

ENCOMIENDA DE GESTIÓN
PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS
CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO A LA
SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS
AGUAS SUBTERRÁNEAS

Actividad 4:

Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico

Demarcación Hidrográfica del
EBRO

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA

091.045 ALUVIAL DEL OJA



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO



Instituto Geológico
y Minero de España

DIRECCIÓN GENERAL
DEL AGUA

**IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE
AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS
HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO**

091.045 ALUVIAL DEL OJA

ÍNDICE

1. CARACTERIZACIÓN DE MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	1
1.1 IDENTIFICACIÓN, MORFOLOGÍA Y DATOS PREVIOS	1
1.2 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO	3
1.2.1 <i>Litoestratigrafía y permeabilidad</i>	3
1.2.2 <i>Estructura geológica</i>	3
1.2.3 <i>Funcionamiento hidrogeológico</i>	4
2. ESTACIONES DE CONTROL Y MEDIDAS DE CAUDALES	6
2.1 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE AFOROS	6
2.2 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE CONTROL HIDROMÉTRICO	6
2.3 OTRA INFORMACIÓN HIDROMÉTRICA	6
3. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS TRAMOS DE RÍO RELACIONADOS CON ACUÍFEROS	9
3.1 IDENTIFICACIÓN Y MODELO CONCEPTUAL	9
3.2 RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO	13
3.2.1 <i>Análisis de series de aforos</i>	14
3.2.2 <i>Análisis de series Piezométricas</i>	18
4. MANANTIALES	20
4.1 MANANTIALES PRINCIPALES	20
4.2 RESTO DE MANANTIALES	21
5. ZONAS HÚMEDAS	23
6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y PROPUESTA DE ACTUACIONES	24
6.1 VALORACIÓN DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	24
6.2 PROPUESTA DE ACTUACIONES	24
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
8. BIBLIOGRAFÍA DE INTERÉS	26

ANEJOS:

Anejo 1 Listado de manantiales

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

091.045 ALUVIAL DEL OJA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Situación de los puntos de aforo 21107 G/D y 21107 G/E	14
Figura 2. Análisis diferencial entre los puntos 21107 G/D (aguas arriba) y 21107 G/E (aguas abajo) en el río Oja.....	15
Figura 3. Situación de los puntos de aforo 21103 G/H y 21103 G/G en el río Oja.....	16
Figura 4. Análisis diferencial entre los puntos 21103 G/G (aguas arriba) y 21103 G/H (aguas abajo) en el río Oja.....	16
Figura 5. Situación de los puntos de aforo 21097 G/I (aguas abajo) y 21098 G/F (aguas arriba) en el río Oja.....	17
Figura 6. Análisis diferencial entre los puntos 21098 G/F (aguas arriba) y 21098 G/I (aguas abajo) en el río Oja.....	17

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

091.045 ALUVIAL DEL OJA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de aforos	6
Tabla 2.	Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de control hidrométrico de aguas subterráneas	6
Tabla 3.	Datos en estaciones de medida y control hidrométrico	7
Tabla 4.	Identificación de los tramos de ríos conectados	11
Tabla 5.	Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos	13
Tabla 6.	Manantiales principales en la MASb 091.045 Aluvial del Oja.....	20
Tabla 7.	Estaciones de control propuestas	25

**IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE
AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS
HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO**

091.045 ALUVIAL DEL OJA

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1.	Mapa de situación de la Masa de Agua Subterránea	2
Mapa 2.	Mapa de permeabilidades	5
Mapa 3.	Mapa de estaciones de control y medida de caudales	8
Mapa 4.	Mapa sinóptico de la relación río-acuífero	19
Mapa 5.	Mapa de manantiales	22

1. Caracterización de MASA de AGUA SUBTERRÁNEA

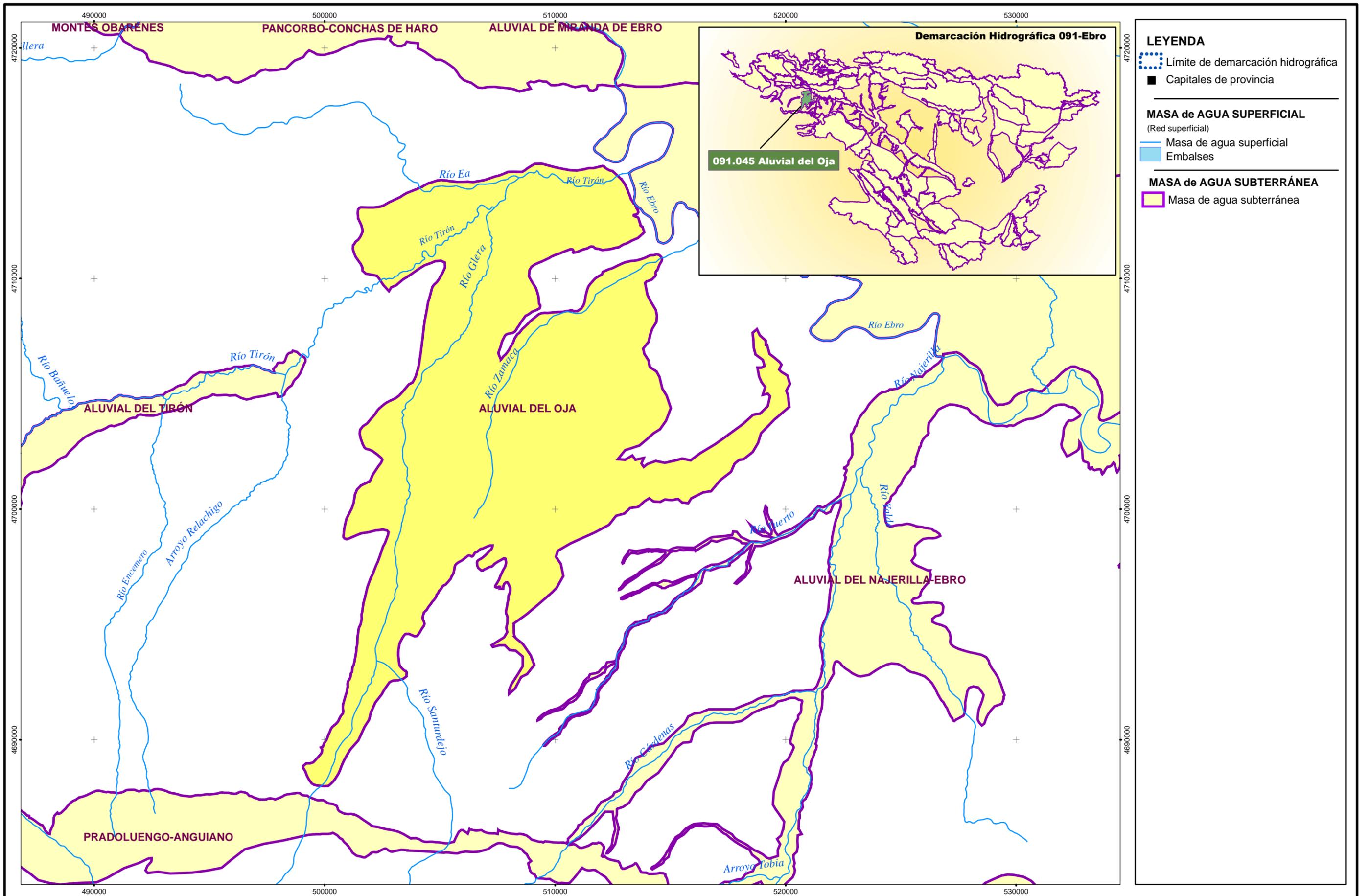
1.1 Identificación, morfología y datos previos

La MASb Aluvial del Oja, identificada con el código 091.045, se ubica en el extremo occidental del dominio de la depresión del Ebro. La superficie total de la MASb es de 213 Km² localizados íntegramente en la provincia de La Rioja. Los límites de esta MASb están definidos de forma aproximada, por la extensión de los materiales aluviales asociados al río Oja, desde la localidad de Ojacastro (por el límite Sur) hasta la desembocadura de éste en el río Tirón (en el límite Norte), incluyendo así, en menor proporción, aluviales del Tirón en la zona Norte.

La topográfica de la MASb es bastante homogénea, con cotas que oscilan entre 446 m.s.n.m y 894 m.s.n.m., siendo la cota media de 593 m.s.n.m.

Además del río Oja, la MASb incluye parte del río Tirón como cauces principales y, como cauces secundarios se pueden mencionar, el río Zamaca, afluente directo del Ebro, el Santurdejo, afluente del Oja por la derecha, y el Ea, afluente del Tirón por su margen izquierda.

En esta MASb se dispone de al menos un modelo matemático bidimensional realizado para el proyecto del IGME (1987). Con posterioridad a este modelo inicial, se han realizado dos modelos matemáticos posteriores: el desarrollado por la CHE en 1994 (CHE, 1994) y el incluido en la tesis doctoral de Corral Lledó, M.M.(1999).



