

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

091.097 FOSA DE MORA



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**

---

**091.097 FOSA DE MORA**

---

**ÍNDICE**

<b>1. CARACTERIZACIÓN DE MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA</b>	<b>1</b>
1.1 IDENTIFICACIÓN, MORFOLOGÍA Y DATOS PREVIOS.....	1
1.2 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO.....	3
1.2.1 <i>Litoestratigrafía y permeabilidad</i> .....	3
1.2.2 <i>Estructura geológica</i> .....	3
1.2.3 <i>Funcionamiento hidrogeológico</i> .....	4
<b>2. ESTACIONES DE CONTROL Y MEDIDAS DE CAUDALES</b>	<b>7</b>
2.1 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE AFOROS .....	7
2.2 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE CONTROL HIDROMÉTRICO.....	7
2.3 OTRA INFORMACIÓN HIDROMÉTRICA.....	8
<b>3. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS TRAMOS DE RÍO RELACIONADOS CON ACUÍFEROS</b>	<b>10</b>
3.1 IDENTIFICACIÓN Y MODELO CONCEPTUAL.....	10
3.2 CUANTIFICACIÓN DE LA RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO.....	15
<b>4. MANANTIALES</b>	<b>17</b>
4.1 MANANTIALES PRINCIPALES .....	17
4.2 RESTO DE MANANTIALES.....	17
<b>5. ZONAS HÚMEDAS</b>	<b>19</b>
<b>6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y PROPUESTA DE ACTUACIONES</b>	<b>19</b>
6.1 VALORACIÓN DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS .....	19
6.2 PROPUESTA DE ACTUACIONES.....	19
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>21</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA DE INTERÉS</b>	<b>21</b>

**ANEJOS:**

*Anejo 1* Listado de manantiales

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

---

**091.097 FOSA DE MORA**

---

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Corte hidrogeológico representativo del funcionamiento hidrogeológico de la MASb 091.097-Fosa de Mora (CHE 1991).....	4
<b>Figura 2.</b> Esquema del balance hídrico de la MASb 091.097-Fosa de Mora (CHE 1991) .....	5
<b>Figura 3.</b> Corte geológico representativo de la estructura conocida como anticlinal de La Figuera, donde el río Montsant pierde a favor de la FGP Muschelkalk (Fuente: hoja MAGNA 444). .....	19

**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**

---

**091.097 FOSA DE MORA**

---

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de aforos .....	7
No se han definido redes oficiales de control hidrométrico en esta masa de aguas subterráneas.....	7
<b>Tabla 2.</b> Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de control hidrométrico de aguas subterráneas .....	7
<b>Tabla 3.</b> Datos en estaciones de medida y control hidrométrico .....	8
<b>Tabla 4.</b> Identificación de los tramos de ríos conectados .....	12
<b>Tabla 5.</b> Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos .....	15
<b>Tabla 6.</b> Estaciones de control propuestas .....	20

**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**

---

**091.097 FOSA DE MORA**

---

**ÍNDICE DE MAPAS**

<b>Mapa 1.</b>	Mapa de situación de la Masa de Agua Subterránea .....	2
<b>Mapa 2.</b>	Mapa de permeabilidades .....	6
<b>Mapa 3.</b>	Mapa de estaciones de control y medida de caudales .....	9
<b>Mapa 4.</b>	Mapa sinóptico de la relación río-acuífero .....	16
<b>Mapa 5.</b>	Mapa de manantiales .....	18

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

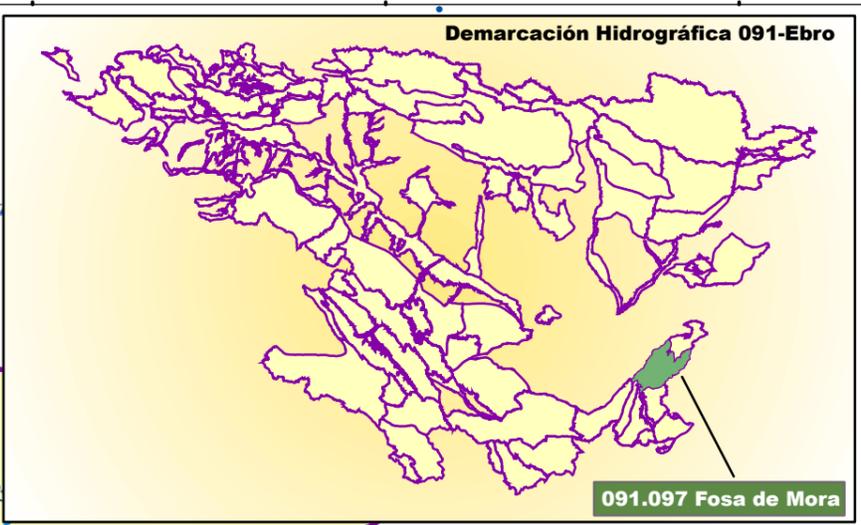
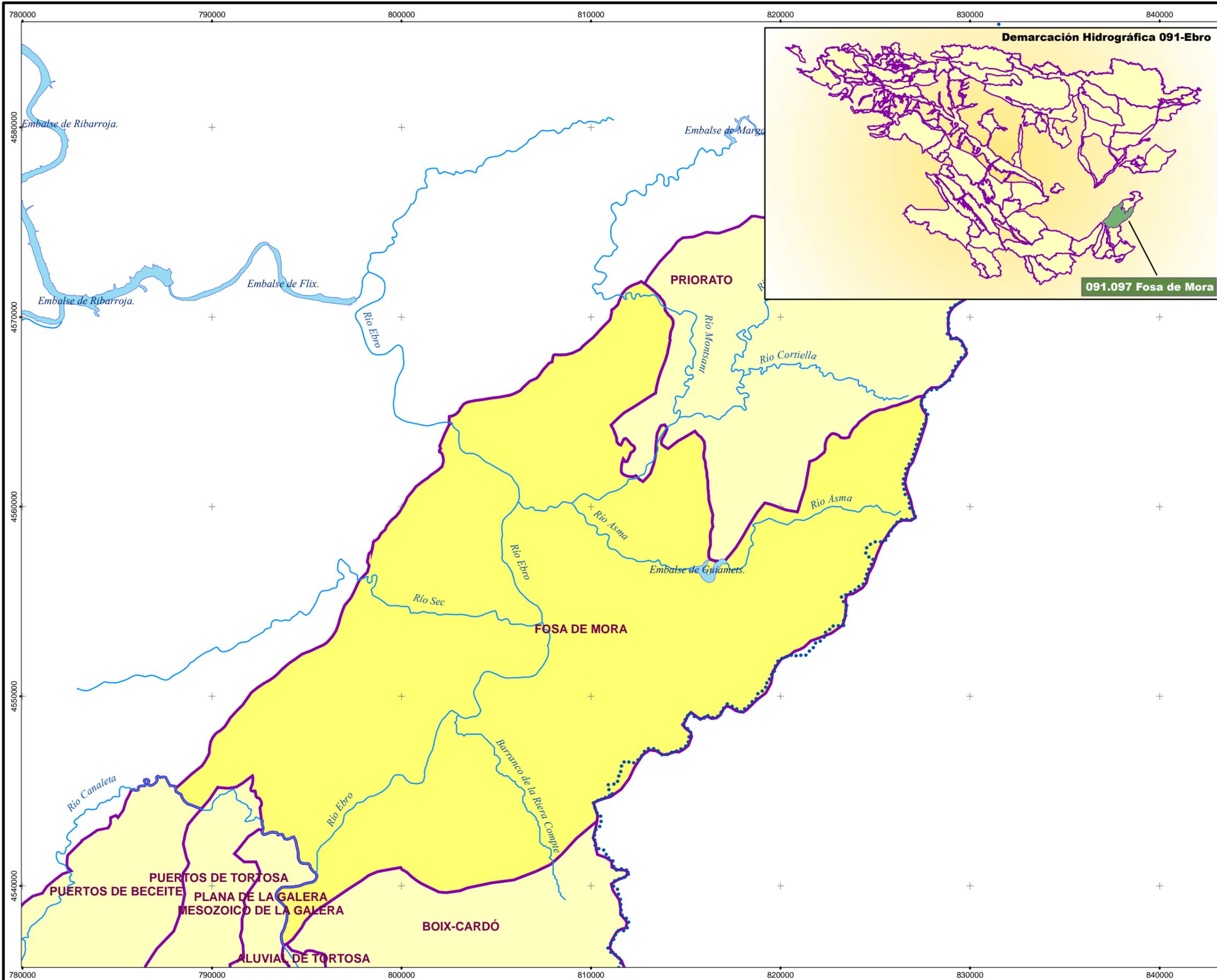
### *1.1 Identificación, morfología y datos previos*

