**

**TIPO DE DOCUMENTO:** Informe diagnóstico.

**TÍTULO DEL DOCUMENTO:** Informe diagnóstico y propuesta de delimitación de zona vulnerable a la contaminación de las aguas por nitratos en la masa de agua subterránea del aluvial de Miranda de Ebro.

**ELABORADO POR:** TELUR Geotermia y Agua, S.A.

**AUTORES:** TELUR Geotermia y Agua, S.A.

**FECHA:** Noviembre 2017.

# Índice

## Informe diagnóstico y propuesta de delimitación de zona vulnerable a la contaminación de las aguas por nitratos en la masa de agua subterránea del aluvial de Miranda de Ebro.

<b>1. Introducción y objetivos .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Características hidrogeológicas .....</b>	<b>7</b>
2.1. Geología.....	7
2.2. Hidrogeología.....	7
<b>3. Balance de nitrógeno .....</b>	<b>11</b>
3.1. Aportes de nitrógeno derivados de actividades agrícolas.....	11
3.2. Aportes de nitrógeno derivados de vertidos.....	14
3.2.1. Vertidos urbanos .....	14
3.2.2. Vertidos industriales .....	15
3.3. Puntos de descarga .....	16
<b>4. Definición de la zona vulnerable .....</b>	<b>18</b>
4.1. Criterios disponibles.....	18
4.2. Uso de criterios estadísticos para la definición de la zona vulnerable .....	19
4.2.1. Red de control de nitratos .....	20
4.2.2. Resultados – Análisis de tendencias .....	23
4.3. Propuesta de delimitación de zona vulnerable .....	27
<b>5. Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>30</b>
<b>6. Anexos. Planos.....</b>	<b>33</b>





## 1.

# Introducción y objetivos

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

Para paliar este problema, la Directiva de Nitratos<sup>1</sup>, impone a los Estados miembros la obligación de identificar las aguas que se hallen afectadas o en riesgo de contaminación por nitratos de origen agrario. Por otra parte, establece criterios para designar como zonas vulnerables, aquellas superficies territoriales cuyo drenaje da lugar a la contaminación por nitratos. Una vez determinadas tales zonas, se deberán realizar y poner en funcionamiento programas de acción con la finalidad de eliminar o minimizar los efectos de los nitratos en las aguas. Por último, la Directiva establece la obligación de emitir periódicamente informes de situación sobre el estado de la contaminación. Esta Directiva ha sido traspuesta al ordenamiento jurídico español mediante el Real Decreto 261/1996<sup>2</sup>.

El anexo I de la Directiva 91/676/CEE establece que las aguas afectadas se identificarán utilizando al menos uno de los siguientes criterios:

- Aguas superficiales que presenten o puedan llegar a presentar si no se actúa de conformidad con lo establecido en el artículo 5, una concentración de nitratos superior a los 50 mg/l.
- Aguas subterráneas cuya concentración de nitratos sea superior a los 50 mg/l o pueda llegar a superar ese límite si no se actúa de conformidad con el artículo 5.

Adicionalmente, en la “Guía 2008 para la elaboración de informes por los Estados miembros de la Directiva 91/676/CEE: evaluación de resultados”, elaborada por la Comisión Europea, se señala la necesidad de identificar las aguas en riesgo de estar afectadas por contaminación con nitratos de origen agrario. Se considera que un agua está en riesgo cuando tiene una concentración de nitratos comprendida entre 40 y 50 mg/l.

A partir de la identificación de las aguas afectadas cada Estado miembro designa como zonas vulnerables todas las superficies conocidas de su territorio cuya escorrentía fluya hacia estas aguas y que contribuyan a la contaminación, y establece programas de acción respecto de las zonas

1 Directiva 91/676/CEE del Consejo, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura.

2 Real Decreto 261/1996, de 16 febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.

vulnerables designadas. De acuerdo con el Real Decreto 261/1996, la designación de las zonas vulnerables y el establecimiento de los programas de acción es competencia de las Comunidades Autónomas.

En el año 2016 el Área de Calidad de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Ebro elabora el "Informe sobre la determinación de las aguas afectadas o en riesgo de contaminación por nitratos de origen agrario en la demarcación del Ebro (periodo 2012-2015)<sup>3</sup>". En este informe para la delimitación de las aguas afectadas se han utilizado los datos analíticos de las redes de control de aguas superficiales y subterráneas de la Confederación Hidrográfica del Ebro, y entre otros los de la red de control de aguas subterráneas de la Comunidad Autónoma del País Vasco. El informe concluye con la determinación de aguas afectadas o en riesgo de contaminación por nitratos de origen agrario en 47 masas de agua (36 masas de agua subterráneas y 11 masas de agua superficial). Entre ellas se identifica como afectadas o en riesgo a los Aluviales del Ebro y del Oroncillo en Miranda de Ebro dentro de la masa de agua subterránea Aluvial de Miranda de Ebro.

La Agencia Vasca del Agua viene realizando desde el año 2008 un control específico de nitratos en una serie de puntos de control del área de Lantarón, haciendo un seguimiento del contenido en nitrato en distintos puntos y confirmando la valoración como zona afectada.

Los datos recabados por la Confederación Hidrográfica del Ebro y por la Agencia Vasca del Agua sugieren la conveniencia de estudiar una eventual declaración de zona vulnerable en este sector. El estudio a desarrollar debe tener en cuenta, entre otros factores, que en esta área coexisten, además de las presiones agrarias, otras industriales y urbanas que han podido contribuir al incremento local de las concentraciones de nitratos en el acuífero. De esta forma, la toma de decisión sobre la delimitación y declaración de zona debe considerar los eventuales impactos producidos por fuentes no relacionadas con actividad agraria, y que precisan otro tipo de soluciones.

Además, dado el carácter interautonómico de esta masa de agua, resulta claro que este estudio, así como las decisiones resultantes, deben ser coordinados entre las diferentes administraciones responsables a un lado y al otro del río Ebro.

El presente informe intenta realizar un diagnóstico de la situación actual que, tras analizar las presiones de origen agrario, urbano e industrial y el balance de cargas nitrogenadas, permita argumentar y delimitar una eventual declaración de zona vulnerable.

---

<sup>3</sup> <http://www.chebro.es/contenido.visualizar.do?idContenido=35109>

# 2.

## Características hidrogeológicas

### 2.1. GEOLOGÍA

El área de Lantarón forma parte del Sinclinal de Miranda. Se trata de un sinclinal de dirección NW-SE, ocupado prácticamente en su totalidad por materiales terciarios, sobre los que se asientan los depósitos aluviales cuaternarios del río Ebro, que forman la Masa de Agua Subterránea de Miranda de Ebro.

Los materiales aluviales se componen de limos, arenas y de cantos rodados en matriz arenosa. Los sondeos perforados en el área muestran un aluvial de poca potencia. Al sur de la Central de Zubillaga alcanza una profundidad de 6-7 m y en Fontecha, en la zona del Espinal, llega hasta los 5 m.

El aluvial presenta, en general, una topografía llana, aunque con roturas de pendiente y pequeñas colinas, debido a la presencia de tres niveles de terrazas (Figura 1).

### 2.2. HIDROGEOLOGÍA

En Lantarón, el cuaternario del Ebro compone un acuífero permeable por porosidad intergranular. Es un acuífero libre, pero no se descarta que localmente, debido a la presencia de niveles de finos en superficie, se puedan producir fenómenos de semiconfinamiento.

Considerando el limitado espesor del acuífero (del orden de 5-7 m), los valores de transmisividad son moderados-altos, variando entre 150 y 625 m<sup>2</sup>/día<sup>4</sup>.

La recarga se produce principalmente por infiltración de la precipitación caída sobre los propios materiales cuaternarios. Además, los arroyos que atraviesan los materiales cuaternarios de noreste a sudoeste muestran un comportamiento influente la mayor parte del año.

<sup>4</sup> Construcción y evaluación de los sondeos FERALAVA. EVE, 2003.

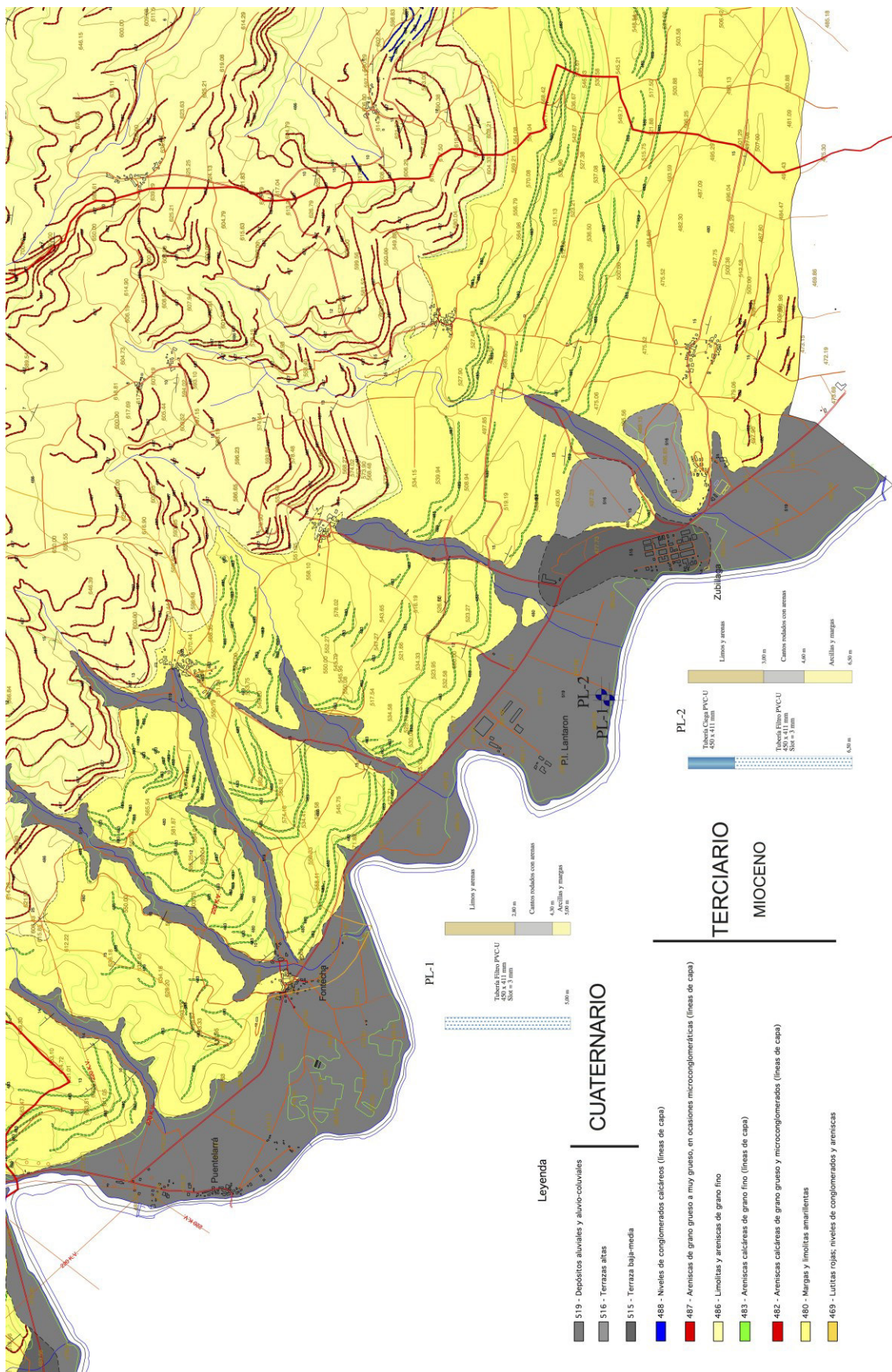


Figura 1 Mapa geológico del área de Lantarón.



La descarga se produce de varias formas. Fundamentalmente de forma difusa hacia el río Ebro, de acuerdo con las direcciones de flujo. En determinadas zonas, este drenaje está dificultado, o incluso impedido localmente, por la sobreelevación de la lámina de agua del Ebro como consecuencia de la existencia de presas o azudes, tal es el caso de la presa de Cabriana. En menor medida, la descarga se produce también de forma localizada a través de pequeños manantiales, como Cabriana, Puentelarrá, Terraza, Tubo y Paules. (L-1, L-11, L-12, L-13 y L-4). Por último, a través del comportamiento efluente en aguas medias y altas de los arroyos que atraviesan el acuífero.

Actualmente, las extracciones de agua para riego no parecen ser importantes, aunque aún existe algún pozo utilizado con fines agrarios, al sudeste del Polígono Industrial de Lantarón.

El nivel piezométrico es muy superficial (0,5-3,0 m), hecho habitual en este tipo de acuíferos. La variación interanual máxima se sitúa en torno a los 3 m, si bien en algunas circunstancias la piezometría en el aluvial se encuentra fuertemente influenciada por la variación del nivel del agua en el Ebro, derivada del funcionamiento de alguna presa hidroeléctrica.

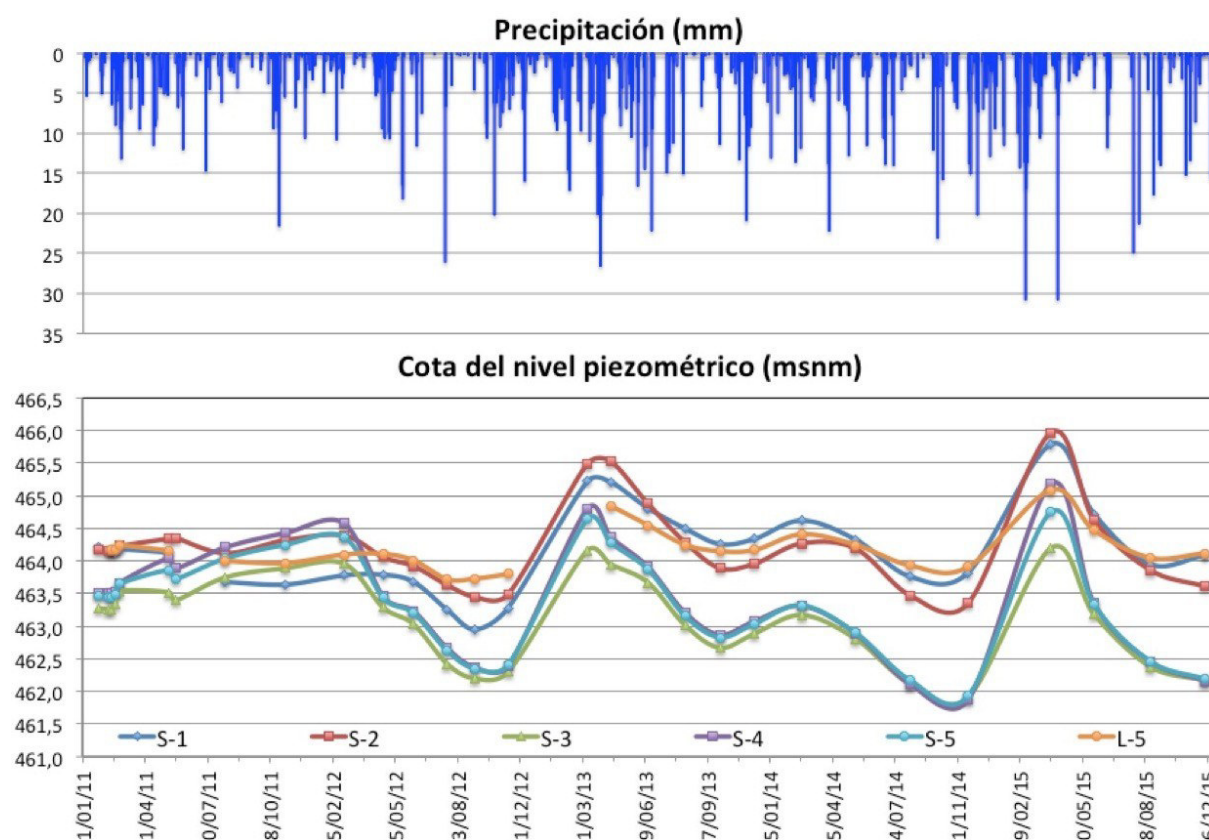


Figura 2 Evolución piezométrica en el aluvial de Lantarón y precipitaciones de Zambrana (2011-2015).

