

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

091.092 ALIAGA-CALANDA



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**

---

**091.092 ALIAGA-CALANDA**

---

**ÍNDICE**

<b>1. CARACTERIZACIÓN DE MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA</b>	<b>5</b>
1.1 IDENTIFICACIÓN, MORFOLOGÍA Y DATOS PREVIOS	5
1.2 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO	8
1.2.1 Litoestratigrafía y permeabilidad	8
1.2.2 Estructura geológica	10
1.2.3 Funcionamiento hidrogeológico	11
<b>2. ESTACIONES DE CONTROL Y MEDIDAS DE CAUDALES</b>	<b>14</b>
2.1 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE AFOROS	14
2.2 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE CONTROL HIDROMÉTRICO	15
2.3 OTRA INFORMACIÓN HIDROMÉTRICA	15
<b>3. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS TRAMOS DE RÍO RELACIONADOS CON ACUÍFEROS</b>	<b>18</b>
3.1 IDENTIFICACIÓN Y MODELO CONCEPTUAL	20
3.2 RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO	31
3.2.1 Análisis de series de aforos	32
3.2.2 Análisis de datos hidrométricos	41
<b>4. MANANTIALES</b>	<b>53</b>
4.1 MANANTIALES PRINCIPALES	53
4.2 RESTO DE MANANTIALES	56
<b>5. ZONAS HÚMEDAS</b>	<b>58</b>
<b>6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y PROPUESTA DE ACTUACIONES</b>	<b>59</b>
6.1 VALORACIÓN DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	59
6.2 PROPUESTA DE ACTUACIONES	59
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>62</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA DE INTERÉS</b>	<b>62</b>

**ANEJOS:**

- Anejo 1 Tablas de estaciones de control y medida
- Anejo 2 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**

---

**091.092 ALIAGA-CALANDA**

---

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b>	Perfil hidrogeológico del río Bergantes desde Villores a la EA nº31 (Zorita).....	21
<b>Figura 2.</b>	Los Órganos de Montoro .....	26
<b>Figura 3.</b>	Perfil hidrogeológico del río Guadalope desde Aliaga a los Órganos de Montoro .....	26
<b>Figura 4.</b>	Evolución de la cota del NP en el sondeo 292050001 .....	27
<b>Figura 5.</b>	Perfil hidrogeológico del río Guadalope desde La Algecira a los Fontanales de la Ginebrosa .....	29
<b>Figura 6.</b>	Descomposición del hidrograma de la estación de aforos nº 30 (Guadalope en Santolea)33	
<b>Figura 7.</b>	Descomposición del hidrograma de la estación de aforos nº 31 (Bergantes en Zorita)...	34
<b>Figura 8.</b>	Descomposición del hidrograma de la estación de aforos nº 100 (Guadalopillo en Berge)34	
<b>Figura 9.</b>	Descomposición del hidrograma de la estación de aforos nº 30 (Guadalope en Santolea)35	
<b>Figura 10.</b>	Descomposición del hidrograma de la estación de aforos nº 31 (Bergantes en Zorita)36	
<b>Figura 11.</b>	Descomposición del hidrograma de la estación de aforos nº 100 (Guadalopillo en Berge) .....	36
<b>Figura 12.</b>	Hidrograma y parámetros de agotamiento de la estación 30 (Guadalope en Santolea) .....	38
<b>Figura 13.</b>	Hidrograma y parámetros de agotamiento de la estación 31 (Bergantes en Zorita). 39	
<b>Figura 14.</b>	Hidrograma y parámetros de agotamiento de la estación 100 (Guadalopillo en Berge) .....	40
<b>Figura 15.</b>	Análisis comparativo entre los aforos en Villores y Aguaviva .....	41
<b>Figura 16.</b>	Curvas de gastos de las escalas de Villores y Aguaviva.....	42
<b>Figura 17.</b>	Análisis comparativo entre aforos en Villores, EA 30 en Zorita, y Aguaviva.....	43
<b>Figura 18.</b>	Aforos en la Masía de Perojil.....	43
<b>Figura 19.</b>	Aforos del río Pancrudo en Torre los Negros .....	44
<b>Figura 20.</b>	Aforos en el río Estercuel.....	46
<b>Figura 21.</b>	Aforos en el río Guadalope (unidades en l/s) .....	48
<b>Figura 22.</b>	Aforos en el río Aliaga (28206 A/A) y río Guadalope aguas arriba (28206 G/A) y aguas debajo de la confluencia (28206 G/C) (unidades en l/s).....	49

**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**

---

**091.092 ALIAGA-CALANDA**

---

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b>	Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de aforos .....	14
<b>Tabla 2.</b>	Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial hidrométrica de control de aguas subterráneas .....	15
<b>Tabla 3.</b>	Datos en estaciones de medida y control hidrométrico .....	16
<b>Tabla 4.</b>	Identificación de los tramos de ríos conectados .....	30
<b>Tabla 5.</b>	Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos .....	31
<b>Tabla 6.</b>	Resumen de la cuantificación río-acuífero .....	51
<b>Tabla 7.</b>	Manantiales principales. Nombre de la MASb (Código de la MASb) .....	55
<b>Tabla 8.</b>	Estaciones de control propuestas .....	60

**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**

---

**091.092 ALIAGA-CALANDA**

---

**ÍNDICE DE MAPAS**

<b>Mapa 1.</b>	Mapa de situación de la Masa de Agua Subterránea .....	7
<b>Mapa 2.</b>	Mapa de permeabilidades .....	13
<b>Mapa 3.</b>	Mapa de estaciones de control y medida de caudales .....	17
<b>Mapa 4.</b>	Mapa sinóptico de la relación río-acuífero .....	52
<b>Mapa 5.</b>	Mapa de manantiales .....	57

## **1. Caracterización de MASA de AGUA SUBTERRÁNEA**

### *1.1 Identificación, morfología y datos previos*

La MASb denominada Aliaga-Calanda, se identifica con el código 091.092 dentro de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, y constituía antiguamente parte de la Unidad Hidrogeológica 09.41 denominada “*Portalrubio-Calanda*”, junto con las actuales MASb 091.093 (Alto Guadalupe), 091.094 (Pitarque) y 091.095 (Alto Maestrazgo). Sus límites se han definido al Noroeste con la cubeta de Oliete, al Noreste con la Depresión del Ebro y al Este con los Puertos de Beceite. Por el Sur los límites se han definido con las MASb escindidas de la antigua Unidad Hidrogeológica citada anteriormente. El 90% de su superficie se halla en la Comunidad Autónoma de Aragón y la superficie restante se halla en la Comunidad Valenciana.

Se trata de una zona con importantes relieves, en general asociados a una compleja geología basada en estructuras de escamas (cabalgamientos) y pliegues, de vergencia general Norte. Los apilamientos tectónicos hacen que en algunos sectores los materiales carbonatados del Mesozoico puedan alcanzar hasta los 5000 metros de espesor. Los mayores relieves se hallan al Sur de la MASb, con cotas que alcanzan los 1612 m.s.n.m., y descienden hacia el Norte y Noreste hasta los 394 m.s.n.m. La cota media de la zona es de 969 m.s.n.m.

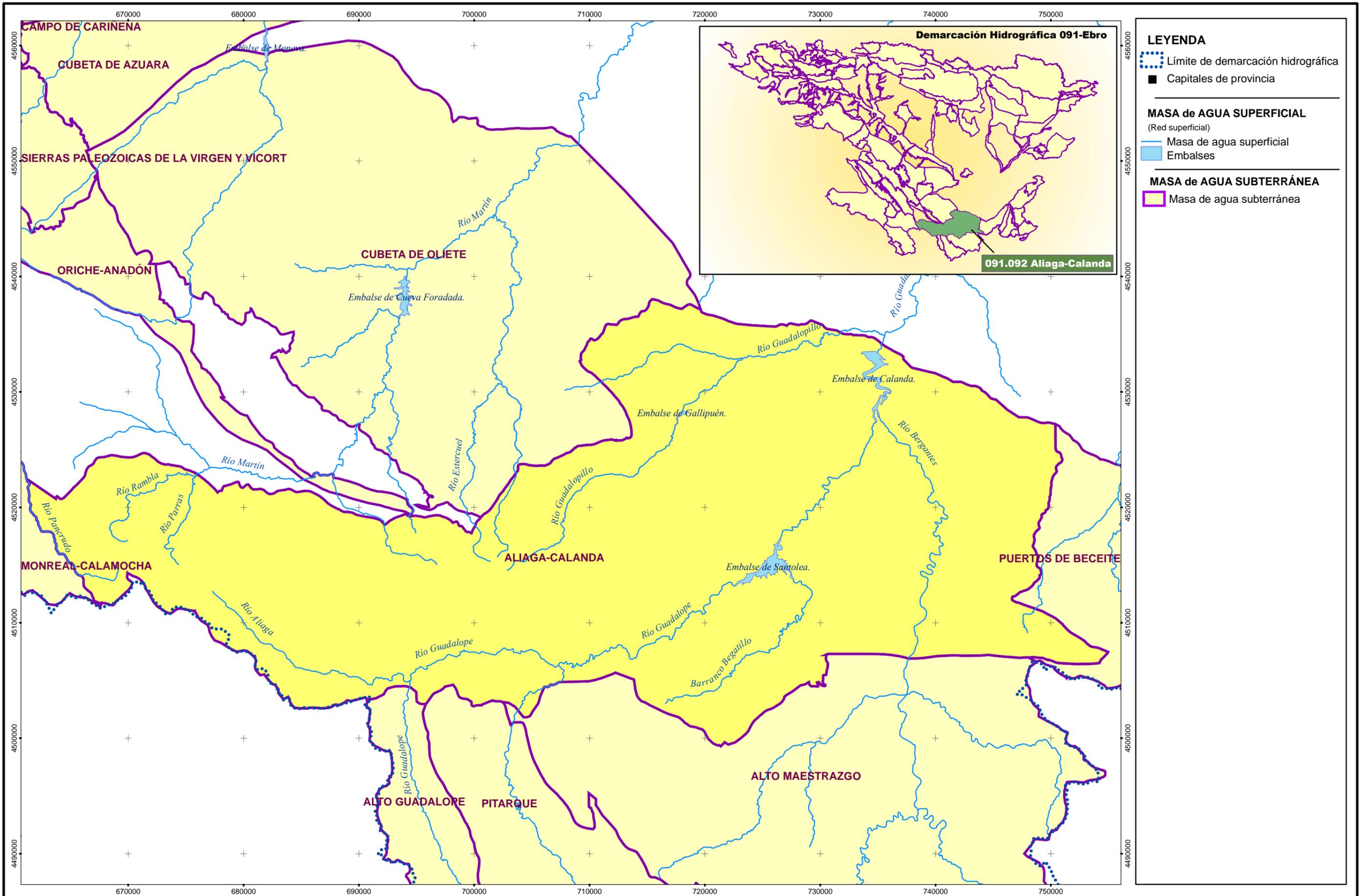
El importante relieve citado, y una orientación estructural aproximada Este-Oeste, girando hacia el Norte en el sector oriental de la MASb, revelan una sucesión continua de sierras y valles encajados, y condiciona el flujo de los ríos a través de los mismos. El principal cauces de la MASb es el río Guadalupe, el cual recibe el aporte de afluentes como el río Aliaga en la población que le da nombre, el río Bordón en el embalse de Santolea y el río Bergantes en el embalse de Calanda. En general, el río Guadalupe se adapta a la orientación descrita, nace a 1600 m.s.n.m. en la ladera Oeste de la Sierra de Sollavientos (fuera de la MASb) y fluye hacia el Este, girando gradualmente a partir de su confluencia con el río Pitarque o Fortanete. El río Guadalupe se halla regulado mediante dos embalses, el embalse de Santolea, y el embalse de Calanda poco antes de abandonar la MASb Aliaga-Calanda.

Otros cauces destacables son el río Martín, el río Guadalopillo y un conjunto de cauces que nacen en el sector central de la MASb y se introducen en la vecina MASb 091.091 (Cubeta de Oliete).

Desde un punto de vista general, se trata de una Masa en la que se produce una importante recarga en la zona Sur, debido al afloramiento de importantes superficies permeables

(materiales jurásicos). Este hecho, unido a la tectonización existente, hace que algunos ríos, como el Guadalope y el Bergantes sufran procesos de pérdida y ganancia de agua, hasta alcanzar cotas en las que las descargas son generalizadas (en algunos casos muy importantes).

No existen modelos matemáticos ni se han realizado simulaciones de flujo en la Masa de Agua.



## 1.2 Contexto Hidrogeológico

### 1.2.1 Litoestratigrafía y permeabilidad

Para comprender las relaciones existentes entre los acuíferos y los ríos, y poder definir las FGP existentes, es necesario comprender previamente las características litoestratigráficas y las peculiaridades tectónicas presentes en la MASb de Aliaga-Calanda.

Como ya se ha comentado, la MASb presenta una importante complejidad estructural ya que se ubica en la zona de interferencia de la directriz Ibérica y Catalanáides (zona Septentrional Plegada definida por Canerot,1974), caracterizado por la existencia de numerosos cabalgamientos y pliegues, los cuales son más suaves o de mayor amplitud en la zona Sur, pero que se aprietan de forma importante hacia el Norte y Este, en forma de “*abanico imbricado*”.

El horizonte de despegue se sitúa generalmente, en las arcillas triásicas del Keuper,. Las facies Muschelkalk infrayacentes están intensamente tectonizadas lo que da lugar a un comportamiento acuífero por fisuración cuya continuidad lateral esta condicionada por estructuras geológicas complejas.

Por encima del horizonte de despegue de los cabalgamientos (Keuper), se halla un conjunto de materiales de elevada permeabilidad, sometidos a intensa tectonización, cuya disposición condiciona en gran manera todas las relaciones existentes en la MASb. Se trata de los materiales jurásicos, en los cuales se pueden diferenciar dos formaciones geológicas de comportamiento acuífero: Lías y Malm.

A techo de las formaciones jurásicas, y separados por potentes formaciones materiales detríticos cretácicos de baja permeabilidad (facies Weald, facies Utrillas<sup>1</sup>, formación Escucha), se hallan materiales carbonatados cretácicos que constituyen una importante formación acuífera (acuífero Cretácico Superior).

Finalmente, cabe destacar la influencia de las formaciones terciarias superpuestas en los procesos de recarga de la MASb. Estas formaciones, presentan una permeabilidad general media, pero potentes espesores y una disposición estructural suave, con importante superficie de afloramiento (sobre todo los depósitos miocenos constituidos por conglomerados

---

<sup>1</sup> En la MASb de Aliaga-Calanda se encuentran las poblaciones de Utrillas y Escucha, las cuales dan nombre a formaciones características de baja permeabilidad (en esta zona) de gran representatividad en toda España. Se trata de arenas blancas y arcillas, ferruginosas y caoliniticas que caracterizan el tránsito del Cretácico inferior al Cretácico-Superior (Albiense-Cenomanense).

poligénicos alternantes con areniscas y margas arenosas). Es por esto, que estas formaciones producen un efecto de recarga lenta mediante infiltración de agua de lluvia, mientras que como acuíferos tienen una importancia local y limitada. No se definen como FGP, dado que no existe relación directa destacable con los cauces existentes.

En función de lo anteriormente expuesto, para la MASb 091.092/Aliaga-Calanda se consideran las siguientes Formaciones Geológicas Permeables:

- **FGP triásica** (litología T<sub>G2</sub> en el MAGNA 1:50.000). Formación carbonatada (calizas y dolomías) con permeabilidad por fisuración, de unos 150 m de espesor (variable localmente debido a su carácter tegumentario). En general, es una formación permeable confinada, salvo en aquellos sectores en los que aflora, que es precisamente donde se produce la relación con los ríos.
- **FGP liásica** (litologías T<sub>A33</sub>-J<sub>11</sub>, J<sub>12</sub> y J<sub>13</sub> del MAGNA 1:50.000). Comienza con unas brechas y carnioles de tránsito con los materiales triásicos (conocidas como suprakeuper) y continúa con calizas y dolomías. Tiene una potencia de unos 300 m (muy variable en función de condicionantes estructurales) y a techo tiene una formación de baja permeabilidad constituida por margas y margocalizas de edad Domeriense-Toarciense (J<sub>14</sub> en el MAGNA). Presenta elevada permeabilidad por fisuración, muy discontinua, genera compartimentación (niveles piezométricos dispares) y se comporta en general como acuífero mixto (libre y/o confinado) debido a la tectónica.
- **FGP Malm** (litologías J<sub>2</sub>, J<sub>0-1/31-32</sub> J<sub>3/32</sub>, J<sub>2-32</sub> en el MAGNA 1:50.000). Corresponde a materiales carbonatados (calizas y margocalizas estratificadas o masivas), y constituye el acuífero más importante de la MASb. Está separado a muro de la FGP liásica por una formación margosa del Toarciense (formación Sot de Cheva), y a techo tiene una formación de baja permeabilidad cretácica (facies Weald del Cretácico Inferior). En esta FGP se producen importantes recargas (incluidas pérdidas de cauces) debido a la importante superficie de afloramiento (asociada a la tectónica), e importantes descargas. Existen ciertas contradicciones sobre las direcciones de flujo de las aguas subterráneas, y la posibilidad de descarga hacia el Maestrazgo (zona Sur), si bien todas las cuencas vierten hacia el Ebro<sup>2</sup>. El principal río de la MASb, el Guadalope, drena esta FGP.
- **FGP Cretácica** (litologías C<sub>16-21</sub>, C<sub>21-26</sub> y C<sub>23-26</sub> en el MAGNA 1:50.000). Se trata de un importante conjunto de materiales carbonatados (calco-dolomíticos), con elevada permeabilidad por fisuración. Presenta una potencia variable, desde 80 a 300 m, con incremento hacia el Suroeste. La disposición estructural es más suave que la de las

---

<sup>2</sup> "Estudio de los recursos hídricos subterráneos de los acuíferos de la margen derecha del Ebro (Zona II. Acuíferos Ibéricos)". Confederación Hidrográfica del Ebro, 1991.

formaciones jurásicas, debido a su comportamiento rígido y diferencial ante la deformación de las formaciones incompetentes del cretácico inferior, lo que origina una disarmonía estructural. Constituyen sistemas hidrogeológicos colgados respecto al sistema hidrogeológico regional jurásico, que presentan una elevada compartimentación en función de las estructuras geológicas presentes y que se descargan hacia los cauces.

### 1.2.2 Estructura geológica

Como ya se ha comentado anteriormente, la estructura geológica de la MASb Aliaga-Calanda es muy compleja, al igual que ocurre con MASb vecinas (Puertos de Beceite), las cuales muestran una clara continuidad en la disposición estructural.

Los principales rasgos que van a condicionar la existencia de relaciones río-acuífero son:

- La existencia de numerosos cabalgamientos con pliegues asociados muy apretados. Este hecho supone la elevación del muro impermeable, genera compartimentación, y por lo tanto la aparición de barreras que facilitan la descarga de los compartimentos. Por otro lado, facilita la exposición en superficie de materiales permeables jurásicos, los cuales, al ser atravesados por cauces generan localmente pérdidas de caudal. En términos generales, se detectan pérdidas hacia el Sur de la MASb, y descarga general de compartimentos hacia el Norte y Noreste de la misma.
- Los materiales cretácicos (*FGP cretácica*) superpuestos a las formaciones jurásicas, generan descargas importantes, e incrementan de forma notable los caudales de los cauces al llegar al contacto con formaciones detríticas cretácicas de baja permeabilidad (Facies Utrillas), situadas a muro.
- Existe una importante estructura al Norte de la MASb, en el denominado “Macizo de Montalbán”, en donde se reduce el espesor de cobertera de forma notable, y llegan a aflorar materiales paleozoicos. Es en esta zona en donde afloran las *FGP Triásicas*, y en donde se producen importantes descargas. La siguiente figura ilustra la estructura de esta zona:

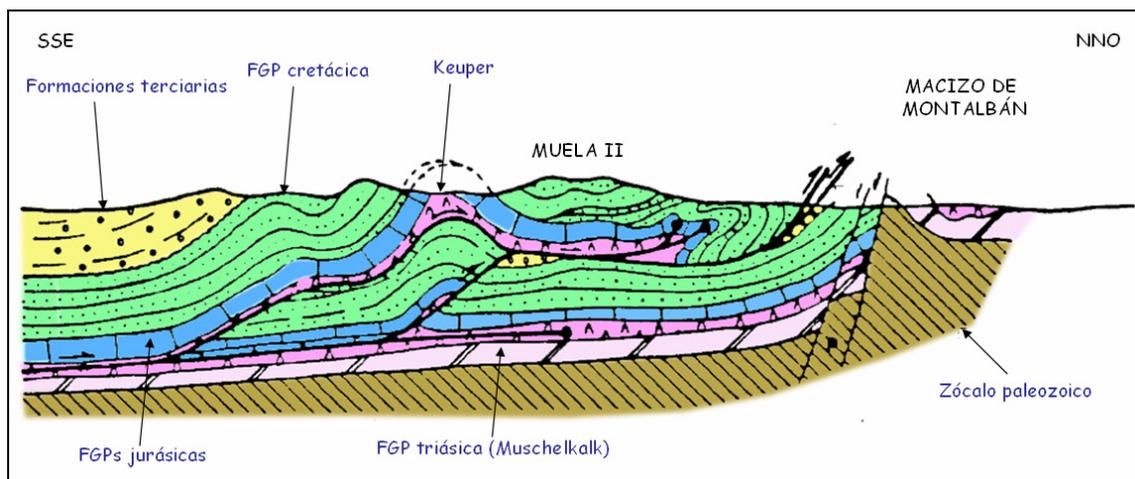


Figura 1. Corte de la MASb de Aliaga-Calanda hacia el Macizo de Montalbán

### 1.2.3 Funcionamiento hidrogeológico

El conjunto de la MASb Aliaga-Calanda presenta una intensa relación hidráulica con las masas de agua superficiales, de forma que los cursos fluviales condicionan el funcionamiento hidrogeológico de los acuíferos jurásicos y cretácicos al constituir los colectores finales del flujo subterráneo. De forma general, la relación hidráulica río-acuífero se caracteriza por fenómenos de pérdidas de caudal en cauces en las zonas de cabecera, donde los niveles piezométricos regionales se sitúan por debajo de los cauces; fenómenos de recirculación en tramos medios; y finalmente una ganancia general en los tramos más bajos, como consecuencia de que los cauces interceptan los niveles piezométricos de los acuíferos regionales.