La MASb Fosa de Mora, identificada con el código 091.097, se ubica en la zona oriental de la demarcación hidrográfica del Ebro, dentro de la denominada Cordillera Prelitoral Catalana. Su delimitación coincide, prácticamente, con la fosa tectónica de Mora, limitada por los relieves de las sierras mesozoicas de Pandols y Cabals. La superficie total de la MASb es de 582 km<sup>2</sup> localizados íntegramente en la provincia de Tarragona.

Dentro de la MASb, las cotas topográficas oscilan entre los 10 m.s.n.m y los 894 m.s.n.m., siendo la cota media de 257 m.s.n.m.. Las cotas inferiores se dan en el límite Sur de la MASb, al aproximarse a la llanura deltaica del río Ebro, mientras que las superiores se encuentran en el núcleo central de las Sierras.

Como cauces de interés asociados con esta MASb destacan el Ebro y sus afluentes por la derecha (ríos Sec y Canaleta). Por su margen izquierda y de Norte a Sur, tiene como afluentes al río Ciurana, que a su vez tiene como afluente al río Asma, y el barranco de la Riera Compte. Excepto los ríos Canaleta y Sec y el barranco de la Riera de Compte, el resto de los cauces se encuentran influenciados por la existencia de embalses aguas arriba de la MASb (ríos Ebro y Ciurana) o en la propia MASb (río Asmat).

En esta MASb no se ha desarrollado ningún modelo matemático de simulación.



**LEYENDA**

- Límite de demarcación hidrográfica
- Capitales de provincia

---

**MASA de AGUA SUPERFICIAL**  
(Red superficial)

- Masa de agua superficial
- Embalses

---

**MASA de AGUA SUBTERRÁNEA**

- Masa de agua subterránea

## 1.2 Contexto Hidrogeológico

### 1.2.1 Litoestratigrafía y permeabilidad

De todas las formaciones geológicas presentes en la MASb 091.097 Fosa de Mora, se consideran como FGP vinculadas en la relación río-acuífero a los materiales del Jurásico Inferior y del Triásico Medio (Muschelkalk Inferior y Superior), denominado como acuífero Mesozoico, y el acuífero cuaternario, constituido por las formaciones aluviales del Ebro (terrazas y aluvial actual) y los piedemontes conectados con estas. Así pues, estas FGP quedan agrupadas de la siguiente manera:

- FGP Mesozoica: se trata de calizas y dolomías de edad Muschelkalk (triásico medio) que presentan una permeabilidad media por fisuración y karstificación; y de calizas, dolomías y brechas dolomíticas de edad Jurásico Inferior, de alta permeabilidad por fisuración y karstificación. Las formaciones triásicas del Muschelkalk tienen una potencia de 240 metros (100 m de Muschelkalk Inferior y 140 de Muschelkalk Superior), mientras que a la serie calco-dolomítica jurásica se le calcula una potencia de 300 metros, lo que implica una potencia total de la FGP Mesozoica de 540 metros. Esta FGP aflora fundamentalmente en los límites oriental, occidental y meridional de la MASb .

- FGP Cuaternaria: se trata de un conjunto de formaciones detríticas asociadas con el aluvial del Ebro (terrazas y aluvial actual) así como con los piedemontes asociados con estos. Se considera que la potencia del conjunto aluvial-terrazas es del orden de los 30 metros, mientras que los piedemontes pueden llegar a alcanzar los 100 metros.

Además de las FGP definidas, se considera que el Terciario constituye un nivel acuífero, aunque no presenta relación río-acuífero dentro de la MASb.

### 1.2.2 Estructura geológica

La estructura geológica viene definida por la existencia de una fosa tectónica de orientación NE-SO rellena por materiales detríticos, fundamentalmente terciarios y, en menor medida, cuaternarios, que conforman una potente serie que pueden llegar a alcanzar los 300 metros de espesor. Esta fosa se encuentra limitada por fallas lístricas muy verticalizadas y de gran salto en cuyos flancos se encuentran las sierras mesozoicas, las cuales se encuentran deformadas por la orogenia alpina, la cual de lugar a la aparición de pliegues, fallas inversas y cabalgamientos, cuyo nivel de despegue se encuentra asociado con los depósitos arcillosos de Muschelkalk Medio, los cuales conforman el nivel impermeable de base de la MASb.

Dentro de los depósitos terciarios que conforman el relleno de la fosa, se ha distinguido la existencia de un nivel margoso de desarrollo irregular (desde 1 m a varias decenas de metros de espesor) que provoca una individualización parcial del acuífero terciario, de manera que el nivel superior acaba estando relacionado con los piedemontes cuaternarios.

### 1.2.3 Funcionamiento hidrogeológico

El funcionamiento hidrogeológico de esta MASb se encuentra enormemente condicionado por la estructura tectónica que da lugar a la denominada *Fosa de Mora*. Por un lado, las sierras mesozoicas laterales se recargan por infiltración directa del agua de lluvia y, en determinados sectores, a través del río Ebro, el cual actúa como influente o efluente en función del nivel piezométrico del acuífero. La descarga de este acuífero se produce fundamentalmente hacia el relleno terciario de la propia fosa y hacia el propio río Ebro. Dicho acuífero terciario recibe además recarga por infiltración directa del agua de lluvia, descargándose en profundidad hacia formaciones mesozoicas de masas de agua contiguas.

En cuanto al acuífero cuaternario, constituido tanto por formaciones aluviales como por piedemontes asociados a estas, se recarga por precipitación directa del agua de lluvia, por conexión con el superior del acuífero terciario y por el propio río Ebro, hacia el cual también se descarga. Así pues, la piezometría del acuífero cuaternario muestra una disposición subparalela y convergente hacia el río, estando íntimamente relacionado con este y actuando cíclicamente como influente o efluente.

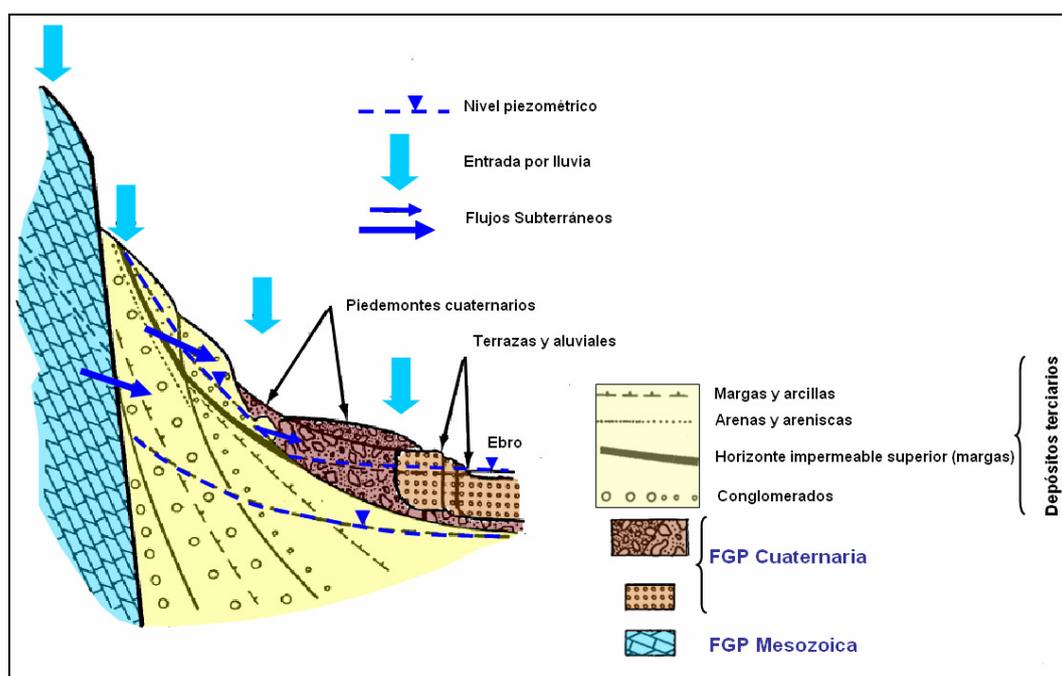


Figura 1. Corte hidrogeológico representativo del funcionamiento hidrogeológico de la MASb 091.097-Fosa de Mora (CHE 1991)