El conocimiento hidrogeológico más detallado del aluvial se tiene en la zona sur, entre el polígono industrial de Zubillaga y la presa de Cabriana. El episodio de contaminación accidental, acaecido en el año 2011 desde el polígono industrial, ha condicionado unos trabajos de remediación en los últimos años que han contribuido notablemente a ahondar en el conocimiento del funcionamiento hidráulico del aluvial y de las relaciones aluvial-río.

En la zona de terraza del polígono de Zubillaga las aguas drenan por el contacto entre el cuaternario y el terciario, observándose un fuerte cambio de gradiente hidráulico en el perímetro de la terraza. No muestra relación con el río, del cual se encuentra descolgado hidráulicamente.

En la zona de la llanura aluvial (Figura 3), el flujo mantiene una componente principal sureste, paralela al cauce del río Ebro, con gradientes hidráulicos muy bajos. El río Ebro presenta un carácter influente sobre el acuífero, ya que la lámina de agua del río se sitúa por encima del nivel piezométrico del acuífero en algunos momentos, lo que limita la descarga del aluvial hacia el Ebro. Los arroyos Moros y Fuente Honda muestran también un marcado carácter influente sobre el acuífero.

El área de recarga del aluvial de Lantarón, medida sobre sus afloramientos, se sitúa en torno a 9,4 Km<sup>2</sup>, incluidas las terrazas. Con una lluvia útil que puede oscilar entre 150-200mm, y una infiltración del 100%, los recursos renovables mínimos se establecen en torno a 1,4-1,9 Hm<sup>3</sup>/año (45-60 l/s de caudal medio equivalente). A estos recursos mínimos habría que añadir la recarga indirecta desde los arroyos que atraviesan el aluvial, o incluso desde el propio río Ebro en determinadas circunstancias, de extraordinaria complejidad y difícil de abordar con la información disponible.

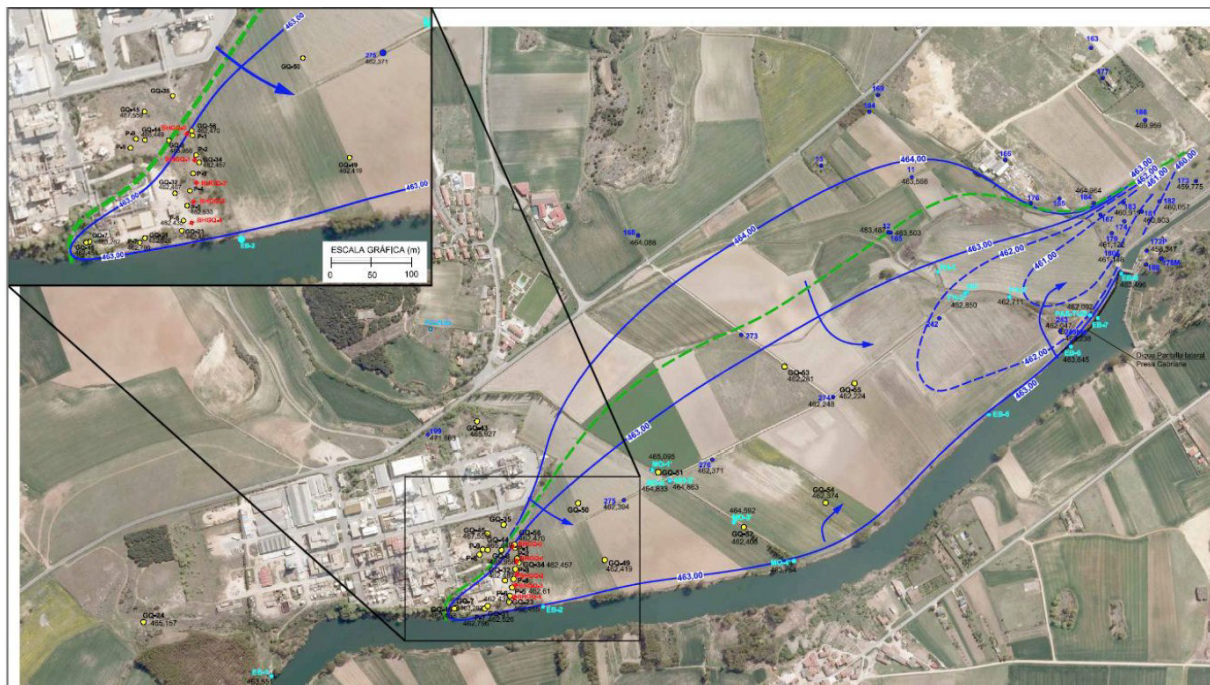


Figura 3 Piezometría y direcciones de flujo subterráneo entre el Polígono de Zubillaga y la presa Cabriana (AECOM, 2017).

# 3.

## Balance de nitrógeno

Para el balance teórico de nitrógeno que se realiza en este capítulo, se utilizan criterios similares al establecido en el documento “*Identificación de Presiones y Análisis de Impactos de Origen difuso en las Masas de Agua de la CAPV (IKT, 2005)*”<sup>5</sup>; el cual cuantifica y asigna a cada municipio el exceso de nitrógeno (surplus) por hectárea de Superficie Agrícola Útil (SAU). Se tiene en cuenta, también, otros posibles aportes de nitrógeno no incluidos en dicho estudio por ser de tipo puntual, como es el caso de los vertidos urbanos existentes en la zona.

### 3.1. APORTES DE NITRÓGENO DERIVADOS DE ACTIVIDADES AGRÍCOLAS

Siguiendo los mismos criterios que aplicó IKT por municipio se ha estimado la concentración potencial máxima de nitrógeno en las aguas del acuífero. Esta estima tiene en cuenta el exceso de nitrógeno en relación con el volumen de lluvia útil y las pérdidas correspondientes a la desnitrificación:

$$\text{Concentración surplus}_{\text{área}} = (\text{Surplus}_{\text{área}} / \text{Lluvia útil}_{\text{área}}) - \% \text{Desnitrificación}$$

Para ello se ha calculado para la cuenca vertiente al acuífero aluvial el surplus de nitrógeno (implica el cálculo de Superficie Agrícola Útil (SAU) y surplus de nitrógeno por hectárea de superficie agrícola útil) y la lluvia útil

El establecimiento de la SAU se ha realizado a partir de la capa GIS del Sistema de Identificación Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC) de los municipios de Lantarón y Ribera Alta. Se han incluido solo las parcelas catalogadas por el SIGPAC como tierras arables (TA), y se eliminan de ambos municipios las más alejadas de la cuenca vertiente al acuífero aluvial (Figura 4 y plano 1).

La cuenca vertiente al acuífero aluvial abarca un área de 4.566 ha, mientras que a partir de la capa GIS el valor de Superficie Agrícola Útil (SAU) es 2.980 ha (a todos los efectos en este estudio se considerará una SAU de 3.000 ha). Esto implica que el 34% del terreno dentro de la cuenca vertiente no es terreno agrícola.

<sup>5</sup> [http://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/presiones\\_impactos\\_difusos/es\\_dma/adjuntos/memoria.pdf](http://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/presiones_impactos_difusos/es_dma/adjuntos/memoria.pdf)



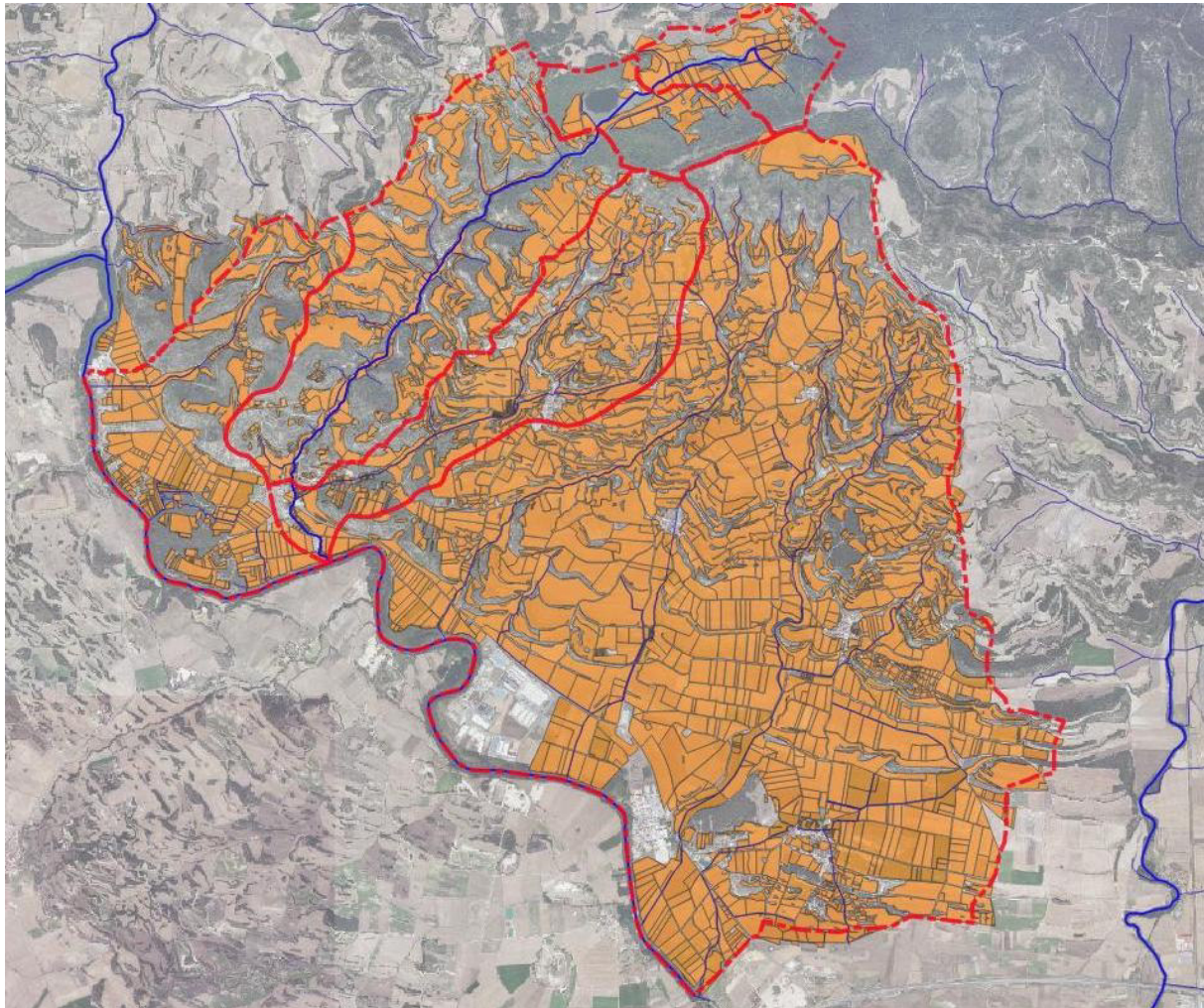


Figura 4 Parcelas de tierras arables en el ámbito del área de Lantarón (SIGPAC).

El balance de nitrógeno es igual a la diferencia anual entre el nitrógeno que recibe el suelo (aportes) y el nitrógeno que sale del suelo (extracciones) (IKT, 2005). El surplus corresponde al exceso de nitrógeno que permanece en el suelo, y que es susceptible de llegar a afectar a la calidad de las aguas superficiales y subterráneas.

Los aportes totales de nitrógeno, calculados por IKT, tienen en cuenta: fertilización mineral; fertilizantes orgánicos procedentes de la ganadería; deposición atmosférica de nitrógeno; fijación biológica de nitrógeno; y nitrógeno contenido en las semillas y en las simientes. Para el cálculo de las extracciones totales de nitrógeno en el suelo se considera: extracción por parte de los cultivos herbáceos y leñosos; y extracción durante el pastoreo.

Según los resultados obtenidos por IKT, el surplus en Álava fluctúa en el rango 46-133 kg de N/ha de SAU, estableciendo un surplus medio para la provincia de 70 kg de N/ha de SAU. En el municipio de Lantarón el **surplus de nitrógeno por hectárea de superficie agrícola útil calculado** es de 64,4 kg de N/ha de SAU.

La lluvia útil en la zona es fijada por IKT en 200 mm, a partir de los trabajos previos de EVE hasta 1996. Trabajos más recientes realizados en la zona de Arreo indican que la lluvia útil podría ser



todavía menor. El balance hídrico de las estaciones de aforo Arreo Entrada y Salida, para un periodo de 12 años (2003-2015), arroja valores medios de lluvia útil entre 134-148 mm, incluyendo años con valores inferiores a 100mm.

Aunque la precipitación del periodo 2003-2015, utilizado en los balances de Arreo, puede considerarse como ligeramente inferior a la media, en comparación con los registros de Foronda, para los cálculos de este apartado, se fija un **valor de lluvia útil media anual en el área de 150 mm**.

El volumen de lluvia útil que se recoge en la cuenca (**V**) es el resultado de multiplicar el área de la cuenca vertiente de la cuenca (**A=4.566 ha**) por la lluvia útil media anual (**P= 150 l/m<sup>2</sup>**), lo que da un **valor de lluvia útil que se recoge en la cuenca de 6,85 Hm<sup>3</sup>**.

La proporción de nitrógeno que se pierde mediante la desnitrificación es función de la textura y la capacidad de drenaje. IKT asume **un porcentaje de desnitrificación en toda la CAPV del 50%**.

Teniendo en cuenta que el valor de Superficie Agrícola Útil (SAU) dentro de la cuenca vertiente al aluvial supone un área de 3.000 ha y considerando para el municipio de Lantarón un surplus de 64,4 kg de nitrógeno por hectárea de SAU, se obtiene que el surplus total en toda la cuenca vertiente es 193,2 t de nitrógeno.

El cálculo estimativo de la concentración de nitrógeno (y de nitratos) que cabría esperar en las aguas del aluvial si no se produjese desnitrificación, y toda la lluvia útil de la cuenca vertiente se acabara infiltrando en el aluvial da un valor de 28,2 mg N/l o 124,9 mg NO<sub>3</sub>/l:

$$C = \frac{\text{Surplus}_{\text{Área}}}{\text{Lluvia útil}_{\text{Área}}} = \frac{193,2 \text{ t}}{6,85 \text{ Hm}^3} = 28,2 \text{ mg N/l} = 124,9 \text{ mgNO}_3/\text{l}$$

Asumiendo un porcentaje de desnitrificación del 50%, se obtendría una **concentración media de nitrógeno de 14,1 mg/l (62 NO<sub>3</sub> mg /l)**. El valor se sitúa ligeramente por debajo del obtenido por IKT (71,23 mg/l).