1.2 Contexto Hidrogeológico

1.2.1 Litoestratigrafía y permeabilidad

Prácticamente la totalidad de los afloramientos existentes dentro de los límites de esta MASb son materiales cuaternarios aluviales y algunos depósitos superficiales. El resto de afloramientos corresponden a formaciones detríticas miocenas de media y baja permeabilidad.

Se pueden definir dos FGP de forma general:

- FGP Cuaternaria: Se agrupan aquí por edad geológica, origen común, similar composición y continuidad entre ellos, un conjunto de materiales detríticos de naturaleza aluvial entre los que destacan los depósitos pertenecientes a las terrazas bajas por su alta permeabilidad. Además se encuentran también depósitos de llanura aluvial y terrazas altas, acompañadas localmente de pequeños coluviones y depósitos superficiales de abanicos.

El conjunto forma un acuífero detrítico, permeable por porosidad primaria intergranular y libre, salvo pequeños confinamientos locales producidos por los cambios laterales de facies. La permeabilidad de estos materiales se considera alta en su conjunto.

- FGP terciaria: Se trata de un conjunto de formaciones detríticas generalmente margosas, con niveles de arenisca y algunos conglomerados intercalados. Dentro de la MASb se encuentran casi siempre bajo los cuaternarios, con los que mantienen una relación variable.

En general, estos materiales tienen una permeabilidad conjunto media-baja muy variable y no entran en contacto directo con los flujos de agua superficial presentes en la MASb.

1.2.2 Estructura geológica

La estructura geológica que presenta la FGP con relación con las masas de agua superficiales, corresponde a la de un relleno aluvial con un desarrollo significativo de su sistema de terrazas.

La morfología asemeja un triángulo a medida que la extensión de las terrazas se va ampliando, desde Ojacastro hacia el Tirón, en dirección Sur-Norte, presentando una importante asimetría

con respecto al eje marcado por el río Oja, siendo las terrazas del margen derecho las que se desarrollan mayoritariamente.

Los espesores resultan bastante variables y bastante limitados, teniendo una media de unos 12 metros en las terrazas baja y actual, siendo éstas la que constituyen la zona con mejores condiciones hidrogeológicas.

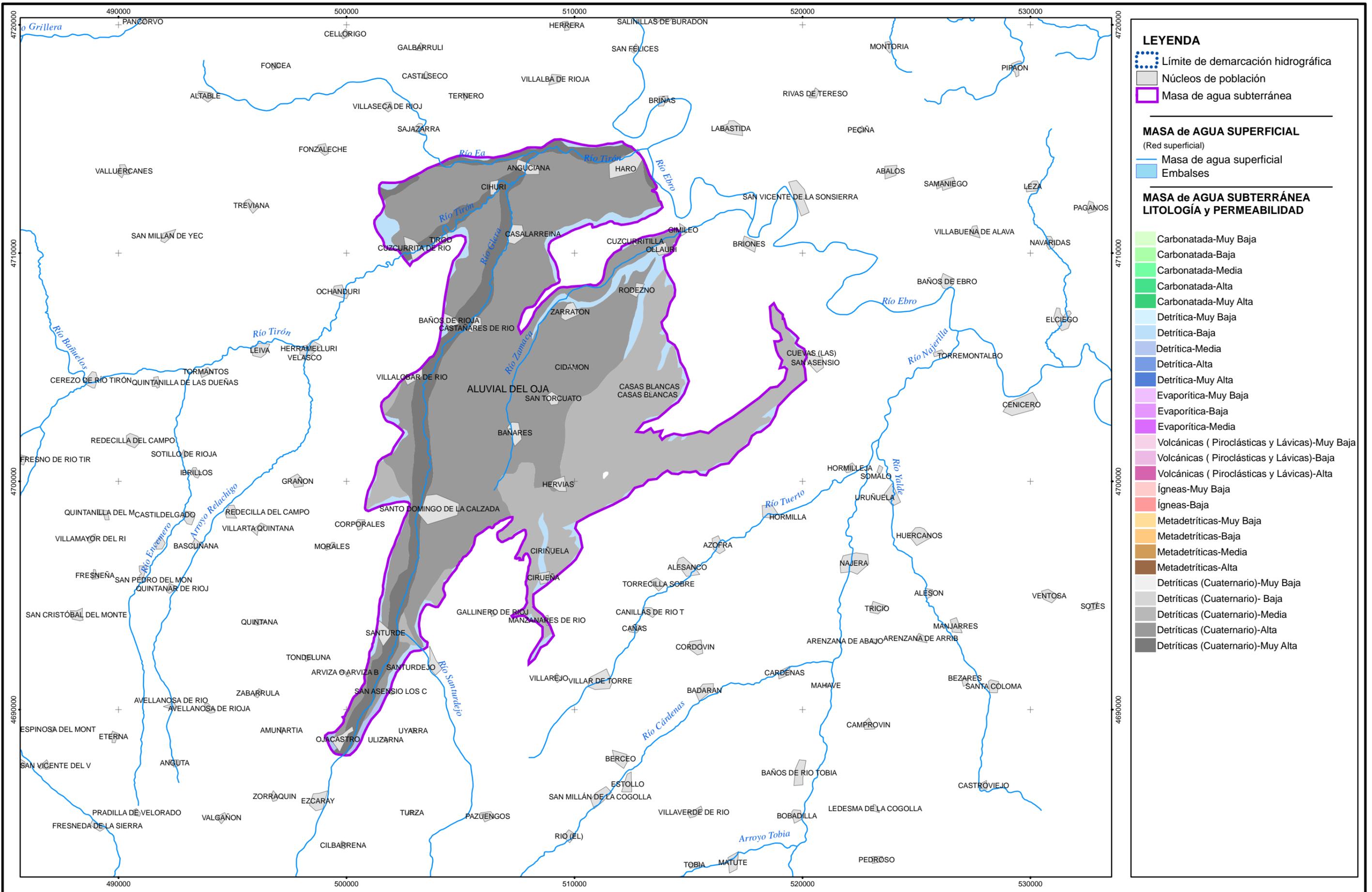
Los niveles más altos de terrazas suelen presentarse aislados debido a los fenómenos de erosión, formando así bloques independizados que normalmente se tratan como un único conjunto.

1.2.3 Funcionamiento hidrogeológico.

El funcionamiento hidrogeológico de la FGP cuaternaria, la única con relación río-acuífero en esta MASb, está marcado por su naturaleza y estructura. La recarga se produce principalmente por infiltración de las precipitaciones. Según la situación del nivel piezométrico se puede producir además recarga por infiltración desde los cauces que atraviesan la MASb. Recibe además, aportes laterales de los materiales terciarios periféricos en algunas zonas.

Considerando el funcionamiento hidrogeológico (flujos subterráneos) de esta MASb, ésta puede subdividirse en dos zonas. La zona alta (terrazas medias y altas), que presenta, como ya se ha comentado, numerosos niveles aislados que drenan por manantiales periféricos y que pasan a la red de drenaje superficial y a recargar los niveles más bajos, mientras que la zona de terrazas bajas y actual, en continuidad con la llanura aluvial, presenta una cualidades hidrogeológicas mucho mejores y drena de forma general hacia el centro de la cuenca, presentando variaciones importantes en función de los materiales del sustrato, los cuales, debido a su variabilidad de condiciones hidráulicas y al paleorelieve que les limita, generan áreas donde el acuífero drena de forma natural a través de manantiales que alimentan directamente al río.

La descarga de las terrazas bajas se produce a través de manantiales directamente a los cauces superficiales, variando las zonas en función de los niveles piezométricos, mediante bombeos, muy importantes en la zona.



2. Estaciones de control y medidas de caudales

No existen estaciones de la red oficial de aforos de la CHE con la que cuantificar la relación río-acuífero en esta MASb. Sin embargo, se dispone de 6 puntos de control del IGME con series hidrométricas realizados como parte de estudios específicos y pertenecientes a la red histórica.

2.1 Estaciones de la red oficial de aforos

No existen estaciones de la red oficial de aforos de la CHE en esta MASb.

Código estación de control	Nombre de la estación	Estado	Ubicación geográfica			Cauce		Serie de Datos		
			Coordenada UTM Huso 30		Cota (m snm)	Nombre	MAS (codificación CEDEX)	Número de datos disponibles	Amplitud de la serie	Índice de representatividad
			X	Y						
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 1. Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de aforos

2.2 Estaciones de la red oficial de control hidrométrico

No se han definido redes oficiales de control hidrométrico en esta masa de aguas subterráneas.