En cuanto a los usos del agua y el bombeo en los distintos acuíferos, la mayor parte se producen sobre el propio acuífero cuaternario, aunque los retornos de riego que se producen son muy elevados (parte de ellos provenientes de tomas directas al propio río).

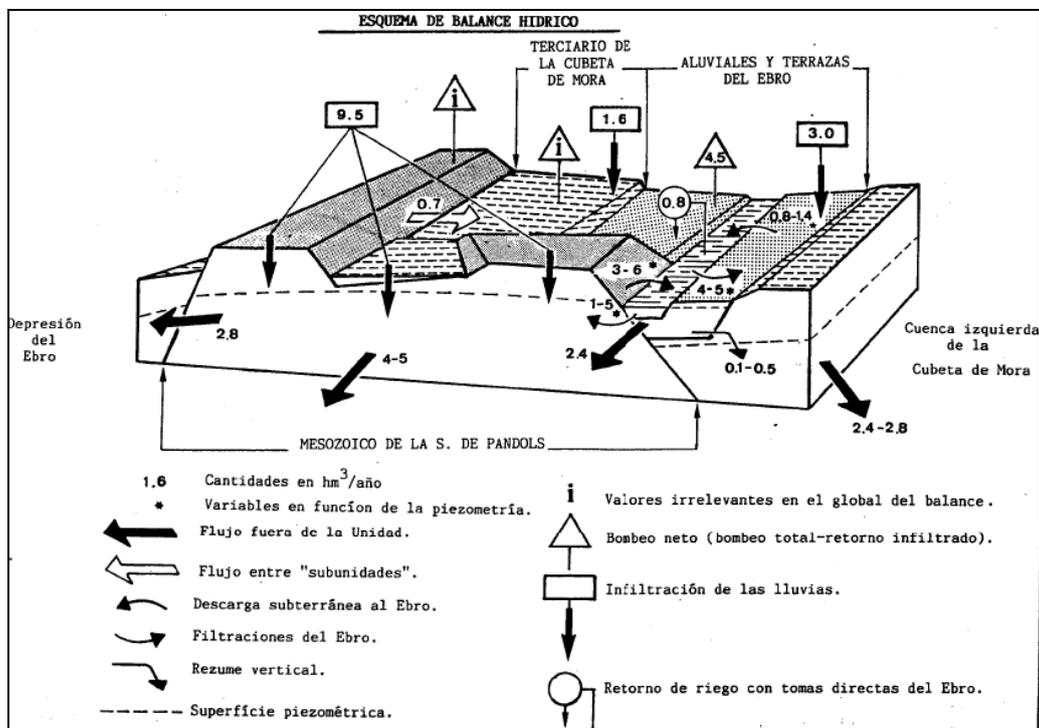
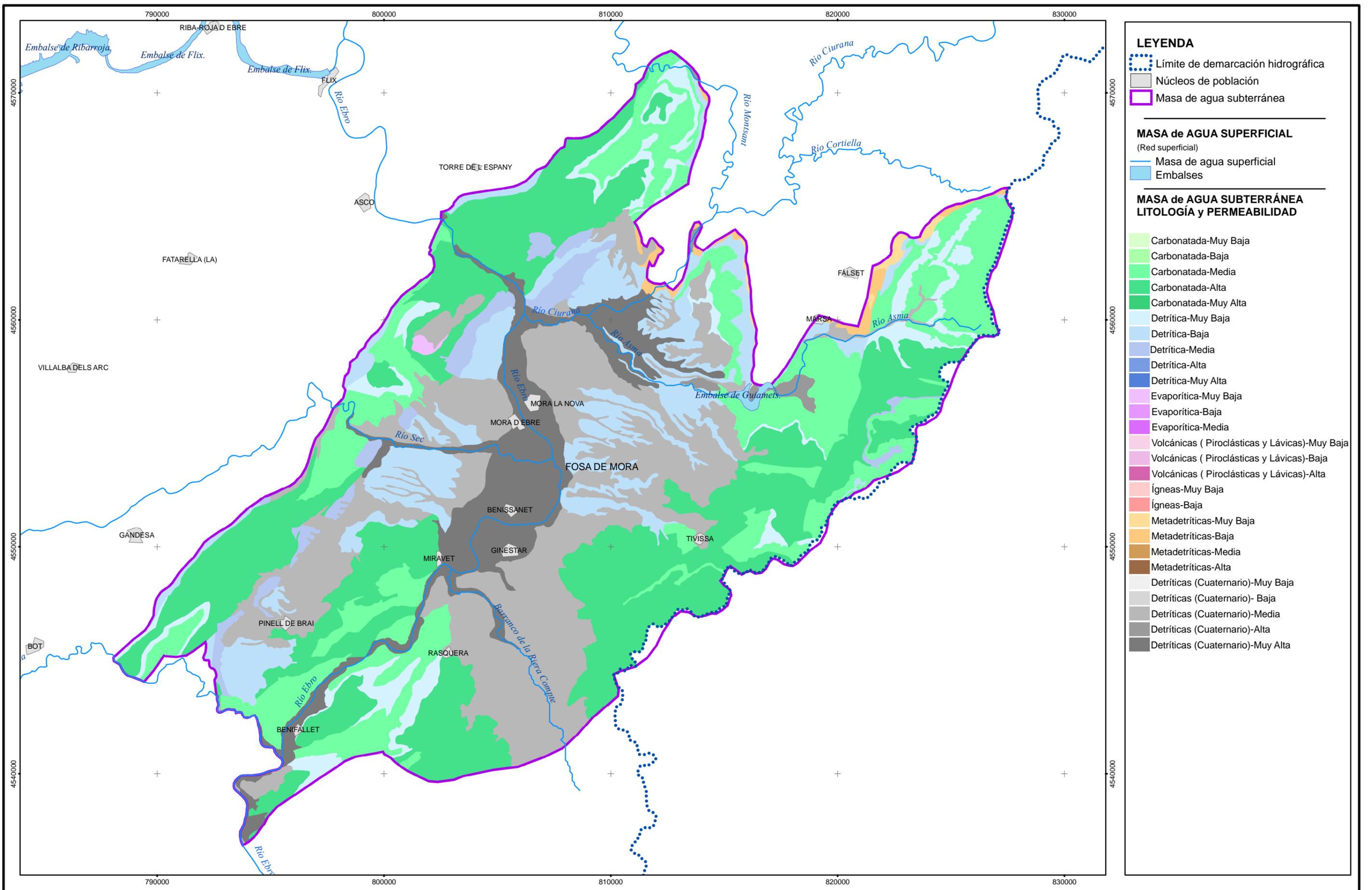


Figura 2. Esquema del balance hídrico de la MASb 091.097-Fosa de Mora (CHE 1991)



## 2. Estaciones de control y medidas de caudales

No existen, dentro de esta MASb, estaciones de aforo con las que poder cuantificar la relación río-acuífero. Las únicas estaciones de aforo existentes pertenecen a la red de control oficial de aforos de la CHE pero su objetivo es controlar las entradas y salidas del Embalse de Guiamets.