Por su lado, IKT calculó la concentración potencial máxima de nitrógeno en las aguas del acuífero y, en consecuencia, también la de los nitratos. Para ello tuvo en cuenta, por cada municipio, el exceso de nitrógeno en relación con el volumen de lluvia útil y las pérdidas correspondientes a la desnitrificación:

$$\text{Concentración surplus municipio} = (\text{Surplus municipio} / \text{Lluvia útil municipio}) - \% \text{Desnitrificación}$$

El valor de concentración potencial máxima de nitrato obtenido por IKT para el municipio de Lantarón con un porcentaje de desnitrificación del 50%, resultó ser de 71,23 mg/l (16,1 mg/l de nitrógeno) ya que IKT considera una SAU de 4.430 ha<sup>6</sup>, correspondiente a todo el municipio de Lantarón y como dato de lluvia útil utiliza 200 mm, dato aproximado obtenido del Mapa Hidrogeológico del País Vasco (EVE, 1996).

Finalmente, resaltar el carácter aproximado de estos números, basados en ocasiones en estimaciones y aproximaciones teóricas, siempre sujetas a cierta incertidumbre.

<sup>6</sup> La superficie agrícola útil se calcula a partir de la capa GIS extraída del Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC). Se incluyen los términos catalogados en el SIGPAC como Tierras arables (TA), Huertas (TH) y Viñedo (VI), y se excluyen aquellas parcelas que, aún dentro del municipio de Lantarón, quedan fuera del ámbito del aluvial de Miranda de Ebro en esta zona.

## 3.2. APORTES DE NITRÓGENO DERIVADOS DE VERTIDOS

### 3.2.1. Vertidos urbanos

En la Tabla 1 se muestran los puntos de vertidos urbanos inventariados por la Agencia Vasca del Agua. Suman un total de 14 puntos de vertido, variando en este caso el medio receptor.

El inventario recoge varios puntos que consisten en fosas sépticas, que vierten posteriormente a arroyos próximos, afluentes del Ebro. Estos puntos se concentran en torno a los núcleos de Zubillaga, Comunión, Salcedo y Caicedo. Dos de los vertidos se realizan directamente al río Ebro

El sector norte del aluvial no recibe vertido urbano alguno. Los residuos urbanos/domésticos del núcleo de Puentelarrá se recogen en un Tanque Imhoff que vierte directamente al río Ebro (Nº 4).

Tabla 1 Relación de vertidos urbanos en el área de Lantarón.

Nº	Nº EXPEDIENTE	TITULAR	UTM X ETRS89	UTM Y ETRS89	VOLUMEN ANUAL (m <sup>3</sup> )	MEDIO RECEPTOR
1	RAV-A-2014-0040	Junta administrativa de Leciñana del camino	501.295	4.732.075	3.700	Arroyo Leciñana
2	RAV-A-2014-0061	Junta administrativa de Zubillaga	501.702	4.729.213	5.300	Arroyo Comunión
3	RAV-A-2014-0061	Junta administrativa de Zubillaga	501.846	4.729.270	2.700	Arroyo Comunión
4	VDP-A-2012-0084	Junta administrativa de Puentelarrá	496.495	4.732.373	-	Río Ebro
5	RAV-A-2015-0019	Junta administrativa de Comunión	502.264	4.729.363	8.800	Arroyo Comunión
6	RAV-A-2012-0330	Sociedad cooperativa Lantarón	500.919	4.730.648	150	Arroyo Leciñana
7	AAI-A-2013-0018-INTER	Química B.G.B. Giovanni Bozzetto	499.443	4.730.762	300	Río Ebro
8	VDP-A-2012-0775	Junta administrativa de Molinilla	502.816	4.733.420	1.100	Arroyo Salcedo
9	VDP-A-2012-0779	Junta administrativa de Caicedo-Yuso	499.940	4.733.387	3.800	Arroyo Caicedo
10	VDP-A-2012-0848	Junta administrativa de Salcedo	502.932	4.730.982	7.300	Arroyo Salcedo
11	VDP-A-2012-0848	Junta administrativa de Salcedo	502.575	4.731.464	2.200	Arroyo Salcedo
12	VDP-A-2012-0866	Ayuntamiento de Lantarón	501.677	4.729.218	900	Arroyo Comunión
13	VDP-A-2012-0867	Fernando Garcia Ramírez	501.770	4.729.187	35	Arroyo Comunión
14	RAV-A-2012-0329	Junta administrativa de Fontecha	497.993	4.732.177	9.000	Arroyo Caicedo
<b>TOTAL</b>					<b>45.285</b>	

El volumen de vertidos urbanos que, de algún modo, podrían alcanzar el acuífero aluvial se cifra en torno a 45.000 m<sup>3</sup>, equivalente a un caudal medio anual de 1,4 l/s. Proceden de los núcleos urbanos de Comunión (86 habitantes), Zubillaga (103 hab), Fontecha (109 hab), Salcedo (127 hab), Leciñana del Camino (44 hab) y Caicedo de Yuso= (53 hab). En conjunto totalizan una población de 522 habitantes (EUSTAT, 2016).

Se asume que cada persona genera 5 kg nitrógeno al año<sup>7</sup>, por lo que la cantidad de nitrógeno generada en los núcleos de población citados sería de 2.610 kg/año.

Sin embargo, no todo el nitrógeno formaría parte de los vertidos, ya que las deposiciones pasan a través de pozos sépticos antes de ser vertidas. Se estima que en los pozos sépticos puede quedar retenido hasta un 50% de las deposiciones, lo que supondría que los vertidos arrastrarían el 50% del nitrógeno, es decir, 1.305 kg/año de nitrógeno.

Teniendo en cuenta los volúmenes de vertido facilitados por la Agencia Vasca del Agua, los vertidos

<sup>7</sup> Pacheco, J. & Cabrera, A. (2003). Fuentes principales de nitrato en aguas subterráneas. Ingeniería, 7(2), 47-54.

aportarían concentraciones de nitrógeno del orden de 29 mg N/l (127,6 mg NO<sub>3</sub>/l).

Tabla 2 Nitrógeno aportado por los núcleos de población en el entorno del aluvial.

Población	Kg nitrógeno /año	Volumen Anual (m <sup>3</sup> )	mg/l N	mg/l NO <sub>3</sub>
522 hab	1.305 (50% de 2.610 kg)	45.285	29	127,6

En diciembre de 2010<sup>8</sup> se realizaron dos campañas de muestreo en los puntos de vertido para determinar sus contenidos en nitrógeno. Como se observa en la Tabla 3, las concentraciones medidas (5,5-74 mg/l) son sensiblemente menores de los 127,6 mg/l estimados, quizá motivado porque los pozos sépticos ejercen una labor depurativa mayor o incluso porque la población real implicada es inferior a la considerada.

De cualquier modo, aun en el caso más desfavorable, las cantidades de nitrógeno aportadas por los vertidos urbanos (1.305 kg/año) son muy bajas en comparación con las cantidades de nitrógeno aportadas por la agricultura (193.200 kg/año), representando solo el 0,67%.

Tabla 3 Análisis de los muestreos llevados a cabo en los puntos de vertido urbano en diciembre de 2010.

16-12-2010	Comunión (mg/l)	Zubillaga (mg/l)	Fontecha (mg/l)
Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	<0,05	16,20	-
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	0,03	0,18	-
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	53,60	5,50	-
23-12-2010	Comunión (mg/l)	Zubillaga (mg/l)	Fontecha (mg/l)
Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	<0,05	1,79	1,50
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	0,08	0,87	0,37
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	74,00	37,60	12,00

### 3.2.2. Vertidos industriales

Para la realización del presente documento, se ha utilizado la información actualizada de vertidos facilitada por la Agencia Vasca del Agua. En el plano 1 se refleja la situación de los puntos de vertido inventariados en el área.

En la Tabla 4 se muestran los puntos de vertido industrial inventariados por la Agencia Vasca del Agua. Son 3 puntos de vertido (2 y 4 vierten en el mismo punto), que totalizan 2,47 Hm<sup>3</sup> y que, en todos los casos, el medio receptor es el río Ebro. Dado que los vertidos industriales se realizan directamente al río Ebro, éstos no representan presión alguna sobre la calidad de las aguas del acuífero aluvial cuaternario, al menos directamente.

Indirectamente estos vertidos pueden llegar a constituir una presión adicional, si se producen roturas, averías o fugas en los sistemas de depuración, conducción y vertido existentes. El caso más reciente, en este sentido, lo constituye el vertido accidental de compuestos orgánicos producido por GEQUISA en el año 2011, que afectó a las aguas subterráneas del acuífero aluvial bajo los campos de cultivo situados al sur del complejo industrial. En la actualidad (2016) se mantienen todavía los trabajos de remediación en la zona afectada.

<sup>8</sup> Estimación de cargas urbano-industriales vertidas a la masa de agua subterránea Miranda, área de Lantarón Hydrolur, 2010

Tabla 4 Relación de vertidos industriales en el área de Lantarón.

Nº	Nº EXPEDIENTE	TITULAR	UTM X ETRS89	UTM Y ETRS89	VOLUMEN ANUAL (m³)	MEDIO RECEPTOR
1	VDP-A-2012-0093	AYTO. DE LANTARÓN	499.890	4.730.021	150.000	Río Ebro
2	RAV-A-2012-0342	ACIDEKA, S.A.	499.381	4.730.704	160.000	Río Ebro
3	AAI-A-2013-0010-INTER	EVONIK SILQUIMICA, S.A.	501.623	4.727.931	2.000.000	Río Ebro
4	AAI-A-2013-0012-INTER	DEKITRA, S.A.	499.381	4.730.704	160.000	Río Ebro
<b>TOTAL</b>					<b>2.470.000</b>	

La carga de nitrógeno en los vertidos industriales es baja, a tenor de los resultados PRTR, con cargas máximas de 758 kg/año.

En resumen, y a pesar de la incertidumbre que puede afectar a algunos de los datos calculados, se puede concluir que:

- la influencia de los vertidos urbanos en las aguas del acuífero se puede considerar prácticamente nula y es consecuente con la existencia de vertidos urbanos de muy baja entidad, como corresponde a la baja población implicada.
- la incidencia de los vertidos industriales sobre las aguas del acuífero aluvial se estima como muy baja, ya que los vertidos industriales relevantes se realizan directamente al río Ebro.
- las concentraciones de nitratos deben relacionarse con la actividad agrícola en la zona

### 3.3. PUNTOS DE DESCARGA

En este apartado se trata de cuantificar, en la medida de lo posible, las cargas de nitrógeno aportadas por el acuífero aluvial, es decir, se pretende cuantificar la cantidad de nitrógeno expulsada por los principales puntos de descarga.

Esta tarea presenta un grado de dificultad enorme, derivado de la propia estructura geológica y funcionamiento hidráulico del acuífero. Como se ha visto en el apartado 2.2, la descarga principal del acuífero aluvial debe realizarse directamente al cauce del río Ebro; además, la acción de los aprovechamientos hidroeléctricos en esta zona llega a recargar indirectamente al aluvial en algunos momentos. Así, la cuantificación de las cargas se limitará exclusivamente al análisis de las principales surgencias, también con cierta incertidumbre derivada de no disponer de un hidrograma suficientemente detallado.

Se realiza una aproximación para estimar la descarga de nitrógeno en cuatro surgencias: L1, L-4, SC62 (L-11) y L-12. Para ello se han tomado los datos de caudales de los aforos puntuales realizados durante las seis campañas de muestreo de 2010 y las cuatro campañas comprendidas entre septiembre de 2016 y junio de 2017, así como las concentraciones de nitratos obtenidas de esas mismas campañas.

La Tabla 5 muestra los períodos considerados, así como los datos de caudal, concentración de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y Nitrógeno (N) y la cantidad de Nitrógeno expulsado. Como se observa, las cantidades de nitrógeno implicadas en las surgencias muestreadas son muy bajas en relación con la disponibilidad total de nitrógeno en el área, y está fuertemente controlada por el régimen de precipitaciones en la zona.

Tabla 5 Cálculo aproximado del Nitrógeno expulsado a través de las surgencias L-1, L-4, SC62 (L-11) y L-12.

	PERÍODO	Qmed (l/s)	NO3 (mg/l)	N (mg/l)	N expulsado (kg)
L-1 Cabriana	2010	0,25	72,3	16,4	129
	Sep. 2016-jun2017	0,20	55,4	12,5	79
L-4 Paules	2010	0,25	92,0	20,8	164
SC62 (L-11) Manantial Puentelarrá	2010	1,20	77,5	17,6	666
	Sep. 2016-jun2017	0,67	73,4	16,6	351
L-12 Terraza	Sep2016-jun2017	0,16	112,7	25,6	129

# 4.

## Definición de la zona vulnerable

### 4.1. CRITERIOS DISPONIBLES

En la actualidad, y dentro del marco normativo de la Unión Europea, no existe una metodología común estandarizada de identificación y designación de zonas vulnerables. Los criterios implementados por los diferentes países son variados y, básicamente, se pueden resumir en 3 tipos de criterios o metodologías de aplicación<sup>9</sup>:

- Criterios basados en el establecimiento de índices de vulnerabilidad. Se tratan de métodos cualitativos de estimación en función de ciertos parámetros que intervienen en la dinámica contaminante del agua en el subsuelo y en los acuíferos. Son varios los índices utilizados: DRASTIC, GOD, SINTACS, AVI, EPIK, COP, etc. Algunos autores señalan ciertas limitaciones en el uso de estos índices derivadas de la subjetividad de asignación de pesos relativos y rangos de variación de los diversos parámetros o incluso en la interpretación de los rangos de vulnerabilidad. Procesos como la dilución, desnitrificación, flujo subterráneo o interacciones río-acuífero son complicados de establecer.
- Criterios estadísticos. Generalmente basados en un análisis de datos reales obtenidos a partir del muestreo de una red de control establecida. En estos criterios ya se incorpora la variabilidad hidroquímica temporal, permitiendo establecer tendencias. Igualmente permite detectar y verificar los cambios introducidos por restricciones en las prácticas agrícolas. El establecimiento de una red de muestreo lo suficientemente representativa y estable en el tiempo puede limitar en algunos casos su uso y resultados.
- Criterios cuantitativos basados en modelos. Se basan en el establecimiento de modelos matemáticos que simulan el flujo y el transporte de contaminantes en superficie, zona no saturada o incluso dentro del propio acuífero. Los modelos permitirán realizar predicciones y facilitan incluso analizar la efectividad de determinados cambios en las prácticas agrícolas. Son métodos

<sup>9</sup> El nitrógeno en las aguas subterráneas de la Comunidad de Madrid: Descripción de los procesos de contaminación y desarrollo de herramientas para la designación de zonas vulnerables. Tesis Doctoral. Juan José Martínez Bastida, Madrid 2009.

complejos, que requieren de un volumen de datos inicial importante, y sobre todo fiables, al objeto de poder calibrar correctamente los modelos. Los modelos matemáticos, una vez configurados y calibrados correctamente, constituyen una herramienta valiosa de gestión de los procesos contaminantes.