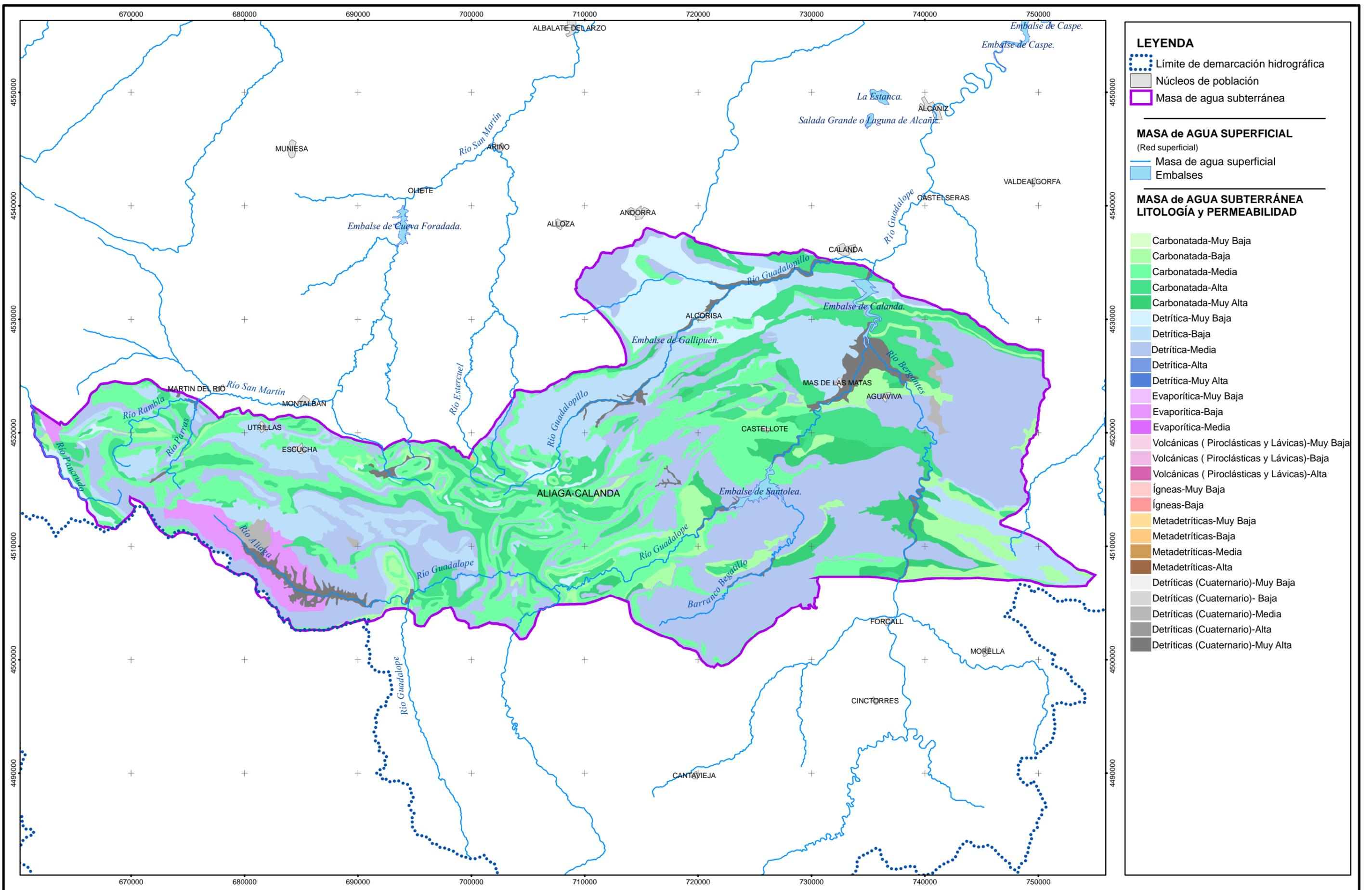
La recarga de la MASb se realiza mediante la infiltración de agua de lluvia, y por las pérdidas producidas en los cauces, al atravesar éstos los afloramientos permeables de las *FGPs jurásicas* y *cretácicas* descritas anteriormente. Algunos ejemplos muy citados en la bibliografía, son los ríos Bordón y Pitarque.

Existen descargas muy importantes asociadas a afloramientos en superficie de las *FGP Lías* y *Malm*, como por ejemplo Los Fontanales de la Ginebrosa (muy numerosos), el manantial de la Algecira o la Font Calent.

En el caso de las *FGP cretácicas*, la descarga se ve favorecida por la existencia de formaciones de baja permeabilidad a muro (facies Utrillas, formación Escucha, Weald), dando lugar a numerosas manifestaciones hidrogeológicas (surgencias) en los contactos geológicos. De la misma manera, las *FGP cretácicas* son drenadas por manantiales situados en el contacto con las formaciones de baja permeabilidad situadas a muro (Utrillas), incorporando sus caudales a los cauces.

Los depósitos terciarios tienen una importante representación en el Sur y Suroeste de la MASb, debido a una estructura mucho más suave, permitiendo la acumulación e infiltración de agua, si bien en estos casos, el proceso es mucho más lento debido a sus características litológicas (permeabilidad intergranular media).

Los datos de balance existentes, cuantifican la recarga de la MASb en 270 hm<sup>3</sup>/año, y las descargas se han cuantificado en 240 hm<sup>3</sup>/año (CHE 1991), 218 hm<sup>3</sup> de los cuales corresponden a los cauces superficiales, 19 hm<sup>3</sup> manantiales y 3 hm<sup>3</sup> a extracciones por bombeos. Se estima que los 30 hm<sup>3</sup> restantes, lo constituyen salidas laterales (probablemente hacia el Alto Maestrazgo).



## 2. Estaciones de control y medidas de caudales

Las estaciones de medida y control de la MASb Aliaga-Calanda corresponden fundamentalmente a estaciones de aforos de la CHE, puntos de control del IGME (hasta el año 2001), y secciones de control históricas que fueron objeto de control durante los años 1990 y 1991 en el marco del “*Estudio de los recursos hídricos subterráneos de los acuíferos de la margen derecha del Ebro. Zona II Acuíferos Ibéricos (CHE, 1991)*”.

### 2.1 Estaciones de la red oficial de aforos

La CHE controla periódicamente estaciones de aforos situadas en los ríos Bergantes, Guadalopillo, y sobre todo en el río Guadalope, en el cual se hallan numerosos elementos de regulación (embalse de Aliaga, embalse de Santolea y embalse de Calanda). De todas las estaciones, se han utilizado para el análisis de la relación río-acuífero aquellas que no tienen influencia de regulación, o una influencia mínima.

En el río Bergantes, se ha utilizado la estación de aforos nº31 (río Bergantes en Zorita), la cual recoge toda la descarga de la FGP Malm que tiene lugar en la Font Calent.

En el río Guadalopillo, se ha utilizado la estación de aforos nº100 (Berge), aguas debajo de la cual se halla el embalse de Gallipué.

En el río Guadalope, se ha utilizado la estación de aforos nº30 (Embalse de Santolea), la cual se halla a cola del embalse y recoge la descarga de los manantiales de la Algecira.

En la siguiente tabla se sintetizan los datos básicos de cada estación de aforos.

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						
30	Santolea	Activa	722311	4513402	591	Guadalope	351	19103	ene-1931 a sep-2002	0,73
31	Zorita	Activa	740130	4518312	555	Bergantes	138	12008	ene-1932 a sep-2002	0,46
100	Berge	Activa	717321	4526852	727	Guadalopillo	357	16422	jul-1945 a sep-2002	0,78

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

## 2.2 Estaciones de la red oficial de control hidrométrico

Según la información recopilada, no se dispone de puntos pertenecientes a la red de oficial de control hidrométrico.

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						
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No existen estaciones de la red oficial de control hidrométrico

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

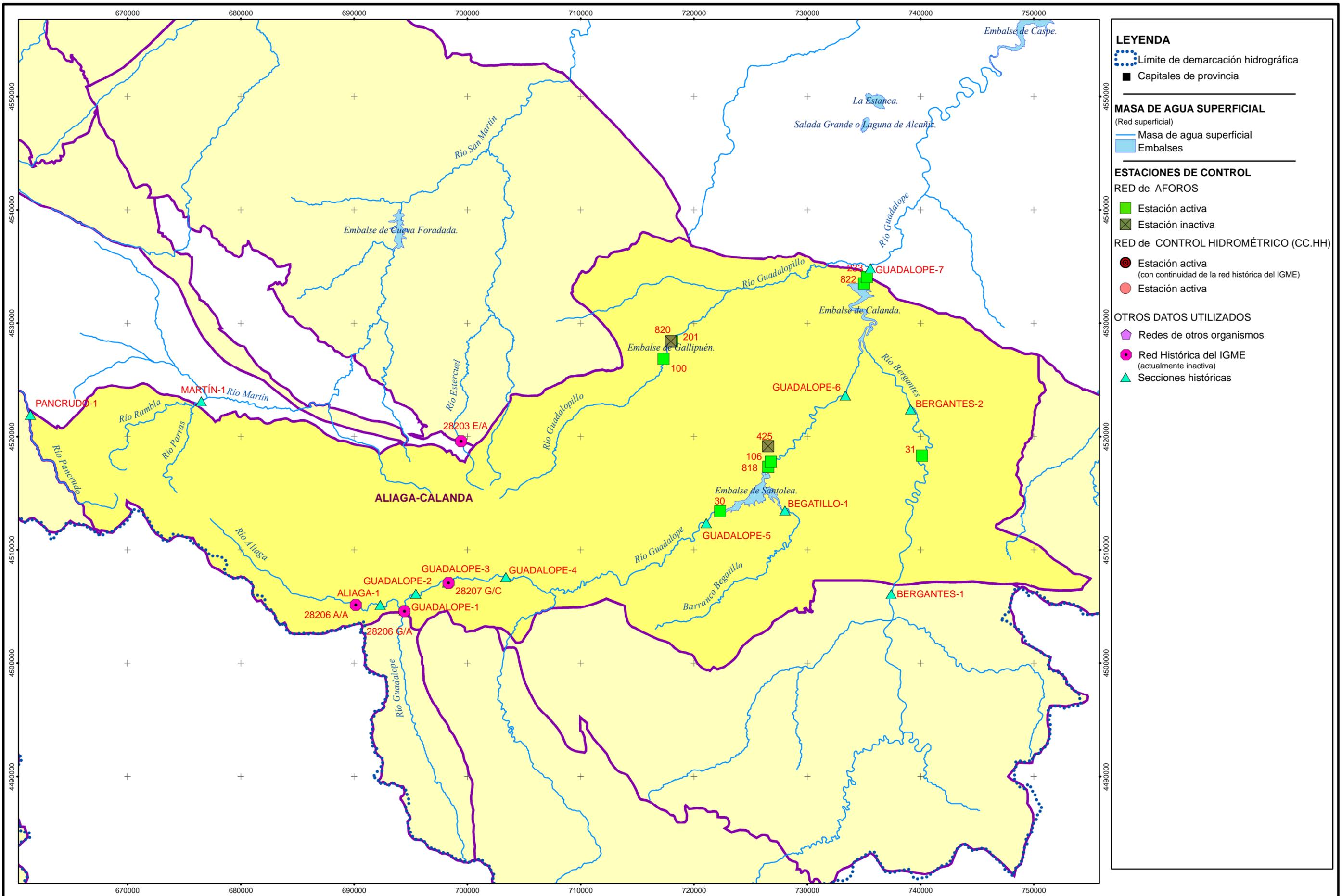
## 2.3 Otra información hidrométrica

Tal y como se ha comentado anteriormente, existen datos pertenecientes a secciones históricas de control, las cuales han sido de vital importancia para el análisis de las relaciones río-acuífero en la MASb Aliaga-Calanda. Muchas de estas secciones corresponden a controles realizados entre los años 1990 y 1991 (algunas de las cuales han seguido siendo objeto de controles posteriores), aunque el IGME también ha realizado controles en determinados puntos entre los años 1979 y 2001. Las secciones quedan sintetizadas en la siguiente tabla:

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)
28203 E/A	IGME	Aforo del Manantial de Ventas de Cañizar	4	Feb-1994 a feb-1995	15	23	29
28206 A/A	IGME	Aforo del río Aliaga antes de su confluencia con el Guadalope	22	Feb-1991 a jun-2001	30	177,3	612
28206 G/A	IGME	Aforo del río Guadalope antes de la confluencia del río Aliaga	7	Jun-1990 a feb-1995	26	123,4	213,3
28207 G/C	IGME	Río Guadalope en Masía de la Tosca	28	Sep-1979 a jun-2001	72	208,8	568
Aliaga en Cobatillas	CHE 1991	Río Aliaga en Cobatillas, en la antigua estación de aforos	21	sep-1979 a jun-2001	30	173,3	612
Guadalope en Montoro	CHE 1991	Río Guadalope en Montoro de la Mezquita, bajo el puente de la carretera	7	sep-1979 a sep-1992	142,37	256,5	383
Guadalope en la Tosca	CHE 1991	Río Guadalope en Masía de la Tosca, antes de confluencia del arroyo Campos (lecturas de escala)	278	Oct-1990 a sep-1991	52	437,42	1200
Guadalope C.E. Aliaga	CHE 1991	Río Guadalope en máxima cota del embalse de Aliaga	6	Jun-1990 a sep-1992	77,3	166	264,9
Guadalope en Aliaga	CHE 1991	Río Guadalope en Aliaga, antes de la confluencia del río Aliaga	21	Sep-1979 a jun-2001	30	173,3	612
Guadalope en La Algecira	CHE 1991	Río Guadalope en La Algecira, en la cola del embalse de Santolea	2	Oct-1990 a may-1991	1423,5	1602,8	1782,1
Bergantes en Villares	CHE 1991	Río Bergantes en Villares, en el pilar del puente (lecturas de escala)	260	Mar-1989 a sep-1991	171	512,6	1100

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)
Bergantes en Aguaviva	CHE 1991	Río Bergantes en Aguaviva, aguas arriba de la pasarela de hormigón (situar bien)	220	Mar-1989 a sep-1991	0	474,4	1307
Bordón en Masía Perojil	CHE 1991	Río Bordón o Bergatillo, en Masía de Perojil, antes de desembocadura en embalse	16	sep-1979 a may-1994	0	73,5	661,6
Guadalope en Mas de las Matas	CHE 1991	Río Guadalope en Mas de las Matas, bajo el puente que une con la carretera de Aguaviva	8	feb-1981 a nov-1990	115	1071,1	2506
Pancrudo en Torre los Nogros	CHE 1991	Río Pancrudo en Torre los Negros	20	jun-1978 a oct-1990	18	147,6	322
Martín en Martín del río	CHE 1991	Río Martín, aguas abajo de la confluencia con el río Parras	3	jun-1990 a may-1991	1	22,2	40

**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

Dentro de la MASb Aliaga-Calanda, se han identificado los siguientes tramos de cauces con relación con acuíferos:

- **Tramo río Bergantes (entre Villoros y Font Calent)** (091.092.001) (Código MAS 356 -Río Bergantes desde los ríos Celumbres y Cantavieja hasta el Santuario de La Balma- y 138 -Río Bergantes desde la población de La Balma hasta la cola del embalse de Calanda-). Se trata de un tramo en el que el río Bergantes atraviesa estructuras tectónicas (anticlinales y sinclinales) que favorecen el contacto con niveles permeables cretácicos (Cretácico inferior), y según algunas referencias bibliográficas se producen pérdidas (tramo perdedor) que alimentarían la *FGP Malm*. El tramo queda definido hasta la Font Calent, con una longitud total de 11 km.
- **Tramo río Bergantes (Font Calent-Aguaviva)** (091.092.002) (Código MAS 138 -Río Bergantes desde la población de La Balma hasta la cola del embalse de Calanda-). Este tramo se caracteriza por la presencia de afloramientos de la *FGP Malm*, de edad Kimmeridgiense, los cuales son drenados por el río (tramo ganador). La longitud del tramo es de 2,5 km.
- **Tramo río Bordón** (091.092.003) (Código MAS 352-Río Begatillo o Bordón) desde su nacimiento hasta la cola del embalse de Santolea-). El río Bordón nace aguas arriba de la población que le da nombre, como descarga de la formación *FGP Cretácica*. Aguas abajo de esta población, a aproximadamente 1 km, atraviesa una importante estructura anticlinal jurásica que corresponde a la *FGP Malm*, y a la que previsiblemente drena, aunque en algunas referencias bibliográficas citan pérdidas de caudal en esta estructura. La longitud del tramo es de 7 km.
- **Tramo río Guadalopillo (embalse Gallipué)** (091.092.004) (Código MAS 913 -Embalse de Gallipué). El río Guadalopillo nace a partir de la *FGP Lías*, en la zona conocida como los Majalinos y Sierra Ejulve. A partir de aquí, su recorrido se hace sobre materiales terciarios de baja permeabilidad hasta llegar al embalse de Gallipué, lugar en el que atraviesa una apretada estructura anticlinal en cuyo eje llega a aflorar la *FGP Malm*, formación a la que drena (tramo ganador). La longitud del tramo es de 0,8 km.
- **Tramo de cabecera del río Martín (ríos Rambla y Parras)** (091.092.005) (Código MAS 336 -Río Martín desde el río Rambla y río Parras hasta el río Vivel (incluye los ríos Ramblas y Parras)-). Se trata de una zona con importantes descargas procedentes de las *FGP Malm* y *Cretácica*, las cuales alimentan al río Martín (tramo ganador). La longitud del tramo es de 13 km.

- **Tramo río Pancrudo (Torre los Negros)** (091.092.006) (Código MAS 828 -Río Pancrudo desde su nacimiento hasta la cola del embalse de Lechago-). Se trata de un tramo en el que el río Pancrudo actúa como dren de formaciones acuíferas de la vecina MASb Monreal-Calamocha, y de la *FGP Lías* de la MASb Aliaga-Calanda (tramo ganador), gracias a la existencia de un umbral triásico de baja permeabilidad (Keuper). La longitud del tramo es de 4 km.
- **Tramo río Estercuel (La Zoma)** (091.092.007) (Código MAS 833 -Río Estercuel desde su nacimiento hasta el embalse de Ecuriza-). Aunque se halla fuera de la MASb de Aliaga-Calanda, el río Estercuel recibe en este tramo la descarga de la *FGP Triásica* (tramo ganador), la cual se halla por debajo de los horizontes de despegue de la mayoría de los cabalgamientos de la MASb. La longitud del tramo es de 0,46 km.

A continuación, se identifican los siguientes tramos con relaciones entre el río Guadalupe y el acuífero, los cuales son numerosos y se atribuyen a recirculaciones favorecidas por importantes estructuras tectónicas que permiten el contacto alternativo con FGPs y formaciones de baja permeabilidad:

- **Tramo río Guadalupe (confluencia Aliaga-Guadalupe)** (091.092.008) (Código MAS 349 -Río Guadalupe desde el río Aliaga hasta el río Fortanete-). Tramo perdedor del río Guadalupe, en el que se infiltra agua en la *FGP Cretácica* en el flanco oriental del anticlinal de Aliaga. La longitud del tramo es de 1,7 km.
- **Tramo río Guadalupe (Montoro de la Mezquita)** (091.092.009) (Código MAS 349 -Río Guadalupe desde el río Aliaga hasta el río Fortanete-). Tramo perdedor del río Guadalupe a ambos flancos de una anticlinal (anticlinal de la Sierra del Cerro) que favorece el contacto con la *FGP Cretácica*. La longitud del tramo es de 1,7 km.
- **Tramo río Guadalupe (Órganos de Montoro)** (091.092.010) (Código MAS 351 -Río Guadalupe desde el río Fortanete hasta la cola del embalse de Santolea-). Tramo perdedor del río Guadalupe en ambos flancos de una anticlinal que favorece el contacto con las *FGP Lías y Malm*. La longitud del tramo es de 3,2 km.
- **Tramo río Guadalupe (La Algecira)** (091.092.011) (Código MAS 351 -Río Guadalupe desde el río Fortanete hasta la cola del embalse de Santolea-). Tramo ganador del río Guadalupe debido al drenaje de la *FGP Malm* en una importante estructura anticlinal, aguas abajo de los Órganos de Montoro. La longitud del tramo es de 1,5 km.
- **Tramo río Guadalupe (Azud de Abénfigo)** (091.092.012) (Código MAS 951 -Río Guadalupe desde la presa de Santolea hasta el azud de Abénfigo-). Tramo perdedor del río Guadalupe según algunas referencias bibliográficas, aunque otras asocian la pérdida de caudal a la ejecución de derivaciones para riego. La longitud del tramo es de 3,5 km.

- **Tramo río Guadalope (Fontanales de la Ginebrosa)** (091.092.013) (Código MAS 82 -Embalse de Calanda-). Se trata de una importante descarga de la *FGP Lías* en el río Guadalope, cerca de la cola del embalse de Calanda (tramo ganador). La longitud del tramo es de 1,6 km.

### 3.1 Identificación y Modelo Conceptual

A continuación se describen los modelos conceptuales correspondientes a los tramos de ríos donde se han declarado conexiones río-acuífero. En el texto se hará alusión a aforos directos realizados durante los años 1990 y 1991, la mayoría de los cuales se llevaron a cabo en el contexto del “*Estudio de los recursos hídricos subterráneos de los acuíferos de la margen derecha del Ebro. Zona II Acuíferos Ibéricos (CHE, 1991)*”, y han sido claves para la identificación de tramos ganadores y perdedores.