Código estación de control	Organismo	Estado	Ubicación geográfica			Cauce		Serie de Datos		
			Coordenada UTM Huso 30		Cota (m snm)	Nombre	MAS (codificación CEDEX)	Número de datos disponibles	Amplitud de la serie	Índice de representatividad
			X	Y						
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2. Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de control hidrométrico de aguas subterráneas

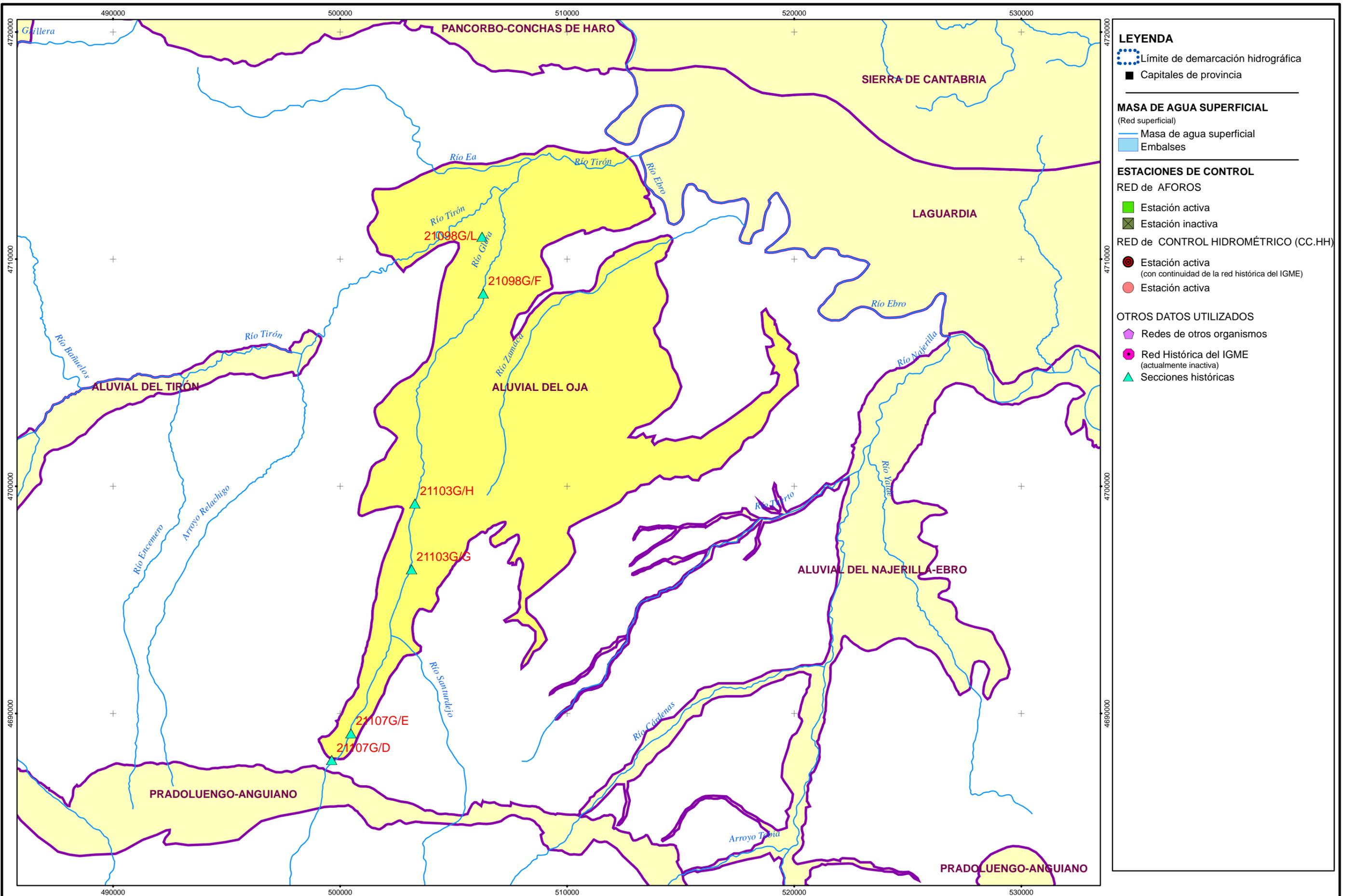
2.3 Otra información hidrométrica

De los 6 puntos de control del IGME, 5 de ellos están situados en el cauce del río Tirón y uno de ellos controla el caudal proveniente de un manantial importante en un cauce antes del río Oja.

Código estación		Observaciones	Datos de Caudal				
Código ⁽¹⁾	Referencia bibliográfica		Número de datos	Amplitud de la serie	Caudal mínimo (l/s)	Caudal promedio (l/s)	Caudal máximo (l/s)
21107 G/D	Base de Datos del IGME	<i>Escala antes de Ojacastro</i>	8	Ago/-90 a Dic-94	22	799	2581
21107 G/E		<i>Escala después de Ojacastro</i>	7	Ago/-90 a Dic-94	0	979	2041
21103 G/G		<i>Manantial de Santo Domingo de la Calzada. Medida directa en cauce.</i>	36	Ene-85 a Jun-01	0	368	1032
21103 G/H		<i>Medida directa en Sto. Domingo de la Calzada.</i>	31	Jul-85 a Jun-01	0	565	4229
21098 G/F ⁽²⁾		<i>Escala antes de Casalareina</i>	43	Ene-85 a Jun-01	129	486	828
21098 G/I		<i>Escala después de Casalareina</i>	37	Jul-85 a Jun-01	349	1371	4759

⁽¹⁾ Código de la CH Ebro

Tabla 3. *Datos en estaciones de medida y control hidrométrico*



LEYENDA

- Límite de demarcación hidrográfica
- Capitales de provincia

MASA DE AGUA SUPERFICIAL
(Red superficial)

- Masa de agua superficial
- Embalses

ESTACIONES DE CONTROL

RED de AFOROS

- Estación activa
- Estación inactiva

RED de CONTROL HIDROMÉTRICO (CC.HH)

- Estación activa (con continuidad de la red histórica del IGME)
- Estación activa

OTROS DATOS UTILIZADOS

- Redes de otros organismos
- Red Histórica del IGME (actualmente inactiva)
- Secciones históricas

3. Identificación y caracterización de los tramos de río relacionados con acuíferos

La MASb en estudio presenta hasta 5 cursos de aguas superficiales con conexión la FGP cuaternaria. Estos cursos corresponden a los ríos Oja, Tirón; Santurdejo, Zamaca y Ea.

De los 5 cauces que incluye la MASb, se han definido 7 tramos de relación río-acuífero, perteneciendo uno de ellos al río Santurdejo, tres al río Tirón y otros tres al río Oja.

La influencia de los manantiales es importante en el funcionamiento del río Oja en la MASb, sin embargo, el grado de antropización del entorno es elevado y los bombeos que se producen en el acuífero cuaternario son muy abundantes, por lo que el sistema es difícilmente evaluable, si bien, en régimen natural, todos los ríos se comportarían como ganadores, salvo quizá algún pequeño tramo de las zonas más altas en los que, dados los altos valores de transmisividad, la relación pudiera verse invertida de forma estacional o en periodos de fuerte estiaje.

La bibliografía consultada muestra la relación río acuífero de esta MASb como variable, sin embargo, desde el análisis cualitativo de los datos disponibles, esta carácter sólo se le ha dado a los tramos más altos del río Oja, manteniéndose los tramos bajos como ganadores.

3.1 Identificación y Modelo Conceptual

Dentro de la MASb 091.045 Aluvial del Oja, se han definido 7 tramos de conexión hidráulica entre las masas de agua superficial y la FGP Cuaternaria.

- **Tramo Santurdejo** (091.045.001-tramo conectado con la MAS código 263). Corresponde al tramo del río Santurdejo que incluye la MASb, yendo desde su entrada en la misma hasta su desembocadura por el margen derecho en el río Oja. A lo largo de todo este tramo, el Santurdejo discurre sobre la FGP Cuaternaria. La MAS relacionada es Río Santurdejo desde la estación de aforos (aguas abajo de la estación de la Red de Variables Ambientales) hasta el río Oja. (código 263), clasificada como *Ríos de montaña mediterránea calcárea*.
- **Tramo Oja I** (091.045.002-tramo conectado con la MAS código 262). Corresponde al tramo del río Oja (o Glera) que va desde su entrada en la MASb hasta la población de San Asensio de los Cantos. A lo largo de todo este tramo, el Oja discurre sobre la FGP Cuaternaria. La MAS relacionada es Río Glera desde la población de Ezcaray hasta río Santurdejo. (código 262), clasificada como *Ríos de montaña mediterránea calcárea*.

- **Tramo Oja II** (091.045.003-tramo conectado con la MAS código 262). Corresponde al tramo del río Oja que va desde la población de San Asensio de los Cantos hasta su confluencia con el río Santurdejo. A lo largo de todo este tramo, el Oja discurre sobre la FGP Cuaternaria. La MAS relacionada es Río Glera desde la población de Ezcaray hasta río Santurdejo. (código 262), clasificada como *Ríos de montaña mediterránea calcárea*.
- **Tramo Oja III** (091.045.004-tramo conectado con la MAS código 264). Corresponde al tramo del río Oja que va desde su confluencia con el río Santurdejo hasta su confluencia con el río Tirón. A lo largo de todo este tramo, el Oja discurre sobre la FGP Cuaternaria. La MAS relacionada es Río Glera desde el río Santurdejo hasta su desembocadura en el río Tirón. (código 264), clasificada como *Ríos de montaña mediterránea calcárea*.
- **Tramo Tirón I** (091.045.005-tramo conectado con la MAS código 261). Corresponde al tramo del río Tirón que va desde su entrada en la MASb hasta su confluencia con el río Oja. A lo largo de todo este tramo, el Tirón discurre sobre la FGP Cuaternaria. La MAS relacionada es Río Tirón desde el río Recháligo hasta el río Glera. (código 261), clasificada como *Ríos de montaña mediterránea calcárea*.
- **Tramo Tirón II** (091.045.006-tramo conectado con la MAS código 265). Corresponde al tramo del río Tirón que va desde su confluencia con el río Oja hasta su confluencia con el río Ea. A lo largo de todo este tramo, el Tirón discurre sobre la FGP Cuaternaria. La MAS relacionada es Río Tirón desde el río Glera hasta el río Ea. (código 265), clasificada como *Ríos de montaña mediterránea calcárea*.
- **Tramo Tirón III** (091.046.007-tramo conectado con la MAS código 267). Corresponde al tramo del río Tirón que va desde su confluencia con el río Ea, hasta su salida de la MASb. A lo largo de todo este tramo, el Santurdejo discurre sobre la FGP Cuaternaria. La MAS relacionada es Río Tirón desde el río Ea hasta su desembocadura en río Ebro. (código 267), clasificada como *Ríos de montaña mediterránea calcárea*.