#### 4.2. USO DE CRITERIOS ESTADÍSTICOS PARA LA DEFINICIÓN DE LA ZONA VULNERABLE

La realización de modelos hidrogeológicos de flujo y transporte de contaminantes, queda desestimada, al menos en esta fase. Se trata de un medio aluvial con una interrelación compleja con el río Ebro, que impide actualmente abordar cualquier intento de calibración de un modelo de flujo subterráneo. La dificultad de cuantificar las salidas del acuífero aluvial, así como la ausencia de otros datos menos complejos de establecer como entradas, recursos superficiales en los arroyos que intersectan el aluvial, etc., no permiten armar un modelo matemático con mínima solidez.

En el área aluvial de Lantarón se opta por utilizar los criterios estadísticos. La Agencia Vasca del Agua y la Confederación Hidrográfica del Ebro disponen de una red de control operativa que dota al entorno de datos reales sobre los compuestos nitrogenados en el agua, priorizando este criterio sobre los índices de vulnerabilidad.

Las estaciones de control, establecidas en cada una de las zonas, se consideran representativas de la evolución de los nitratos en la Masa de agua subterránea del aluvial de Miranda de Ebro. Las frecuencias de muestreo, desde mensual hasta anual, y la precisión analítica, con límite de cuantificación máximo para nitrato de 0,5 mg/l, se consideran también adecuadas.

El periodo de control, con una serie histórica de 9 años (2008-2016), se considera lo suficientemente amplio como para reflejar líneas de tendencia fiables, amortiguando las variaciones naturales temporales.

La presentación de resultados gráficos se realiza siguiendo la guía de reporting de la Directiva 91/676/CEE, en coherencia con la metodología seguida por la Confederación Hidrográfica del Ebro. Los códigos de colores se asignan a las clases definidas por los siguientes rangos:

Tabla 6 Códigos de colores y clases definidas.

Concentración NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	Color
0-24,99	VERDE
25-39,99	AMARILLO
40-50	NARANJA
>=50	ROJO

La evaluación de tendencias se realiza utilizando el análisis de regresión, considerado como apropiado en el Documento Guía nº18<sup>10</sup>.

Los valores inferiores al límite de cuantificación se han tomado como cero, si bien la adopción de una sistemática de asignar la mitad del límite de cuantificación como valor real apenas introduce variación alguna en los valores estadísticos; son muy escasos los valores inferiores al límite de cuantificación en éste área.

<sup>10</sup> Documento Guía Nº 18. Guía sobre el estado de las aguas subterráneas y la evaluación de tendencias. [http://www.mapama.gob.es/es/agua/publicaciones/guia18\\_guidancegroundwatestatus\\_esp\\_tcm7-29002.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/agua/publicaciones/guia18_guidancegroundwatestatus_esp_tcm7-29002.pdf)

Como apoyo visual gráfico a las tendencias, marcadas por las rectas de regresión, se utiliza una simbología consistente en dos círculos concéntricos donde se representa, con los códigos de color anteriores, el valor promedio del contenido en nitrato para los dos últimos ciclos de 4 años. El valor promedio para cada ciclo de 4 años se calcula como el valor promedio de los valores promedio anuales.

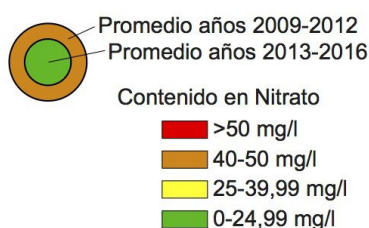


Figura 5 Simbología y leyenda usada para representar los valores promedio del contenido en nitrato

#### 4.2.1. Red de control de nitratos

##### 4.2.1.1. *Puntos de muestreo*

En los últimos años, tanto la Agencia Vasca del Agua como la Confederación Hidrográfica del Ebro vienen manteniendo una red estable de control de nitratos en el área de Lantarón. Algunos de los puntos de control son muestreados por ambos organismos con distinta periodicidad. La red de control existente en los últimos años se compone de 21 puntos

- la Agencia Vasca del Agua tiene establecida una red de control estable en el área de Lantarón desde el año 2008, que consta de un total de 19 puntos de control. Se estructura en cuatro zonas que se vienen denominando Miranda de Ebro Norte, Intermedia, Sur y Sinclinal de Treviño. Los puntos del Sinclinal de Treviño informan del contenido en nitrato de aguas que, en su fluir hacia el Ebro, pueden acabar infiltrándose en el aluvial en algunos momentos.
- La red de control de la Confederación Hidrográfica del Ebro incorpora 2 puntos adicionales, realizando también analíticas en algunos puntos de la red de la Agencia Vasca del Agua, así como en otros fuera de la CAPV.

Los puntos de muestreo se han seleccionado teniendo en cuenta su ubicación y la posibilidad de obtener en ellos una muestra realmente representativa. Así, se evita en todo momento pozos-balsa excavados en el aluvial, muy habitual en esta zona. En cualquier caso, los muestreos se han llevado a cabo previo bombeo del volumen almacenado para asegurar la renovación del agua y la recogida de una muestra representativa del quimismo del acuífero.

Los puntos de muestreo se pueden agrupar en las siguientes categorías (Tabla 7):

- **Cursos superficiales a la entrada de la Masa de Agua Subterránea Miranda de Ebro (A).** Se han seleccionado para su control debido a que reflejan el estado de la contaminación en las cuencas altas de estos cursos superficiales; e informan sobre la carga de nitratos importada que recibe el acuífero en las distintas condiciones hidrológicas.
- **Manantiales de la Masa de Agua Subterránea (B).** Mediante su control se diagnostica el estado



final de la contaminación por nitratos a la salida de varias zonas.

- **Sondeos y piezómetros (C).** Se han seleccionado seis puntos de agua: cinco piezómetros y un sondeo. Se considera que reflejan, con el detalle preciso, el estado actual de la contaminación por nitratos en las aguas subterráneas, aportando la información necesaria sobre las concentraciones existentes y su distribución espacial.
- **Fuentes localizadas en los materiales terciarios (T).** Se sitúan dentro de la Masa de Agua Subterránea Sinclinal de Treviño. Se tratan, en general, de surgencias y fuentes de escaso caudal, cuyo interés principal es informar del contenido en nitrato en la cuenca alta de los arroyos que acaban atravesando el acuífero aluvial.

Tabla 7 Relación de puntos de muestreo de la red de control de nitratos en la Masa de Agua Subterránea de Miranda de Ebro. (Coordenadas ETRS89). Categoría: A (Curso Superficial), B (Salidas de la Masa de Agua Subterránea), C (Sondeos y piezómetros).T (Fuentes en materiales del Terciario).

Masa de agua	Zona	Código	Denominación	UTMX ETRS89	UTMY ETRS89	Tipo	Categoría
Miranda de Ebro	Norte	L-14	Bisoto	496496	4733564	Curso superficial	A
		L-7	Barrerilla	497847	4732655	Curso superficial	A
		L-12	Terraza	496193	4732692	Manantial	B
		L-13	Tubo	496392	4732495	Manantial	B
		L-8	Fuente	497907	4732596	Fuente	B
		SC62 (L-11)	Manantial Puentelarrá	496116	4732806	Manantial	B
		210860004	Montecillo	497132	4732439	Sondeo	C
	210860023	Belea (PO: 2; PA: 1096)	498053	4732039	Pozo	C	
	Intermedia	L-6	Ventas	499322	4731554	Curso superficial	A
		L-4	Paules	500859	4729988	Manantial	B
		L-5	Pinar (210870277)	499749	4730354	Sondeo	C
		S-1	Ánimas (210870272)	500591	4730141	Piezómetro	C
	Sur	L-3	Moros	501454	4729314	Curso superficial	A
		L-1	Cabriana	501770	4728322	Manantial	B
		S-3	Voluntarios	501454	4728504	Piezómetro	C
		S-5	Fuente Honda	501316	4728770	Piezómetro	C
		S-2	Campas	501593	4728703	Piezómetro	C
		SC61 (S-4)	Piezómetro Zubillaga	501232	4728963	Piezómetro	C
	Sinclinal Treviño	SF31	Caicedo	500285	4733495	Fuente	T
		SN52	Leciñana	501355	4732310	Fuente	T
		SN53	Salcedo	503018	4731258	Manantial	T

Como apoyo a la interpretación de los resultados se utilizan dos registros auxiliares:

- Registro de precipitaciones en la estación meteorológica de Euskalmet Zambrana (G050).
- Registro piezométrico, en los últimos años, en el punto de control de la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas de la Agencia Vasca del Agua (SP33-Piezómetro Zubillaga S4).

#### 4.2.1.2. Frecuencia de muestreo

El seguimiento realizado por la Agencia Vasca del Agua en 2016 de la evolución de la Masa de Agua Subterránea Miranda de Ebro quedó configurado del siguiente modo: (Tabla 8)

- **Control trimestral en 19 puntos.** En el mes de septiembre se ha determinado únicamente el contenido en nitratos, nitritos y amonio. En diciembre se han analizado, además, los siguientes parámetros: calcio, magnesio, potasio, sodio, bicarbonatos, carbonatos, cloruros, nitritos, sulfatos, amonio, conductividad eléctrica a 20°C, ortofosfatos, pH y sólidos totales disueltos. Esta analítica se ha realizado en todos los puntos excepto en las aguas superficiales: L-3, L-6, L-7 y L-14,
- **Control mensual en 2 puntos.** Los puntos S-4 (SC61) y L-11 (SC62) pertenecen a la Red Básica de Control de Aguas Subterráneas. A partir de julio de 2016 se realizan muestreos mensuales determinándose los siguientes parámetros: calcio, magnesio, potasio, sodio, bicarbonatos, carbonatos, cloruros, nitritos, sulfatos, amonio, conductividad eléctrica a 20°C, ortofosfatos, pH y sólidos totales disueltos. El piezómetro Zubillaga S4 se incorpora, además, al control piezométrico de la Red Básica con el código SP33.

La Confederación Hidrográfica del Ebro mantiene en los puntos que controla una periodicidad variable, entre bimestral y anual.

El análisis e interpretación de los resultados se apoya en el registro piezométrico del acuífero aluvial, aportado por el punto de control Piezómetro de Zubillaga S4 (SP33). Todos los datos analíticos, así como el registro piezométrico, pueden obtenerse en UBEGI, sistema centralizado de acceso a la información sobre el estado de las masas de agua de la CAPV gestionado por la Agencia Vasca del Agua (<http://www.uragentzia.euskadi.net/y76baWar/index.jsp>)

Tabla 8 Periodicidad de muestreo en la red de control de la Masa de agua subterránea de Miranda de Ebro. Periodicidad muestreo: AN (anual), SEM (Semestral), BI (Bimestral), TR (Trimestral) MES (Mensual).

Masa de agua	Zona	Código	Denominación	Periodicidad muestreo					Inicio Muestreo	
				2009-2010	2011	2012-2013	2014-2015	2016		
Miranda de Ebro	Norte	L-14	Bisoto	BI	TR	BI	TR	TR	2008	
		L-7	Barrerilla	BI	TR	BI	TR	TR	2008	
		L-12	Terraza	BI	TR	BI	TR	TR	2008	
		L-13	Tubo	BI	TR	BI	TR	TR	2008	
		L-8	Fuente	BI	TR	BI	TR	TR	2008	
		SC62 (L-11)	Manantial Puentelarrá	BI	TR	BI	TR	MES	2008	
		210860004	Montecillo	-	AN	SEM	SEM	SEM	2011	
	210860023	Belea (PO: 2; PA: 1096)	AN	AN	AN	AN	AN	2009		
	Intermedia	L-6	Ventas	BI	TR	BI	TR	TR	2008	
		L-4	Paules	BI	TR	BI	TR	TR	2008	
		L-5	Pinar	BI	TR	BI	TR	TR	2008	
		S-1	Ánimas	-	TR	BI	TR	TR	2011	
		Sur	L-3	Moros	BI	TR	BI	TR	TR	2008
			L-1	Cabriana	BI	TR	BI	TR	TR	2008
			S-3	Voluntarios	-	TR	BI	TR	TR	2011
			S-5	Fuente Honda	-	TR	BI	TR	TR	2011
			S-2	Campas	-	TR	BI	TR	TR	2011
	SC61 (S-4)	Piezómetro Zubillaga	-	TR	BI	TR	MES	2011		
	Sinclinal Treviño	SF31	Caicedo	AN	AN	AN	AN	TR	2006	
SN52		Leciñana	AN	AN	AN	AN	TR	2006		
SN53		Salcedo	AN	AN	AN	AN	TR	2006		

## 4.2.2. Resultados – Análisis de tendencias

### 4.2.2.1. Nitratos

En las tablas siguientes se muestran los resultados estadísticos obtenidos en los diferentes puntos de control de cada sector analizado para el periodo 2008-16. Se colorean en rojo los valores iguales o superiores a 50 mg/l, en naranja los valores comprendidos entre 40 y 50 mg/l, en amarillo el rango comprendido entre 25-40 y en verde los contenidos inferiores a 25 mg/l. Se deja en blanco el valor máximo y mínimo cuando únicamente hay un análisis al año.

Tabla 9 Estadísticas de nitrato en los puntos de control del Aluvial de Miranda. Zona norte.

Zona	Tipo	Punto de muestreo	Estadístico	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Norte (Aluvial de Miranda)	Manantial	SC62 Manantial Puentelarrá (L-11) (71 análisis)	Promedio	72,2	90,5	77,6	65,3	42,6	72,5	58,3	85,3	76,6
			Máximo	-	96,4	84,8	76,2	46,6	87,2	65,6	90,4	81,9
			Mínimo	-	84,0	71,2	53,4	35,6	61,8	53,0	80,1	69,9
	Manantial	L-13 Tubo (37 análisis)	Promedio	101,2	97,5	89,7	81,9	69,2	89,7	91,4	80,5	94,5
			Máximo	-	106,0	99,2	90,8	71,2	99,0	100,0	89,9	96,5
			Mínimo	-	92,6	78,8	70,4	68,0	79,2	86,8	66,4	92,4
	Manantial	L-12 Terraza (27 análisis)	Promedio	100,0	92,4	80,8	-	58,9	85,9	87,6	99,9	121,0
			Máximo	-	95,2	86,0	-	61,0	95,4	90,0	104,0	122,0
			Mínimo	-	88,6	76,0	-	56,8	80,8	84,8	96,2	120,0
	Fuente	L-8 Fuente (35 análisis)	Promedio	26,6	30,5	27,0	17,3	11,0	15,6	14,8	21,8	18,3
			Máximo	-	34,3	32,3	22,9	15,3	18,7	16,2	27,6	19,5
			Mínimo	-	27,2	24,1	10,8	7,6	12,6	13,9	18,9	17,1
	Curso superficial	L-14 Bisoto (35 análisis)	Promedio	27,8	43,9	35,3	22,8	22,8	28,2	20,3	20,7	53,1
			Máximo	-	59,6	56,8	31,5	28,1	57,8	22,5	38,8	93,2
			Mínimo	-	30,9	19,7	11,3	15,6	14,8	18,0	13,0	12,9
	Curso superficial	L-7 Barrerilla (25 análisis)	Promedio	32,3	22,2	19,6	22,4	-	18,7	21,2	13,3	12,2
			Máximo	-	31,6	26,2	22,9	-	23,0	23,9	18,8	-
			Mínimo	-	9,3	6,7	21,8	-	11,3	16,0	4,1	-
	Sondeo	210860004 (8 análisis)	Promedio	-	23,9	16,3	16,9	6,4	14,4	10,3	6,6	10,2
			Máximo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Mínimo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pozo	210860023 (10 análisis)	Promedio	-	-	-	75,7	72,2	98,5	89,5	74	67,2	
		Máximo	-	-	-	-	76,2	101	-	80,8	72,9	
		Mínimo	-	-	-	-	68,2	95,9	-	67,2	61,4	

Tabla 10 Estadísticas de nitrato en los puntos de control del Aluvial de Miranda. Zona intermedia.