La única información referente al control hidrológico proviene de un aforo realizado por el IGME en el curso del Canaleta, así como de una campaña de aforos diferenciales efectuadas por la CHE entre los años 1990-1991.

Tampoco se ha definido una red oficial de control hidrométrico de las aguas subterráneas.

### 2.1 Estaciones de la red oficial de aforos

Existen 2 puntos de la red oficial de aforos de la CHE, cuyo objetivo es controlar las entradas y salidas al embalse de Guiamets, situado en la masa de agua superficial de Asmat.

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						
132	Guiamets	Inactiva	817205	4556933		Asmat	830	2.988	1949-1996	
843	Emb. de Guiamets	Inactiva	693845	4540643		Asmat	831	7.049	1995-2005	

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

### 2.2 Estaciones de la red oficial de control hidrométrico

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

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

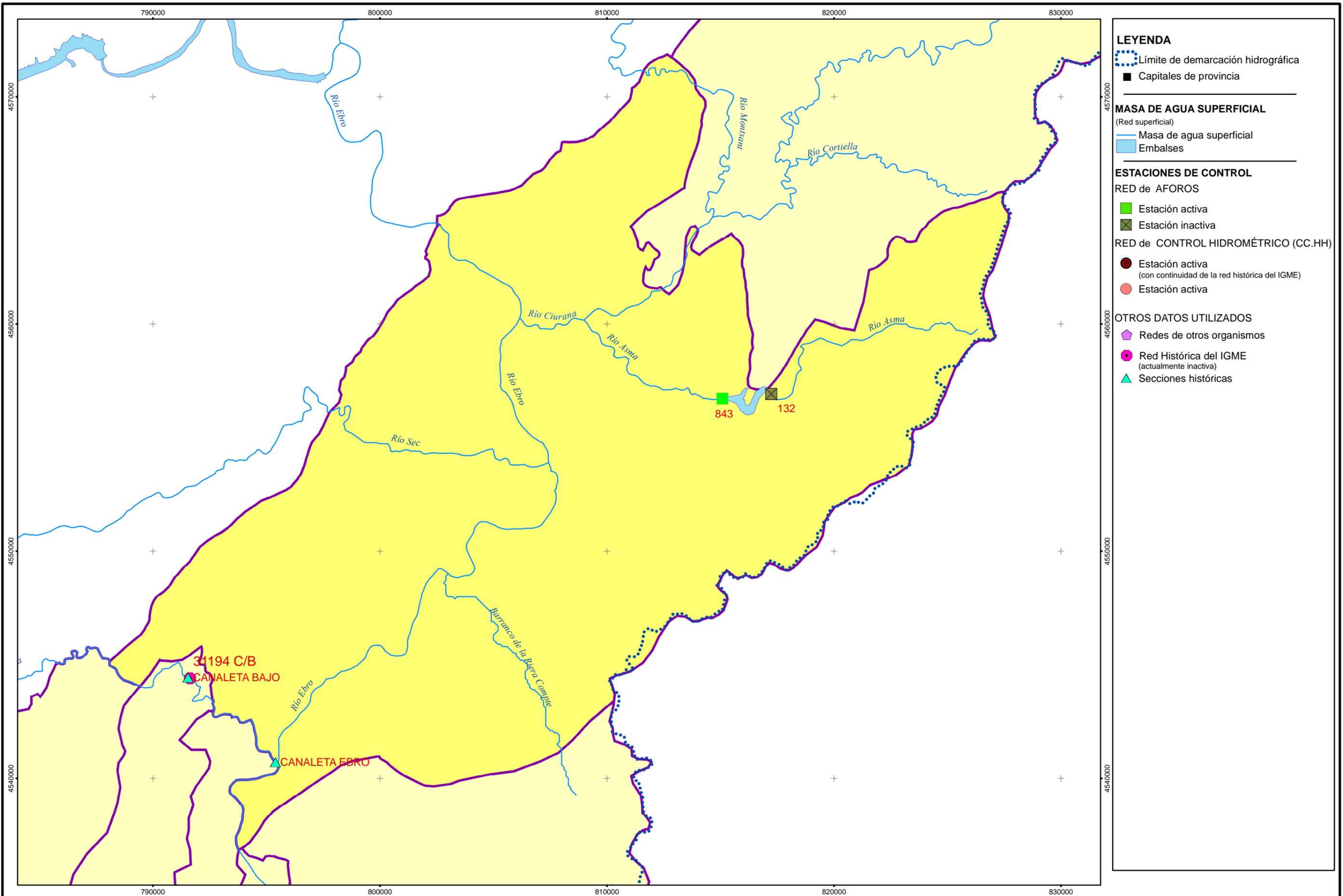
**Tabla 2.** Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de control hidrométrico de aguas subterráneas

### 2.3 Otra información hidrométrica

Con la información aportada por el IGME y por la CHE en estudios específicos realizados en esta MASb se dispone de una serie de controles hidrométricos realizados sobre el curso del río Canaleta. En concreto se ha controlado el caudal circulante mediante 19 aforos directos realizados en la estación 31194 C/B. Además, durante la realización del “*Estudio de los recursos hídricos subterráneos de los acuíferos de la margen derecha del Ebro (Zona III. Acuíferos de la zona baja)*” se realizaron dos aforos diferenciales durante febrero de 1990 situándose uno próximo a la estación nº 7 y el otro aguas abajo, próximo a la desembocadura del río Canaleta con el Río Ebro.

Código estación		Observaciones	Datos de Caudal				
Código	Referencia bibliográfica		Número de datos	Amplitud de la serie	Caudal mínimo (l/s)	Caudal promedio (l/s)	Caudal máximo (l/s)
31194 C/B	Base de Datos del IGME	<i>Escala linimétrica en cauce</i>	19	Ago-1990 a jun-2001	0	51,98	218,73
Canaleta Bajo	Canaleta Bajo	Realizado por CHE (CGS)	1	Feb-1990		195	
Canaleta-Ebro	Canaleta-Ebro	Realizado por CHE (CGS)	1	Feb-1990		215	

**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

A pesar de que esta MASb cuenta con varios cursos de agua superficial de importancia, es difícil establecer y cuantificar sus relaciones río-acuífero. La principal masa de aguas superficial es el río Ebro, que entra en la MASb por su límite oriental y discurre en sentido NE-SO a lo largo de ella. El elevado caudal que presenta el río Ebro hace inviable cuantificar las posibles pérdidas o ganancias de caudal a favor de las FGPs de la MASb en estudio. Así pues, únicamente se ha podido establecer una relación cualitativa en referencia a la bibliografía consultada.

En cuanto al resto de MASs, apenas existe información puntual de alguna de ellas, ya que los pocos datos de aforo existentes se consideran poco representativos de la relación río-acuífero debido a su localización y a la escasez de las series. No obstante, con la información piezométrica existente y en base a la bibliografía consultada se ha podido establecer la relación río-acuífero de alguno de los tramos de forma cualitativa, para los ríos Canaletas, Sec y Ciurana.

#### 3.1 Identificación y Modelo Conceptual

Dentro de la MASb 091.097-Fosa de Mora se han definido 9 tramos donde existe conexión hidráulica entre de los cauces de las MAS definidas y las FGP consideradas (FGP Mesozoica y FGP Cuaternaria).