Código del tramo	Nombre del cauce	MAS relacionada según codificación CEDEX		Características de la MAS a relacionada			Formación Geológica Permeable
		Código	Nombre	Categoría	Tipología	Alteración	
091.045.001	Río Santurdejo	263	Río Santurdejo desde la estación de aforos (aguas abajo de la estación de la Red de Variables Ambientales) hasta el río Oja.	Río	Ríos de montaña mediterránea calcárea	Modificado.	Cuaternaria
091.045.002	Río Oja	262	Río Glera desde la población de Ezcaray hasta río Santurdejo.	Río	Ríos de montaña mediterránea calcárea	Modificado.	Cuaternaria
091.045.003	Río Oja	262	Río Glera desde la población de Ezcaray hasta río Santurdejo.	Río	Ríos de montaña mediterránea calcárea	Modificado.	Cuaternaria
091.045.004	Río Oja	264	Río Glera desde el río Santurdejo hasta su desembocadura en el río Tirón.	Río	Ríos de montaña mediterránea calcárea	Influenciado	Cuaternaria
091.045.005	Río Tirón	261	Río Tirón desde el río Rechálgo hasta el río Glera.	Río	Ríos de montaña mediterránea calcárea	Influenciado	Cuaternaria
091.045.006	Río Tirón	265	Río Tirón desde el río Glera hasta el río Ea	Río	Ríos de montaña mediterránea calcárea	Influenciado	Cuaternaria
091.045.007	Río Tirón	267	Río Tirón desde el río Ea hasta su desembocadura en río Ebro.	Río	Ríos de montaña mediterránea calcárea	Influenciado	Cuaternaria

Tabla 4. Identificación de los tramos de ríos conectados

A continuación se describe el modelo conceptual de la relación río-acuífero de los tramos identificados en esta MASb.

Tramo Santurdejo (091.045.001). Se trata del tramo del río Santurdejo comprendido en la MASb. A lo largo de este tramo el río se comporta normalmente como perdedor. Se considera que existe una conexión hídrica total entre las aguas superficiales y las subterráneas de la FGP Cuaternaria. Así pues, el modelo conceptual para este tramo corresponde a un río en régimen perdedor, que mantiene una conexión difusa directa (código 402-Conexión difusa directa en cauces influentes). En este tramo el río Santurdejo presenta un régimen hidrológico Natural.

Tramo Oja I (091.045.002). Se trata del tramo del río Oja comprendido entre su entrada en la MASb hasta la población de San Asensio de los Cantos. A lo largo de este tramo el río se comporta como ganador-perdedor. Se considera que existe una conexión hídrica total entre las aguas superficiales y las subterráneas de la FGP Cuaternaria. Así pues, el modelo conceptual para este tramo corresponde a un río en régimen ganador-perdedor, que mantiene una conexión difusa directa (código 403-Conexión difusa directa en cauces variables). En este tramo el río Oja presenta un régimen hidrológico modificado.

Tramo Oja II (091.045.003). Se trata del tramo del río Oja comprendido desde la población de San Asensio de los Cantos hasta su confluencia con el río Santurdejo. A lo largo de este tramo el río se comporta como ganador. Se considera que existe una

conexión hídrica total entre las aguas superficiales y las subterráneas de la FGP Cuaternaria. Así pues, el modelo conceptual para este tramo corresponde a un río en régimen ganador, que mantiene una conexión difusa directa y por manantiales (código 471-*Conexión mixta difusa directa y manantiales en cauces efluentes*). En este tramo el río Oja presenta un régimen hidrológico modificado.

Tramo Oja III (091.045.004). Se trata del tramo del río Oja comprendido entre el río Santurdejo y su desembocadura por la margen derecha en el río Tirón. A lo largo de este tramo el río se comporta como ganador-perdedor aunque con dominancia del carácter ganador. Se considera que existe una conexión hídrica total entre las aguas superficiales y las subterráneas de la FGP Cuaternaria. Así pues, el modelo conceptual para este tramo corresponde a un río en régimen ganador, que mantiene una conexión difusa directa y por manantiales (código 471-*Conexión mixta difusa directa y manantiales en cauces efluentes*). En este tramo el río Oja presenta un régimen hidrológico influenciado en el entorno.

Tramo Tirón I (091.045.005). Se trata del tramo del río Tirón comprendido entre la entrada en la MASb y el río Oja. A lo largo de este tramo el río se comporta como ganador. Se considera que existe una conexión hídrica total entre las aguas superficiales y las subterráneas de la FGP Cuaternaria. Así pues, el modelo conceptual para este tramo corresponde a un río en régimen ganador, que mantiene una conexión difusa directa (código 401-*Conexión difusa directa en cauces efluentes*). En este tramo el río Tirón presenta un régimen hidrológico influenciado en el entorno.

Tramo Tirón II (091.045.006). Se trata del tramo del río Tirón comprendido entre los ríos Oja y Ea. A lo largo de este tramo el río se comporta como ganador. Se considera que existe una conexión hídrica total entre las aguas superficiales y las subterráneas de la FGP Cuaternaria. Así pues, el modelo conceptual para este tramo corresponde a un río en régimen ganador, que mantiene una conexión difusa directa (código 401-*Conexión difusa directa en cauces efluentes*). En este tramo el río Tirón presenta un régimen hidrológico influenciado debido al alto grado de explotación del acuífero que lo alimenta en el entorno.

Tramo Tirón III (091.045.007). Se trata del tramo del río Tirón comprendido entre el río Ea y su salida de la MASb. A lo largo de este tramo el río se comporta como ganador. Se considera que existe una conexión hídrica total entre las aguas superficiales y las subterráneas de la FGP Cuaternaria. Así pues, el modelo conceptual para este tramo corresponde a un río en régimen ganador, que mantiene una conexión difusa directa (código 471-*Conexión mixta difusa directa y en cauces efluentes*). En este tramo el río

Tirón presenta un régimen hidrológico influenciado debido al alto grado de explotación del acuífero que lo alimenta en el entorno.

Código del tramo	Nombre del cauce	Modelo conceptual relación río-acuífero	Régimen hidrogeológico	Características del lecho del cauce	Hidrogeología del techo	Génesis de la descarga	Longitud del tramo (m)
091.045.001	Río Santurdejo	Conexión difusa directa en cauces influentes	Natural	Aluvial	-	Conexión hídrica acuífero-río	1.368
091.045.002	Río Oja	Conexión difusa directa en cauces variables	modificado	Aluvial	-	Conexión hídrica acuífero-río	3.973
091.045.003	Río Oja	Conexión mixta difusa directa y manantiales en cauces efluentes	influenciado	Aluvial		Conexión hídrica acuífero-río	2.154
091.045.004	Río Oja	Conexión mixta difusa directa y manantiales en cauces efluentes	influenciado	Aluvial	-	Conexión hídrica acuífero-río	22.266
091.045.005	Río Tirón	Conexión difusa directa en cauces efluentes	influenciado	Aluvial	-	Conexión hídrica acuífero-río	7.725
091.045.006	Río Tirón	Conexión difusa directa en cauces efluentes	influenciado	Aluvial	-	Conexión hídrica acuífero-río	1.804
091.045.007	Río Tirón	Conexión difusa directa en cauces efluentes	influenciado	Aluvial	-	Conexión hídrica acuífero-río	5.007

Tabla 5. *Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos*

3.2 Relación río-acuífero

Dada la escasez de datos disponibles, el carácter influenciado del funcionamiento de una buena parte de los cursos superficiales contenidas en esta MASb (producto principalmente del volumen de bombeos y los retornos de regadíos) y la falta de precisión en las cotas de los cauces, no es posible realizar cuantificaciones fiables. En cualquier caso, se ha utilizado la información disponible para su análisis y la definición de tramos.