Zona	Tipo	Punto de muestreo	Estadístico	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Intermedia (Aluvial de Miranda)	Piezómetro	S-1 Ánimas (38 análisis)	Promedio	-	-	71,6	64,7	64,3	67,3	77,1	59,2	65,9
			Máximo	-	-	71,6	69,6	71,4	81	86,6	65,1	74,8
			Mínimo	-	-	71,6	61	58,6	56,6	69,4	44,4	58,8
	Sondeo	L-5 Pinar (43 análisis)	Promedio	90,6	75,8	74,2	71,2	43,9	61,2	77	64,8	74,9
			Máximo	-	85	74,2	75,4	53,4	81,8	83	78,3	83,2
			Mínimo	-	70,6	74,2	68,4	37,1	40,6	72,8	57,9	61,6
	Manantial	L-4 Paules (28 análisis)	Promedio	76,2	94,4	92,8	97,0	-	85,6	90,8	96,9	90,3
			Máximo	-	106,0	102,4	97,6	-	95,8	97,2	107,0	-
			Mínimo	-	81,2	86,4	96,4	-	75,8	82,0	76,5	-
	Curso superficial	L-6 Ventas (33 análisis)	Promedio	49,2	48,2	43,4	35,7	33,1	36,1	41,2	42,8	42,3
			Máximo	-	51,0	45,7	40,1	41,7	45,3	44,0	44,3	44,9
			Mínimo	-	45,8	39,8	30,8	28,0	22,4	37,0	41,7	39,7

Tabla 11 Estadísticas de nitrato en los puntos de control del Aluvial de Miranda. Zona sur.

Zona	Tipo	Punto de muestreo	Estadístico	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Sur (Aluvial de Miranda)	Manantial	L-1 Cabriana (37 análisis)	Promedio	78,2	74,9	71,9	44,3	25,6	61,5	46,1	59,3	66,8
			Máximo	-	78,0	84,0	63,4	37,6	72,8	54,0	61,1	-
			Mínimo	-	70,8	64,2	32,5	21,6	27,6	41,7	55,5	-
	Piezómetro	S-2 Campas (24 análisis)	Promedio	-	-	-	16,9	15,6	28,0	15,7	48,3	-
			Máximo	-	-	-	20,1	21,3	39,1	19,2	64,6	-
			Mínimo	-	-	-	14,3	11,6	16,5	11,4	34,7	-
	Piezómetro	S-3 Voluntarios (25 análisis)	Promedio	-	-	-	38,2	66,1	31,6	14,2	0,1	0,1
			Máximo	-	-	-	81,2	74,4	57,2	51,8	0,2	0,2
			Mínimo	-	-	-	7,1	59,0	20,4	0,1	0,1	0,1
	Piezómetro	SC61 Piezómetro Zubillaga (29 análisis)	Promedio	-	-	-	102,1	48,6	33,9	17,6	13,8	6,2
			Máximo	-	-	-	156,6	82,0	55,2	56,8	34,5	10,9
			Mínimo	-	-	-	26,7	34,0	18,8	0,3	0,1	3,0
	Piezómetro	S-5 Fuente Honda (25 análisis)	Promedio	-	-	-	73,7	41,9	31,2	28,4	19,3	8,6
			Máximo	-	-	-	98,6	74,0	48,7	79,2	33,6	9,9
			Mínimo	-	-	-	25,2	6,9	17,8	2,6	0,1	7,4
	Curso superficial	L-3 Moros (38 análisis)	Promedio	51,0	49,1	40,9	30,1	19,3	38,2	38,3	38,9	31,6
			Máximo	-	56,3	48,5	39,3	30,8	46,8	44,1	44,9	34,8
			Mínimo	-	39,0	33,8	19,6	1,8	29,7	31,0	33,0	28,4

Tabla 12 Estadísticas de nitrato en los puntos de control del Aluvial de Miranda. Zona Terciario (Sinclinal de Treviño).

Sector	Tipo	Punto de muestreo	Estadístico	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Terciario (Sinclinal de Treviño)	Fuente	SF31 Caicedo (9 análisis)	Promedio	67,0	56,0	60,3	45,9	-	58,0	70,0	43,0	52,3	
			Máximo	-	-	-	-	-	-	-	-	54,0	
			Mínimo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50,6
	Fuente	SN52 Leciñana (10 análisis)	Promedio	73,4	64	89,5	67,6	77	80	100	83,7	84,1	
			Máximo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90,0
			Mínimo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79,1
	Manantial	SN53 Salcedo (10 análisis)	Promedio	56,8	70	40,1	65,4	54	59	60	53,6	74,8	
			Máximo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Mínimo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A la vista de los colores de las tablas se observan ya algunas singularidades en cada zona:

- Las zonas Norte e Intermedia muestran contenidos en nitrato por encima de 50 mg/l, de forma persistente, en prácticamente todas las aguas subterráneas analizadas, salvo L-8 (Fuente) y el sondeo 210860004. El sondeo 210860004 parece captar aguas de los materiales terciarios más profundos, y posiblemente no esté afectado por el aluvial. Las concentraciones en nitrato más bajas se dan en los cursos superficiales que llegan al acuífero aluvial.
- La zona Sur es la que presenta menores concentraciones de nitrato, sobre todo en los últimos años. Los piezómetros S-3, SC61 y S-5 presentan en los dos últimos años valores muy bajos, con valores promedio en el rango <0,1-19,3 mg/l.
- Los pequeños manantiales analizados en el Terciario del Sinclinal de Treviño presentan altos contenidos en nitrato de forma generalizada y persistente.

En el plano 3 se muestra la evolución histórica de nitratos en todos los puntos de control del área. Se

presenta para cada gráfico la línea de tendencia lineal que se obtiene para el registro histórico completo. En cada punto se presenta también, en forma de dos círculos concéntricos el rango del valor promedio obtenido en los últimos 2 ciclos de 4 años. El valor medio de cada ciclo de 4 años se obtiene como el valor medio de los valores promedio de cada año. Los valores promedio para los dos últimos ciclos de 4 años se muestran en la tabla 12.

Tabla 13 Valores medios de nitrato en los últimos 8 años en los puntos de control de la Masa de agua subterránea del aluvial de Miranda

Masa de agua	Zona	Código Punto	Punto de Muestreo	Promedio Ciclo 2009-12	Promedio Ciclo 2013-16
Miranda de Ebro	Norte	SC62 (L-11)	Manantial Puentelarrá	69,9	75,7
		L-13	Tubo	84,6	89,0
		L-12	Terraza	58,0	98,6
		L-8	Fuente	21,4	17,6
		L-14	Bisoto	31,2	30,6
		L-7	Barrerilla	16,1	15,6
		210860004	Montecillo	15,9	10,4
	210860023	Belea (PO: 2; PA: 1096)	74,0	82,3	
	Intermedia	S-1	Ánimas	66,9	67,4
		L-5	Pinar	66,3	69,5
		L-4	Paules	71,1	90,9
		L-6	Ventas	40,1	40,6
	Sur	L-1	Cabriana	54,2	58,4
		S-2	Campas	16,3	23,0
		S-3	Voluntarios	52,2	11,5
		SC61 (S-4)	Piezómetro Zubillaga	75,3	17,9
		S-5	Fuente Honda	57,8	21,9
		L-3	Moros	34,9	36,8
	Sinclinal de Treviño	SF31	Caicedo	54,1	55,8
SN52		Leciñana	74,5	86,9	
SN53		Salcedo	57,4	59,2	

Analizando las tendencias en los puntos de control se observan diferencias en algunos de los sectores:

- **Zona Norte.** Todos los puntos de control de esta zona mantienen, en toda su serie histórica, una tendencia decreciente, salvo el punto L-12, donde la tendencia es creciente, condicionada por los valores de los últimos 4 años.
- **Zona Intermedia.** Las tendencias en los 4 puntos controlados en esta zona son muy suaves; creciente en el caso de los puntos S-1 y L-4, y decreciente en L-5 y L-6. Con una tendencia tan poco marcada se podría hablar prácticamente de una estabilidad bastante persistente en los 8-9 años de datos.
- **Zona Sur.** Casi todos los puntos de control de esta zona muestran una tendencia decreciente, muy marcada en algunos casos como S-3, S-5 o SC61. Solo el punto S-2 presenta tendencia creciente, aunque solo dos muestras del año 2015 presentan valores de nitrato por encima de 50 mg/l.
- **Masa de agua subterránea Sinclinal de Treviño.** Los tres pequeños manantiales analizados en esta Masa de agua subterránea muestran una estabilidad notable en el contenido en nitrato, casi siempre por encima de 50 mg/l. Las tendencias son muy suaves en ambos sentidos, y solo SN52

muestra una tendencia creciente más neta.

En resumen, la Zona Sur es la que refleja, en general, una tendencia decreciente más acusada. Al mismo tiempo mantiene las concentraciones de nitrato, en las aguas subterráneas, más bajas en los últimos años. Esta situación puede estar influenciada por el proceso de remediación que se está llevando a cabo desde el polígono industrial o, más probablemente, por el funcionamiento hidrodinámico del acuífero y el río, condicionado por la actuación de la presa de Cabriana. El funcionamiento de la presa de Cabriana, sobre todo en aguas altas, produce la recarga del acuífero desde el río, favoreciendo la dilución y el lavado de nitratos y demás iones.

Mientras las aguas de los pequeños manantiales analizados en la Masa de agua subterránea Sinclinal de Treviño presentan contenidos por encima de 50 mg/l de nitrato de forma persistente, en las aguas de los arroyos que intersectan el aluvial los contenidos descienden notablemente.

#### 4.2.2.2. Nitritos y amonio

Además del contenido en nitrato en las aguas, se ha analizado periódicamente también el contenido en nitrito y amonio en algunos de los puntos que conforman la red de control. Son compuestos que, aunque normalmente ausentes o en cantidades bajas, aparecen en algunos puntos por encima del valor umbral fijado para el amonio en esta Masa de agua subterránea (0,5 mg/l); sus estadísticos se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14 Estadísticas de nitrito y amonio en la Masa de agua subterránea del aluvial de Miranda (Histórico)

Punto de control	Nitrito (NO <sub>2</sub> )			Amonio (NH <sub>3</sub> )			
	Nº de muestras analizadas (Periodo)	Nº de muestras con resultado por encima del límite de cuantificación	Máximo valor medido (mg/l)	Nº de muestras analizadas (Periodo)	Nº de muestras con resultado por encima del límite de cuantificación	Máximo valor medido (mg/l)	Muestras por encima de valor umbral (>0,5 mg/l)
L-14 Bisoto	35 (2008-16)	20 (57%)	<b>0,15</b>	35 (2008-16)	15 (43%)	<b>3,10</b>	<b>1 (3%)</b>
L-7 Barrerilla	25 (2008-16)	13 (52%)	<b>0,13</b>	25 (2008-16)	9 (36%)	<b>0,35</b>	<b>0</b>
L-12 Terraza	27 (2008-16)	1 (4%)	<b>0,07</b>	27 (2008-16)	3 (11%)	<b>0,45</b>	<b>0</b>
L-13 Tubo	37 (2008-16)	2 (5%)	<b>0,09</b>	37 (2008-16)	3 (8%)	<b>0,26</b>	<b>0</b>
L-8 Fuente	35 (2008-16)	1 (3%)	<b>0,10</b>	35 (2008-16)	4 (11%)	<b>0,68</b>	<b>1 (3%)</b>
SC62 M. Puentelarrá	41 (2008-16)	1 (2%)	<b>0,08</b>	41 (2008-16)	2 (5%)	<b>0,22</b>	<b>0</b>
210860004 Montecillo	9 (2009-16)	3 (33%)	<b>0,01</b>	9 (2009-16)	1 (11%)	<b>0,07</b>	<b>0</b>
210860023 Belea	9 (2011-16)	7 (78%)	<b>0,07</b>	9 (2011-16)	0 (0%)	<b>&lt;0,05</b>	<b>0</b>
L-6 Ventas	33 (2008-16)	20 (61%)	<b>0,04</b>	33 (2008-16)	7 (21%)	<b>0,33</b>	<b>0</b>
L-4 Paules	28 (2008-16)	18 (64%)	<b>0,14</b>	28 (2008-16)	2 (7%)	<b>0,26</b>	<b>0</b>
L-5 Pinar	31 (2008-16)	3 (10%)	<b>0,02</b>	31 (2008-16)	2 (6%)	<b>0,07</b>	<b>0</b>
S-1 Ánimas	25 (2011-16)	0 (0%)	<b>&lt;0,01</b>	25 (2011-16)	2 (8%)	<b>0,48</b>	<b>0</b>
L-3 Moros	38 (2008-16)	27 (71%)	<b>0,28</b>	38 (2008-16)	15 (39%)	<b>0,76</b>	<b>1 (3%)</b>
L-1 Cabriana	37 (2008-16)	20 (27%)	<b>0,07</b>	37 (2008-16)	5 (14%)	<b>0,14</b>	<b>0</b>
S-3 Voluntarios	25 (2011-16)	14 (56%)	<b>0,24</b>	25 (2011-16)	23 (92%)	<b>5,00</b>	<b>17 (68%)</b>
S-5 Fuente Honda	25 (2011-16)	16 (64%)	<b>1,3</b>	25 (2011-16)	20 (80%)	<b>1,98</b>	<b>13 (52%)</b>
S-2 Campas	24 (2011-16)	2 (8%)	<b>0,05</b>	24 (2011-16)	3 (13%)	<b>0,14</b>	<b>0</b>
SC61 Piez. Zubillaga	29 (2011-16)	19 (66%)	<b>0,92</b>	29 (2011-16)	24 (83%)	<b>5,80</b>	<b>17 (59%)</b>
SF31 Caicedo	2 (2016)	0 (0%)	<b>&lt;0,05</b>	2 (2016)	0 (0%)	<b>&lt;0,05</b>	<b>0</b>
SN52 Leciñana	2 (2016)	0 (0%)	<b>&lt;0,05</b>	2 (2016)	0 (0%)	<b>&lt;0,05</b>	<b>0</b>
SN53 Salcedo	2 (2016)	0 (0%)	<b>&lt;0,05</b>	2 (2016)	1 (50%)	<b>0,22</b>	<b>0</b>



Los contenidos en amonio son significativos en la zona Sur (Tabla 14). En tres de los seis puntos de control de esta zona (S-3, S-5 y SC61), el amonio está por encima del valor umbral establecido en un porcentaje de muestras que oscila entre 52-68%, con un valor máximo de 5,80 mg/l en SC61.

Los nitritos aparecen en gran parte de las muestras pero siempre en concentraciones muy bajas, por lo general inferior a 0,2 mg/l. Al igual que sucede con el amonio, los nitritos aparecen en concentraciones más altas en la zona Sur, llegando a un valor máximo de 1,3 mg/l en S-5.