- **Tramo río Bergantes (entre Villores y Font Calent)** (091.092.001).

En general, el río Bergantes discurre por formaciones cretácicas de baja permeabilidad (Cretácico inferior), parcialmente recubiertas por terciarios, también de baja permeabilidad. Localmente atraviesa estructuras tectónicas (anticlinales y sinclinales) que favorecen el contacto con la *FGP Malm*. La CHE realizó aforos directos en los años 1990-1991 entre Villores y Aguasvivas (escala a la altura de ambas poblaciones), detectando el carácter ganador del tramo, pero esta ganancia tiene lugar a partir de la Font Calent, punto en el que el cauce atraviesa la *FGP Malm*. Hasta llegar a la Font Calent, el río Bergantes atraviesa las citadas formaciones de baja permeabilidad (Cretácico inferior), con niveles piezométricos profundos correspondientes a la *FGP Malm*, por lo que el cauce se halla colgado respecto al acuífero y se comportará como perdedor en los tramos permeables que atraviese.

Por desgracia, no existe suficiente información que permita cuantificar las pérdidas producidas en el río Bergantes, dado que no existen datos de aforos y del nivel piezométrico existente en el tramo (entre otras causas, debido a la dificultad que entraña el acceso al paraje). Próximos a la población de Villores, y en el límite Sur de la MASb con la MASb del Alto Maestrazgo, enclavados muy próximos al cauce y la escala de control, se halla un grupo de sondeos importantes, entre los que destacan los sondeos Forcall-1 y Forcall-2, y el pozo Forcall (pozo de sequía con 1100 m. de profundidad de perforación), todos ellos en el municipio de Morella. Estos sondeos captan la *FGP Malm* a casi 200 m. de profundidad, y son objeto de control hidroquímico periódico. Por lo demás, no existe otra información piezométrica, y únicamente se cita en algunas referencias que todos los cauces de la cuenca del río Bergantes hasta la Font

Calent, son perdedores<sup>3</sup>. Por lo tanto, el tramo queda definido como perdedor desde Villores hasta la Font Calent.

- **Tramo río Bergantes (Font Calent-Aguaviva) (091.092.002).**

La conexión del río Bergantes con el acuífero se produce cuando el cauce atraviesa una serie de afloramientos jurásicos (*FGP Malm*) de edad Kimmeridgiense. Los datos de aforos directos existentes, corresponden a la CHE (1991), se basan en una escala en Villores y otra en Aguaviva (cubren todo el tramo dentro de la MASb Aliaga-Calanda). La comparación de los resultados en ambas escalas indica, en general, una ganancia de caudal (por ejemplo, 570,9 l/s en Villores y 906 l/s en Aguaviva, en Noviembre de 1990). Como ya se ha comentado, este carácter ganador tiene lugar a partir de la Font Calent (NIPA 302010001 con caudal medio de 50 l/s), la cual es la descarga más importante de la *FGP Malm*, que tiene lugar a cota 580 m.s.n.m.

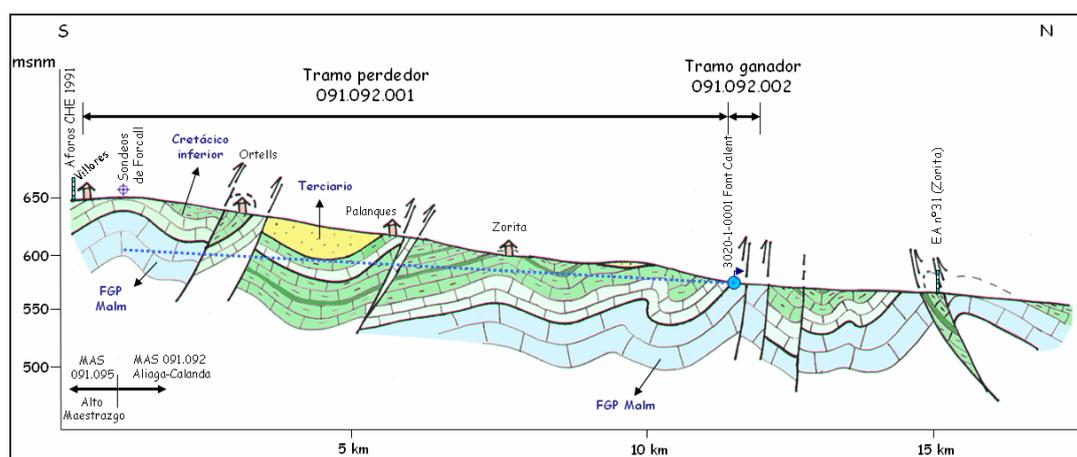


Figura 1. Perfil hidrogeológico del río Bergantes desde Villores a la EA nº31 (Zorita)

Aguas abajo de la surgencia, a unos 3 km de distancia, se halla la estación EA nº31 del río Bergantes en Zorita del Maestrazgo (5,6 km aguas abajo de la población que le da nombre). Del análisis del hidrograma resulta una aportación subterránea de 53 hm<sup>3</sup>/año (de un total de 86 hm<sup>3</sup>/año)<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> "Delimitación de las unidades hidrogeológicas de la cuenca del Ebro (Plan Hidrológico)". CHE (OPH) (1999)

<sup>4</sup> "Estudio de los recursos hídricos subterráneos de los acuíferos de la margen derecha del Ebro (Zona II. Acuíferos Ibéricos)". Confederación Hidrográfica del Ebro, 1991.

- **Tramo río Bordón (o Begatillo) (091.092.003).**

El río Bordón tiene su nacimiento aguas arriba de la población que le da nombre, en el lugar en el que aflora la *FGP Cretácica* entre materiales terciarios, gracias a la existencia de una estructura anticlinal. El nacimiento está identificado en el inventario del IGME con el NIPA 292060001 y se halla a 860 m.s.n.m. Los escasos datos disponibles (2) indican caudales de 500 y 1800 l/s en junio de 1979.

A partir de su surgencia recorre la estructura anticlinal en dirección a su eje (descendiendo en la serie estratigráfica), en el cual aflora la *FGP Malm*. Es por ello que los controles del río Bordón se han orientado a controlar la posible ganancia o pérdida de caudal a su paso a través de estos materiales, antes de desembocar en el embalse de Santolea.

En el año 1991, la CHE llevó a cabo aforos directos aguas abajo del paso por la *FGP Malm*, en el lugar conocido como “*Masía de Perojil*”, poco antes de la desembocadura en el embalse de Santolea. Los aforos parecen indicar una pérdida del cauce en el paso por la *FGP Malm*, a pesar de la escasez de datos.

- **Tramo río Guadalopillo (embalse Gallipuéen) (091.092.004).**

El río Guadalopillo nace a partir de la *FGP Lías*, en la zona conocida como los Majalinos y Sierra Ejulve, a cota 1388 m.s.n.m. A partir de aquí, su recorrido se hace sobre materiales terciarios de baja permeabilidad hasta llegar al embalse de Gallipuéen. No se dispone de datos de aforo en todo este recorrido, salvo en el entorno mismo del embalse, lugar en el que atraviesa una apretada estructura anticlinal en cuyo eje llega a aflorar la *FGP Malm*.

No existen importantes aportes en su recorrido hacia el embalse de Gallipuéen, pues el mismo se realiza sobre formaciones terciarias de baja permeabilidad. El primer elemento de control es una estación de aforos, la EA nº100 de Berge. A pie de presa, surge un importante manantial, el 291960001 a cota 720 m.s.n.m. y un caudal de 100,8 l/s.

Aguas abajo de la presa, se dispone de datos de dos estaciones de aforo con importante historial, la EA nº820 (embalse de Gallipuéen) y la EA nº201 (Gallipuéen).

- **Tramo de cabecera del río Martín (ríos Rambla y Parras) (091.092.005).**

La cabecera del río Martín está constituida por los ríos Rambla y Parras, hasta su confluencia en la población de Martín del río. Ambos afluentes son ganadores y se controlan mediante aforos realizados en el río Martín en Martín del río. Es decir, no es posible identificar y cuantificar los caudales individualizados de cada afluente, aunque existe numerosa información correspondiente a aforos de manantiales (sobre todo en el río Parras). Estos manantiales son drenajes de la *FGP Lías* en menor proporción, y fundamentalmente de las *FGP Cretácicas*, debido a que los ríos atraviesan múltiples estructuras que actúan como barreras y facilitan la descarga.

Los manantiales más importantes son el 271980003 (caudal medio de 35 l/s y descarga a 1000 m.s.n.m.) en el río Rambla, y el 272040008 (caudal medio de 17 l/s y cota de descarga 1100 m.s.n.m.), el 272030001 (caudal medio 75 l/s y descarga a 1100 m.s.n.m.) y el manantial Las Parras (272040005, con caudal medio de 125 l/s y descarga a cota 1145 m.s.n.m.). Todos estos manantiales ven favorecida su descarga por la aparición de materiales de baja permeabilidad (Facies Utrillas), en la base de la *FGP Cretácica*.

- **Tramo río Pancrudo (Torre los Negros) (091.092.006).**

Se trata de un tramo de río ganador, en el que el río recibe los aportes provenientes de la vecina MASb Monreal-Calamocha, y de la *FGP Lías* de la MASb Aliaga-Calanda, gracias a la existencia de un umbral triásico de baja permeabilidad (Keuper). En este tramo por lo tanto, se establece el límite entre ambas MASb, pero no existen datos para una cuantificación individualizada de la ganancia. Únicamente se dispone de los aforos directos realizados por la CHE en 1991, en Torre los Negros, y antiguos datos provenientes de la base de datos de la CHE (años 1979 y 1980), pero no es posible diferenciar los orígenes de la ganancia.

- **Tramo río Estercuel (La Zoma) (091.092.007).**

El río Estercuel nace como descarga de la *FGP Lías*, en una zona de la MASb con elevada complejidad estructural, en la que la sucesión de múltiples cabalgamientos permite el afloramiento de materiales jurásicos a baja cota topográfica, facilitando las descargas.

El río tiene muy poco recorrido hasta su salida de la MASb Aliaga-Calanda, cuyo límite en esta zona se define por la existencia de una gran fractura que permite el afloramiento del zócalo paleozoico y la *FGP Triásica*, cuya continuidad es previsible bajo todos los horizontes de

despegue de la MASb. Se trata por tanto, de un tramo ganador en el que el río Estercuel recibe aportes de la FGP Triásica (facies Muschelkalk).

El nacimiento del río Estercuel, se halla identificado en el inventario del IGME con el NIPA 282030008, a 1225 m.s.n.m. Según los datos de inventario de la CHE, se trata del *manantial el Huergo*, que se utiliza para agricultura, y para abastecimiento de la Zoma. Dispone de pocos datos de caudal, 18 l/s según el IGME y 54 l/s según la CHE, en mayo de 1976.

A 3,2 km aguas abajo del manantial el Huergo, ya fuera del límite de la MASb, se produce la descarga de la *FGP Triásica* en el *manantial Ventas de Cañizar*, identificado con el NIPA 282030002 en el inventario del IGME, con cota 1045 m.s.n.m. La CHE ha realizado controles mediante aforos aguas abajo del manantial (en un punto identificado con el código 282030015, a cota 1030 m.s.n.m.). Los caudales obtenidos en el manantial oscilan entre 4 y 81 l/s (Q medio de 25,46 l/s), mientras que en el punto de control oscilan entre 12 y 29 l/s (Q medio de 21 l/s).

Aguas abajo de estos puntos, pero a muy poca distancia, el IGME ha realizado aforos entre los años 1994 y 1995, obteniendo un caudal medio de 23 l/s.

A continuación se describirán los tramos con relación entre los acuíferos y los cauces a lo largo del río Guadalupe, descritos desde aguas arriba hacia aguas abajo:

- **Tramo río Guadalupe (confluencia Aliaga-Guadalupe) (091.092.008).**

Se trata de un tramo perdedor del río Guadalupe, en el que se infiltra agua en la FGP Cretácica en el flanco oriental del anticlinal de Aliaga.

Aguas arriba de este tramo perdedor, tiene lugar la confluencia del río Guadalupe con el río Aliaga, en la población que le da nombre. El río Aliaga discurre sobre terrenos terciarios de baja permeabilidad, de forma muy tranquila debido a la poca pendiente de su recorrido. Poco antes de llegar a Aliaga y a la confluencia con el río Guadalupe, el cauce se pone en contacto con formaciones cretácicas, y por ello ha sido objeto de controles mediante aforos directos, realizados por el IGME desde el año 1979 hasta el 2001, y lecturas de escala en los años 1990-1991 realizados por la CHE en una antigua estación de aforos (“Aliaga en Cobatillas”), en el marco del “Estudio de los recursos hídricos subterráneos de los acuíferos de la margen derecha del Ebro. Zona II Acuíferos Ibéricos (CHE, 1991)”. En cuanto al río Guadalupe, aguas arriba de la confluencia con el río Aliaga atraviesa la FGP Lías en el núcleo de un anticlinal jurásico-triásico. Al igual que el caso del río Aliaga, se ha controlado su caudal mediante aforos directos punto poco antes de la confluencia.

Es decir, de acuerdo con lo anterior, el caudal del río Aliaga junto con el del Guadalupe queda perfectamente controlado en Aliaga, como resultado de la suma de ambos aforos directos. Aguas abajo del flanco oriental del anticlinal cretácico de Aliaga, se llevaron a cabo aforos directos, poco antes del embalse de Aliaga. En el estudio citado se cuantifica la pérdida en este tramo en unos 60 l/s.

- **Tramo río Guadalupe (Montoro de la Mezquita) (091.092.009).**

Aguas abajo del tramo anterior, existe otro tramo correspondiente al paso del río Guadalupe por una estructura cretácica (FGP Cretácica) fuertemente plegada (anticlinal de la Sierra del Cerro), en el cual el río pierde agua (60 l/s según la bibliografía). Este tramo queda controlado por aforos directos realizados aguas abajo del embalse Aliaga (y por tanto influenciados por un funcionamiento no natural), en el lugar en el que antiguamente existió una estación de aforos (Masía de la Tosca), y aforos directos realizados aguas arriba de Montoro de la Mezquita, bajo el puente de la carretera.

Al igual que en el caso del tramo anterior, el río Guadalupe atraviesa la FGP Cretácica en un sector elevado en el que el nivel piezométrico se halla a cota mucho menor, produciéndose por tanto una pérdida de caudal continua.

Aguas abajo de Montoro de la Mezquita, y por tanto fuera del tramo perdedor, existe un afloramiento jurásico (FGP Malm), que aunque tiene reducidas dimensiones, es suficiente para producir descargas (manantiales de la Ermita), pero por desgracia, no existe apenas información sobre ellos (ni aforos diferenciales).

- **Tramo río Guadalupe (Órganos de Montoro) (091.092.010).**

Aguas abajo de la población de Montoro de la Mezquita, una gran estructura anticlinal permite el afloramiento de las FGP Lías y Malm en su núcleo, produciéndose además la confluencia del río Guadalupe con el río Fortanete o Pitarque. Se trata de un tramo de espectacular paisaje, caracterizado por la extrema verticalidad de las capas (lo cual le confiere el aspecto que le da nombre), por lo que la posibilidad de infiltración en alguno de los tramos permeables es muy alta.



Figura 2. Los Órganos de Montoro

El carácter perdedor de este largo tramo es citado en varios informes<sup>5</sup>, pero no es posible su análisis y cuantificación debido a la falta de información. Como único hecho destacable, cabe comentar que no existe ninguna surgencia procedente las FGP Lías y Malm en todo el tramo (y el recorrido sobre estos materiales es superior a 13 km).

En la siguiente figura se muestra un perfil hidrogeológico desde Aliaga hasta los Órganos de Montoro, indicando los tramos perdedores descritos, y las FGP involucradas.

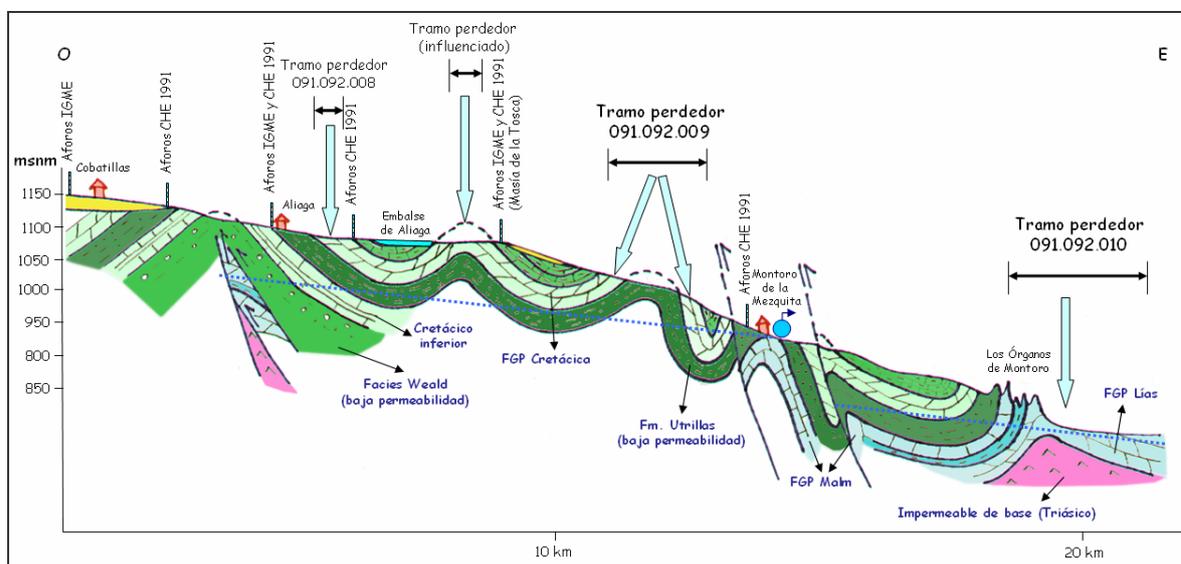


Figura 3. Perfil hidrogeológico del río Guadalupe desde Aliaga a los Órganos de Montoro

<sup>5</sup> "Delimitación de las unidades hidrogeológicas de la cuenca del Ebro (Plan Hidrológico)". CHE (OPH) (1999)

- **Tramo río Guadalope (La Algecira) (091.092.011).**

Poco antes de que el río Guadalope llegue al embalse de Santolea, atraviesa una estructura anticlinal en la que descarga la FGP Malm en forma de importantes manantiales, conocidos como “manantiales de la Algecira”, con código 202960002 en el inventario del IGME. Existen pocos datos de aforo de estos manantiales, e indican caudales de 25 l/s (en julio de 1979).

Aguas abajo de este lugar, se han realizado aforos directos con objeto de cuantificar la posible descarga de la formación jurásica, al comienzo de la cual, se producen pérdidas en el tramo de los Órganos de Montoro. Según la bibliografía, todas las pérdidas producidas en los citados Órganos de Montoro vuelven a resurgir en los manantiales de la Algecira, y quedarían controladas mediante los aforos directos realizados. Además, aguas abajo de este punto existe una estación oficial de aforos, la EA nº30 (Santolea), con un importante historial (desde el año 1931).

Próximo a la zona de descarga, a unos 2 km. aguas arriba en medio del eje anticlinal, se halla un piezómetro que forma parte de la Red Oficial de Control de Piezometría de la CHE (código de identificación 09.802.004, NIPA 292050001 en el inventario del IGME). El sondeo es conocido como “Cuevas de Cañart”, en un lugar conocido como Umbría Campanales, y está emboquillado a cota 925 m.s.n.m. (la descarga del manantial se produce a cota 720 m.s.n.m., es decir). Este piezómetro atraviesa la FGP Malm, que en este lugar debe de tener ya poco espesor y se introduce en la FGP Lías (250 metros de perforación), mostrando en la actualidad el nivel piezométrico a cota 725 m.s.n.m. La proximidad entre ambas cotas puede indicar la conexión entre las FGP citadas.

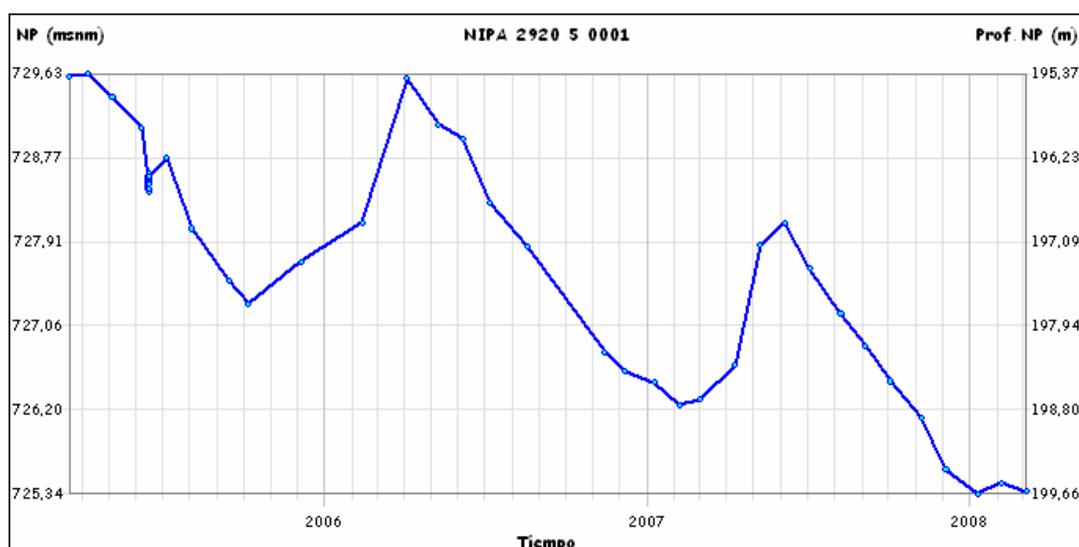


Figura 4. Evolución de la cota del NP en el sondeo 292050001

- **Tramo río Guadalope (Azud de Abénfigo) (091.092.012).**

Tramo perdedor del río Guadalope según algunas referencias bibliográficas (por ejemplo, “Delimitación de las unidades hidrogeológicas de la cuenca del Ebro (Plan Hidrológico)”, CHE, 1999), aunque otras asocian la pérdida de caudal a la ejecución de derivaciones para riego (CHE, 1991). En cualquier caso, los elementos necesarios para la cuantificación de la pérdida se basan en los aforos realizados por la CHE en los años 1990 y 1991, los cuales se situaban uno aguas arriba del embalse de Santolea, en la Algecira, y otro aguas abajo del embalse, en Mas de las Matas. Estos aforos están distorsionados por la influencia del embalse, si bien, existen estaciones de aforo intermedias que podrían ser utilizadas como elemento de apoyo en la cuantificación de la pérdida, como son la EA nº30 situada aguas arriba del embalse de Santolea, y la EA nº106 situada aguas abajo del mismo.