- **Tramo Ebro-Ciurana** (091.097.001-tramo conectado con la MAS código 460). Corresponde al tramo alto del río Ebro, desde que entra en la MASb 091.097-Fosa de Mora hasta su conexión con su afluente por la margen izquierda, el río Ciurana. El Ebro discurre, en casi todo el tramo, a través de la FGP Mesozoica. La MAS relacionada es río Ebro desde Cana hasta el río Ciurana (código 460), clasificada como *Grandes ejes en ambiente mediterráneo*.
- **Tramo Ebro Ciurana-Sec** (091.097.002-tramo conectado con la MAS código 461). Corresponde al tramo del río Ebro entre su confluencia con el río Ciurana y el río Sec (afluente del Ebro por la margen derecha). En este tramo el río Ebro se encuentra en relación con la FGP Cuaternaria. La MAS relacionada es río Ebro desde el río Ciurana hasta el río Sec y la elevación de Pinell de Brai (código 461), clasificada como *Grandes ejes en ambiente mediterráneo*.
- **Tramo Ebro hasta Miravet** (091.097.003-tramo conectado con la MAS código 462). Corresponde al tramo del río Ebro desde la confluencia con el río Sec y hasta las

proximidades de la población de Miravet, donde comienzan los afloramientos mesozoicos. A lo largo de este tramo discurre a través de la FGP Cuaternaria con la que se encuentra en conexión hidráulica. La MAS relacionada es río Ebro desde río Sec hasta el río Canaleta (código 462), clasificada como *Grandes ejes en ambiente mediterráneo*.

- **Tramo Ebro desde Miravet hasta Canaleta** (091.097.004-tramo conectado con la MAS código 462). Corresponde al tramo final del río Ebro antes de abandonar la MASb, desde las proximidades de la población de Miravet hasta su confluencia con el río Canaleta. A lo largo de este tramo discurre a través de la FGP Mesozoica. La MAS relacionada es río Ebro desde río Sec hasta el río Canaleta (código 462), clasificada como *Grandes ejes en ambiente mediterráneo*.
- **Tramo Río Sec** (091.097.005-tramo conectado con la MAS código 176). Corresponde al tramo final del río Sec desde su entrada a la MASb en estudio y hasta su confluencia con el río Ebro. Salvo los primeros metros del tramo que discurren sobre la FGP Mesozoica, el resto del tramo discurre sobre la FGP Cuaternaria. La MAS relacionada es río Sec desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Ebro y la elevación de Pinell de Brai (código 176), que corresponde con un *río mineralizado de baja montaña mediterránea*.
- **Tramo Canaleta I** (091.097.006-tramo conectado con la MAS código 178). Corresponde con el tramo del río Canaleta a su paso por los afloramientos liásicos situados al Sur de la MASb junto a la población de La Fontcalda. La MAS relacionada es río Canaleta desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Ebro (código 178), que corresponde con un *río mineralizado de baja montaña mediterránea*.
- **Tramo Canaleta II** (091.097.007-tramo conectado con la MAS código 178). Corresponde con el tramo del río Canaleta a su paso por los afloramientos liásicos situados al Sur de la MASb aguas abajo de la población de La Fontcalda y dentro del contacto con la MASb contigua de Puertos de Tortosa. La MAS relacionada es río Canaleta desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Ebro (código 178), que corresponde con un *río mineralizado de baja montaña mediterránea*.
- **Tramo Ciurana I** (091.097.008-tramo conectado con la MAS código 174). Corresponde al tramo del río Ciurana que discurre sobre la FGP Cuaternaria una vez que entra en la MASb hasta su confluencia con el río Asmat. La MAS relacionada es río Ciurana desde el río Montsant hasta el río Asmat (código 174), que corresponde con un *río mineralizado de baja montaña mediterránea*.
- **Tramo Ciurana II** (091.097.009-tramo conectado con la MAS código 175). Corresponde al tramo final del río Ciurana que discurre sobre la FGP Cuaternaria entre los ríos Asmat y Ebro. La MAS relacionada es río Ciurana desde el río Asmat hasta su desembocadura en el río Ebro (código 175), que corresponde con un *río mineralizado de baja montaña mediterránea*.

Código del tramo	Nombre del cauce	MAS relacionada según codificación CEDEX		Características de la MAS a relacionada			Formación Geológica Permeable
		Código	Nombre	Categoría	Tipología	Alteración	
091.097.001	Río Ebro	460	Río Ebro desde Cana hasta el río Ciurana	Río	Grandes ejes en ambiente mediterráneo	Masa natural	Mesozoico
091.097.002	Río Ebro	461	Río Ebro desde el río Ciurana hasta el río Sec y la elevación de Pinell de Brai	Río	Grandes ejes en ambiente mediterráneo	Masa natural	Cuaternaria
091.097.003	Río Ebro	462	Río Ebro desde río Sec hasta el río Canaleta	Río	Grandes ejes en ambiente mediterráneo	Masa natural	Cuaternaria
091.097.004	Río Ebro	462	Río Ebro desde río Sec hasta el río Canaleta	Río	Grandes ejes en ambiente mediterráneo	Masa natural	Jurásica
091.097.005	Río Sec	176	Río Sec desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Ebro y la elevación de Pinell de Brai	Río	Río mineralizado de baja montaña mediterránea	Masa natural	Jurásica y Cuaternaria
091.097.006	Río Canaleta	178	Río Canaleta desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Ebro	Río	Río mineralizado de baja montaña mediterránea	Masa natural	Jurásica
091.097.007	Río Canaleta	178	Río Canaleta desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Ebro	Río	Río mineralizado de baja montaña mediterránea	Masa natural	Jurásica
091.097.008	Río Ciurana	174	Río Ciurana desde el río Montsant hasta el río Asmat	Río	Río mineralizado de baja montaña mediterránea	Masa Modificada (Embalse aguas arriba)	Cuaternaria
091.097.009	Río Ciurana	175	Río Ciurana desde el río Montsant hasta el río Asmat	Río	Río mineralizado de baja montaña mediterránea	Masa Modificada (Embalse aguas arriba)	Cuaternaria

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

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

**Tramo Ebro-Ciurana (091.097.001).** En este tramo el río Ebro intersecta la FGP Jurásica coincidente con las estribaciones de la Sierra de Pandols. El elevado caudal del río Ebro en este tramo, unido al hecho de que no existen estaciones de control foronómico, impide conocer con exactitud la relación río-acuífero. La diversa bibliografía consultada (CHE 1991-a, CHE 1991-b y CHE 1998), indica que existe conexión hidráulica entre el río y la FGP, aunque esta relación varía de forma cíclica en función de las oscilaciones de nivel piezométrico, de manera que el tramo puede comportarse como efluente o influente. No obstante, la piezometría parece indicar que el río se comporta como ganador ya que el Ebro discurre a una cota inferior a la del nivel piezométrico del acuífero Jurásico de la Sierra de Pandols. Así pues, el modelo conceptual para este tramo corresponde a un río en régimen ganador con conexión difusa directa (código 401- *Conexión difusa directa en cauces efluentes*). En este tramo el río Ebro dispone de un régimen hidrológico modificado por la existencia de numerosos embalses aguas arriba.

**Tramo Ebro Ciurana-Sec (091.097.002).** En este tramo el río Ebro, después de atravesar los afloramientos mesozóicos, se interna en la estructura tectónica de la Fosa de Mora e intersecta la FGP Cuaternaria. Al igual que ocurre en el tramo anterior, el caudal del río es muy elevado, por lo que la Relación río-acuífero es inviable. Según la bibliografía consultada (CHE 1991-b) existen datos de piezometría que indican una interconexión hidráulica entre el aluvial del Ebro (FGP Cuaternaria) y el propio río, aunque esta relación varía de forma cíclica en función de las oscilaciones de nivel piezométrico debido a la intensa explotación del acuífero aluvial, de manera que el tramo puede comportarse como efluente o influente. Sin embargo, esta variación del comportamiento no se produciría en régimen natural y, en cualquier caso, sólo afectaría al acuífero aluvial superficial y no a los acuíferos profundos, que descargan al Ebro. Así pues, el modelo conceptual para este tramo corresponde a un río en régimen ganador con conexión difusa directa (código 401-Conexión difusa directa en cauces efluentes). En este tramo el río Ebro dispone de un régimen hidrológico modificado por la existencia de numerosos embalses aguas arriba.