La presencia del nitrato como forma nitrogenada principal y mayoritaria en las aguas del aluvial de Miranda en las zonas Norte e Intermedia es reflejo de unas condiciones esencialmente oxidantes. En la zona Sur, el amonio puede llegar a ser la forma nitrogenada principal en algunos puntos de control o en determinados momentos hidrológicos, reflejando condiciones reductoras.

Los contenidos más elevados en los compuestos nitrogenados indicativos de condiciones reductoras (amonio y nitritos) se producen en los puntos de control más cercanos al polígono industrial de Lantarón pudiéndose relacionar con el episodio de contaminación del año 2011 o con el proceso de remediación llevado a cabo en los años posteriores.

#### 4.3. PROPUESTA DE DELIMITACIÓN DE ZONA VULNERABLE

Analizada la evolución de los contenidos en nitrato en los puntos de control definidos en la Masa de agua subterránea Aluvial de Miranda, y verificado el origen agrícola del nitrógeno en las aguas subterráneas, parece razonable proceder a la declaración como zona vulnerable a la contaminación por nitrato de, al menos, alguno de los sectores del acuífero aluvial.

El Gobierno Vasco, en el año 2011 y a través del Decreto 112/2011<sup>11</sup>, aprueba un código de buenas prácticas agrarias que se aplica a todas las zonas no declaradas como vulnerables a la contaminación por nitratos. El decreto promueve un uso eficiente del nitrógeno en los cultivos, utilizando la cantidad correcta en el momento necesario para cada cultivo, se incrementa la rentabilidad, y se reduce la disponibilidad de nitrógeno que puede acabar en el agua. Tras cinco años desde su aprobación, las concentraciones de nitrato en las aguas subterráneas de los puntos controlados en la Masa de agua subterránea del aluvial de Miranda se mantienen elevadas, por encima de 50 mg/l, y varios casos muestran tendencias crecientes, aunque no en todas las zonas diferenciadas en el aluvial.

La zona Sur del aluvial es la única donde se detecta una marcada remisión en los últimos años de los contenidos en nitrato en el agua subterránea, manteniéndose el valor promedio del último ciclo de 4 años por debajo de 25 mg/l en todos los puntos de control, salvo uno (L-1). El origen del descenso de los nitratos en esta zona se asocia más al funcionamiento hidrodinámico del conjunto acuífero-río derivado de la operativa de la presa de Cabriana, más o menos potenciado por los procesos de remediación efectuados tras el episodio contaminante del polígono industrial, que a un efecto ocasionado por el decreto anteriormente mencionado.

<sup>11</sup> Decreto 112/2011, de 7 de junio, por el que se aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias aplicable a las zonas de la Comunidad Autónoma del País Vasco no declaradas como vulnerables a la contaminación de las aguas por los nitratos procedentes de la actividad agraria. (BOPV nº 116, 20/06/2011)

Las zonas Norte e Intermedia mantienen concentraciones elevadas de nitrato en las aguas subterráneas, por encima de 50 mg/l, de modo persistente en los últimos 8 años. Las tendencias de los registros históricos en estas zonas, crecientes o descendentes, son muy suaves, y reflejan una estabilidad y persistencia de los nitratos en el periodo de control analizado.

Los “picos” observables en algunos momentos del registro histórico deben responder a variaciones temporales en el régimen de precipitaciones, recarga desde el río Ebro o incluso en las condiciones del flujo subterráneo dentro del aluvial.

En definitiva, se propone:

- **Declarar zona vulnerable a la contaminación de las aguas por los nitratos procedentes de la actividad agraria los sectores Norte e Intermedio de la Masa de agua subterránea Aluvial de Miranda.** Como envolvente delimitadora de la zona vulnerable, se fija el propio límite del acuífero aluvial cuaternario y el límite territorial de Álava, marcado por el propio río Ebro en este sector. Se configura así una zona vulnerable con 5,25 Km<sup>2</sup> de extensión dentro de la CAPV (Figura 6 y Plano 4).
- **Mantener la red de control actualmente operativa, incluidos los puntos situados en la zona Sur,** que quedarían fuera de la delimitación de la zona vulnerable. Como mejora sería interesante analizar la inclusión el punto de control de la Confederación Hidrográfica del Ebro (210860004) que se trata de un sondeo que presenta valores muy bajos de nitrato, posiblemente ligado a los materiales terciarios más profundos, y por lo tanto no afectado por los materiales aluviales.

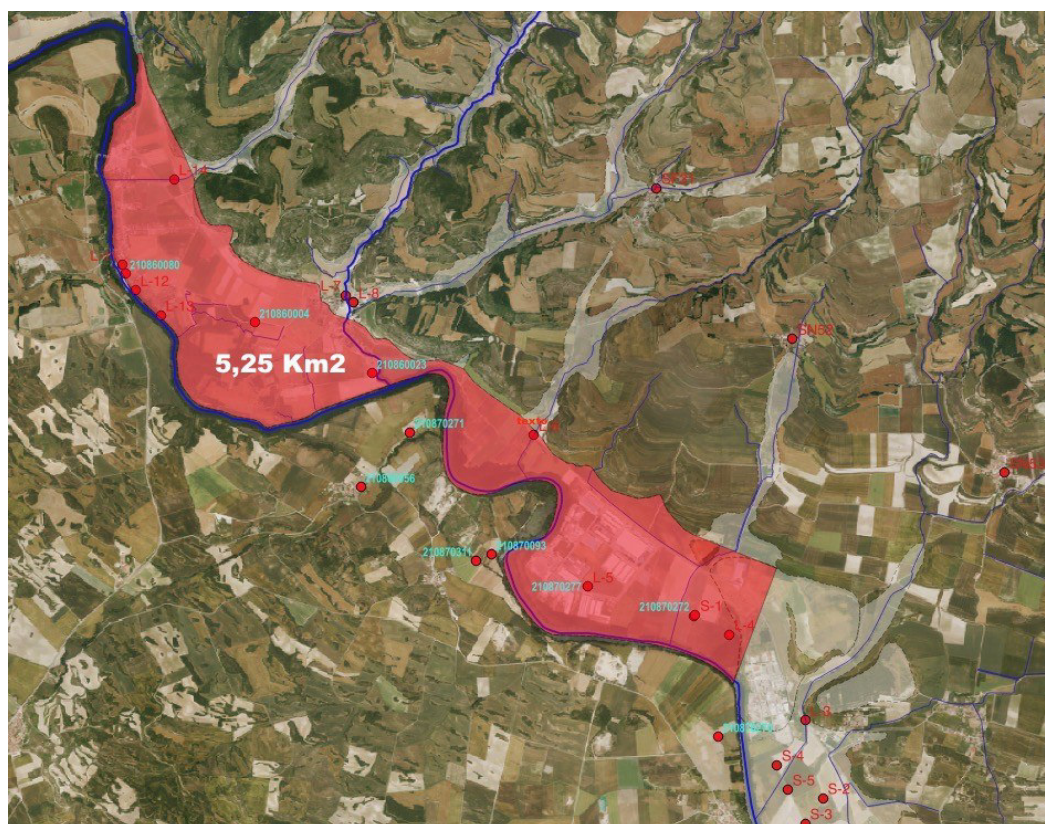


Figura 6 Propuesta de delimitación de zona vulnerable en la Masa de agua subterránea Aluvial de Miranda.





# 5.

## Conclusiones y recomendaciones

Los datos recabados por la Confederación Hidrográfica del Ebro y por la Agencia Vasca del Agua en los últimos años han sugerido la conveniencia de estudiar una eventual declaración de zona vulnerable en la Masa de agua subterránea del Aluvial de Miranda de Ebro, dado que no se detecta una mejoría en algunas zonas tras la aprobación del Decreto 112/2011 <sup>11</sup>.

El presente estudio permite realizar un diagnóstico de la situación actual de esta Masa de agua subterránea, analiza las presiones de origen agrario, urbano e industrial y el balance de cargas nitrogenadas; por último argumenta y delimita una propuesta de declaración de zona vulnerable.

La Masa de agua subterránea de Miranda de Ebro está compuesta por materiales aluviales cuaternarios (limos, arenas y gravas) con una potencia máxima de 6-7m, que se depositan encima de los materiales terciarios del Sinclinal de Miranda. Constituyen un acuífero permeable por porosidad intergranular, en funcionamiento libre, que localmente puede mostrar fenómenos de semiconfinamiento, debido a la presencia de niveles de finos. La recarga se produce por infiltración directa sobre los afloramientos aluviales, así como por infiltración, en algunos momentos hidrológicos, de los arroyos que intersectan el aluvial. Además, la actuación de algunos aprovechamientos hidroeléctricos puede influir en la recarga desde el propio río Ebro.

El área de recarga del aluvial de Lantarón se sitúa en torno a 9,4 Km<sup>2</sup>, incluidas las terrazas aluviales. Se estiman unos recursos renovables mínimos en torno a 1,4-1,9 Hm<sup>3</sup>/año (45-60 l/s de caudal medio equivalente). La descarga se produce fundamentalmente de forma difusa hacia el río Ebro, de acuerdo con las direcciones de flujo (mayoritariamente hacia el S-SW), a través de pequeños manantiales, como Cabriana, Puentelarrá, Terraza, Tubo y Paules. (L-1, L-11, L-12, L-13 y L-4) o a través del comportamiento efluente en aguas medias y altas de los arroyos que atraviesan el acuífero.

El nivel piezométrico es muy superficial (0,5-3,0 m), hecho habitual en este tipo de acuíferos. La variación interanual máxima se sitúa en torno a los 3 m, si bien en algunas circunstancias la piezometría en el aluvial se encuentra fuertemente influenciada por la variación del nivel del agua en el Ebro, derivada del funcionamiento de alguna presa hidroeléctrica.

Tras analizar los aportes nitrogenados derivados de la actividad agrícola, de los vertidos urbanos y de los industriales, y a pesar de la incertidumbre que puede existir en algunos de los parámetros calculados, se puede concluir que:

- la influencia de los vertidos urbanos (~45.285 m<sup>3</sup>/año) en las aguas del acuífero se puede considerar prácticamente nula y es consecuente con la existencia de vertidos urbanos de muy baja entidad, como corresponde a la baja población implicada (~522 hab).
- la incidencia de los vertidos industriales sobre las aguas del acuífero aluvial se estima como muy baja, ya que los vertidos industriales relevantes se realizan directamente al río Ebro. El volumen anual vertido al Ebro se cifra en 2,47 Hm<sup>3</sup>/año.
- las concentraciones elevadas de nitratos medidas en las aguas subterráneas deben relacionarse con la actividad agrícola en la zona. Los cálculos realizados hasta la fecha proporcionan un surplus de nitrógeno para el área próximo a 193 toneladas que, con una superficie agrícola útil de 3.000 ha y una desnitrificación del 50%, proporciona una concentración potencial máxima teórica de nitrato en el agua subterránea de 71,23 mg/l (16,1 mg/l de nitrógeno).

Para la delimitación de zonas vulnerables en el aluvial de Lantarón se opta por utilizar los criterios estadísticos. La Agencia Vasca del Agua y la Confederación Hidrográfica del Ebro disponen de una red de control operativa que dota al entorno de datos reales sobre los compuestos nitrogenados en el agua subterránea.

La red de control se compone de 21 puntos de control, incluyendo manantiales, sondeos, piezómetros y cursos superficiales que intersectan la Masa de agua subterránea Miranda de Ebro. Se dispone de un histórico de datos de 9 años, que cubre el periodo 2008-2016, con periodicidad de muestreo variable, entre mensual y anual. Se incluyen también 3 puntos de control en la Masa de agua subterránea Sinclinal de Treviño, dentro de la cuenca alta de los arroyos que atraviesan el aluvial.

Analizando los contenidos en nitrato del agua y sus tendencias, se han venido diferenciando tres zonas dentro del aluvial:

- **Zona Norte.** Todos los puntos de control de esta zona mantienen, en toda su serie histórica, una tendencia decreciente, salvo el punto L-12, donde la tendencia es creciente, condicionada por los valores de los últimos 4 años. Los puntos de esta zona presentan contenidos en nitrato por encima de 50 mg/l de forma persistente en prácticamente todas las aguas subterráneas analizadas, salvo L-8 (Fuente) y el sondeo 210860004. El sondeo 210860004 parece captar aguas de los materiales terciarios más profundos, y posiblemente no esté afectado por el aluvial. Las concentraciones en nitrato más bajas se dan en los cursos superficiales que llegan al acuífero aluvial
- **Zona Intermedia.** Con valores de nitrato por lo general por encima de 50 mg/l, las tendencias en los 4 puntos controlados en esta zona son muy suaves; creciente en el caso de los puntos S-1 y L-4, y decreciente en L-5 y L-6. Con una tendencia tan poco marcada se podría hablar prácticamente de una estabilidad bastante persistente en los 8-9 años de datos.
- **Zona Sur.** Es la que presenta menores concentraciones de nitrato, sobre todo en los últimos años. Casi todos los puntos de control de esta zona muestran una tendencia decreciente, muy marcada en algunos casos como S-3, S-5 o SC61. Solo el punto S-2 presenta tendencia creciente, aunque solo dos muestras del año 2015 presentan valores de nitrato por encima de 50

mg/l.

En resumen, la Zona Sur es la que refleja, en general, una tendencia decreciente más acusada. Al mismo tiempo mantiene las concentraciones de nitrato, en las aguas subterráneas, más bajas en los últimos años. Esta situación puede estar influenciada por el proceso de remediación que se está llevando a cabo desde el polígono industrial o, más probablemente, por el funcionamiento hidrodinámico del acuífero y el río, condicionado por la actuación de la presa de Cabriana. El funcionamiento de la presa de Cabriana, sobre todo en aguas altas, produce la recarga del acuífero desde el río, favoreciendo la dilución y el lavado de nitratos y demás iones.

Mientras las aguas de los pequeños manantiales analizados en la Masa de agua subterránea Sinclinal de Treviño presentan contenidos por encima de 50 mg/l de nitrato de forma persistente, en las aguas de los arroyos que intersectan el aluvial los contenidos descienden notablemente.

El nitrato es la forma nitrogenada principal y mayoritaria en las aguas del aluvial de Miranda en las zonas Norte e Intermedia reflejando unas condiciones esencialmente oxidantes. En la zona Sur, el amonio puede llegar a ser la forma nitrogenada principal en algunos puntos de control o en determinados momentos hidrológicos, reflejando condiciones reductoras. Los contenidos más elevados en los compuestos nitrogenados indicativos de condiciones reductoras (amonio y nitritos) se producen en los puntos de control más cercanos al polígono industrial de Lantarón pudiéndose relacionar con el episodio de contaminación del año 2011 o con el proceso de remediación llevado a cabo en los años posteriores.

Tras analizar la evolución de nitratos en la Masa de agua subterránea, se propone declarar zona vulnerable a la contaminación de las aguas por los nitratos procedentes de la actividad agraria los sectores Norte e Intermedio de la Masa de agua subterránea Aluvial de Miranda. En el plano 4 se muestra la envolvente delimitadora de la zona vulnerable, fijada en torno al límite del acuífero aluvial cuaternario y el límite territorial de Álava, marcado por el propio río Ebro en este sector. Se configura así una zona vulnerable con 5,25 Km<sup>2</sup> de extensión dentro de la CAPV.