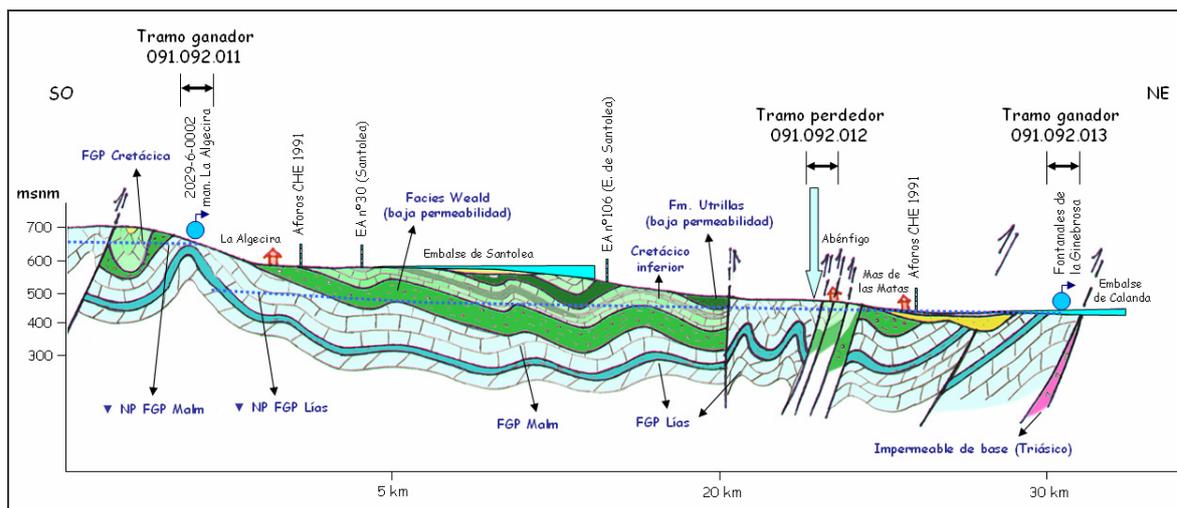
La supuesta pérdida se originaría como consecuencia de la infiltración de agua en la *FGP Malm*, al atravesar el cauce una estructura de forma transversal a los ejes de pliegue. Según algunas referencias bibliográficas, esta infiltración vuelve a resurgir en los Fontanales de la Ginebrosa (tramo siguiente).

- **Tramo río Guadalope (Fontanales de la Ginebrosa) (091.092.013).**

Aguas abajo del tramo anterior, en la cola del embalse de Calanda, y debido a la presencia de un importante cabalgamiento que hace aflorar la *FGP Lías*, e incluso Keuper (horizonte de despegue), se produce una importante descarga en forma de manantiales (*Fontanales de la Ginebrosa*). Hay inventariados hasta 7 manantiales en los Fontanales, y se han realizado aforos aguas arriba y aguas abajo de los mismos. Los caudales medios oscilan entre los 10 y los 300 l/s (en dos de ellos), y las diferencias de caudales medios entre los aforos realizados aguas arriba y aguas abajo, indican caudales en torno a 1000 l/s (caudales medios).

Además, se han realizado aforos directos entre las poblaciones de Mas de las Matas y Calanda (aguas arriba y aguas abajo del embalse) por parte de la CHE (1991), aunque estos aforos están condicionados por la existencia del embalse de Calanda.

En la siguiente figura, se muestra un perfil hidrogeológico con los tres últimos tramos descritos del río Guadalope, en el que se indican las *FGP* que participan en el funcionamiento, los puntos de control y los niveles que originan las descargas.



**Figura 5.** Perfil hidrogeológico del río Guadalope desde La Algecira a los Fontanales de la Ginebrosa

En las siguientes tablas se sintetizan los tramos con relación río/acuífero descritos anteriormente.

Código del tramo	Nombre del cauce	MAS relacionadas según codificación CEDEX		Características de la MAS a relacionada			Formación Geológica Permeable
		Código	Nombre	Categoría	Tipología	Alteración	
091.092.001	Río Bergantes (entre Villoros y Font Calent)	356 y 138	Río Bergantes desde los ríos Celumbres y Cantavieja hasta la población de La Balma y Río Bergantes desde la población de La Balma hasta la cola del embalse de Calanda	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	FGP Malm
091.092.002	Río Bergantes (Font Calent-Aguaviva)	356 y 138	Río Bergantes desde los ríos Celumbres y Cantavieja hasta la población de La Balma y Río Bergantes desde la población de La Balma hasta la cola del embalse de Calanda	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	FGP Malm
091.092.003	Río Bordón (o Begatillo)	352	Río Begatillo (o Bordón) desde su nacimiento hasta la cola del embalse de Santolea	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	FGP Malm
091.092.004	Río Guadalopillo (embalse Gallipuéñ)	913	Embalse de Gallipuéñ	Embalse	Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea	Embalse	FGP Malm
091.092.005	Cabecera del río Martín (ríos Rambla y Parras)	336	Río Martín desde el río Rambla y río Parras hasta el río Vivel (incluye los ríos Ramblas y Parras)	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	FGP Malm y Cretácica

**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. 091.092-Aliaga-Calanda**

Código del tramo	Nombre del cauce	MAS relacionadas según codificación CEDEX		Características de la MAS a relacionada			Formación Geológica Permeable
		Código	Nombre	Categoría	Tipología	Alteración	
091.092.006	Río Pancrudo (Torre los Negros)	828	Río Pancrudo desde su nacimiento hasta la cola del embalse de Lechago	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	FGP Lías
091.092.007	Río Estercuel (La Zoma)	833	Río Estercuel desde su nacimiento hasta el embalse de Escuriza	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	FGP Triásica
091.092.008	Río Guadalope (confluencia Aliaga-Guadalope)	349	Río Guadalope desde el río Aliaga hasta el río Fortanete	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	FGP Cretácica
091.092.009	Río Guadalope (Montoro de la Mezquita)	349	Río Guadalope desde el río Aliaga hasta el río Fortanete	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	FGP Cretácica
091.092.010	Río Guadalope (Órganos de Montoro)	351	Río Guadalope desde el río Fortanete hasta la cola del embalse de Santolea	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	FGP Lías y Malm
091.092.011	Río Guadalope (La Algecira)	351	Río Guadalope desde el río Fortanete hasta la cola del embalse de Santolea	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	FGP Malm
091.092.012	Río Guadalope (Azud de Abénfigo)	951	Río Guadalope desde la presa de Santolea hasta el azud de Abénfigo	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	FGP Malm
091.092.013	Río Guadalope (Fontanales de la Ginebrosa)	82	Embalse de Calanda	Embalse	Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea	Embalse	FGP Lías

**Tabla 4.** Identificación de los tramos de ríos conectados

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)
091.092.001	Río Bergantes (entre Villares y Font Calent)	Conexión difusa indirecta con efecto ducha	Natural	Con sedimentos fluviales	-	Infiltración a través de materiales permeables del cretácico inferior a FGP Malm	11041,24
091.092.002	Río Bergantes (Font Calent-Aguaviva)	Descarga puntual por un único manantial	Natural	Con sedimentos fluviales escasos	-	Anticinal jurásico que favorece la descarga	2497,11
091.092.003	Río Bordón (o Begatillo)	Conexión difusa indirecta con efecto ducha	Natural	Con sedimentos fluviales escasos	-	Infiltración a través de jurásicos en gran anticlinal	7001,98
091.092.004	Río Guadalopillo (embalse Gallipué)	Descarga puntual por un grupo de manantiales	Natural modificado	Con sedimentos fluviales	-	Descarga favorecida por apretada estructura anticlinal que permite el afloramiento jurásico	803,62
091.092.005	Cabecera del río Martín (ríos Rambla y Parras)	Conexión mixta difusa directa y manantiales	Natural	Con sedimentos fluviales escasos	-	Favorecida por aparición secuencial de Utrillas (base impermeable)	13011,72
091.092.006	Río Pancrudo (Torre los Negros)	Conexión difusa directa	Natural	Con sedimentos fluviales	-	El río discurre sobre keuper de base de la FGP Lías recogiendo las descargas	4054,93

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)
091.092.007	Río Esteruel (La Zoma)	Descarga puntual por un grupo de manantiales	Natural	Con sedimentos fluviales	-	Gran estructura que eleva niveles inferiores a los horizontes de despegue e incluso paleozoico	462,79
091.092.008	Río Guadalupe (confluencia Aliaga-Guadalupe)	Conexión difusa indirecta con efecto ducha	Natural	Con sedimentos fluviales	-	Infiltración a través de cretácicos en anticlinal	1748
091.092.009	Río Guadalupe (Montoro de la Mezquita)	Conexión difusa indirecta con efecto ducha	Natural	Con sedimentos fluviales	-	Infiltración a través de cretácicos en anticlinal	1733,87
091.092.010	Río Guadalupe (Órganos de Montoro)	Conexión difusa indirecta con efecto ducha	Natural	Con sedimentos fluviales escasos	-	Infiltración a través de jurásicos en eje anticlinal	3205,06
091.092.011	Río Guadalupe (La Algecira)	Descarga puntual por un grupo de manantiales	Natural	Con sedimentos fluviales	-	Descarga en jurásico de eje anticlinal	1529,79
091.092.012	Río Guadalupe (Azud de Abénfigo)	Conexión difusa indirecta tipo sumidero	Natural modificado	Con sedimentos fluviales	-	Infiltración en jurásico replegado	3484,2
091.092.013	Río Guadalupe (Fontanales de la Ginebrosa)	Descarga puntual por un grupo de manantiales	Natural modificado	Con sedimentos fluviales	-	Gran cabalgamiento que eleva la base jurásica	1628,22

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

### 3.2 Relación río-acuífero

Los tramos en los que se han identificado relaciones río-acuífero en la MASb Aliaga-Calanda (091.092) corresponden fundamentalmente a:

- Tramos perdedores en afloramientos cretácicos (*FGP Cretácica*), en los que los cauces circulan “colgados”, como por ejemplo el río Guadalupe desde Aliaga hasta los Órganos de Montoro (tramos 091.092.008, 091.092.009 y 091.092.010).
- Tramos perdedores en afloramientos jurásicos y cretácicos (cretácico inferior), en los que los cauces alimentan la *FGP Malm*, como es el caso de los ríos Bordón (091.092.003), el río Bergantes (091.092.001) y el río Guadalupe en el Azud de Abénfigo (091.092.012).
- Tramos ganadores debido a la surgencia de uno o múltiples manantiales que drenan la *FGP Malm*, como la Font Calent en el río Bergantes (091.092.002), la Algecira en el río Guadalupe (091.092.011), o el río Guadalopillo en el embalse de Gallipuéen (091.092.004), o los que drenan la *FGP Lías* de la base del jurásico, y que dan lugar a surgencias muy importantes, como las del río Pancrudo (091.092.006) y los Fontanales de la Ginebrosa en el río Guadalupe (091.092.013).
- Tramos ganadores debido a la surgencia de múltiples manantiales que drenan la *FGP Cretácica*, como es el caso de toda la cabecera del río Martín, con los manantiales de los ríos rambla y Parras (091.092.005).

- Tramos ganadores por la surgencia en el cauce de manantiales que provienen de acuíferos triásicos (*FGP Triásica*), los cuales se hallan por debajo de los horizontes de despegue de muchos de los cabalgamientos de la MASb. Es el caso del río Estercuel en La Zoma (091.092.007).

Para la realización del análisis y cuantificación de la relación río-acuífero (no siempre ha sido posible), ha sido posible disponer de la siguiente información:

- Datos de aforos directos llevados a cabo durante la realización del “*Estudio de los recursos hídricos subterráneos de los acuíferos de la margen derecha del Ebro (Zona II. Acuíferos Ibéricos)*” por la CHE en el año 1991. Los aforos fueron realizados entre los años 1990 y 1991.
- Datos de aforos correspondientes a la red oficial de estaciones de aforos de aguas superficiales de la CHE.
- Datos de aforos realizados por el IGME y por la CHE en numerosos manantiales de la MASb.
- Datos de aforos directos en cauces superficiales, realizados por el IGME en puntos de interés hasta el año 2002.
- Datos de la red oficial de control de piezometría de la CHE.

### 3.2.1 Análisis de series de aforos

Dentro de la MASb Aliaga-Calanda (091.092) existen numerosas estaciones de aforos pertenecientes a la red de Control de la Confederación Hidrográfica del Ebro, pero son muy pocas las que no tenga la influencia de algún elemento de regulación. Las estaciones existentes son las siguientes:

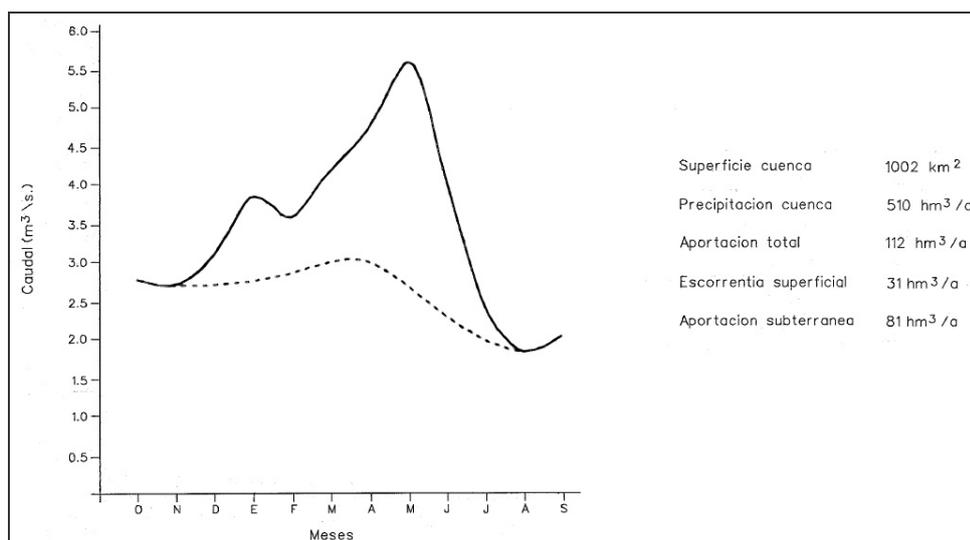
- EA nº31, en el río Bergantes en Zorita. Es una estación importante construida aguas arriba de una antigua estación que fue destruida por una riada. Recoge las descargas de la *FGP Malm* en el río Bergantes y no tiene influencia de embalse alguno.
- Estaciones EA nº100 (Berge), EA nº201 (Gallipué) y EA nº820 (Embalse de Gallipué), todas ellas en el río Guadalopillo, aguas arriba y aguas abajo del embalse de Gallipué. Dado que la descarga de la *FGP Malm* tiene lugar aguas abajo del embalse, los datos de aforo van a ayudar poco en la cuantificación, pero el análisis de la EA nº100 (Berge), puede aportar alguna información de caracterización del funcionamiento, dado que al estar situada aguas arriba del embalse, no es influida por el mismo.
- Estaciones EA nº30 (Santolea), EA nº106 (Embalse de Santolea), EA nº425 (Acequia del Molinar) y EA nº818 (Embalse de Santolea), todas ellas en el río Guadalope (y una acequia). Al igual que en el caso de las estaciones del río Guadalopillo, están influenciadas por un embalse, el embalse de Santolea, y además aguas arriba de este existe otro

embalse, el embalse de Aliaga, por lo que es probable que ninguna de las estaciones pueda servir para los objetivos del trabajo.

- Estación EA nº822 (Embalse de Calanda), situada aguas abajo del embalse de Calanda, el cual a su vez está aguas abajo del embalse de Santolea.

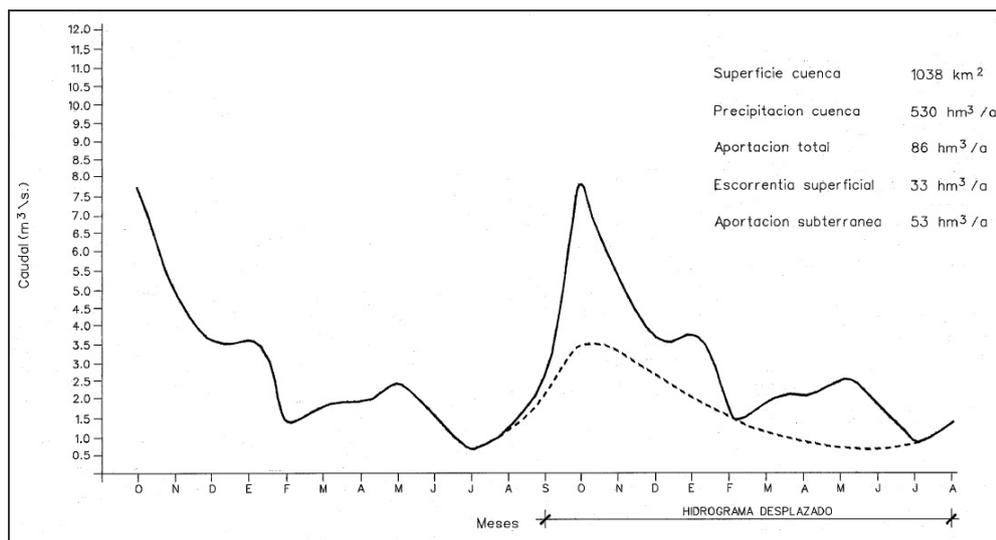
A pesar de las dificultades relacionadas con los elementos de regulación, la CHE en el año 1991, llevó a cabo una descomposición del hidrograma de las estaciones EA nº30 (río Guadalupe en Santolea), EA nº31 (río Bergantes en Zorita) y EA nº100 (río Guadalopillo en Berge), las cuales son las menos influenciadas por las regulaciones. Los resultados fueron los siguientes:

- EA nº30 (río Guadalupe en Santolea). La descomposición del hidrograma revela una aportación subterránea anual de 81 hm<sup>3</sup>, frente a 31 hm<sup>3</sup> de aportación superficial, es decir, el 72,3% del agua circulante proviene de aportes de aguas subterráneas. Esta aportación se relaciona directamente con el tramo 091.092.011 (río Guadalupe en La Algecira), en el que el manantial de La Algecira drena a la *FGP Malm*.



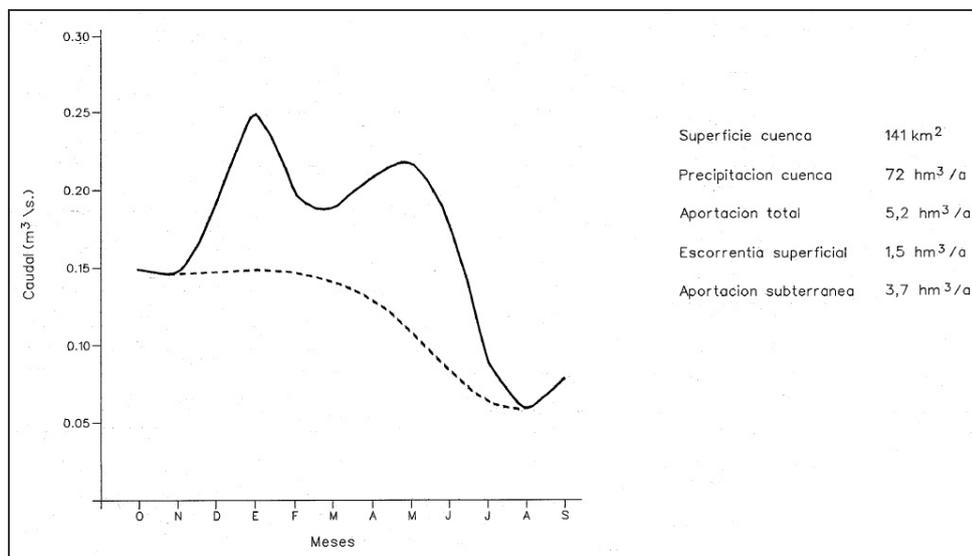
**Figura 6.** Descomposición del hidrograma de la estación de aforos nº 30 (Guadalupe en Santolea)

- EA nº31 (río Bergantes en Zorita). La descomposición del hidrograma revela una aportación subterránea anual de 53 hm<sup>3</sup>, frente a 33 hm<sup>3</sup> de aportación superficial. En este caso el 61,6% del agua circulante proviene de aportes de aguas subterráneas y se relaciona directamente con el tramo 091.092.002 (Font Calent-Aguaviva), en el que la Font Calent drena a la *FGP Malm*.



**Figura 7.** Descomposición del hidrograma de la estación de aforos nº 31 (Bergantes en Zorita)

- EA nº100 (río Guadalopillo en Berge). En este caso, los caudales circulantes son mucho menores, pero la descomposición del hidrograma revela una importante participación de aguas subterráneas (71,1%). En cualquier caso, esta aportación no recoge la descarga que tiene lugar en el tramo 091.092.004, pero ha de ser tenida en cuenta en la cuantificación.