**Tramo Ebro hasta Miravet (091.097.003).** En este tramo el río Ebro intersecta la FGP Cuaternaria y continúa su transcurso por la estructura tectónica de la Fosa de Mora. Este tramo presenta características similares al anteriormente descrito por lo que se considera un tramo de río en régimen ganador con conexión difusa directa (código 401-Conexión difusa directa en cauces efluentes). En este tramo el río Ebro dispone de un régimen hidrológico modificado por la existencia de numerosos embalses aguas arriba.

**Tramo Ebro desde Miravet hasta Canaleta (091.097.004).** En este tramo el río Ebro intersecta la FGP Jurásica aflorante en el sector meridional de la MASb. Este tramo se ha caracterizado en base a la bibliografía consultada, ya que el caudal del Ebro continúa siendo muy elevado y no existen estaciones de control foronómico, y a la información piezométrica la cual indica que se trata de un tramo de río efluente.. Así pues, el modelo conceptual para este tramo corresponde a un río en régimen ganador con conexión difusa directa (código 401-Conexión difusa directa en cauces efluentes). En este tramo el río Ebro dispone de un régimen hidrológico modificado por la existencia de numerosos embalses aguas arriba.

**Tramo río Sec (091.097.005).** En este tramo el río Sec discurre sobre una pequeña zona de acumulación de depósitos cuaternarios de espesor variable. Según se indica en la bibliografía consultada (CHE 1991-b), el río desaparece cuando el espesor de las gravas aumenta y aparece cuando la potencia de las gravas disminuye o afloran los materiales terciarios. Por tanto, se considera que existe conexión hidráulica entre el río y la FGP Cuaternaria, siendo el modelo conceptual para este tramo el de un río en régimen variable –ganador o perdedor-, pero que mantiene una conexión difusa directa (código

403-Conexión difusa directa en cauces variables). En este tramo el río Sec presenta un régimen hidrológico natural.

**Tramo Canaleta I (091.097.006).** Se trata del tramo del río Canaleta que discurre sobre los afloramientos carbonatados del Lías en las inmediaciones de la población de La Fontcalda. Este tramo atraviesa la FGP Jurásica a una cota superior a la del nivel piezométrico lo que provoca la recarga de la FGP desde el curso de agua. Así pues, el modelo conceptual para este tramo se corresponde con un cauce perdedor con conexión difusa indirecta por sumideros (código 421-Conexión difusa indirecta con sumideros en cauces influentes). Este tramo presenta un régimen hidrológico natural.

**Tramo Canaleta II (091.097.007).** Se trata del tramo del río Canaleta que discurre sobre los afloramientos carbonatados del Lías aguas abajo de la población de La Fontcalda, en el contacto con la MASb contigua de Puertos de Tortosa. Este tramo atraviesa la FGP Jurásica a una cota superior a la del nivel piezométrico lo que provoca la recarga de la FGP desde el curso de agua. La relación río-acuífero ha sido definida en base a la bibliografía consultada que estima una pérdida media de caudal de  $6,5 \text{ hm}^3/\text{año}$ . Así pues, el modelo conceptual para este tramo se corresponde con un cauce perdedor con conexión difusa indirecta por sumideros (código 421-Conexión difusa indirecta con sumideros en cauces influentes). Este tramo presenta un régimen hidrológico natural

**Tramo Ciurana I (091.097.008).** Se trata del tramo inicial del río Ciurana una vez que comienza su recorrido sobre los depósitos cuaternarios. Este tramo atraviesa la FGP Cuaternaria a una cota superior a la del nivel piezométrico lo que provoca la recarga de la FGP desde el curso de agua. Así pues, el modelo conceptual para este tramo se corresponde con un cauce perdedor con conexión difusa directa (código 402-Conexión difusa directa en cauces influentes). Este tramo presenta un régimen hidrológico modificado debido a la existencia del Embalse de Ciurana aguas arriba de la MASb.

**Tramo Ciurana II (091.097.009).** Se trata del tramo final del río Ciurana entre la confluencia de los ríos Asmat y Ebro. Este tramo atraviesa la FGP Cuaternaria a una cota superior a la del nivel piezométrico lo que provoca la recarga de la FGP desde el curso de agua. Así pues, el modelo conceptual para este tramo se corresponde con un cauce perdedor con conexión difusa directa (código 402-Conexión difusa directa en cauces influentes). Este tramo presenta un régimen hidrológico modificado debido a la existencia del Embalse de Ciurana aguas arriba de la MASb.

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)
091.097.001	Río Ebro	Conexión difusa directa en cauces efluentes	Influenciado	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	Drenaje directo a río	6.112
091.097.002	Río Ebro	Conexión difusa directa en cauces efluentes	Influenciado	Aluvial del río Ebro	-	Drenaje directo a río	7.491
091.097.003	Río Ebro	Conexión difusa directa en cauces efluentes	Influenciado	Aluvial del río Ebro	-	Drenaje directo a río	10.230
091.097.004	Río Ebro	Conexión difusa directa en cauces efluentes	Influenciado	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	Drenaje directo a río	12.898
091.097.005	Río Sec	Conexión difusa directa en cauces variables	Natural	Gravas del aluvial del río Sec	-	-	10.803
091.097.006	Río Canaleta	Conexión difusa indirecta con sumideros en cauces influentes	Natural	Sin lecho o de muy limitado desarrollo			1.300
091.097.007	Río Canaleta	Conexión difusa indirecta con sumideros en cauces influentes	Natural	Sin lecho o de muy limitado desarrollo			992
091.097.008	Río Ciurana	Conexión difusa directa en cauces influentes	Influenciado	Gravas y arenas del aluvial del río Ciurana			3.255
091.097.009	Río Ciurana	Conexión difusa directa en cauces influentes	Influenciado	Gravas y arenas del aluvial del río Ciurana			3.362

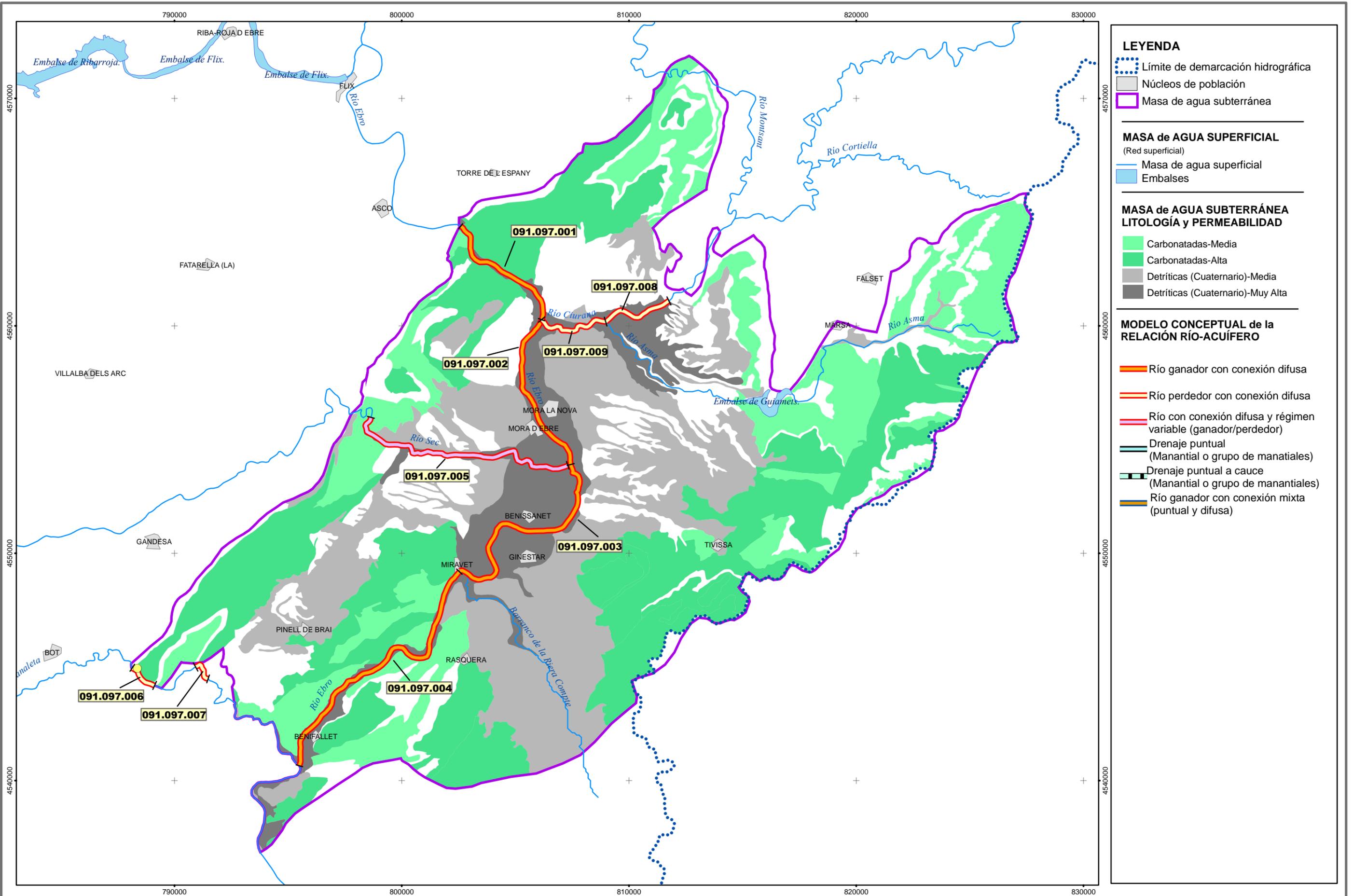
**Tabla 5.** *Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos*