Los tramos de cauce donde se ha definido conexión río-acuífero en la MASb 091.045 Aluvial del Oja corresponden con los siguientes tipos:

- Cauces con conexión difusa directa en régimen variable: 091.045.001 y 091.045.002
- Cauces con conexión mixta, difusa directa y manantiales, en régimen ganador: 091.045.003 y 091.045.004.
- Cauces con conexión difusa directa en régimen ganador: 091.045.005, 091.045.006 y 091.045.007

Para la cuantificación de las relaciones río-acuífero de esta MASb se ha partido de la información que aportan las estaciones de control foronómico que la CHE opera regularmente y de la que aporta la red oficial de piezometría de la CHE.

3.2.1 Análisis de series de aforos

Los datos de aforos realizados por el IGME para estudios específicos han servido para analizar la relación río-acuífero en los tramos 091.045.002 y 091.045.004, pertenecientes ambos al río Oja. La información utilizada para ello es muy limitada y los resultados del análisis deben ser tomados con las precauciones derivadas de este hecho. Así mismo, se debe tener en cuenta también la falta de precisión de los datos disponible y el desconocimiento preciso de las condiciones del entorno.

A continuación se presenta la situación de las estaciones dentro de la MASb, Observandose su disposición en la zona mas alta del río Oja dentro de la MASb.

El análisis de la relación río acuífero en el tramo 091.045.002 Aluvial del Oja, Considerando la bibliografía consultada se trata de un tramo ganador-perdedor en régimen modificado, lo cual se presenta coherente con los resultados del análisis de aforos realizado. Los puntos de aforo utilizados son, el 21107 G/D y el 21107 G/E, sin embargo, las series disponibles de estos puntos son extremadamente cortas y con muy pocos datos, por lo que el análisis sólo puede ser cualitativo y apoyado por la bibliografía consultada.

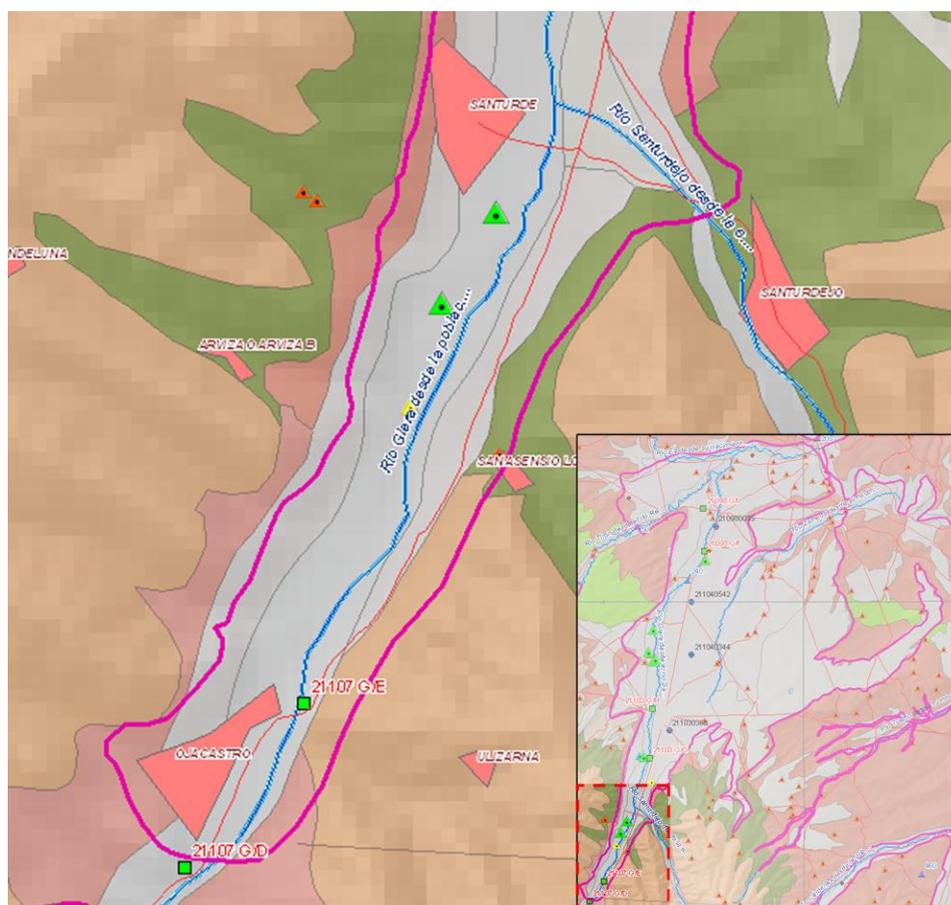


Figura 1. Situación de los puntos de aforo 21107 G/D y 21107 G/E

Debido a la escasez de datos, no es posible extraer parámetros de agotamiento característicos de la FGP.

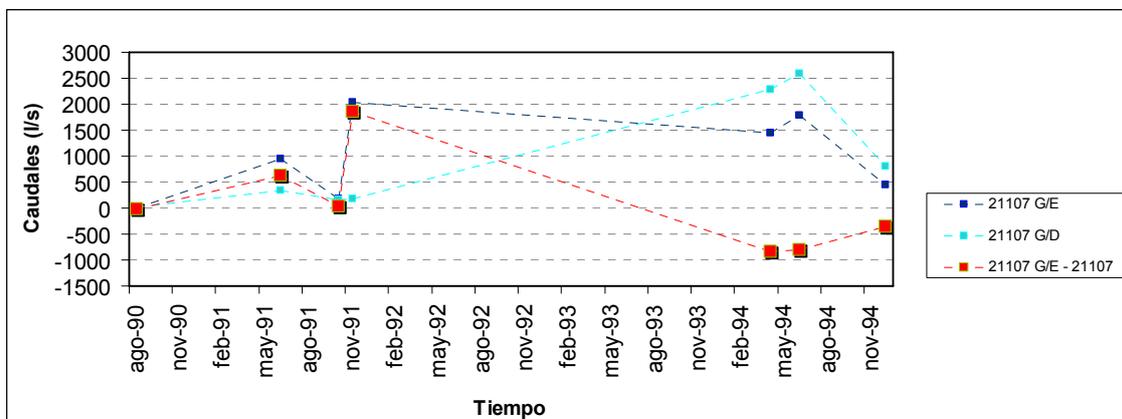


Figura 2. *Análisis diferencial entre los puntos 21107 G/D (aguas arriba) y 21107 G/E (aguas abajo) en el río Oja.*

En la figura anterior, se puede observar los volúmenes de pérdida medidos puntualmente y como esta condición no es constante en el tiempo.

El análisis de la relación río acuífero en el tramo 091.045.003 Aluvial del Oja, Se ha realizado considerando la bibliografía consultada y los datos disponibles de puntos de aforo realizados por el GIME en campañas de investigación. Los puntos de aforo utilizados son, el 21103 G/h y el 21103 G/G, para la zona alta del tramo y el 21098 G/I y 21098 G/F para la zona baja del mismo. Al igual que en el caso anterior, las series disponibles de estos puntos son extremadamente cortas y con muy pocos datos, por lo que el análisis sólo puede ser cualitativo y apoyado por la bibliografía consultada.

Por otra parte, el análisis realizado de las estaciones 21103 (G/H y G/I) resulta incompleto, ya que la 21103 parece estar midiendo en un cauce previo al río Oja, recogiendo el aporte de un manantial al río. El análisis diferencial entre el punto 21107 G/E (situado aguas arriba de este tramo) y el 21103 G/H, tomando en consideración el aporte mencionado del manantial no resulta significativo debido a la constancia en el inventario de otros manantiales importantes no cuantificados en dicho tramo. Por otra parte, los datos de hidrometría disponibles del manantial no coinciden en fechas ni en medias ni en máximos ni en mínimos con los datos del punto de aforo, por lo que no se puede precisar que no se trate de una medida tomada ya en el cauce del Oja y bajo la influencia del manantial.