**Figura 8.** Descomposición del hidrograma de la estación de aforos nº 100 (Guadalopillo en Berge)

En el estudio "Evaluación de los regímenes de compensación en los ríos de la cuenca del Ebro. Fase III. Modelo Hidrológico" realizado por la OPH de la CHE (1996b), se llevó a cabo una descomposición de los hidrogramas de estas estaciones en sus diferentes tipos de aportaciones (rápida, intermedia y lenta), y se han calculado coeficientes de agotamiento para periodos representativos. Los resultados, de forma resumida, son los siguientes:

ESTACIÓN	APORTACIÓN			INTERMEDIA		LENTA	
	RÁP.	INT.	LENTA	$\alpha$	Vol. máx.	$\alpha$	Vol. máx.
	(%)	(%)	(%)	(días <sup>-1</sup> ) <b>(días)</b>	(hm <sup>3</sup> )	(días <sup>-1</sup> ) <b>(días)</b>	(hm <sup>3</sup> )
EA 30 (Guadalope en Santolea)	22,86		77,14			0,0184 <b>37,7</b>	70 (dic 1959)
EA 31 (Bergantes en Zorita)	55,89	19,68	24,43	0,0750 <b>9,2</b>	16 (oct 1962)	0,0045 <b>154</b>	38 (oct 1962)
EA 100 (Guadalopillo en Berge)	29,00		71,00			0,0450 <b>15,4</b>	3.8 (ene 1970)

Como se puede observar en la tabla anterior, destaca la EA nº31 del río Bergantes en Zorita, la cual muestra unos flujos muy lentos (154 días, es decir, 5,1 meses).

En las siguientes figuras, se muestran los periodos seleccionados para la realización de los cálculos:

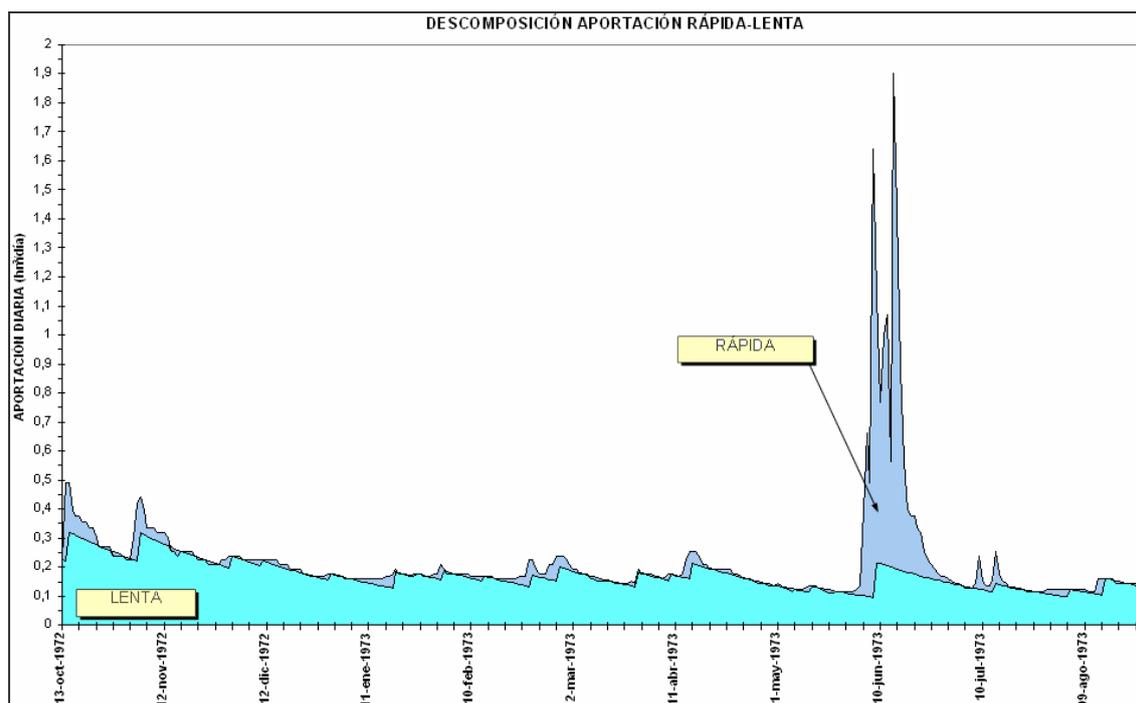


Figura 9. Descomposición del hidrograma de la estación de aforos nº 30 (Guadalope en Santolea)

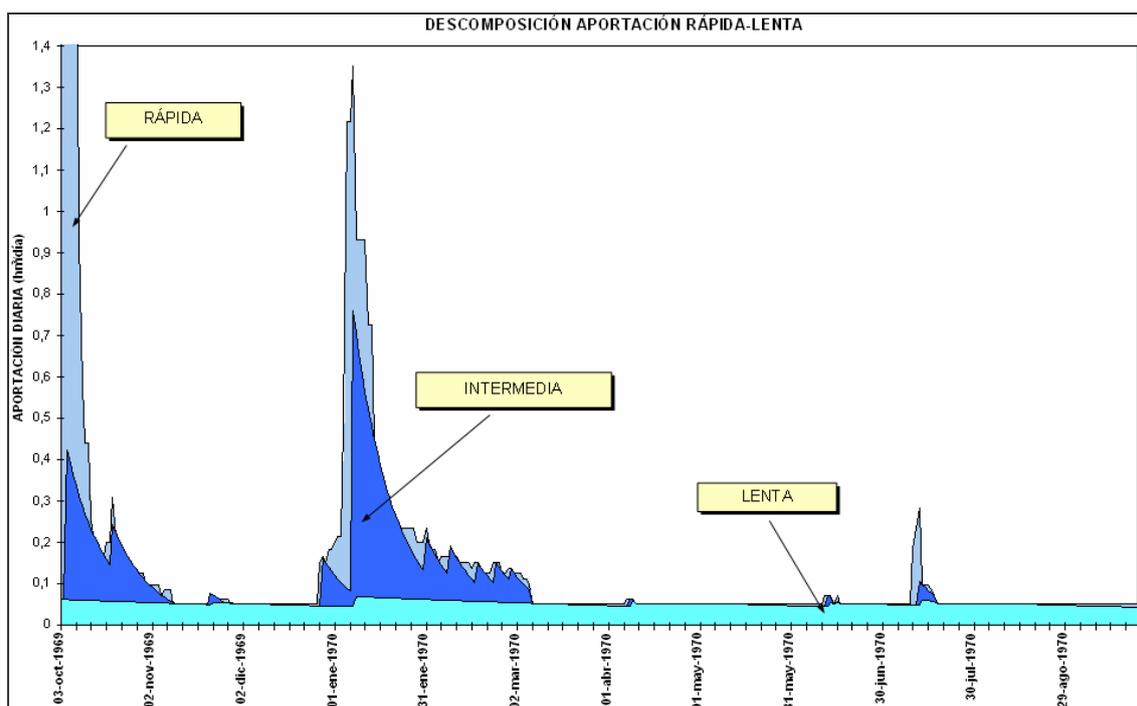


Figura 10. Descomposición del hidrograma de la estación de aforos nº 31 (Bergantes en Zorita)

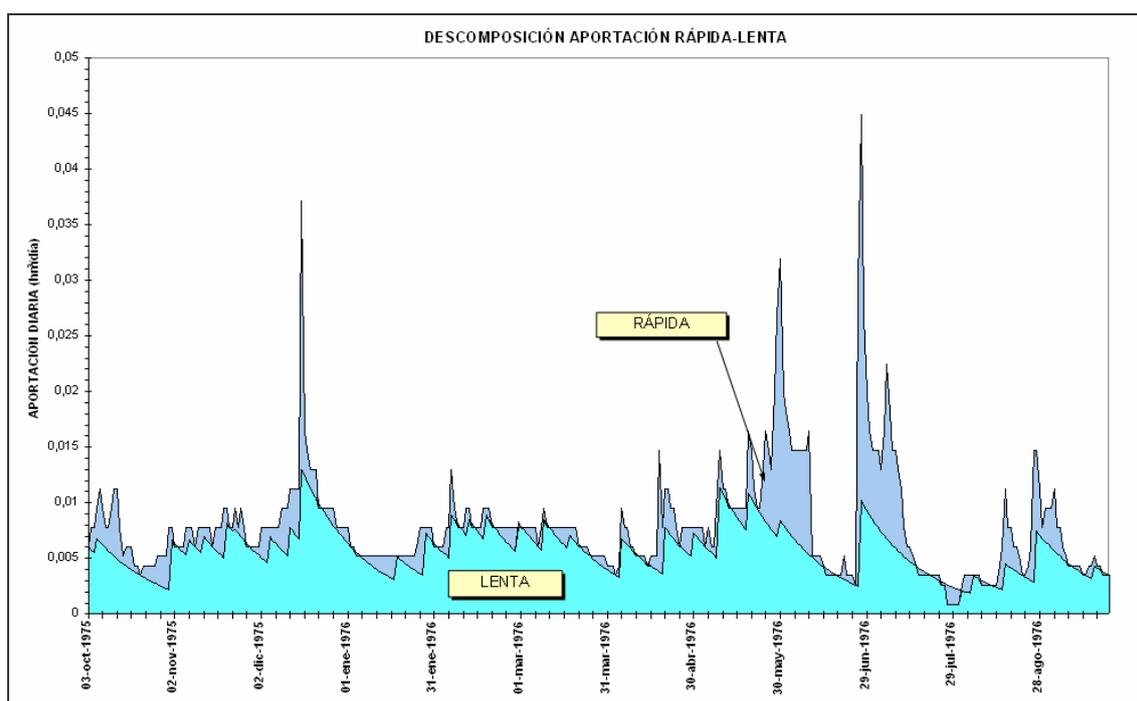


Figura 11. Descomposición del hidrograma de la estación de aforos nº 100 (Guadalopillo en Berge)

A la vista de las figuras anteriores, la estación nº31 del río Bergantes en Zorita, muestra una descomposición claramente diferenciada si se compara con el resto de las estaciones de aforo.

Los cálculos realizados para obtener los coeficientes antes citados, se basan en el análisis de series de datos diarios realizados por la CHE. En muchos de los casos, las series utilizadas no llegan a un mes, por lo que los coeficientes de agotamientos son relativamente elevados. Se han tratado las series con datos a nivel mensual, en los periodos más secos (menor influencia de la escorrentía superficial), de forma que se detecte el agotamiento gradual del acuífero. Los agotamientos obtenidos, son sensiblemente menores (pendientes menores, periodos de agotamiento más amplios). A continuación se muestran los resultados obtenidos para las estaciones analizadas:

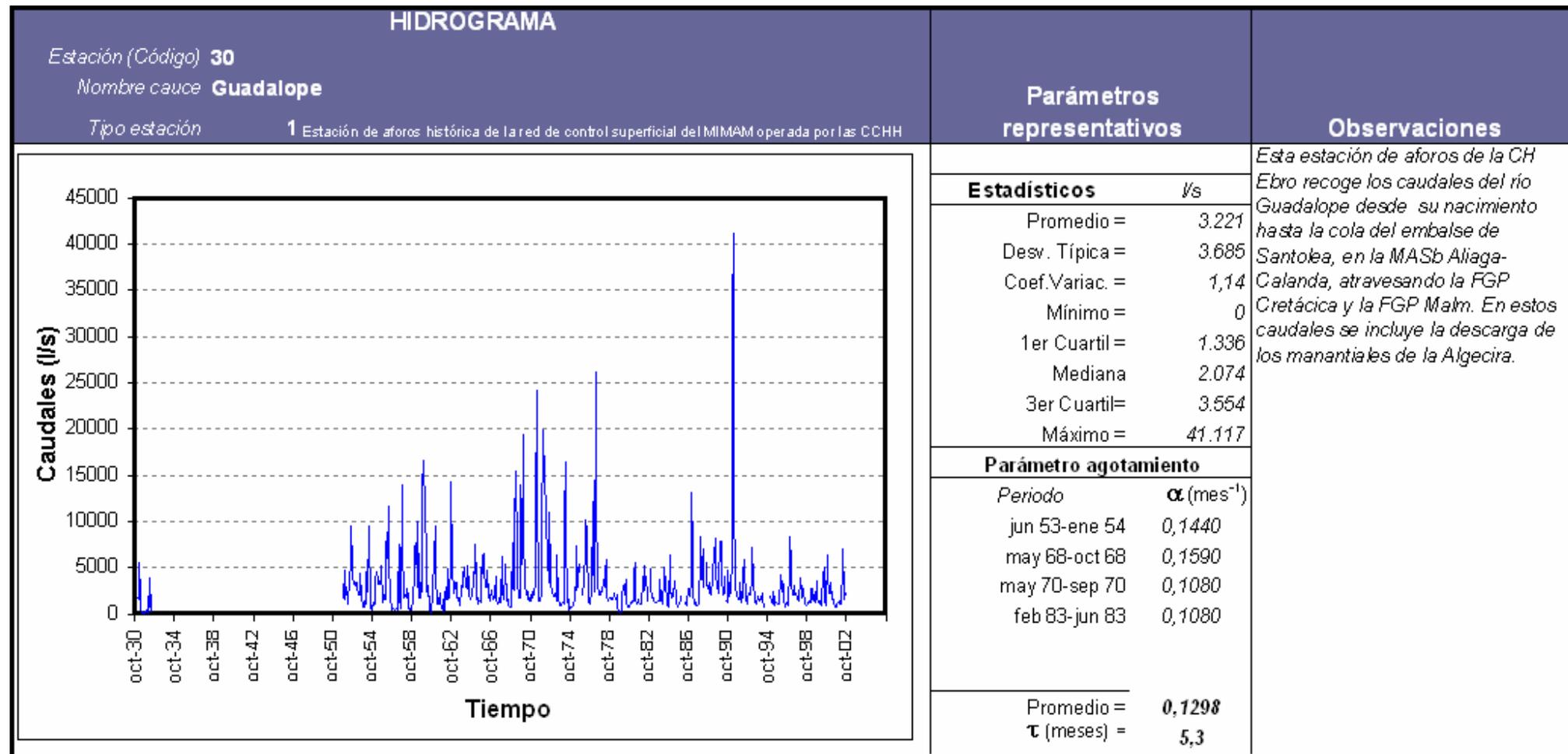


Figura 12. Hidrograma y parámetros de agotamiento de la estación 30 (Guadalope en Santolea)

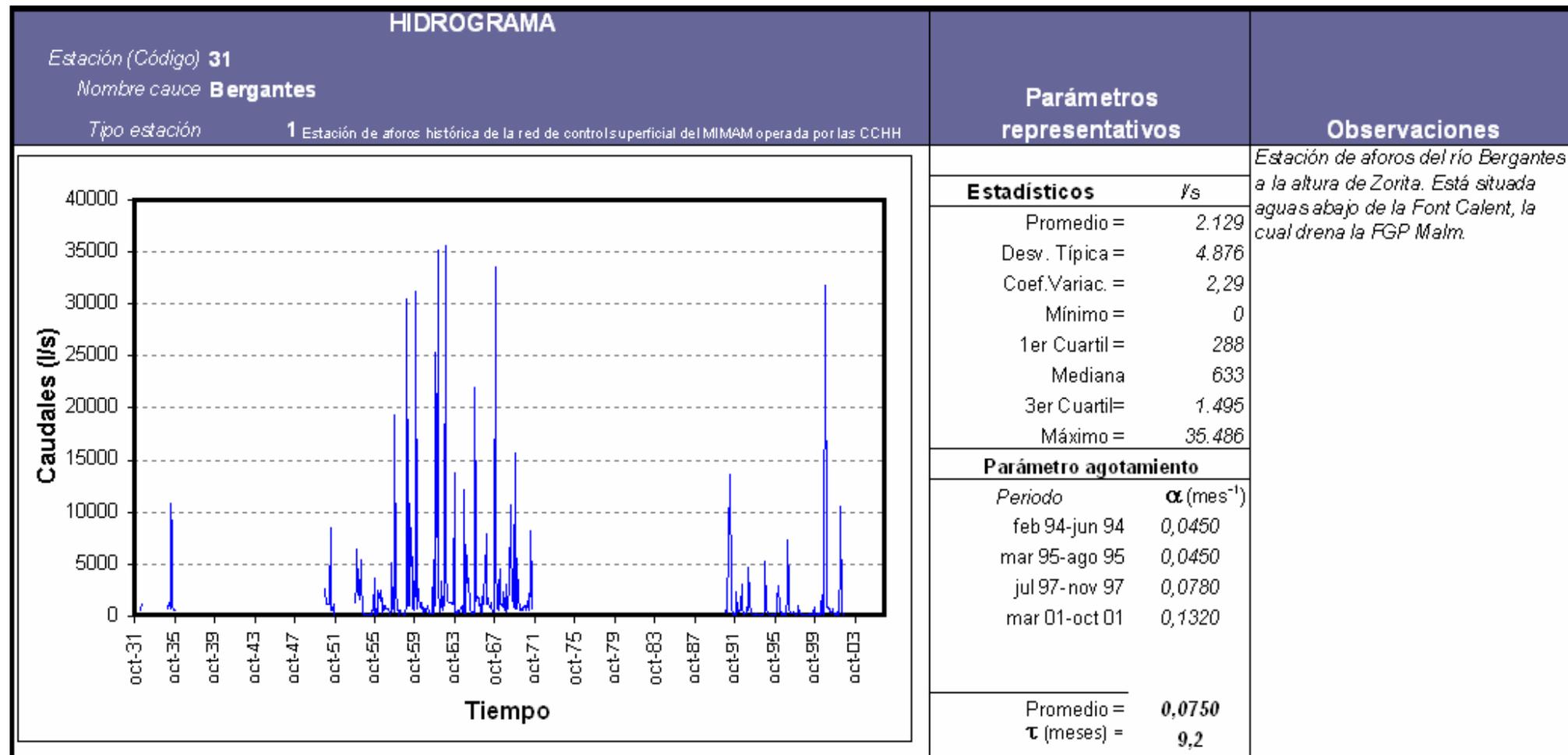


Figura 13. Hidrograma y parámetros de agotamiento de la estación 31 (Bergantes en Zorita)

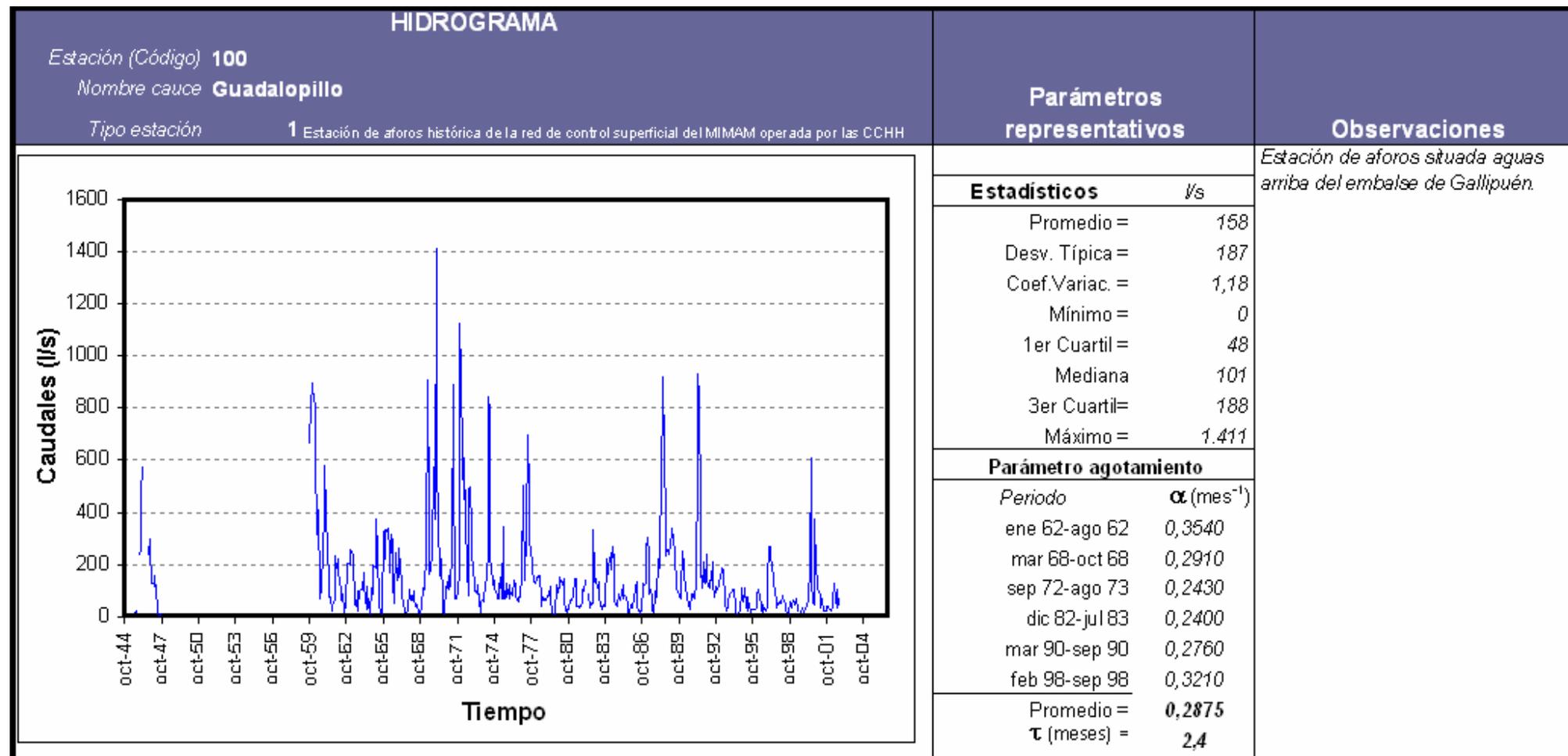


Figura 14. Hidrograma y parámetros de agotamiento de la estación 100 (Guadalopillo en Berge)

Como se puede observar en los hidrogramas anteriores, destaca la estación de aforos nº31 (río Bergantes en Zorita), con un coeficiente de agotamiento bajo, de  $0,075 \text{ mes}^{-1}$  (5,3 meses), lo que indica la importante influencia de las aguas subterráneas. Por el contrario, la estación nº100 (río Guadalopillo en Berge), muestra un coeficiente de agotamiento de  $0,2875 \text{ mes}^{-1}$  (2,4 meses), con curvas de agotamiento características de aguas superficiales. El caso de la estación 30 (Guadalope en Santolea) es intermedio a ambos.