### 3.2 Cuantificación de la relación río-acuífero

Los tramos de cauce donde se ha definido conexión río-acuífero en la MASb 091.097 Fosa de Mora corresponden a:

- Tramos ganadores con conexión difusa directa (091.097.001, 091.097.002, 091.097.003 y 091.097.004).
- Tramos ganadores o perdedores, con conexión difusa directa (091.097.005.).
- Tramos perdedores con conexión difusa indirecta con sumideros en cauces influentes (091.097.006 y 091.097.007).
- Tramos perdedores con conexión difusa directa (091.097.008 y 091.097.009).

Los modelos conceptuales referentes a las relaciones río-acuífero han sido establecidos en base a la bibliografía consultada y a los datos procedentes de la información piezométrica. Los datos existentes de caudal no son suficientes como para poder cuantificar dichas relaciones.



- 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**
- Carbonatadas-Media
  - Carbonatadas-Alta
  - Detríticas (Cuaternario)-Media
  - Detríticas (Cuaternario)-Muy 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**

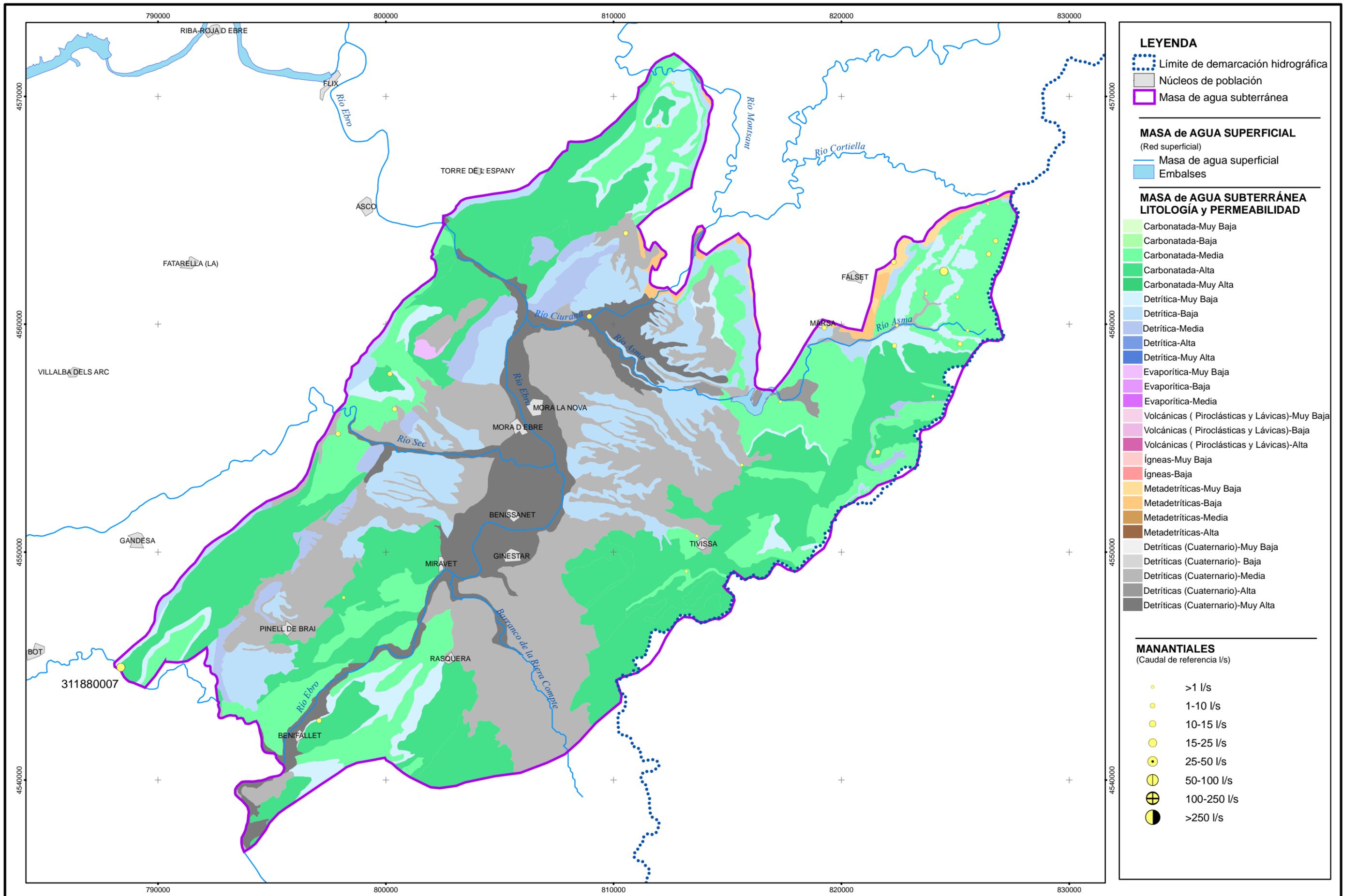
Los manantiales existentes dentro de esta MASb son escasos en cuanto a número y en cuanto a su magnitud. Casi todos ellos se encuentran relacionados con pequeñas descargas de niveles acuíferos colgados y sin relación alguna con los cursos de agua principales.

### **4.1 *Manantiales principales***

No se han definido manantiales principales.

### **4.2 *Resto de manantiales***

En este apartado únicamente se incluye el manantial de La Font Calda, situado en el extremo Suroeste de la MASb. Se trata de un manantial de escaso caudal que descarga la FGP Jurásica junto al río Canaleta. Ha sido inventariado tanto por el IGME como por la CHE (código 311880007), y dispone de 2 únicas medidas de caudal, efectuadas en junio de 1979 y junio de 1990, con caudales 20 y 0,8 l/s respectivamente.



## 5. Zonas húmedas

En la MASb Fosa de Mora no hay ningún humedal catalogado, por lo que no se desarrolla el presente apartado.