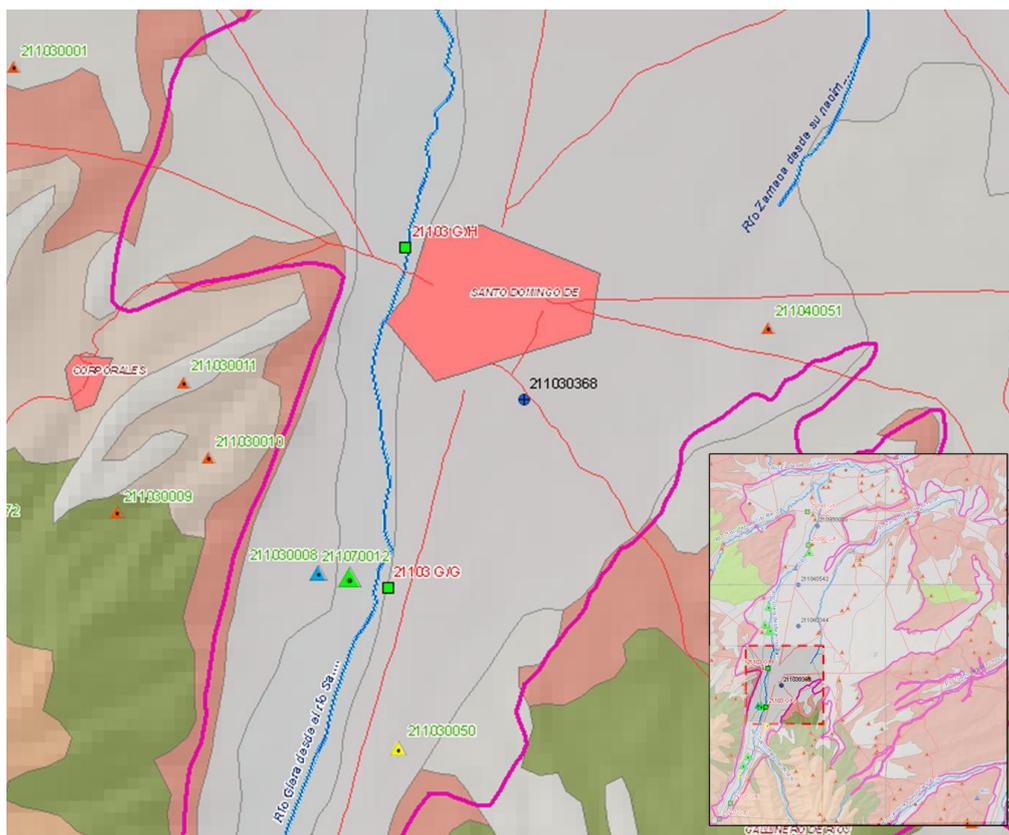


Figura 3. Situación de los puntos de aforo 21103 G/H y 21103 G/G en el río Oja.

En la figura siguiente se observa el carácter ganador dominante, presentando sólo puntualmente y en valores muy bajos, lo cual se relaciona con eventos excepcionales poco representativos de una relación habitual.

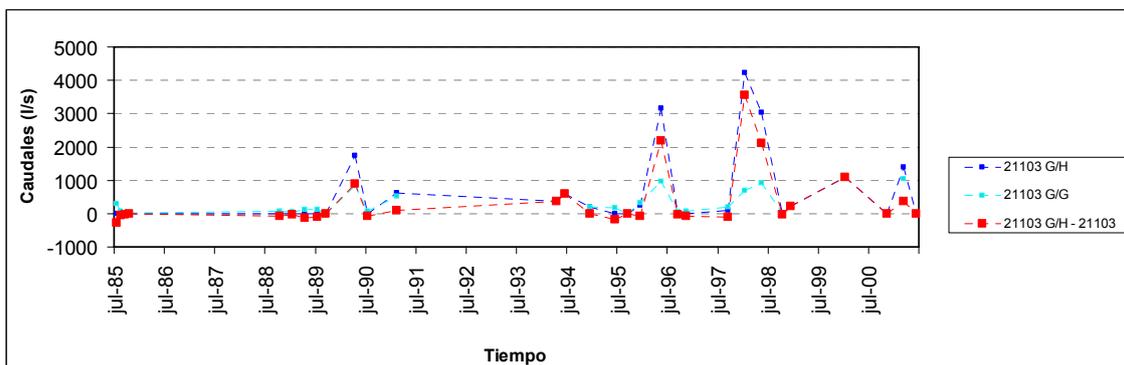


Figura 4. Análisis diferencial entre los puntos 21103 G/G (aguas arriba) y 21103 G/H (aguas abajo) en el río Oja.

El diferencial de las estaciones 21098 (G/I y G/F) se sitúa en la zona baja del cauce y próximo a la desembocadura de río Oja en el Tirón.

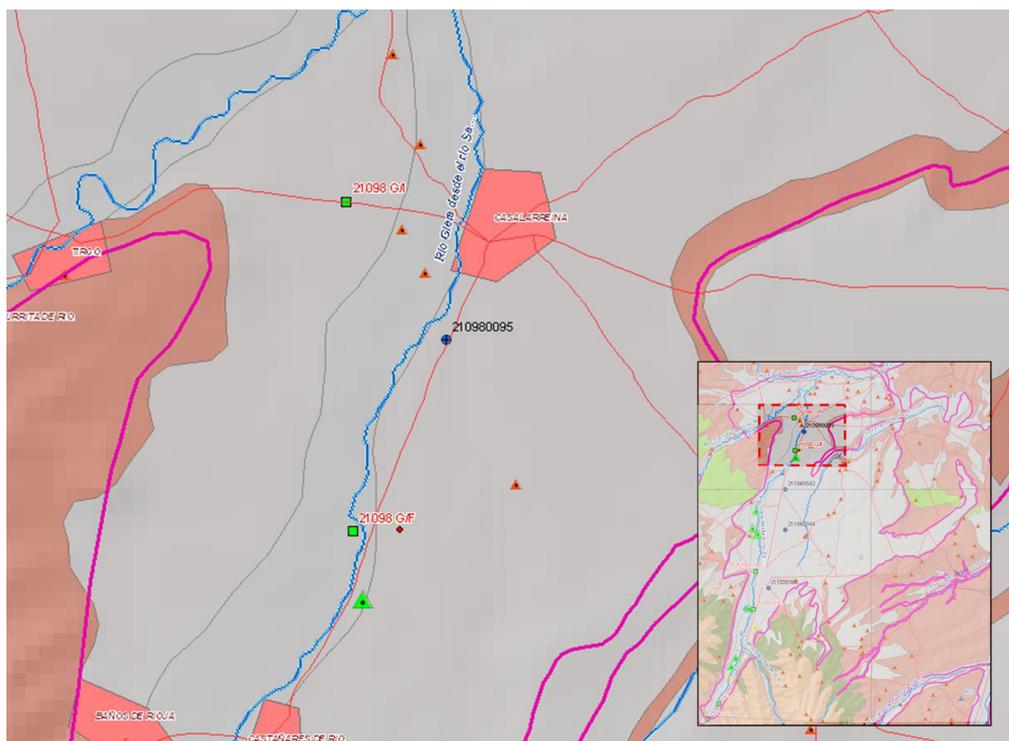


Figura 5. Situación de los puntos de aforo 21097 G/I (aguas abajo) y 21098 G/F (aguas arriba) en el río Oja.

El análisis diferencial de los datos obtenidos en estos puntos se presenta en la gráfica siguiente y muestran un claro carácter ganador.

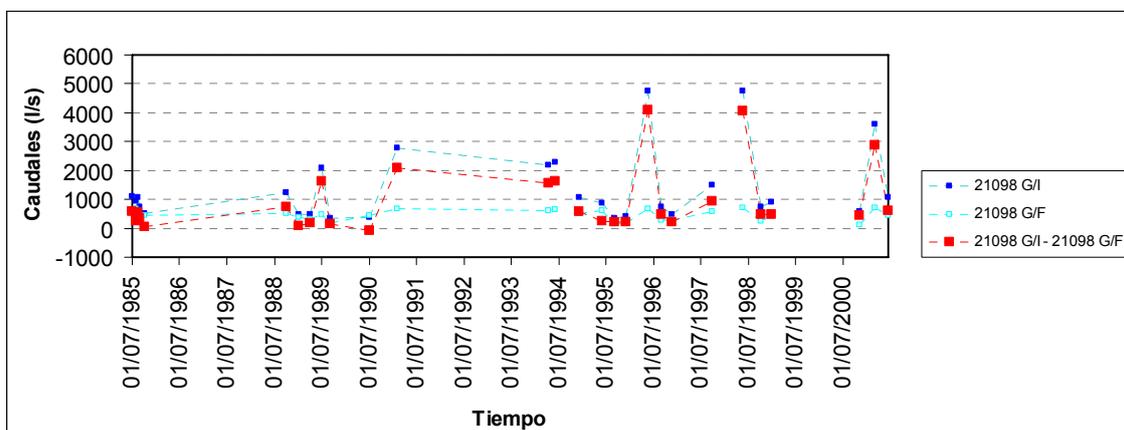


Figura 6. Análisis diferencial entre los puntos 21098 G/F (aguas arriba) y 21098 G/I (aguas abajo) en el río Oja.

La escasez de datos impide cuantificaciones de cualquier tipo y limitan la representatividad de los análisis realizados, sin embargo, se han tomado en consideración debido a su coherencia con la información bibliográfica consultada así como ser los únicos datos de aforo en cauces disponibles.

3.2.2 Análisis de series Piezométricas.

Existen 4 piezómetros de control de piezométrico codificados como 210980095, 211040542, 211040344 y 211030368 en los que realizar análisis cuantitativos de la relación río acuífero, sin embargo, la falta de precisión a la hora de determinar la cota del cauce (no se dispone de una nivelación del río) impiden la realización de análisis cuantitativos que presenten un mínimo de fiabilidad.

Como datos representativos de los problemas derivados de la falta de precisión en las cotas, se da el caso de que el piezómetro codificado como 210980095, situado junto al río a mitad del tramo ensayado entre los puntos de aforo 21098 G/F y 21098 G/I, resulta perdedor, situando el nivel piezométrico entorno a 2 metros por debajo del nivel del río, cuando la información de aforos lo dan como ganador y la dinámica de funcionamiento también.

Debido a cantidad de bombeos presentes en la MASb, tampoco resulta representativo el análisis de las curvas hidrométricas, ya que estas reflejan los descensos producidos por explotación y los producidos por la cesión al río, no pudiéndose distinguir entre ambos e imposibilitando así el cálculo de periodos de agotamiento por drenaje natural.