### 3.2.2 Análisis de datos hidrométricos

Además de los aforos anteriormente mencionados, se han llevado a cabo aforos diferenciales, aforos en manantiales y controles de escalas por parte de la CHE (1991) y el IGME. Los resultados se sintetizan a continuación:

- Tramos 091.092.001 y 091.092.002 (río Bergantes entre Villores y Aguaviva). La CHE controló una escala en Villores y otra en Aguaviva durante el año 1991, tramo en medio del cual se hallan, la citada estación de aforos 31 (río Bergantes en Zorita), y el Manantial Font Calent.

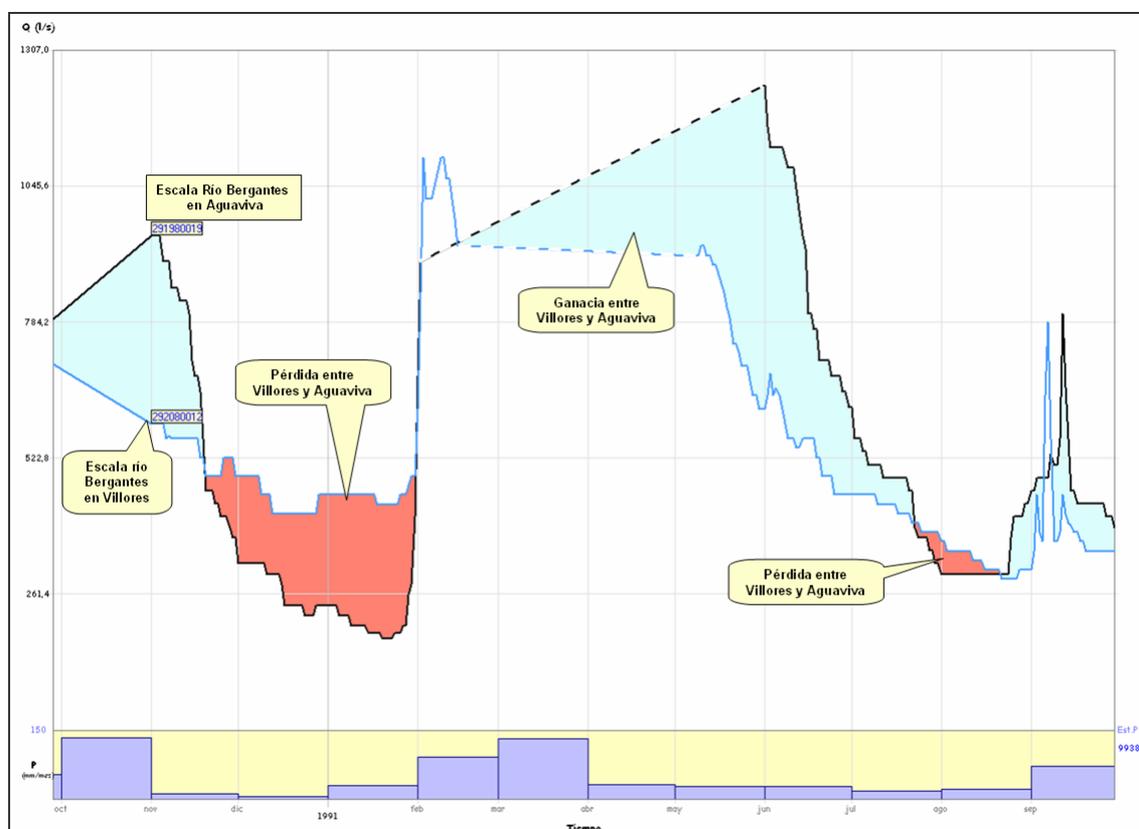
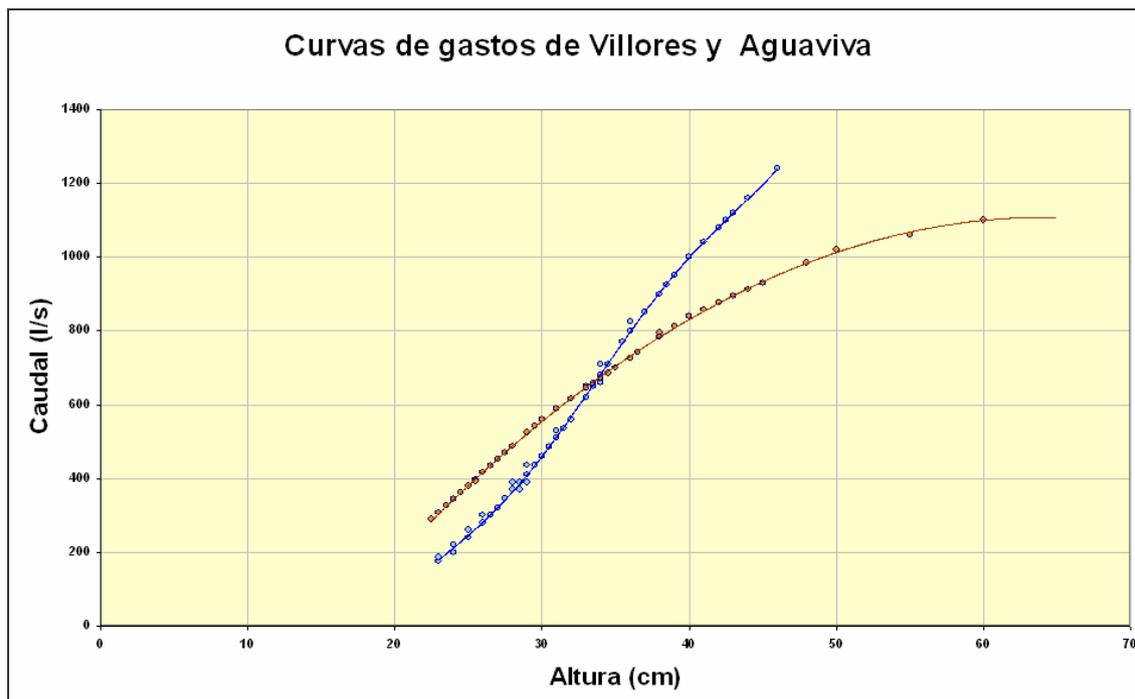


Figura 15. Análisis comparativo entre los aforos en Villores y Aguaviva

Si se comparan los resultados de las escalas (con los aforos correctamente calibrados – ver figura de curvas de gastos –), se puede observar una pérdida importante (entre 200 y 250 l/s entre diciembre de 1990 y enero de 1991, y 100 l/s en agosto de 1991) entre Villores y Aguaviva en los momentos de menor precipitación (cuando los hidrogramas son más bajos), mientras que los momentos de mayor precipitación suponen un funcionamiento normal (ganancia), tal y como corresponde a un cauce con predominancia de escorrentía superficial.



**Figura 16.** Curvas de gastos de las escalas de Villores y Aguaviva

De la misma forma, si se comparan las escalas con los aforos de la estación nº 31 (Bergantes en Zorita), se pueden apreciar importantes caudales de febrero a mayo de 1991, pero en los periodos más bajos del hidrograma, es posible detectar pérdidas desde Villores hasta Aguaviva. En el caso de diciembre-enero de 1991, es una situación de pérdida entre Villores y Zorita, mientras que existe una ligera ganancia entre Zorita y Aguaviva. No ocurre lo mismo entre julio y septiembre de 1991, en donde existe una pérdida general (probablemente por riegos).

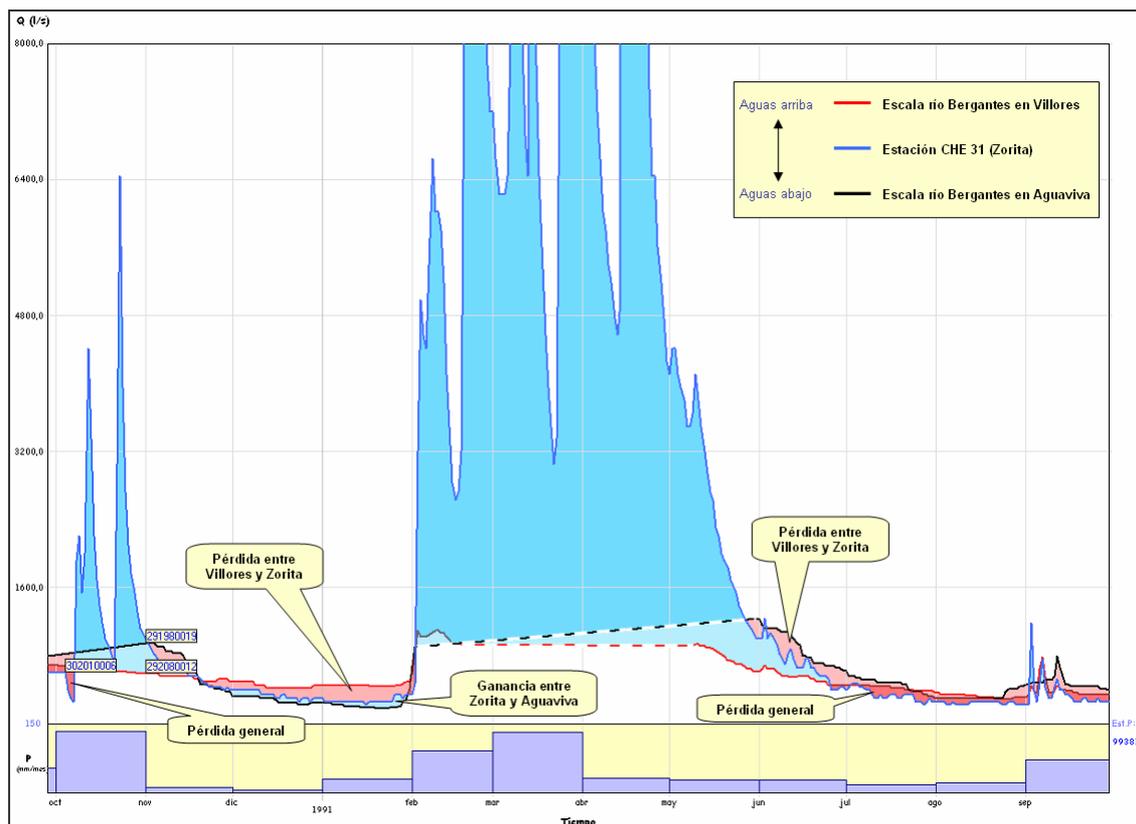


Figura 17. Análisis comparativo entre aforos en Villores, EA 30 en Zorita, y Aguaviva

- Tramo 091.092.003 (río Bordón). Las medidas disponibles son muy escasas, y se basan en dos aforos realizados en el nacimiento del río Bordón (500 y 800 l/s en el año 1979), y en los aforos directos realizados en la "Masía de Perojil", aguas abajo del paso del cauce a través de la FGP Malm, y antes de la llegada al embalse de Santolea, los cuales se muestran en la siguiente figura:

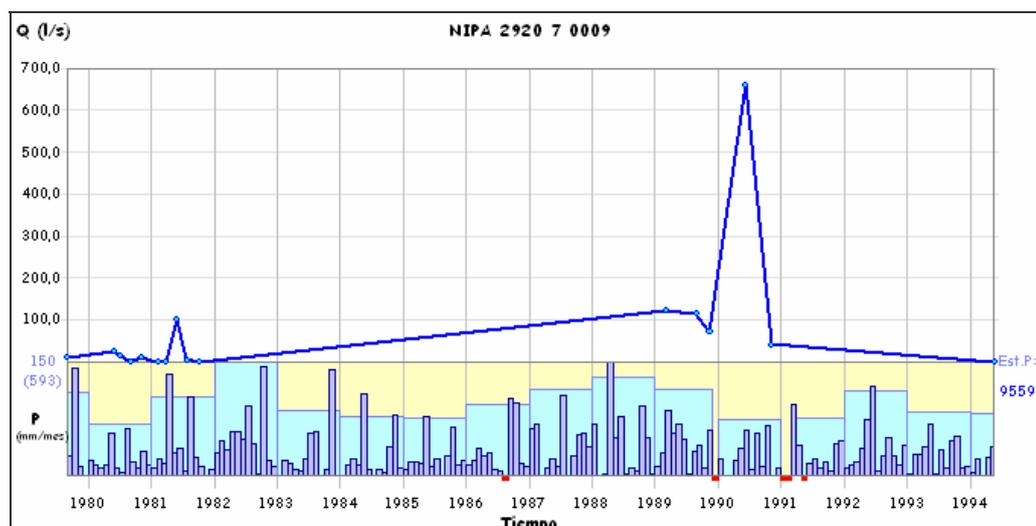


Figura 18. Aforos en la Masía de Perojil

Como se puede observar en la figura anterior, los caudales aforados raramente superan los 122 l/s (oscilan entre 0 y 122 l/s, con la excepción de un dato de 661,6 l/s en el año 1990). En el entorno del año 1979 muestran un caudal de 10 l/s (sensiblemente inferior a los aforos realizados en el nacimiento del cauce).

En cualquier caso, debido a la escasez de datos, no es posible hacer un análisis cuantitativo detallado.

- Tramo 091.092.005 (Cabecera del río Martín). Son numerosos los manantiales existentes en la cabecera del río Martín, sobre todo en el río Parras. La CHE llevó a cabo aforos directos en el año 1991, realizados en un punto del cauce del río Martín, aguas abajo de la confluencia con el río Parras en Martín del Río. Los únicos datos disponibles (1 l/s en junio de 1990; 25,6 l/s en octubre-noviembre de 1990 y 40 l/s en abril-mayo de 1991) no permiten realizar una cuantificación detallada de la relación.
- Tramo 091.092.006 (río Pancrudo en Torre los Negros). El río Pancrudo se comporta como un colector que discurre por el límite entre la MASb Aliaga-Calanda, y la MASb Monreal-Calamocho, en el cual aflora la base impermeable (keuper). No es posible cuantificar separadamente las ganancias, y únicamente se dispone de información sobre lecturas de una escala situada en Torre Los Negros (casi en el extremo Occidental de la MASb Aliaga-Calanda), de las cuales se obtienen los siguientes caudales:
  - 18 l/s en junio de 1990.
  - 67,6 l/s en octubre-noviembre de 1990.
  - 12,7 l/s en abril-mayo de 1991.

También se dispone de datos antiguos (base de datos de la CHE), correspondientes a aforos realizados en este punto. Todo ello queda reflejado en la siguiente figura:

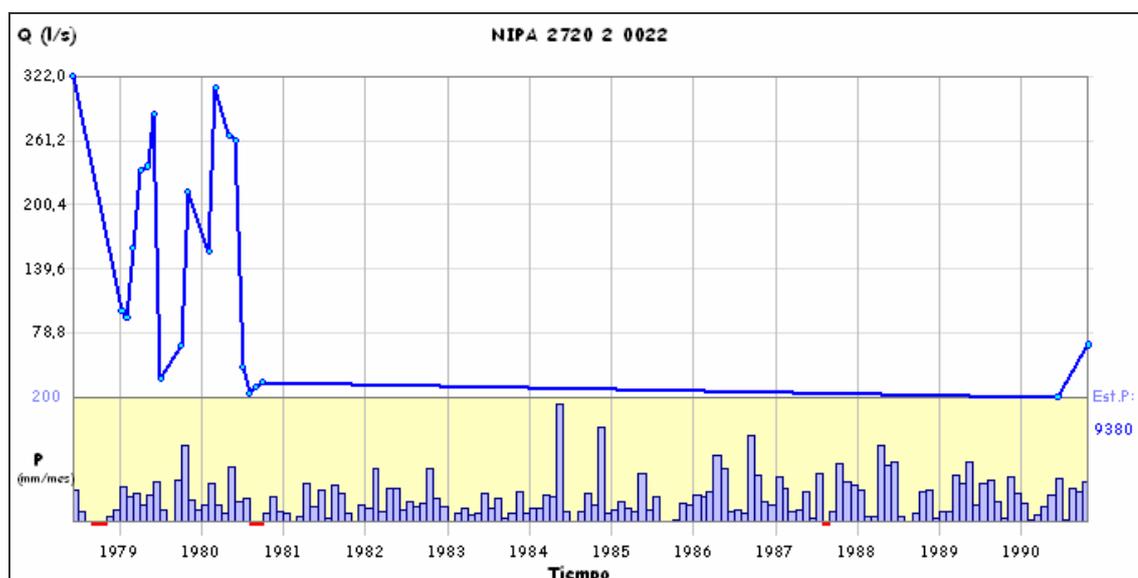


Figura 19. Aforos del río Pancrudo en Torre los Negros

Dado que la ganancia es compartida con las descargas de la MASb Monreal-Calamocho, no es posible llevar a cabo una cuantificación. Únicamente, cabe destacar que aguas arriba del punto de control, en la cabecera del río Pancrudo, el cauce se alimenta de las siguientes surgencias:

- Manantial 272020004: descarga de la FGP Lías aforada en 5 l/s en octubre de 1980.
- Manantiales 27202005, 272030011, 272030012 y 272030013: descargas de la FGP cretácica de 1 l/s, 1 l/s, 2 l/s y 2 l/s respectivamente, todas ellas aforadas en octubre de 1980.

El aforo realizado en Torre los Negros en el mismo periodo que los manantiales (octubre de 1980) fue de 32 l/s, por lo que la ganancia era de al menos 21 l/s, aunque se ha de descontar lo que provenga de la MASb vecina.

- Tramo 091.092.007 (río Estercuel en La Zoma). El río Estercuel recibe los aportes del *manantial Ventas de Cañizar* (FGP triásica), aguas debajo de La Zoma, y el IGME ha realizado aforos directos en el cauce durante los años 1994 y 1995, obteniendo un caudal medio de 23 l/s. No es posible analizar los agotamientos del manantial, pero si es posible cuantificar aproximadamente la relación:
  - Nacimiento del río Estercuel en el *manantial el Huergo* (Abastecimiento de La Zoma): 15 l/s en el año 1976 (IGME).
  - *Manantial Ventas del Cañizar*: 81 l/s en mayo de 1976 (IGME).
  - Aforos en el *manantial Ventas del Cañizar* realizados por la CHE: 6 aforos entre los años 1994 y 1996, con caudal medio de 21 l/s (mínimo 12 l/s y máximo 29 l/s).
  - Aforos en la *Fuente del Cañizar* realizados por la CHE entre los años 1976 y 2000 (6 aforos): caudal medio de 21 l/s (mínimo 4 y máximo 81 l/s).
  - Aforos aguas abajo del *manantial Ventas del Cañizar*, realizados por el IGME entre los años 1994 y 1995: caudal medio de 23 l/s (mínimo 15 l/s y máximo 29 l/s).

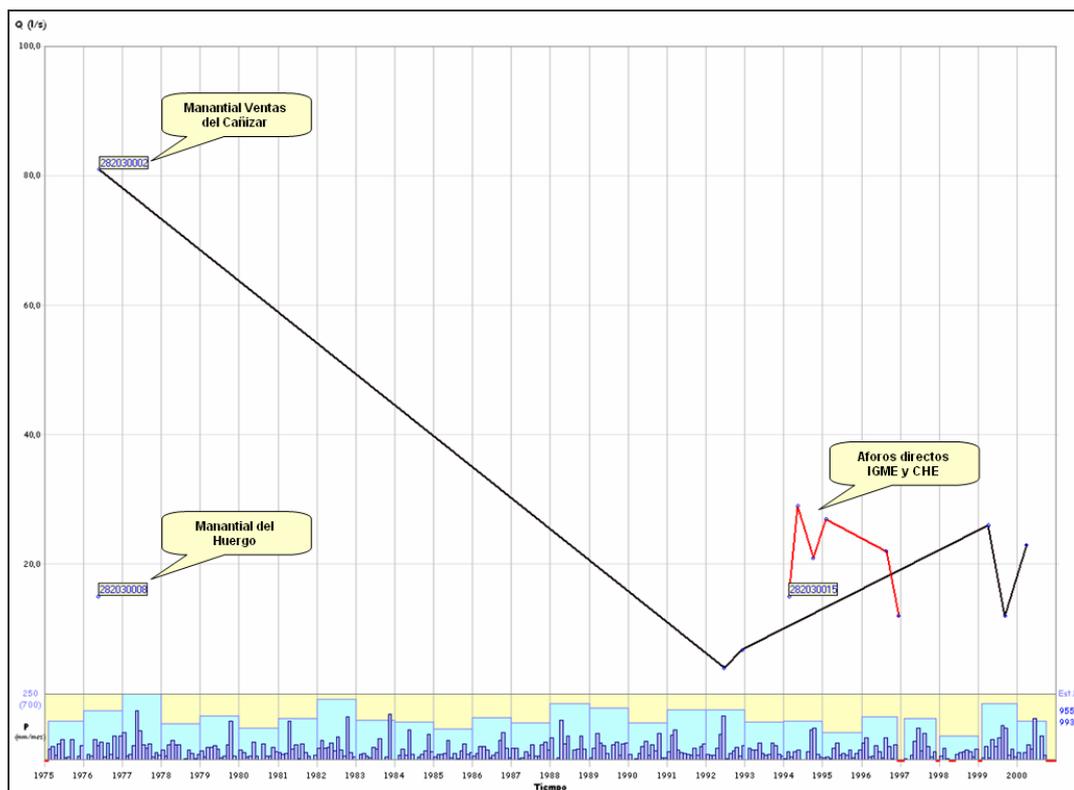


Figura 20. Aforos en el río Estercuel

Como se puede observar en la figura anterior, es muy significativa la ganancia en el año 1976 (60 l/s), y no es posible deducirla de los aforos realizados posteriormente, debido a la falta de datos de aforo en el manantial del Huelgo.