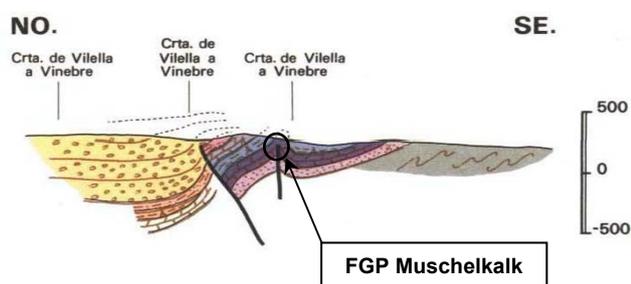
## 6. Análisis de la información utilizada y propuesta de actuaciones

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

No existe información con la poder establecer la cuantificación de las relaciones río-acuífero. Solamente se han podido establecer las relaciones cualitativamente y en referencia a la información bibliográfica existente.

### 6.2 Propuesta de actuaciones

Además de los tramos definidos, existe un tramo del río Montsant que se considera potencialmente perdedor, pero del cual apenas existe información. **Corresponde al tramo del río Montsant antes de entrar a la MASb 091.098 Priorato, a su paso por las dolomías y calizas permeables del Muschelkalk inf. (litología T<sub>G21</sub> del MAGNA 1:50.000) por las que discurre en unos 350m en la estructura anticlinal de La Figuera (Figura 3). Supuestamente existe una pérdida de caudal del río Montsant en la zona conocida como “El Engollidor”. En este tramo el río no dispone de un régimen hidrológico natural sino influenciado, ya que se encuentra aguas abajo del embalse de Montsant.**



**Figura 3.** Corte geológico representativo de la estructura conocida como anticlinal de La Figuera, donde el río Montsant pierde a favor de la FGP Muschelkalk (Fuente: hoja MAGNA 444).

Con el fin de mejorar el conocimiento de las relaciones río-acuífero de los tramos definidos se propone realizar una serie de aforos diferenciales de periodicidad mensual y, al menos, de un año hidrológico de duración en los siguientes puntos.

- En concreto, para el río Canaleta se propone la realización de 2 aforos diferenciales (a la entrada y a la salida del río en la MASb) que junto con los puntos de aforo propuestos en la MASb contigua de Puertos de Tortosa, sirvan para cuantificar las relaciones río-acuífero de los tramos definidos. También se propone realizar aforos en el río Ciurana al final de los 2 tramos definidos y un aforo diferencial en el tramo del río Montsant en el que existe una potencial relación río-acuífero.

La siguiente tabla incluye la situación geográfica de los 6 puntos de aforo propuestos.

Nº estación	UTM X	UTM Y	Cota (m s.n.m.)	Cauce	Objetivo
1	788090	4545090	158	Río Canaleta	Controlar el caudal del río Canaleta a su entrada en la MASb
2	795478	4540675	17	Río Canaleta	Controlar el caudal del río Canaleta a su salida de la MASb
3	806320	4560100	30	Río Ciurana	Controlar el caudal del río antes de su confluencia con el Ebro
4	809080	4560250	33	Río Ciurana	Controlar del río antes de su confluencia con el Asmat
5	811580	4571180	253	Río Montsant	Determinar el caudal de aportación superficial a la FGP Muschelkalk al inicio del tramo potencial del río Montsant (Montsant II)
6	813550	4570940	227	Río Montsant	Determinar el caudal de aportación superficial a la FGP Muschelkalk al final del tramo potencial del río Montsant (Montsant II)

**Tabla 6.** Estaciones de control propuestas

Además se recomienda controlar de forma sistemática la estación de aforos con código 132 situada en la cola del embalse de Guiamets, con el fin de establecer la relación río-acuífero del primer tramo del río Asmat, a su paso por la formación geológica permeable que constituyen las dolomías del Muschelkalk.

Por último se recomienda efectuar sondeos piezométricos en diversos puntos de la Sierra de Pandols-Caballs para establecer de forma más precisa las relaciones hidráulicas del acuífero jurásico con los ríos Ebro, Sec y Canaletas. Además también sería interesante la construcción de sondeos piezométricos sobre las formaciones terciarias de la Cubeta de Mora en las proximidades con los afloramientos mesozoicos con el fin determinar la relación entre ambos acuíferos.

## **7. Referencias Bibliográficas**

- (1) Confederación Hidrográfica del Ebro (1991-a): Delimitación de las Unidades Hidrogeológicas de la Cuenca del Ebro (Plan Hidrológico).
- (2) Confederación Hidrográfica del Ebro (1991-b): Estudio de los recursos hídricos subterráneos de los Acuíferos de la margen derecha del Ebro (Zona III. Acuíferos de la zona baja).
- (3) IGME (1972): Mapa Geológico de España (MAGNA) a escala 1:50.000 2ª serie. Hojas 444, 445, 470, 471, 472, 496 y 497.
- (4) Dirección General del Agua (2004-2006): Trabajos de apoyo para atender los requerimientos de la Directiva Marco en materia de planificación hidrológica (Cuenca del Ebro).

## **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. 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. 091.097-Fosa de Mora**

Masa de aguas subterránea asociada (Codmsbt_def)		091.097	Fosa de Mora			LISTADO DE OTROS MANANTIALES
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica (Cod_demarc_id)		091	Ebro			
Código del manantial (Cod_mant)	Código IGME del manantial (Codigme_mant)	Ubicación geográfica			Datos de Caudales (l/s)	Uso del manantial-IGME (Usoigme_mant) (Uso_mant)
		Coordenadas UTM-Huso 30 (CoorX_mant)	Coordenadas UTM-Huso 30 (CoorY_mant)	Cota del manantial (Cota_mant)	Caudal histórico IGME (Qhistigme_mant)	
	311880007	788373	4544944	220	20.0	Abastecimiento
	321770001	812586	4570595	300	0.8	Abastecimiento
	321770004	811977	4568694	480	0.8	No se utiliza
	321810006	797909	4555195	155	5.0	Abastecimiento
	321810007	797496	4555547	180	3.0	Abastecimiento
	321810008	797285	4555012	20	0.0	Abastecimiento
	321820001	800387	4556280	220	2.0	Abastecimiento
	321820003	800183	4557827	260	2.0	Abastecimiento
	321830032	810538	4563992	220	1.4	Abastecimiento
	321830036	808937	4560343	120	3.0	Abastecimiento
	321840017	817326	4556596	190	1.0	No se utiliza
	321840025	819254	4559855	315	2.0	Abastecimiento
	321850002	798154	4548006	220	0.2	Abastecimiento
	321870025	813193	4549152	400	0.8	Abastecimiento
	321880010	815629	4553819	220	0.9	Abastecimiento
	321880012	813654	4550702	260	0.8	Agricultura
	321910003	797070	4542611	20	3.3	Abastecimiento
	331750004	826426	4565289	600	0.3	Agricultura
	331810011	822329	4559046	320	4.2	Agricultura

**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. 091.097-Fosa de Mora**

Masa de aguas subterránea asociada (Codmsbt_def)		091.097	Fosa de Mora			LISTADO DE OTROS MANANTIALES
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica (Cod_demar_id)		091	Ebro			
Código del manantial (Cod_mant)	Código IGME del manantial (Codigme_mant)	Ubicación geográfica			Datos de Caudales (l/s)	Uso del manantial-IGME (Usoigme_mant) (Uso_mant)
		Coordenadas UTM-Huso 30 (CoorX_mant)	Coordenadas UTM-Huso 30 (CoorY_mant)	Cota del manantial (Cota_mant)	Caudal histórico IGME (Qhistigme_mant)	
	331810013	825209	4559133	520	2.8	No se utiliza
	331810015	825539	4559733	440	0.3	Abastecimiento
	331810016	825098	4561188	420	0.6	Abastecimiento
	331810018	822435	4559948	300	0.3	Agricultura
	331810019	823722	4561345	360	0.3	Ganadería
	331810021	824504	4562318	420	16.9	Ganadería
	331810026	823352	4562450	540	0.5	No se utiliza
	331810030	825214	4563818	500	0.6	Abastecimiento
	331810034	822303	4562729	410	5.6	Abastecimiento
	331810036	826766	4563660	600	8.3	No se utiliza
	331810037	826462	4563085	550	8.3	No se utiliza
	331850042	821596	4554389	560	10.0	Abastecimiento