4. Manantiales

Dentro de los límites de esta MASb existe constancia de numerosos manantiales en el inventario de la CHE, algunos con caudales históricos por encima de los 50 l/s, dando idea de la importancia que presentan los manantiales en el funcionamiento de esta MASb y en la dinámica de funcionamiento de sus ríos.

El origen de estos manantiales varía ligeramente según su situación, siendo los de las terrazas altas salidas naturales de acuíferos que han quedado aislados por fenómenos de erosión, y los más bajos, puntos donde el nivel freático corta la superficie topográfica, normalmente provocado por una elevación del nivel piezométrico en zona de cambios de facies y/o con el nivel de base más elevado. La mayoría de los manantiales importantes pertenecen a este segundo tipo.

4.1 Manantiales principales

Dentro de la información contenida en el inventario de la CHE, se encuentran hasta 7 manantiales con caudales históricos por encima de los 50 l/s. Estos manantiales presentan un origen similar, siendo los cambios de facies y las variaciones en el sustrato las principales causas de su aparición.

Manantial	Código NIPA (IGME)	Cauce receptor de la descarga	Tramo conexión río-acuífero	Ubicación			FGP relacionada y Génesis Hidrogeológica
				Coordenadas UTM Huso 30		Cota (m snm)	
				X	Y		
AGCA	210980012	Oja	091.045.004	506378	4707984	550	FGP Cuaternaria. Corresponde a salidas por el corte de la superficie piezométrica con la superficie topográfica, favorecidas por elevaciones en la superficie piezométrica producto de cambios de facies y geometría de la base del acuífero.
AGCA	211070020	Oja	091.045.003	501450	4691988	735	
AGCA	211070012	Oja	091.045.004	502834	4696433	675	
AGCA	211030045	Oja	091.045.004	503081	4702581	615	
AGCA	211030046	Oja	091.045.004	503367	4702030	610	
AGCA	211030047	Oja	091.045.004	503478	4702155	600	
AGCA	211030062	Oja	091.045.004	503391	4703880	585	

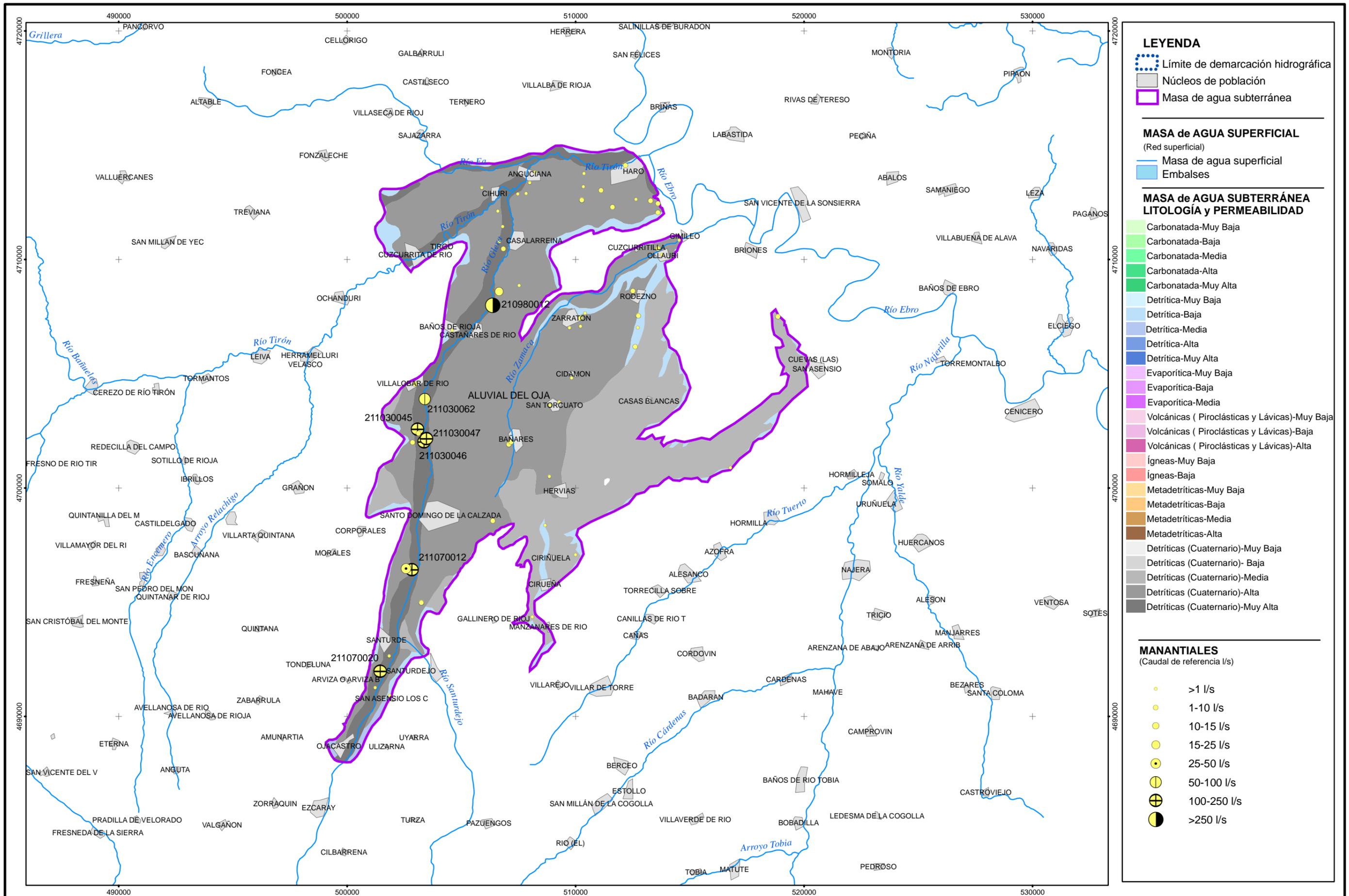
Tabla 6. Manantiales principales en la MASb 091.045 Aluvial del Oja

Los caudales históricos de estos manantiales van de los 100 a los 270 l/s, con una caudal medio conjunto de unos 153 l/s. Tan sólo el punto de inventario 210980012 dispone de una serie de datos suficiente para la realización de un análisis cuantitativo, sin embargo, la elevada densidad de bombeos en el entorno implican una influencia en los caudales de salida que no puede ser cuantificada, por lo que cualquier análisis sobre la serie no sería representativo.

4.2 Resto de manantiales

Existen además otros 57 manantiales más inventariados en la MASb, todos ellos con caudales históricos menores y que se pueden considerar secundarios.

Gran parte de estos manantiales tienen su origen en el drenaje de pequeños acuíferos aislados por la erosión, pertenecientes a terrazas antiguas y depósitos superficiales. Los caudales varían entre valores inferiores a 0,1 l/s y 36 l/s situándose la media de ellos en los 2,7 l/s y la mediana en los 0,9 l/s aproximadamente, lo que es indicativo de los bajos caudales que dominan este tipo de manantiales, representando aproximadamente el 10% del total de los drenajes por manantiales en la MASb.



LEYENDA

- Límite de demarcación hidrográfica
- Núcleos de población
- Masa de agua subterránea

MASA de AGUA SUPERFICIAL
(Red superficial)

- Masa de agua superficial
- Embalses

MASA de AGUA SUBTERRÁNEA
LITOLOGÍA y PERMEABILIDAD

- Carbonatada-Muy Baja
- Carbonatada-Baja
- Carbonatada-Media
- Carbonatada-Alta
- Carbonatada-Muy Alta
- Detrítica-Muy Baja
- Detrítica-Baja
- Detrítica-Media
- Detrítica-Alta
- Detrítica-Muy Alta
- Evaporítica-Muy Baja
- Evaporítica-Baja
- Evaporítica-Media
- Volcánicas (Piroclásticas y Lávicás)-Muy Baja
- Volcánicas (Piroclásticas y Lávicás)-Baja
- Volcánicas (Piroclásticas y Lávicás)-Alta
- Ígneas-Muy Baja
- Ígneas-Baja
- Metadetríticas-Muy Baja
- Metadetríticas-Baja
- Metadetríticas-Media
- Metadetríticas-Alta
- Detríticas (Cuaternario)-Muy Baja
- Detríticas (Cuaternario)- Baja
- Detríticas (Cuaternario)-Media
- Detríticas (Cuaternario)-Alta
- Detríticas (Cuaternario)-Muy Alta

MANANTIALES
(Caudal de referencia l/s)

- >1 l/s
- 1-10 l/s
- 10-15 l/s
- 15-25 l/s
- 25-50 l/s
- 50-100 l/s
- 100-250 l/s
- >250 l/s

5. Zonas húmedas

En la MASb Aluvial del Oja no hay humedales catalogados por lo que no se desarrolla este apartado.