- Tramos del río Guadalope. El río Guadalope ha sido objeto de numerosos aforos directos, con objeto de detectar y cuantificar las pérdidas y ganancias que en él se producen. Además de la ya descrita estación de aforos nº30 (Guadalope en Santolea), la cual únicamente tiene la influencia de la regulación del embalse de Aliaga, existen la nº106 (aguas abajo del embalse de Santolea) y la nº233 (aguas abajo del embalse de Calanda), las cuales están totalmente influenciadas por los citados elementos de regulación. Es por ello que la CHE y el IGME han llevado a cabo numerosos aforos directos, los cuales se sintetizan a continuación:
  - Río Aliaga en Cobatillas (afuente del Guadalope por su margen izquierda, antes de la población de Aliaga. Controlado por el IGME y la CHE.
  - Río Guadalope en Aliaga, controlado por el IGME y la CHE.
  - Río Guadalope aguas arriba del embalse de Aliaga, en su cota máxima de embalse, controlado por la CHE en 1990-1991.
  - Río Guadalope en Masía de la Tosca, controlado por el IGME y la CHE.
  - Río Guadalope en Montoro de la Mezquita, controlado por la CHE.
  - Río Guadalope en La Algecira, controlado por la CHE en 1990-1991.

- Río Guadalope en Mas de las Matas, controlado por la CHE en 1990-1991.
- Río Guadalope tras confluencia del Bergantes (datos históricos del IGME).
- Río Guadalope tras los Fontanales (datos históricos del IGME).

Todo ello queda sintetizado de forma gráfica mediante la figura de la página siguiente.

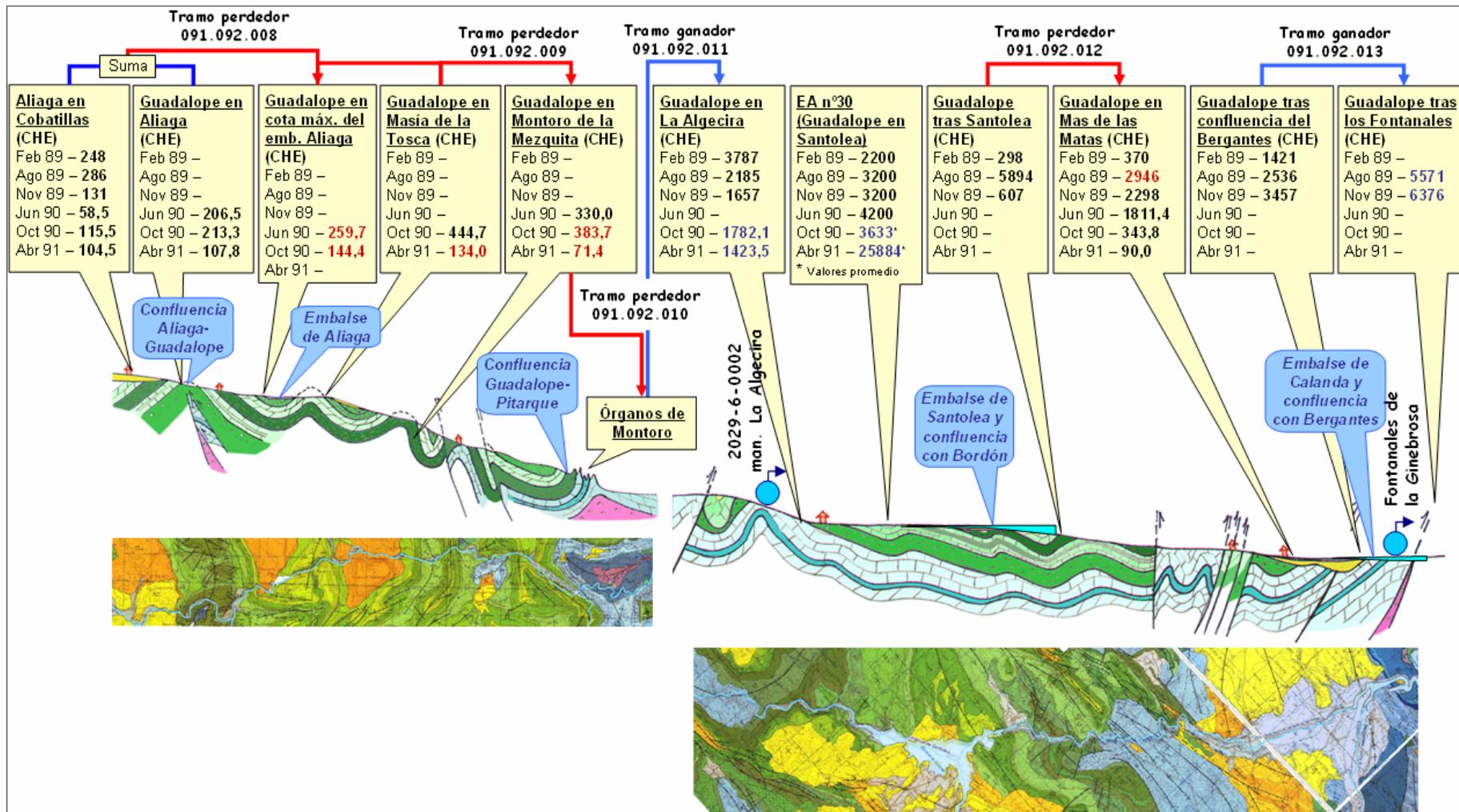


Figura 21. Aforos en el río Guadalope (unidades en l/s)

A la vista de los aforos mostrados en la figura anterior, se pueden obtener los siguientes resultados:

- El tramo 091.092.008, resultante de la diferencia entre los caudales aforados en el río Guadalope en la cola del embalse de Aliaga, y la suma de los caudales aforados en el río Aliaga y el Guadalope antes de su confluencia, muestra una pérdida de caudal próxima a los 60 l/s en el periodo considerado.



**Figura 22.** Aforos en el río Aliaga (28206 A/A) y río Guadalope aguas arriba (28206 G/A) y aguas debajo de la confluencia (28206 G/C) (unidades en l/s)

- El tramo 091.092.009, resultante de la diferencia entre los aforos en Montoro de la Mezquita y los aforos en la cola del embalse de Aliaga, muestra otra pérdida similar a la anterior, también próxima a los 60 l/s.
- El tramo 091.092.010 no dispone de aforos, y únicamente se cita en toda la bibliografía (por ejemplo en el estudio de *Delimitación de las unidades hidrogeológicas de la cuenca del Ebro (Plan Hidrológico)* (CHE, 1999)). No es posible realizar una cuantificación de la pérdida, puesto que el siguiente aforo disponible incluye los manantiales de la Algecira.
- El tramo 091.092.011 es un tramo ganador en el que el río Guadalope recibe los aportes de los manantiales de La Algecira, los cuales figuran en el inventario con caudales de 25 l/s, si bien los aforos parecen indicar caudales muy superiores.

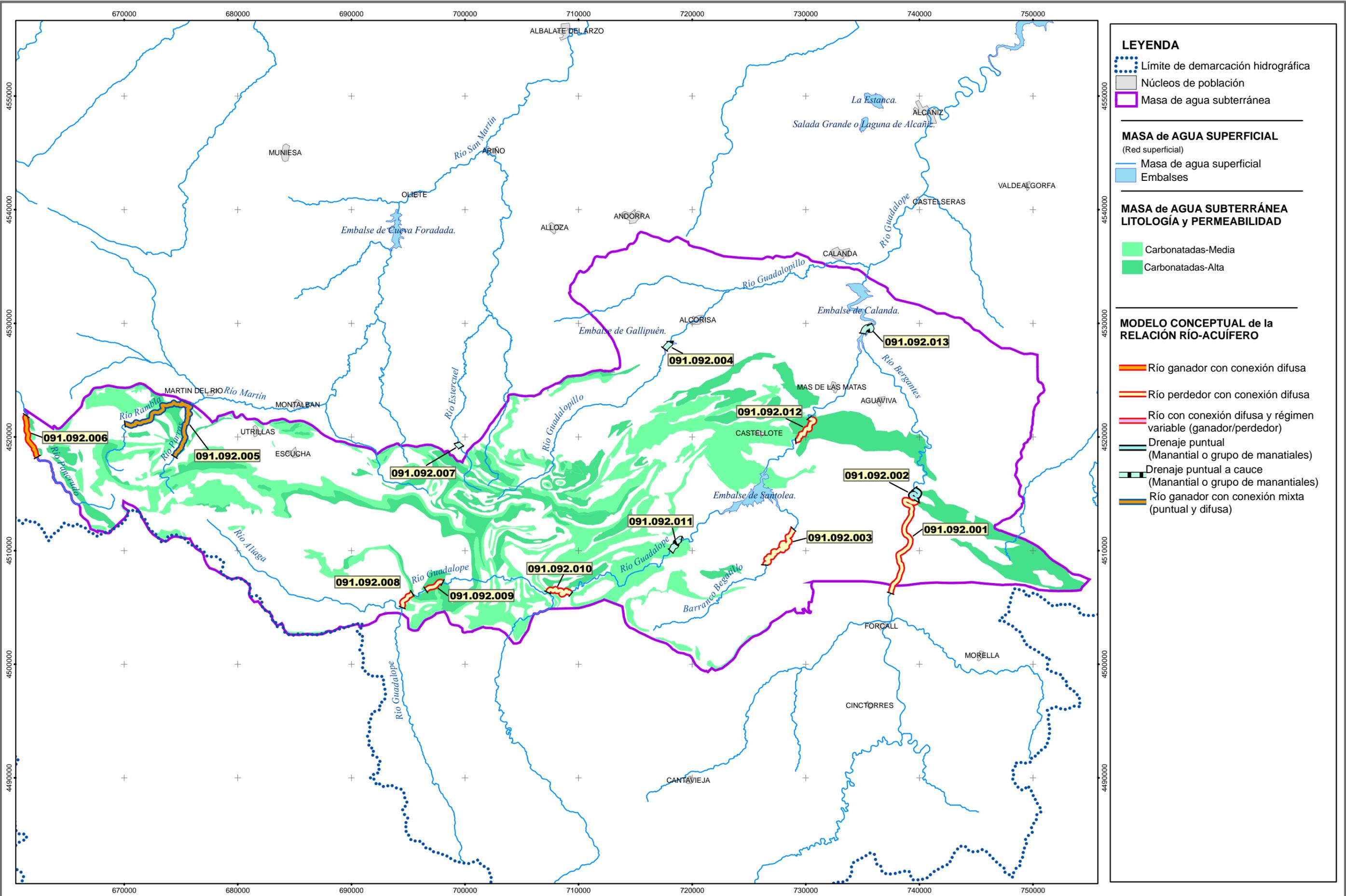
- El tramo 091.092.012, indica en agosto de 1989 una pérdida importante de caudal, la cual fue atribuida en su día a supuestas derivaciones para riego (CHE, 1991). Posteriormente se cita en diversos textos la existencia de pérdidas de caudal en el *Azud de Abénfigo* (CHE, 1999), sin que sea posible cuantificar esta pérdida, debido a la existencia de una importante regulación (embalse de Santolea).
- El tramo 091.092.013 es un tramo en el que tiene lugar la descarga general de la FGP Lías, en lo que se conoce como los *Fontanales de la Ginebrosa*, una importante surgencia de múltiples manantiales, los cuales permanecen bajo las aguas del embalse de Calanda durante gran parte del año. Estos manantiales descargan caudales en torno a los 1-1,5 m<sup>3</sup>/s. Hay que tener en cuenta en la figura anterior, que el embalse de Calanda recibe los aportes del río Bergantes.

En la siguiente tabla se sintetizan los resultados de las cuantificaciones:

**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. 091.092-Aliaga-Calanda**

Código Tramo	Cuantificación				Régimen hidrológico	Observaciones
	Descarga puntual QCD (l/s)	Conexión difusa				
		Relación Unitaria de Transferencia RUT (l/s/m)	Amplitud de la serie (ASU)	Número de datos (NAE)		
091.092.001		0,022 <sup>(1)</sup>	28 mar 1989 – 30 sep 1991	220	Natural	El cálculo es aproximado, realizado por comparación entre escalas.
091.092.002	1681 <sup>(1)</sup>				Natural	Valor obtenido por descomposición del hidrograma. Equivale a 53 hm <sup>3</sup> /a.
091.092.003		0,054 <sup>(2)</sup>	sep 1979 – may 1994	16	Natural	Cálculo realizado por comparación entre el nac. del río Bordón y los aforos realizados en Masía del Perojil.
091.092.004	100,8 <sup>(2)</sup>	-			Natural	Se trata de la descarga de un manantial a pie de presa.
021.035.005	Sin datos				Natural	No es posible realizar una cuantificación.
091.092.006	21 <sup>(1)</sup>	-			Natural	Es un caudal compartido con la descarga de la MASb vecina Monreal-Calamocho.
091.092.007	23 <sup>(3)</sup>		feb 1994 – feb 1995	4	Natural	
091.092.008		0,034 <sup>(1)</sup>	-		Natural	Dato que aparece en el estudio.
091.092.009		0,035 <sup>(1)</sup> (calcular)	-		Natural	Dato que aparece en el estudio.
021.035.010	Sin datos <sup>(4)</sup>				Natural	No es posible realizar una cuantificación, pero se constata en todos los estudios la posible pérdida en los Órganos de Montoro.
091.092.011	2568 <sup>(3)</sup>	-			Natural	Valor obtenido por descomposición del hidrograma. Equivale a 81 hm <sup>3</sup> /a.
021.035.012	Sin datos <sup>(4)</sup>				Natural	No es posible realizar una cuantificación, pero se constata en todos los estudios la pérdida en el Azud de Abénfigo.
091.092.013	1000-1500 <sup>(1)</sup>				Natural	
	<sup>(1)</sup> "Estudio de los recursos hídricos subterráneos de los acuíferos de la margen derecha del Ebro (Zona II. Acuíferos Ibéricos)". CHE 1991.					
	<sup>(2)</sup> Base de datos de la CHE.					
	<sup>(3)</sup> Aforos realizados por el IGME en los años 1994 y 1995.					
	<sup>(4)</sup> Delimitación de las unidades hidrogeológicas de la cuenca del Ebro (Plan Hidrológico). CHE 1999.					

**Tabla 6. Resumen de la cuantificación río-acuífero**



- LEYENDA**
- Límite de demarcación hidrográfica
  - Núcleos de población
  - Masa de agua subterránea
- 
- MASA de AGUA SUPERFICIAL**  
(Red superficial)
- Masa de agua superficial
  - Embasements
- 
- MASA de AGUA SUBTERRÁNEA**  
**LITOLOGÍA y PERMEABILIDAD**
- Carbonatadas-Media
  - Carbonatadas-Alta
- 
- MODELO CONCEPTUAL de la RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO**
- Río ganador con conexión difusa
  - Río perdedor con conexión difusa
  - Río con conexión difusa y régimen variable (ganador/perdedor)
  - Drenaje puntual (Manantial o grupo de manantiales)
  - Drenaje puntual a cauce (Manantial o grupo de manantiales)
  - Río ganador con conexión mixta (puntual y difusa)

## 4. Manantiales

A continuación se citan los principales manantiales que forman parte de alguna de algunos de los tramos descritos y se analizan sus series históricas, si bien hay que destacar, que en general son muy cortas (2-3 medidas máximo). Algunos de estos manantiales, han sido ya citados o descritos parcialmente en alguno de los apartados anteriores, dada su determinante influencia en la relación con las aguas superficiales.

### 4.1 Manantiales principales

Los principales manantiales de la MASb Aliaga-Calanda son:

- **Font Calent**, en el tramo 091.092.002 (río Bergantes entre Font Calent y Aguaviva). El manantial está identificado con el nº 302010001 en la base de datos del IGME, y dispone de una sola medida de 50 l/s realizada en junio de 1979. En general, los caudales de descarga del manantial quedan controlados en la estación de aforos nº31 (Bergantes en Zorita), y en el análisis del hidrograma, tal y como se mostró en el apartado correspondiente, existe un caudal de base en los periodos más secos que siempre supera los 100 l/s (oscila entre 150 y 190 l/s), por lo que es probable que los caudales de la Font Calent sean muy superiores al dato del inventario. Según la CHE (1991), por término medio, un 61,6% del agua circulante por la estación, proviene de aportes de aguas subterráneas, y según sus cálculos, el coeficiente de agotamiento es de 154 días.
- **Manantial a pie de la presa de Gallipué**n (291960001), en el tramo 091.092.004 (río Guadalopillo en el embalse de Gallipué)n). Este manantial ha sido aforado en abril de 1979 con 100,8 l/s. No hay datos para realizar ningún tipo de análisis en el mismo.
- **Cabecera del río Martín**, en el tramo 091.092.005. Se trata de un importante número de surgencias que dan lugar a los ríos Rambla y Parras, ambos afluentes del río Martín. Todos los manantiales disponen de muy poca información (puntual en la mayoría de los casos). Los principales son:

Código	Topónimo	Cauce	Uso	Q histórico (l/s)
271980003	La Rambla	RAMBLA	Abastecimiento y otros	35,0
271980004		RAMBLA	Agricultura	4,0
272030001		PARRAS	Agricultura	75,0
272030005	Caño la Vieja (Torrejón)	RAMBLA	Abastecimiento y otros	10,0
272040005	Las Parras	PARRAS	Abastecimiento y otros	125,0
272040006		PARRAS	No se utiliza	12,0
272040007		PARRAS	No se utiliza	3,0
272040008		PARRAS	No se utiliza	17,0

Todas las surgencias han sido aforadas por la CHE en el año 1991, en un punto aguas debajo de la confluencia de ambos ríos, pero los datos son muy escasos y no permiten la realización de análisis detallados.

- **Manantial Venta de Cañizar** (282030002), en el tramo 091.092.007 (río Estercuel en La Zoma). Este manantial drena la FGP Triásica (Muschelkalk) y ha sido aforado por la CHE e IGME con caudales medios entre 21 y 23 l/s.
- **Manantiales de la Algecira** (292060002 y 292060003), en el tramo 091.092.011 (río Guadalope en La Algecira). Se trata de descargas que drenan la FGP Malm, y sus caudales se han aforado en el año 1979 en 25 y 10 l/s respectivamente.
- **Fontanales de la Ginebrosa**, en el tramo 091.092.013 (Río Guadalope en los Fontanales de la Ginebrosa). Es la principal descarga de la FGP Lías, la cual tiene lugar en el embalse de Calanda, por lo que las surgencias se hallan cubiertas por el embalse la mayor parte del año. Existen pocos datos de aforo, debido a la existencia del embalse de Calanda, y más aguas arriba el de Santolea. Los escasos aforos existentes indican caudales de descarga en torno a los 1000 l/s. La descarga es múltiple, al menos existen 7 manantiales:

Código	Topónimo	Cauce	Uso	Q histórico (l/s)
291980001	Fontanales-1	Guadalope	No se utiliza	300,0
291980002	Fontanales-2	Guadalope	No se utiliza	10,0
291980004	Fontanales-3	Guadalope	No se utiliza	300,0
291980005	Fontanales-4	Guadalope	No se utiliza	20,0
291980006	Fontanales-5	Guadalope	No se utiliza	30,0
291980007	Fontanales-6	Guadalope	No se utiliza	60,0
291980008	Fontanales-7	Guadalope	No se utiliza	60,0

La CHE llevó a cabo aforos diferenciales entre los años 1994 y 1996, mediante dos puntos de control, uno aguas arriba y otro aguas abajo de los Fontanales, de los cuales ha resultado un caudal medio de 1025 l/s, tal y como muestra la siguiente tabla:

	Aforo aguas arriba (l/s) (291980021)	Aforo aguas abajo (l/s) (291980020)	Diferencia (l/s)
19-mar-96	627	1572	945
03-oct-95	262	1098	836
20-sep-94	2745	4085	1340
19-may-94	657	1637	980
		<b>Q medio (l/s)</b>	<b>1025,25</b>

**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. 091.092-Aliaga-Calanda**

Manantial	Código NIPA (IGME)	Cauce receptor de la descarga	Tramo conexión río-acuífero	Ubicación		Cota (m snm)	FGP relacionada y Génesis Hidrogeológica
				Coordenadas UTM Huso 30			
				X	Y		
Font Calent	302010001	Río Bergantes	091.092.002	739665	4515346	580	Corresponde a la descarga de la FGP Malm (Kimmeridgiense), cuando se pone en contacto con el cauce del río Bergantes.
Manantial a pie de presa de Gallipué	291960001	Río Guadalopillo	091.092.004	717906	4529027	680	Apretada estructura anticlinal a pie de presa, que permite aflorar la FGP Malm y la descarga del manantial.
La Rambla	271980003	Río Rambla (Cabecera del río Martín)	091.092.005	674513	4522857	1000	Descarga de la FGP Cretácica favorecida por la aparición de las facies Utrillas (baja permeabilidad) en la base y asociadas a escamas.
	271980004	Río Rambla (Cabecera del río Martín)	091.092.005	675164	4522829	940	Descarga de la FGP Cretácica favorecida por la aparición de las facies Utrillas (baja permeabilidad) en la base y asociadas a escamas.
Caño la Vieja (Torrejón)	272030005	Río Rambla (Cabecera del río Martín)	091.092.005	669929	4518849	1180	Descarga de la FGP Cretácica favorecida por la aparición de las facies Utrillas (baja permeabilidad) en la base y asociadas a escamas.
	272030001	Río Parras (Cabecera del río Martín)	091.092.005	673530	4517029	1100	Descarga de la FGP Cretácica favorecida por la aparición de las facies Utrillas (baja permeabilidad) en la base y asociadas a escamas.
Las Parras	272040005	Río Parras (Cabecera del río Martín)	091.092.005	675427	4517772	1145	Descarga de la FGP Cretácica favorecida por la aparición de las facies Utrillas (baja permeabilidad) en la base y asociadas a escamas.
	272040006	Río Parras (Cabecera del río Martín)	091.092.005	676050	4517419	1150	Descarga de la FGP Cretácica favorecida por la aparición de las facies Utrillas (baja permeabilidad) en la base y asociadas a escamas.
	272040007	Río Parras (Cabecera del río Martín)	091.092.005	674708	4518676	1100	Descarga de la FGP Cretácica favorecida por la aparición de las facies Utrillas (baja permeabilidad) en la base y asociadas a escamas.
	272040008	Río Parras (Cabecera del río Martín)	091.092.005	675011	4519025	1100	Descarga de la FGP Cretácica favorecida por la aparición de las facies Utrillas (baja permeabilidad) en la base y asociadas a escamas.
Venta de Cañizar	282030002	Río Esteruel	091.092.007	699341	4519316	1045	Descarga de la FGP Triásica, la cual aflora debido a la existencia de una gran estructura (fractura).
Manantiales de la Algecira	292060002	Río Guadalope	091.092.011	718196	4509919	720	Descarga de la FGP Malm favorecida por la existencia de una estructura anticlinal jurásica.
Manantiales de la Algecira	292060003	Río Guadalope	091.092.011	719156	4511066	720	Descarga de la FGP Malm favorecida por la existencia de una estructura anticlinal jurásica.
Fontanales-1	291980001	Río Guadalope	091.092.013	735412	4529828	460	Importante cabalgamiento que favorece el afloramiento de la FGP Lías y su descarga en el embalse de Calanda.
Fontanales-2	291980002	Río Guadalope	091.092.013	735256	4529576	460	Importante cabalgamiento que favorece el afloramiento de la FGP Lías y su descarga en el embalse de Calanda.
Fontanales-3	291980004	Río Guadalope	091.092.013	735329	4532458	460	Importante cabalgamiento que favorece el afloramiento de la FGP Lías y su descarga en el embalse de Calanda.
Fontanales-4	291980005	Río Guadalope	091.092.013	735295	4529824	460	Importante cabalgamiento que favorece el afloramiento de la FGP Lías y su descarga en el embalse de Calanda.
Fontanales-5	291980006	Río Guadalope	091.092.013	735746	4529685	460	Importante cabalgamiento que favorece el afloramiento de la FGP Lías y su descarga en el embalse de Calanda.
Fontanales-6	291980007	Río Guadalope	091.092.013	735750	4529530	460	Importante cabalgamiento que favorece el afloramiento de la FGP Lías y su descarga en el embalse de Calanda.
Fontanales-7	291980008	Río Guadalope	091.092.013	735730	4529400	460	Importante cabalgamiento que favorece el afloramiento de la FGP Lías y su descarga en el embalse de Calanda.