Se recomienda mantener la red de control actualmente operativa, incluidos los puntos situados en la zona Sur, que quedarían fuera de la delimitación de la zona vulnerable. Como mejora sería interesante analizar la inclusión el punto de control de la Confederación Hidrográfica del Ebro (210860004) que se trata de un sondeo que presenta valores muy bajos de nitrato, posiblemente ligado a los materiales terciarios más profundos, y por lo tanto no afectado por los materiales aluviales.

# 6.

## Anexos. Planos

Plano N°1.- Situación de los puntos de vertido.

Plano N°2.- Situación de los puntos de control.

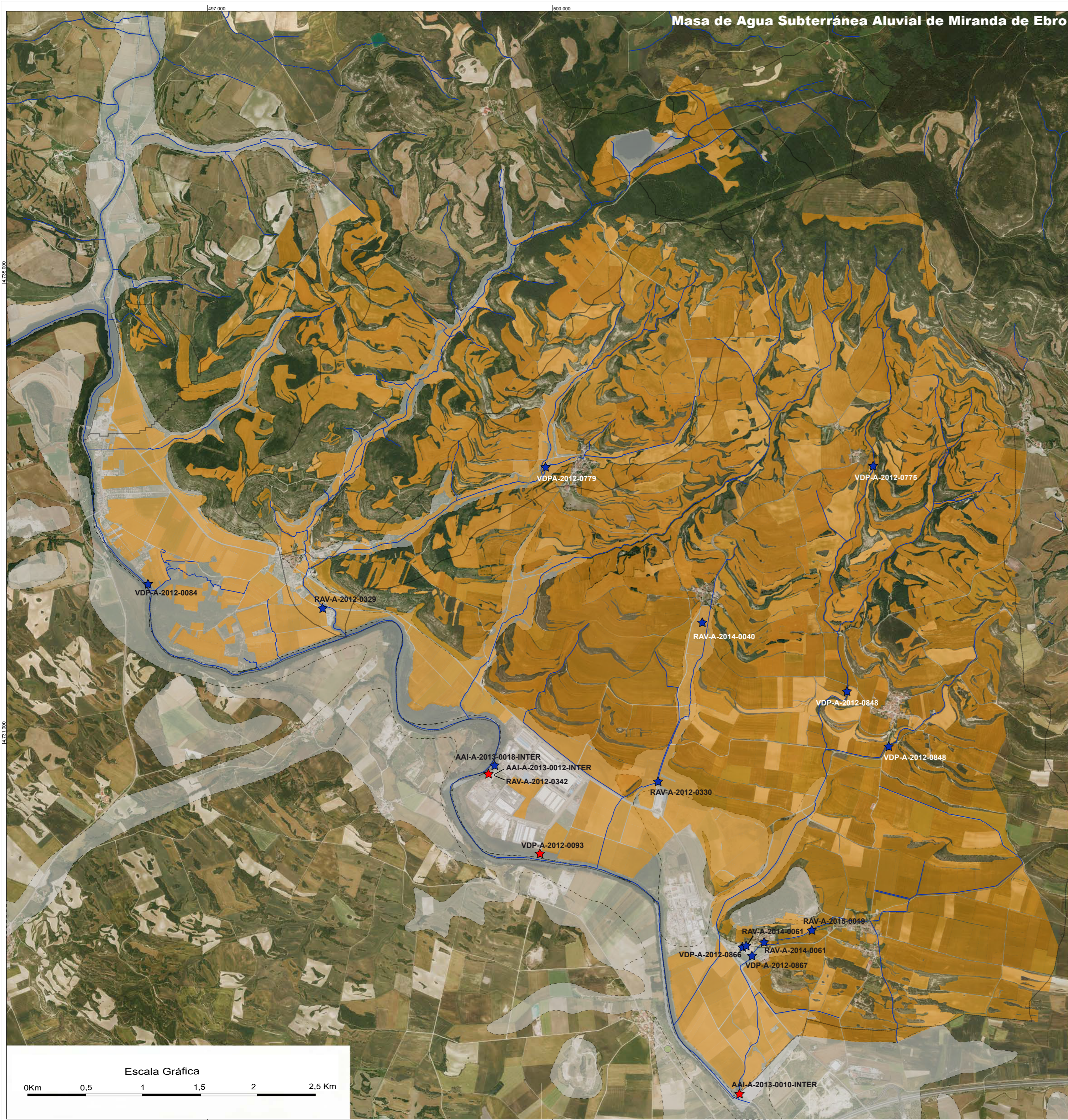
Plano N°3.- Resultados, evolución temporal y tendencias.

Plano N°4.- Propuesta de delimitación de la zona vulnerable.

## Plano 1. Situación de los puntos de vertido.



# Masa de Agua Subterránea Aluvial de Miranda de Ebro



## MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA (CAPV)

### VERTIDOS INDUSTRIALES

Nº	Nº EXPEDIENTE	TITULAR	UTM X	UTM Y	VOLUMEN ANUAL (m³)	MEDIO RECEPTOR
1	VDP-A-2012-0093	AYTO. DE LANTARÓN	499.890	4.730.021	150.000	Río Ebro
2	RAV-A-2012-0342	ACIDEKA, S.A.	499.381	4.730.704	160.000	Río Ebro
3	AAI-A-2013-0010-INTER	EVONIK SILQUIMICA, S.A.	501.623	4.727.931	2.000.000	Río Ebro
4	AAI-A-2013-0012-INTER	DEKTRA, S.A.	499.381	4.730.704	160.000	Río Ebro

(Coordenadas UTM ETRS89)

### VERTIDOS URBANOS

Nº	Nº EXPEDIENTE	TITULAR	UTM X	UTM Y	VOLUMEN ANUAL (m³)	MEDIO RECEPTOR
1	RAV-A-2014-0040	JUNTA ADM. DE LECINANA DEL CAMINO	501.295	4.732.075	3.700	Arroyo Leciana
2	RAV-A-2014-0061	JUNTA ADM. DE ZUBILLAGA	501.702	4.729.213	5.300	Arroyo Común
3	RAV-A-2014-0061	JUNTA ADM. DE ZUBILLAGA	501.846	4.729.270	2.700	Arroyo Común
4	VDP-A-2012-0084	JUNTA ADM. DE PUENTELARRA	496.495	4.732.373	-	Río Ebro
5	RAV-A-2015-0019	JUNTA ADM. DE COMUNIÓN	502.264	4.729.363	8.800	Arroyo Común
6	RAV-A-2012-0330	SOCIEDAD COOPERATIVA LANTARON	500.919	4.730.648	150	Arroyo Leciana
7	AAI-A-2013-0018-INTER	QUIMICA B.G.B. GIOVANNI BOZZETTO	499.443	4.730.762	300	Río Ebro
8	VDP-A-2012-0775	JUNTA ADM. DE MOLINILLA	502.816	4.733.420	1.100	Arroyo Salcedo
9	VDP-A-2012-0779	JUNTA ADM. DE CAICEDO-YUSO	499.940	4.733.387	3.800	Arroyo Salcedo
10	VDP-A-2012-0848	JUNTA ADM. DE SALCEDO	502.932	4.730.982	7.300	Arroyo Salcedo
11	VDP-A-2012-0848	JUNTA ADM. DE SALCEDO	502.575	4.731.464	2.200	Arroyo Salcedo
12	VDP-A-2012-0866	AYTO. DE LANTARON	501.677	4.729.218	900	Arroyo Común
13	VDP-A-2012-0867	FERNANDO GARCIA RAMIREZ	501.770	4.729.187	35	Arroyo Común
14	RAV-A-2012-0329	JUNTA ADM. DE FONTECHA	497.993	4.732.177	9.000	Arroyo Caicedo

(Coordenadas UTM ETRS89)

**Legenda**

- ★ Vertido urbano
- ★ Vertido industrial
- 02 Nº Expediente
- Acuífero Cuaternario
- Límite de cuenca
- Zona Agrícola

geotermia y agua

ur agentzia  
agencia vasca del agua

Proyecto Informe diagnóstico y propuesta de delimitación de zona vulnerable a la contaminación de las aguas por nitratos en la masa de agua subterránea del aluvial de Miranda de Ebro.	Autor AE-JAF
Plano Situación de los puntos de vertido.	Fecha Noviembre 2017
Cod. proy. T 324	Nº Plano 1

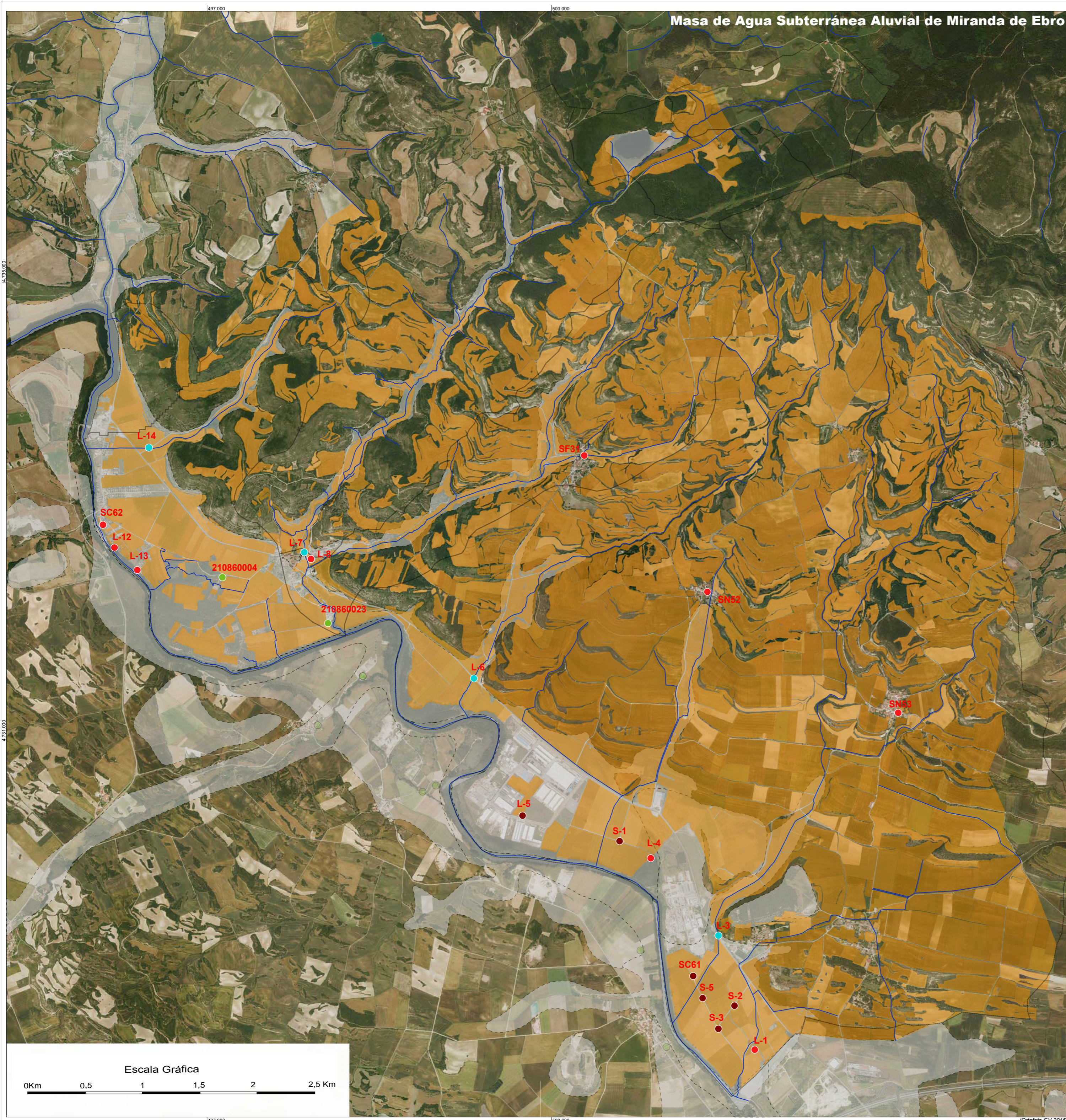




## Plano 2. Situación de los puntos de control.



# Masa de Agua Subterránea Aluvial de Miranda de Ebro



## MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA (CAPV)

Masa de agua / Zona	Código	Denominación	UTMX	UTMY	Tipo	Categoría
Miranda de Ebro / Norte	L-14	Bisolo	496496	4733564	Curso superficial	A
	L-7	Barrenilla	487847	4732655	Curso superficial	A
	L-12	Terraza	496193	4732692	Manantial	B
	L-13	Tubo	496392	4732495	Manantial	B
	L-8	Fuente	497907	4732596	Fuente	B
	SC62 (L-11)	Manantial PuenteIarará	496116	4732806	Manantial	B
	210860004	Montecillo	497132	4732439	Pozo	C
Miranda de Ebro / Intermedia	210860023	Belea	498053	4732039	Pozo	C
	L-6	Ventas	499322	4731554	Curso superficial	A
	L-4	Paules	500859	4729988	Manantial	B
	L-5	Pinar	499749	4730354	Sondeo	C
	S-1	Animas	500691	4730141	Piezómetro	C
	L-3	Moros	501454	4729314	Curso superficial	A
	Miranda de Ebro / Sur	L-1	Cabriana	501770	4728322	Manantial
S-3		Voluntarios	501454	4728504	Piezómetro	C
S-5		Fuente Honda	501316	4728770	Piezómetro	C
S-2		Campas	501593	4728703	Piezómetro	C
SC61 (S-4)		Piezómetro Zubillaga	501232	4728963	Piezómetro	C
SF31		Caicedo	500285	4733495	Fuente	T
Sincinal Treviño		SN52	Leciñana	501355	4732310	Fuente
	SN53	Salcedo	503018	4731258	Manantial	T

(Coordenadas UTM ETRS89)

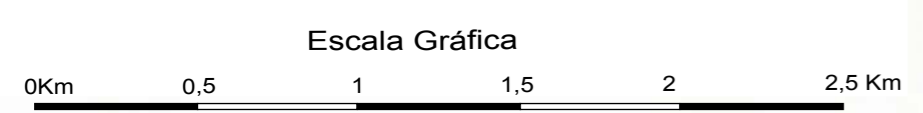
**Leyenda**

- Manantial y/o surgencia difusa
- Pozo
- Curso superficial
- Punto red de control CHE
- Punto red de control CHE fuera de la CAPV
- 02 Código de control SN
- ▭ Acuífero Cuaternario
- Límite de cuenca
- ▭ Zona Agrícola

geotermia y agua

ur agentzia  
agencia vasca del agua

Proyecto Informe diagnóstico y propuesta de delimitación de zona vulnerable a la contaminación de las aguas por nitratos en la masa de agua subterránea del aluvial de Miranda de Ebro.	Autor AE-JAF
Plano Situación de los puntos de control.	Fecha Noviembre 2017
	Cod. proy. T 324
	Nº Plano 2