6. Análisis de la información utilizada y propuesta de actuaciones

6.1 Valoración de la información utilizada y de los resultados obtenidos

Aunque no se han realizado cuantificaciones sobre los volúmenes cedidos, los análisis realizados sobre los datos disponibles, presentan muy baja fiabilidad debido, tanto a la falta de continuidad en las medidas, como a los escasos periodos ensayados y a la falta de precisión en la ubicación de los puntos.

La ausencia de información complementaria ha impedido la realización de algunos análisis detallados, como en el caso de la información piezométrica, que no ha podido ser tomada en consideración ante el desconocimiento del nivel del río.

Por otra parte, los datos analizados presentan importantes limitaciones. En las series analizadas cuantitativamente, cuando la escurrentía es alta la aparente ganancia que se suele detectar puede ser superficial o hipodérmica, falseando los datos y modificando las conclusiones extraídas. Por otra parte, la precisión de los aforos diferenciales en aguas altas es escasa, lo que aumenta la incertidumbre de las cuantificaciones realizadas. La alta transmisividad del acuífero es un parámetro importante a tener en cuenta a la hora de darle fiabilidad a las conclusiones extraídas. De acuerdo con esto, la interpretación podría variar en el río Oja, siendo fundamentalmente perdedor en el tramo I, II y parte del III, y ganador a partir de la zona de manantiales entre Santo Domingo y Villalobar.

6.2 Propuesta de actuaciones

De forma general, se propone cuantificar y controlar las posibles tomas directas efectuadas sobre el río, ya que permitiría poder aplicar este volumen a futuras cuantificaciones.

Dadas las peculiaridades de la MASb, se propone establecer una red de puntos nivelados con escala que permitan la correcta definición de tramos y sus cuantificaciones, al menos de manera aproximada. Por otro lado, como ha quedado demostrado al analizar la información piezométrica, la nivelación del cauce del río Oja es necesaria para poder complementar los resultados obtenidos de aforar las aguas superficiales con la evolución piezométrica.

Dada la importancia de los manantiales en esta masa de agua subterránea, sería necesario mantener aforados en origen los más importantes, pudiendo complementarse esta información con medidas esporádicas aguas abajo. Resulta especialmente importante

mantener aforados los manantiales de la piscifactoría (2101-8-0012) y Patagallina 2110-7-0012).

Por último, sería conveniente complementar el resto de los datos con un conocimiento mas preciso de los flujos subterráneos.

Dentro de los puntos a definir como red de aforos, se proponen al menos los siguientes 9 puntos, si bien, varios de ellos se enmarcan en una primera fase de investigación, con medidas continuas de al menos dos años, para luego, con el resultado del primer análisis pasar a corroborarlas o desecharlas como parte de una red de control:

Nº estación	UTM X	UTM Y	Cota (m s.n.m.)	Cauce	Objetivo
1	507075	4712798	479	Río Oja	Controlar el caudal del río Oja en la desembocadura al Tirón
2	499768	4687928	786	Río Oja	Controlar el caudal que entra en la MASb a través del río Oja.
3	503994	4705270	573	Río Oja	Controlar el caudal del río Oja en la zona media-baja de la MASb.
4	503095	4697650	654	Río Oja	Controlar el caudal del río Oja en la zona media-alta de la MASb
5	514509	4710843	476	Río Zamaca	Controlar el caudal del río Zamaca a la salida de la MASb
6	509275	4707868	543	Río Zamaca	Controlar el caudal del río Zamaca en la zona media del cauce dentro de la MASb, entre las formaciones detríticas cuaternarias superiores y los depósitos de fondo de valle.

Tabla 7. Estaciones de control propuestas

7. Referencias Bibliográficas

- (1) Confederación Hidrográfica del Ebro (1991): Delimitación de las Unidades Hidrogeológicas de la Cuenca del Ebro (Plan Hidrológico).
- (2) IGME (1972): Mapa Geológico de España (MAGNA) a escala 1:50.000 2ª serie. Hojas 169, 170, 171, 203 y 204.
- (3) Dirección General del Agua (2004-2006): Trabajos de apoyo para atender los requerimientos de la Directiva Marco en materia de planificación hidrológica (Cuenca del Ebro).
- (4) ITGE (1985). Proyecto de investigación hidrogeológica del Cuaternario del río Glera (La Rioja).
- (5) IGME (1987). Modelo matemático bidimensional del aluvial del río Oja.
- (6) C.H.E. (1991). Estudio de los recursos hídricos de los acuíferos de la margen derecha del Ebro. Zona I: acuíferos de cabecera (Plan Hidrológico). Unidad Hidrogeológica nº 09.24 Aluvial de Glera.
- (7) Corral Lledó, M.M (1999). Estudio sobre la regulación del acuífero del río Oja mediante la construcción de pantallas impermeables en el subálveo. Tesis doctoral. ETSIMM.

8. Bibliografía de interés

- (1) Custodio, E. y Llamas, M.R (2001): Hidrología Subterránea. Editorial Omega, Barcelona.
 - (2) Web de la Confederación Hidrográfica del Ebro: www.chebro.es
 - (3) Web del Instituto Geológico y minero de España: www.igme.es
-

Anejo 1. Listado de manantiales

Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descarga por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. 091.045-Aluvial del Oja

Masa de aguas subterránea asociada (Codmsbt_def)		091.045	Aluvial del Oja			LISTADO DE OTROS MANANTIALES
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica (Cod_demar_id)		091	Ebro			
Código del manantial (Cod_mant)	Código IGME del manantial (Codigme_mant)	Ubicación geográfica			Datos de Caudales (l/s)	Uso del manantial-IGME (Usoigme_mant) (Uso_mant)
		Coordenadas UTM-Huso 30 (CoorX_mant)	Coordenadas UTM-Huso 30 (CoorY_mant)	Cota del manantial (Cota_mant)	Caudal histórico IGME (Qhistigme_mant)	
211030008		502572	4696468	665	36,00000	abastecimiento
210980028		506652	4708601	480	20,00000	NO SE UTILIZA
211030050		503248	4694981	660	10,00000	agricultura
211040053		507075	4701909	588	5,00000	agricultura
211040052		507176	4702008	585	4,00000	agricultura
211030007		503118	4702392	691	3,28000	desconocido
211040051		506375	4698563	640	3,00000	abastecimiento
220950008		512186	4714109	448	3,00000	desconocido
211030012		502980	4704551	622	2,64000	abastecimiento
220950023		512515	4708619	558	2,14000	abastecimiento
220950016		512610	4706183	600	2,00000	desconocido
220950012		518860	4707500	576	2,00000	abastecimiento
210980004		511619	4712287	452	2,00000	desconocido
210980005		510276	4712603	462	2,00000	desconocido
211030004		502867	4701990	608	1,83000	desconocido
220950007		513604	4712047	430	1,69000	desconocido
220950011		513607	4710473	472	1,58000	desconocido
210980020		506841	4710459	498	1,39000	NO SE UTILIZA
220950005		513283	4712571	434	1,39000	desconocido

Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descarga por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. 091.045-Aluvial del Oja

220950020		512745	4707541	580	1,28000	desconocido
210980016		510212	4707439	575	1,25000	desconocido
210980006		511117	4713025	456	1,25000	desconocido
220950006		513603	4712448	435	1,14000	desconocido
211070009		501225	4691249	680	1,00000	desconocido
210980017		510418	4707656	560	1,00000	desconocido
220950004		512644	4712630	450	1,00000	desconocido
210980021		507992	4713355	440	1,00000	desconocido
210980008		510363	4713763	453	1,00000	desconocido
211040002		509281	4703766	630	0,89000	desconocido
211080006		508105	4694356	760	0,83000	desconocido
220950019		512723	4707017	585	0,83000	desconocido
210980014		509734	4707007	580	0,81000	desconocido
220950009		514540	4710847	474	0,75000	abastecimiento
211070008		501842	4692640	660	0,50000	desconocido
211040010		509999	4697075	680	0,50000	desconocido
211040003		509828	4704817	615	0,50000	abastecimiento
210980002		505895	4713134	480	0,44000	desconocido
211040001		508871	4703613	630	0,39000	desconocido
210980015		510213	4707070	575	0,39000	desconocido
220950010		513767	4710197	481	0,33000	abastecimiento
210980011		506809	4711440	500	0,33000	desconocido
211070003		501865	4690912	760	0,31000	desconocido
210980007		510341	4713177	450	0,31000	desconocido

Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descarga por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. 091.045-Aluvial del Oja

210970002		504599	4706900	590	0,25000	abastecimiento
210980009		508219	4713819	460	0,14000	desconocido
211040009		508672	4698367	660	0,11000	abastecimiento
210980010		506673	4710792	490	0,08000	desconocido
210980001		506603	4712118	485	0,08000	desconocido
210980018		507530	4708855	480	0,06000	abastecimiento
210980024		507468	4712861	440	0,06000	desconocido
210980023		507833	4712893	440	0,06000	desconocido
211040034		508852	4700496	540	0,03000	desconocido
221010021		516777	4700886	580	0,03000	desconocido
210980013		506652	4708510	550	0,00000	desconocido
210970004		501928	4711610	525	0,00000	desconocido
220950027		513446	4713156	460	0,00000	desconocido
210980025		509131	4714099	440	0,00000	desconocido