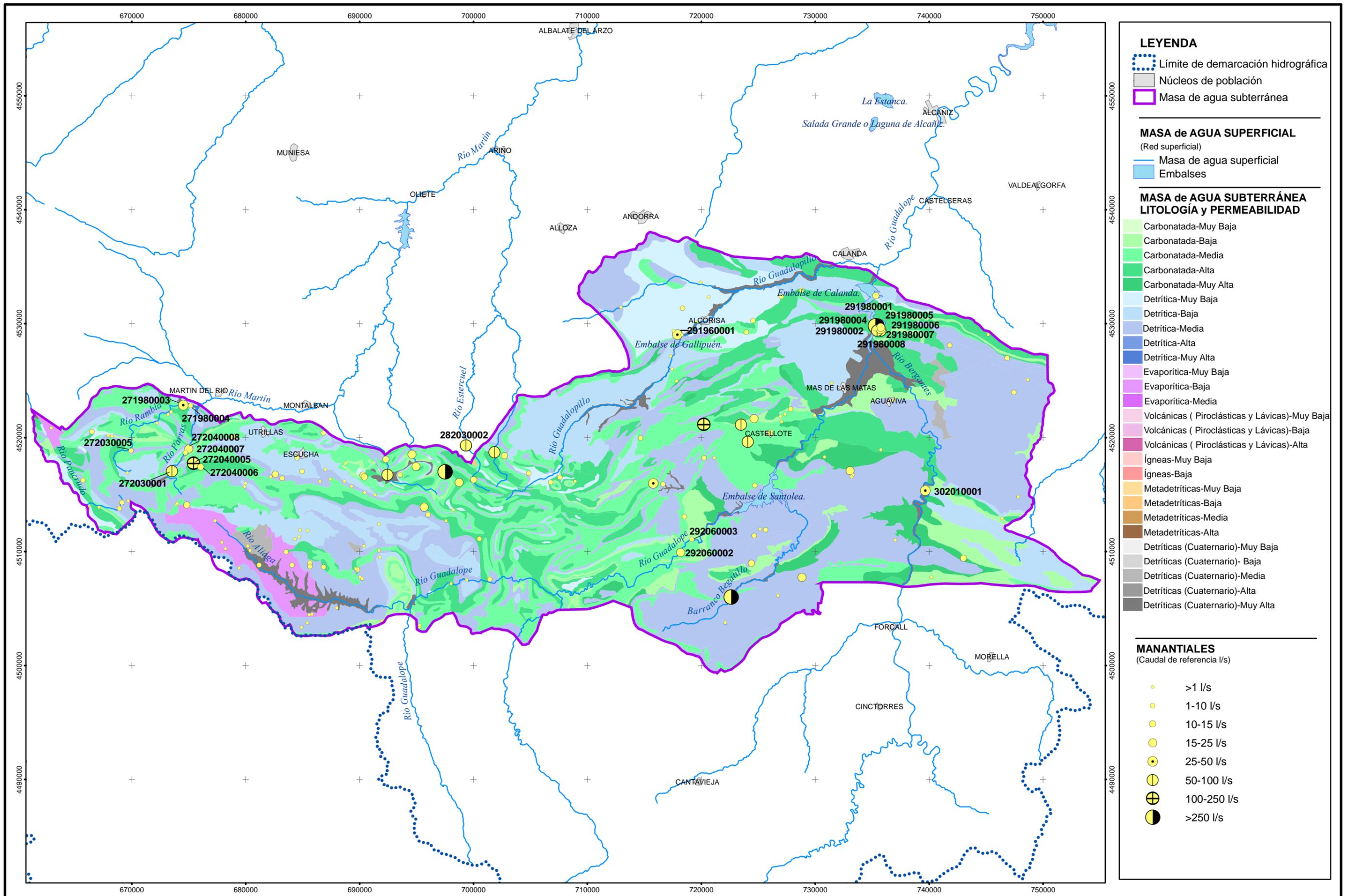
**Tabla 7. Manantiales principales. Nombre de la MASb (Código de la MASb)**

## 4.2 Resto de manantiales

Dentro de la MASb Aliaga-Calanda existen numerosos manantiales que no han sido considerados como principales, debido fundamentalmente, a que corresponden a surgencias en las cabeceras de los principales cauces, favorecidas por la gran cantidad de estructuras (escamas) existentes. En total, sin considerar los manantiales principales, existen 156 manantiales, la mayoría de los cuales se distribuyen en 4 sectores:

- Cabecera del río Aliaga: se trata de manantiales de escasa importancia asociados a los depósitos terciarios depositados sobre las FGPs Cretácicas. Son raros los caudales superiores a 2 l/s, y lo normal es que estén por debajo de 0,5 l/s. En la cabecera, hay al menos 20 manantiales con estas características.
- Cabeceras de los ríos Martín (Rambla y Parras), río Ancho y río Cabras: se trata de un sector que drena FGPs cretácicas hacia el Norte de la MASb, las cuales ven favorecidas las descargas por la existencia de innumerables escamas que permiten el afloramiento del impermeable de base (Facies Utrillas). En general, hay dos grupos de manantiales, por un lado pequeños manantiales colgados de caudales inferiores a 0,5 l/s, y por otro lado manantiales con caudales entre 1 y 15 l/s, que probablemente drenen compartimentos cretácicos. En este sector existen al menos 27 manantiales.
- Río Guadalopillo antes de su confluencia con el río Alchozasa: Existen numerosos manantiales de escasa importancia (caudales inferiores a 1 l/s) que drenan niveles terciarios.
- Río Guadalupe entre los embalses de Santolea y Calanda: existen numerosas surgencias, sobre todo en su margen izquierda, correspondientes al drenaje de FGPs cretácicas y niveles terciarios. Cabe destacar las descargas entre las poblaciones de Seno y Castellote, correspondientes a las citadas FGPs cretácicas, con caudales a veces importantes (hasta 100 l/s).

Cabe destacar el escaso número de medidas disponible, y la antigüedad de las mismas, la mayoría de las cuales corresponden a los años 1979 y 1980.



**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 Lávicas)-Muy Baja
- Volcánicas ( Piroclásticas y Lávicas)-Baja
- Volcánicas ( Piroclásticas y Lávicas)-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 de Aliaga-Calanda, no existen humedales, y únicamente cabe destacar tres zonas protegidas asociadas a tramos de río (ecosistemas fluviales):

- Río Guadalupe desde Aliaga hasta Mas de las Matas. Se trata de una *Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA)* con código ES0000306, e identificada como “*Río Guadalupe-Maestrazgo*”. Esta ZEPA incluye todos los tramos de relación río Acuífero definidos en el río Guadalupe, excepto el 091.092.013 (Fontanales de la Ginebrosa). Se trata de una zona de gran interés debido a la gran cantidad de Hoces y cantiles existentes, que favorecen la presencia de aves y dificultan el acceso humano. Además, la zona existente entre Aldehuela y los Órganos de Montoro, se ha definido como *Lugar de Interés Comunitario (LIC)* con código ES2420124, y se ha denominado “*Muelas y estrechos del río Guadalupe*”. Esta definición se debe al interés que tiene para la fauna y flora, precisamente por la existencia de los cañones y barrancos.
- De manera muy puntual, una pequeña parte de la cabecera del río Martín tiene definición ZEPA (código ES0000303 -Desfiladeros del Río Martín-) y LIC (código ES2420113 -Parque Cultural del Río Martín-), por la misma causa que el río Guadalupe, si bien, la definición dentro de la MASb de Aliaga-Calanda es mínima.
- El río Bergantes, entre Zorita del Maestrazgo y la estación de aforos de la CHE nº31 (Zorita), está definido como LIC identificado con el código ES5223029 (Riu Bergantes). Se trata de una zona de interés faunístico, ligado básicamente al ecosistema fluvial del río Bergantes. La zona incluye el tramo con relación río-acuífero 091.092.002 (Font Calent).

## 6. Análisis de la información utilizada y propuesta de actuaciones

### 6.1 Valoración de la información utilizada y de los resultados obtenidos

La MASb de Aliaga-Calanda, ha sido objeto de numerosos controles históricos mediante la utilización de escalas y la realización de aforos directos, los cuales no han tenido la continuidad que sería deseable, ya sea por cambios periódicos de ubicación de escalas o, simplemente, porque no se ha continuado con los aforos.

Son muchos los puntos de aforo, y pocas las medidas disponibles, y pocas veces coincidentes en el tiempo. La mayoría de los datos proceden del estudio realizado por la CHE en el año 1991 "*Estudio de los recursos hídricos subterráneos de los acuíferos de la margen derecha del Ebro (Zona II. Acuíferos Ibéricos)*", en el cual se han detectado las principales zonas con relación río/acuífero, y se han caracterizado en la medida de lo posible, los diferentes acuíferos existentes.

Las series históricas de mayor continuidad, corresponden a las estaciones oficiales de aforo, las cuales no siempre permiten la realización de cuantificaciones de la relación río/acuífero, aunque sí permiten obtener algunos parámetros característicos del acuífero, como son el periodo de agotamiento. Los caudales de los manantiales existentes en la MASb de Aliaga-Calanda, no son objeto de controles hidrométricos periódicos, y es por ello que las cuantificaciones realizadas se basan en datos reflejados en diferentes estudios, y en estimaciones basadas en los escasos datos disponibles.

Se considera pues, que las cuantificaciones realizadas tienen un carácter orientativo, y deberían ser objeto de una cuantificación precisa mediante la realización de aforos actualizados.

### 6.2 Propuesta de actuaciones

Es necesario realizar aforos en manantiales y aforos diferenciales en cauces con cierta continuidad, y de forma que se puedan realizar comparaciones. Cabe destacar que algunos de los principales manantiales existentes en la MASb, disponen de una o dos medidas históricas realizadas en los años 70 y 80 (por ejemplo los manantiales de la Algecira, la Font Calent, o el nacimiento del río Bordón).

A continuación se especifican en la tabla adjunta los manantiales cuyo control sería necesario para una correcta cuantificación de la relación río/acuífero:

Nº estación	UTM X	UTM Y	Cota (m s.n.m.)	Cauce	Objetivo
1	739498	4515428	580	Río Bergantes	Controlar el drenaje del manantial de la Font Calent (302010001)
2	737450	4506250	680	Río Bergantes	Control del caudal del río en el entorno de Villores.
3	722623	4506008	860	Río Bordón	Controlar el drenaje del nacimiento del río Bordón (292060001)
4	728300	4513650	600	Río Bordón	Control del caudal del río en el entorno de la masía del Perojil.
5	675700	4522500	923	Río Martín	Control del caudal del río Martín antes de su confluencia con el río Parras.
6	675600	4522700	920	Río Parras	Control del caudal del río Parras antes de su confluencia con el río Martín.
7	695452	4506137	1126	Río Guadalope	Mantener los controles iniciados por la CHE en el año 1991 (e IGME posteriormente) en los puntos de aforo del río Aliaga en Cobatillas, del río Guadalope en Aliaga antes de su confluencia con el río Aliaga, y del Guadalope junto al embalse de Aliaga.
8	698550	4507100	940	Río Guadalope	Control del caudal del río Guadalope en Masía de la Tosca.
9	702770	4507690	880	Río Guadalope	Control del caudal del río Guadalope en Montoro de la Mezquita, antes del azud que hay poco después de la Hoz de Pozo Valloré.
10	704450	4507520	902	Río Guadalope	Control del caudal del río Guadalope aguas abajo del tramo jurásico de Montoro de la Mezquita.
11	707350	4506460	812	Río Guadalope	Control del caudal del río Guadalope en los Órganos de Montoro. Probablemente se precisen 3 aforos, uno aguas arriba de la confluencia con el río Fortanete, otro del río Fortanete, y otro aguas debajo de la confluencia, una vez atravesados los materiales jurásicos.
12	718196	4509919	720	Río Guadalope	Controlar el drenaje de los Manantiales de la Algecira (292060002 y otros).
13	735339	4529611	450	Río Guadalope	Controlar el drenaje de los Fontanales de la Ginebrosa (291980021 y otros).

**Tabla 8.** Estaciones de control propuestas

Por otro lado, sería recomendable llevar a cabo las siguientes actuaciones:

- Remodelar la estación de aforos nº30, para obtener mayor sensibilidad en los caudales base.

- Ejecutar sondeos de control piezométrico en la entrada del río Aliaga en el anticlinal de Aliaga, en La Tosca, y en la Hoz de Boca del Infierno, con objeto de controlar en todos ellos la FGP Cretácica.
- Instalación de un piezómetro en Palomar de Arrollo.

A pesar de ello, estas recomendaciones puede resultar insuficientes para conocer la relación entre los acuíferos y los ríos, debido a la importante complejidad estructural existente. Además existe una dificultad añadida, y son los elementos de regulación existentes, como el embalse de Gallipuéen en el río Guadalopillo, o los embalses de Aliaga, Santolea y Calanda en el río Guadalope.

## **7. Referencias Bibliográficas**

- (1) IGME (1972): Mapa Geológico de España (MAGNA) a escala 1:50.000 2ª serie. Hojas 492, 493, 494, 495, 517, 518, 519, 520, 543 y 544.
- (2) IGME (1981): Investigación hidrogeológica de la Cuenca del Ebro. Informe Final
- (3) DGOH-IGME (1988). Delimitación de las unidades hidrogeológicas del territorio peninsular e Islas Baleares y síntesis de sus características.
- (4) SGOP-CHE (1991). Estudio de los recursos hídricos subterráneos de los acuíferos de la Margen Derecha. Acuíferos Ibéricos. Zona II.
- (5) DGOHCA-ITGE (1994). Libro blanco de las aguas subterráneas.
- (6) CHE (1996-a). Propuesta de Plan Hidrológico de la cuenca del Ebro. Oficina de Planificación. Informe inédito.
- (7) CHE (1996-b). Evaluación de los regímenes de compensación en los ríos de la cuenca del Ebro. Fase III. Modelo Hidrológico. Oficina de Planificación. Informe inédito.
- (8) CHE (1998). Los Acuíferos de la cuenca del Ebro. Actualización 1998. Oficina de Planificación. Informe inédito.
- (9) CHE (1999). Delimitación de las unidades hidrogeológicas de la cuenca del Ebro (Plan Hidrológico).
- (10) DGA (2004-2006). Trabajos de apoyo para atender los requerimientos de la Directiva Marco en materia de planificación hidrológica (Cuenca del Ebro).

## **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](http://www.chebro.es)
  - (3) Web del Instituto Geológico y minero de España: [www.igme.es](http://www.igme.es)
-

## **Anejo 1. Tabla de estaciones de control y medida**

**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. 091.092-Aliaga-Calanda**

Estación de control y medida			Cauce		Régimen hidrológico		MASb (a)		FGP	Tramo relación río-acuífero (b)			Situación geográfica respecto al tramo
Código	Nombre	Tipo	Código	Nombre	Tipo	Observaciones	Código	Nombre		Código	Cauce	Descripción	
EA 30	Santolea	01	351	Río Guadalope desde el río Fortanete hasta la cola del embalse de Santolea.	Natural		091.092	Aliaga-Calanda	FGP Cretácica y FGP Malm	091.092.008	Guadalope	Conexión difusa indirecta con efecto ducha	Aguas abajo
										091.092.009	Guadalope	Conexión difusa indirecta con efecto ducha	Aguas abajo
										091.092.010	Guadalope	Conexión difusa indirecta con efecto ducha	Aguas abajo
										091.092.011	Guadalope	Descarga puntual por un grupo de manantiales	Aguas abajo
EA 31	Zorita	01	138	Río Bergantes desde la población de La Balma hasta la cola del embalse de Calanda (	Natural		091.092	Aliaga-Calanda	FGP Malm	091.092.002	Bergantes	Conexión difusa indirecta con efecto ducha	Aguas abajo
EA 100	Berge	01	357	Río Guadalopillo desde su nacimiento hasta la cola del embalse de Gallipué.	Natural		091.092	Aliaga-Calanda	FGP Malm	091.092.004	Guadalopillo	Descarga puntual por un grupo de manantiales	Aguas arriba

## **Anejo 2. 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. 091.092-Aliaga-Calanda**

Masa de aguas subterránea asociada (Codmsbt_def)			091.092	Aliaga-Calanda				LISTADO DE MANANTIALES PRINCIPALES					
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica (Cod_demar_id)			091	Ebro									
Código del manantial (Cod_mant)	Código IGME del manantial (Codigme_mant)	Nombre del manantial (Nombre_mant)	Tramo relación río-acuífero asociado (Codrioacuif_id)	Formación geológica asociada (FGP_mant)	Ubicación geográfica			Cota MDT del manantial (Cotamdt_mant)	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)	Mínimo	Promedio	Máximo	
302010001	302010001	Font Calent	091.092.002	FGP Malm	739665	4515346	580	592	50				abastecimiento y agricultura
291960001	291960001	Manantial a pie de presa de Gallipué	091.092.004	FGP Malm	717906	4529027	680	683	28				abastecimiento a núcleos urbanos
271980003	271980003	La Rambla	091.092.005	FGP Cretácica	674513	4522857	1000	937	35				abastecimiento a núcleo urbano y otra actividad
271980004	271980004		091.092.005	FGP Cretácica	675164	4522829	940	931	4				Agricultura
272030005	272030005	Caño la Vieja (Torrejón)	091.092.005	FGP Cretácica	669929	4518849	1180	1189	10				abastecimiento a núcleo urbano y otra actividad
272030001	272030001		091.092.005	FGP Cretácica	673530	4517029	1100	1140	75				agricultura
272040005	272040005	Las Parras	091.092.005	FGP Cretácica	675427	4517772	1145	1114	125				abastecimiento a núcleo urbano y otra actividad
272040006	272040006		091.092.005	FGP Cretácica	676050	4517419	1150	1177	12				No se utiliza
272040007	272040007		091.092.005	FGP Malm	674708	4518676	1100	1076	3				No se utiliza
272040008	272040008		091.092.005	FGP Malm	675011	4519025	1100	1057	17				No se utiliza
282030002	282030002	Venta de Cañizar	091.092.007	FGP Triásica	699341	4519316	1045	1043	81				Agricultura
292060002	292060002	Manantiales de la Algecira	091.092.011	FGP Malm	718196	4509919	720	702	25				Industria
292060003	292060003	Manantiales de la Algecira	091.092.011	FGP Malm	719156	4511066	720	711	10				Agricultura
291980001	291980001	Fontanales-1	091.092.013	FGP Lías	735412	4529828	460	490	300				No se utiliza
291980002	291980002	Fontanales-2	091.092.013	FGP Lías	735256	4529576	460	443	10				No se utiliza
291980004	291980004	Fontanales-3	091.092.013	FGP Lías	735329	4532458	460	485	300				No se utiliza
291980005	291980005	Fontanales-4	091.092.013	FGP Lías	735295	4529824	460	443	20				No se utiliza
291980006	291980006	Fontanales-5	091.092.013	FGP Lías	735746	4529685	460	457	30				No se utiliza
291980007	291980007	Fontanales-6	091.092.013	FGP Lías	735750	4529530	460	443	60				No se utiliza
291980008	291980008	Fontanales-7	091.092.013	FGP Lías	735730	4529400	460	463	60				No se utiliza