1497.000

1500.000

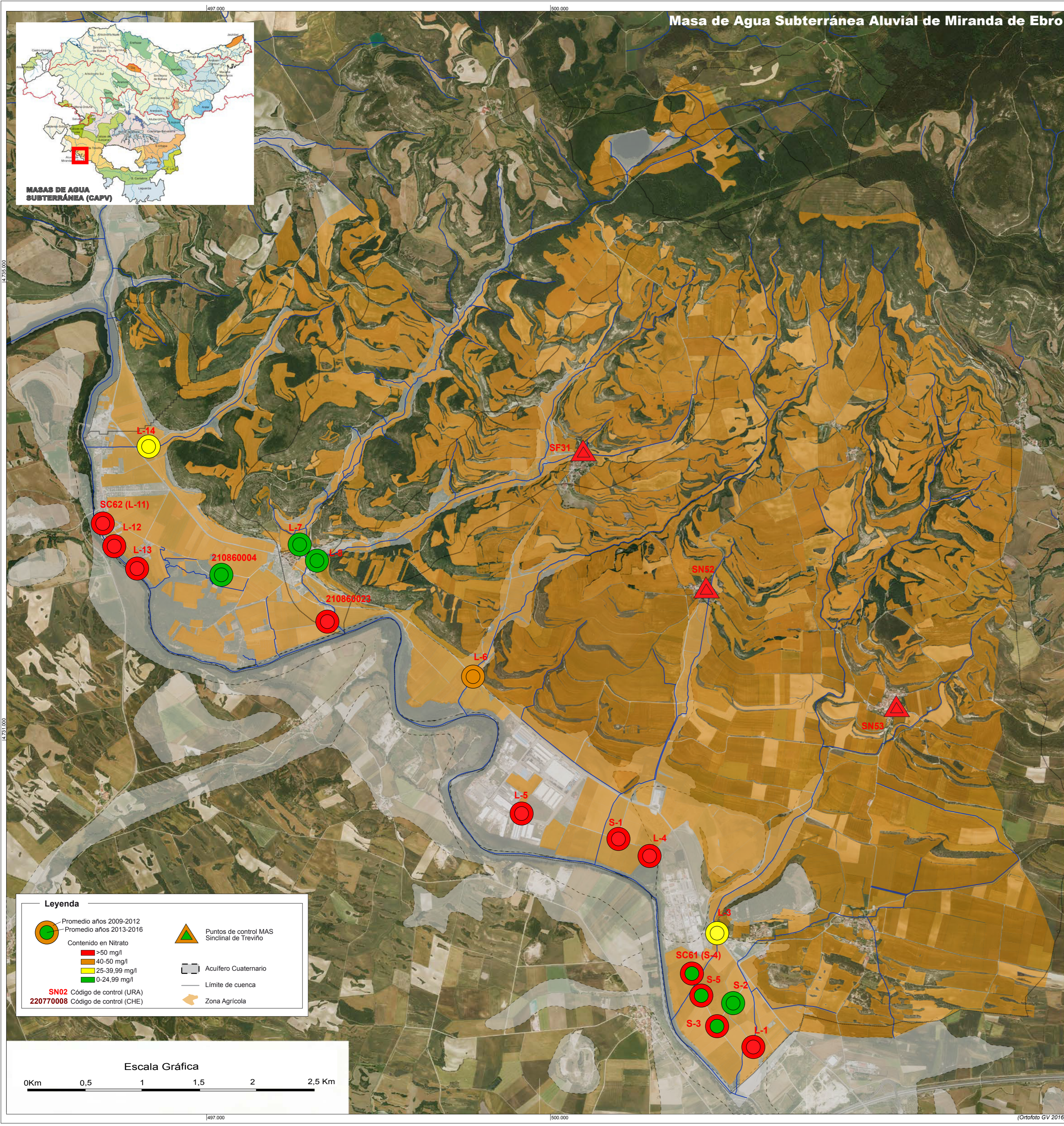
(Ortofoto GV 2016)



### Plano 3. Resultados, evolución temporal y tendencias.

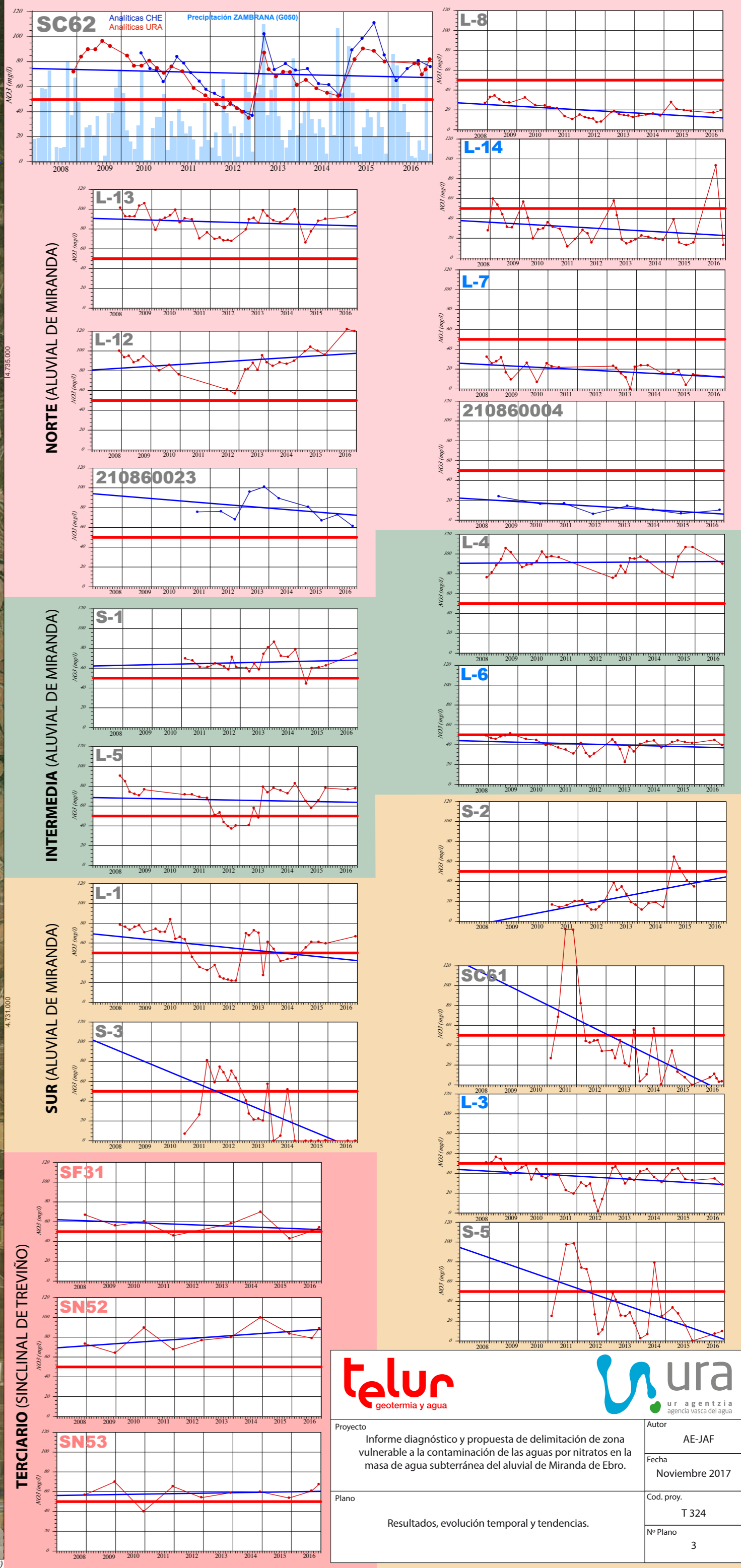
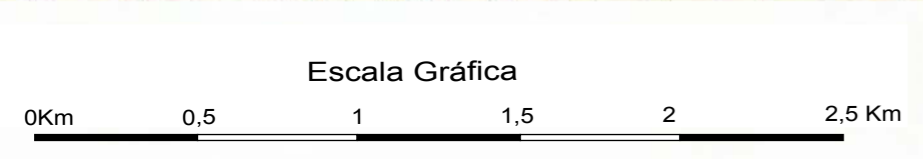


# Masa de Agua Subterránea Aluvial de Miranda de Ebro



**Leyenda**

- Promedio años 2009-2012
- Promedio años 2013-2016
- Contenido en Nitrato
  - >50 mg/l
  - 40-50 mg/l
  - 25-39.99 mg/l
  - 0-24.99 mg/l
- SN02 Código de control (URA)
- 220770008 Código de control (CHE)
- Puntos de control MAS Sinclinal de Treviño
- Acuífero Cuaternario
- Límite de cuenca
- Zona Agrícola



**telur** geotermia y agua

**ura** ura agencia vasca del agua

Proyecto: Informe diagnóstico y propuesta de delimitación de zona vulnerable a la contaminación de las aguas por nitratos en la masa de agua subterránea del aluvial de Miranda de Ebro.

Autor: AE-JAF

Fecha: Noviembre 2017

Plano: Resultados, evolución temporal y tendencias.

Cod. proy.: T 324

Nº Plano: 3

1497.000

1500.000

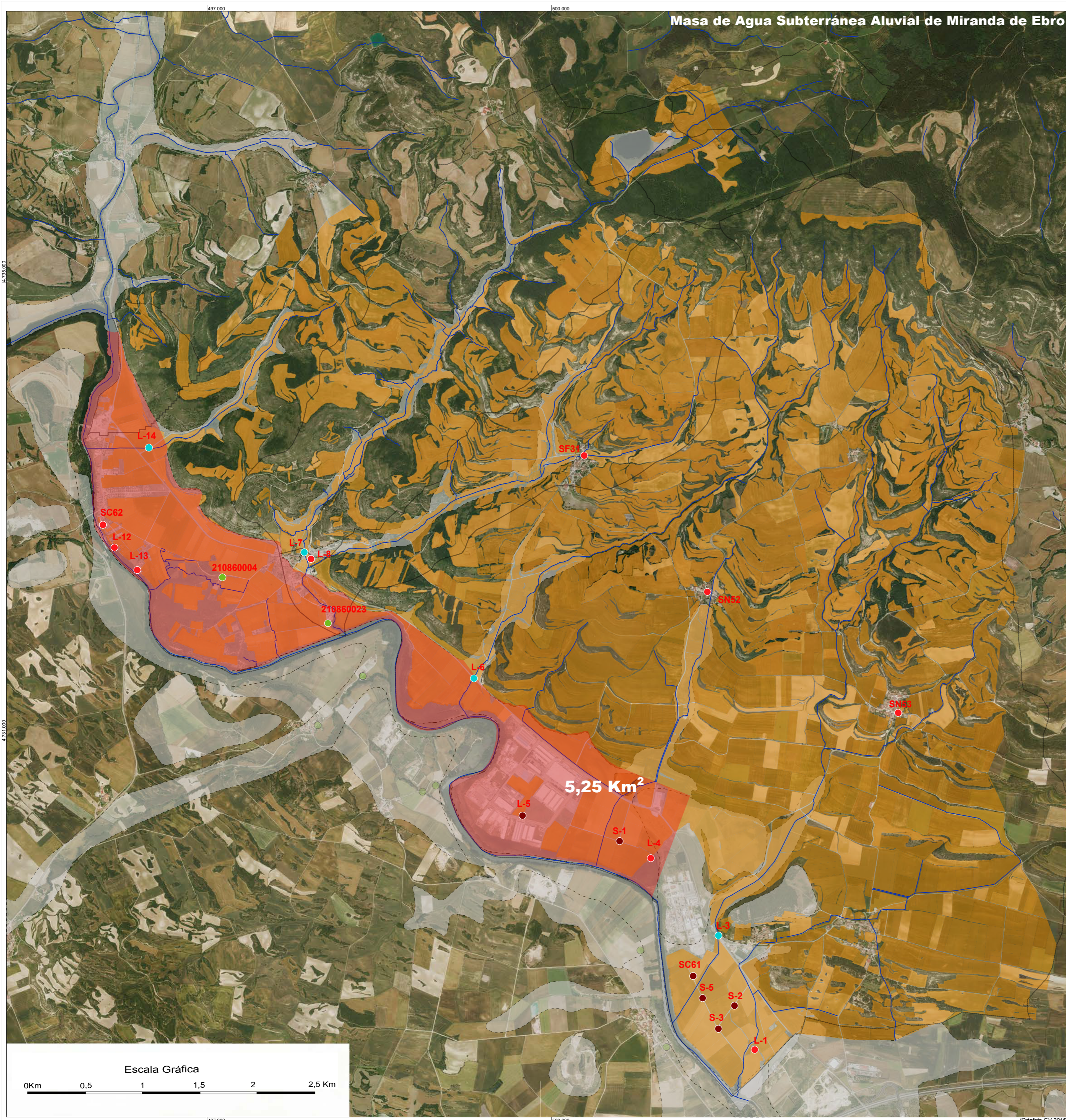
(Ortofoto GV 2016)



## Plano 4. Propuesta delimitación de la Zona Vulnerable.



# Masa de Agua Subterránea Aluvial de Miranda de Ebro



5,25 Km<sup>2</sup>



## MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA (CAPV)

Masa de agua / Zona	Código	Denominación	UTMX	UTMY	Tipo	Categoría
Miranda de Ebro / Norte	L-14	Bisolo	496496	4733564	Curso superficial	A
	L-7	Barrenilla	487847	4732655	Curso superficial	A
	L-12	Terraza	496193	4732692	Manantial	B
	L-13	Tubo	496392	4732495	Manantial	B
	L-8	Fuente	497907	4732596	Fuente	B
	SC62 (L-11)	Manantial PuenteIarará	496116	4732806	Manantial	B
Miranda de Ebro / Intermedia	210860004	Montecillo	497132	4732439	Pozo	C
	210860023	Belea	498053	4732039	Pozo	C
	L-6	Ventas	499322	4731554	Curso superficial	A
	L-4	Paules	500859	4729988	Manantial	B
	L-5	Pinar	499749	4730354	Sondeo	C
	S-1	Animas	500691	4730141	Piezómetro	C
Miranda de Ebro / Sur	L-3	Moros	501454	4729314	Curso superficial	A
	L-1	Cabriana	501770	4728322	Manantial	B
	S-3	Voluntarios	501454	4728504	Piezómetro	C
	S-5	Fuente Honda	501316	4728770	Piezómetro	C
	S-2	Campas	501593	4728703	Piezómetro	C
	SC61 (S-4)	Piezómetro Zubillaga	501232	4728963	Piezómetro	C
Sincinal Treviño	SF31	Caicedo	500285	4733495	Fuente	T
	SN52	Leciñana	501355	4732310	Fuente	T
	SN53	Salcedo	503018	4731258	Manantial	T

(Coordenadas UTM ETRS89)

**Leyenda**

- Manantial y/o surgencia difusa
- Pozo
- Curso superficial
- Punto red de control CHE
- Punto red de control CHE fuera de la CAPV
- 02 Código de control SN
- ▭ Acuífero Cuaternario
- Límite de cuenca
- ▭ Zona Agrícola
- ▭ Delimitación Zona Vulnerable

geotermia y agua

ur agentzia  
agencia vasca del agua

Proyecto Informe diagnóstico y propuesta de delimitación de zona vulnerable a la contaminación de las aguas por nitratos en la masa de agua subterránea del aluvial de Miranda de Ebro.	Autor AE-JAF
Plano Propuesta delimitación de la Zona Vulnerable	Fecha Noviembre 2017
	Cod. proy. T 324
	Nº Plano 4

Escala Gráfica



1497.000

1500.000

(Ortofoto GV 2016)