

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

091.105 DELTA DEL EBRO



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**

091.105 DELTA DEL EBRO

ÍNDICE

1. CARACTERIZACIÓN DE MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	1
1.1 IDENTIFICACIÓN, MORFOLOGÍA Y DATOS PREVIOS	1
1.2 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO	3
1.2.1 <i>Litoestratigrafía y permeabilidad</i>	3
1.2.2 <i>Estructura geológica</i>	4
1.2.3 <i>Funcionamiento hidrogeológico</i>	4
2. ESTACIONES DE CONTROL Y MEDIDAS DE CAUDALES	8
2.1 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE AFOROS	8
2.2 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE CONTROL HIDROMÉTRICO	8
2.3 OTRA INFORMACIÓN HIDROMÉTRICA	8
3. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS TRAMOS DE RÍO RELACIONADOS CON ACUÍFEROS	10
3.1 IDENTIFICACIÓN Y MODELO CONCEPTUAL	10
3.2 RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO	11
4. MANANTIALES	13
4.1 MANANTIALES PRINCIPALES	13
4.2 RESTO DE MANANTIALES	13
5. ZONAS HÚMEDAS	16
5.1 IDENTIFICACIÓN Y MODELO CONCEPTUAL	16
5.2 RELACIÓN HIDROGEOLÓGICA ZONA HÚMEDA-MASb	17
6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y PROPUESTA DE ACTUACIONES	19
6.1 VALORACIÓN DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	19
6.2 PROPUESTA DE ACTUACIONES	19
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
8. BIBLIOGRAFÍA DE INTERÉS	20

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**

091.105 DELTA DEL EBRO

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de funcionamiento hidrogeológico del Delta.....	5
Figura 2. Esquema del balance hídrico de la MASb 091.105. Delta del Ebro	6
Figura 3. Esquema del funcionamiento de las surgencias existentes en la MASb.....	14

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

091.105 DELTA DEL EBRO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Datos en estaciones de medida y control hidrométrico	8
Tabla 2.	Identificación de los tramos de ríos conectados	10
Tabla 3.	Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos	11
Tabla 4.	Humedales asociados a la MASb 091.105 (Delta del Ebro).....	16
Tabla 5.	Relación humedal-acuífero en la MASb 091.087 (Gallocanta).....	17

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

091.105 DELTA DEL EBRO

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1.	Mapa de situación de la Masa de Agua Subterránea	2
Mapa 2.	Mapa de permeabilidades	7
Mapa 3.	Mapa de estaciones de control y medida de caudales	9
Mapa 4.	Mapa sinóptico de la relación río-acuífero	12
Mapa 5.	Mapa de manantiales	15
Mapa 6.	Mapa de zonas húmedas	18

1. Caracterización de MASA de AGUA SUBTERRÁNEA

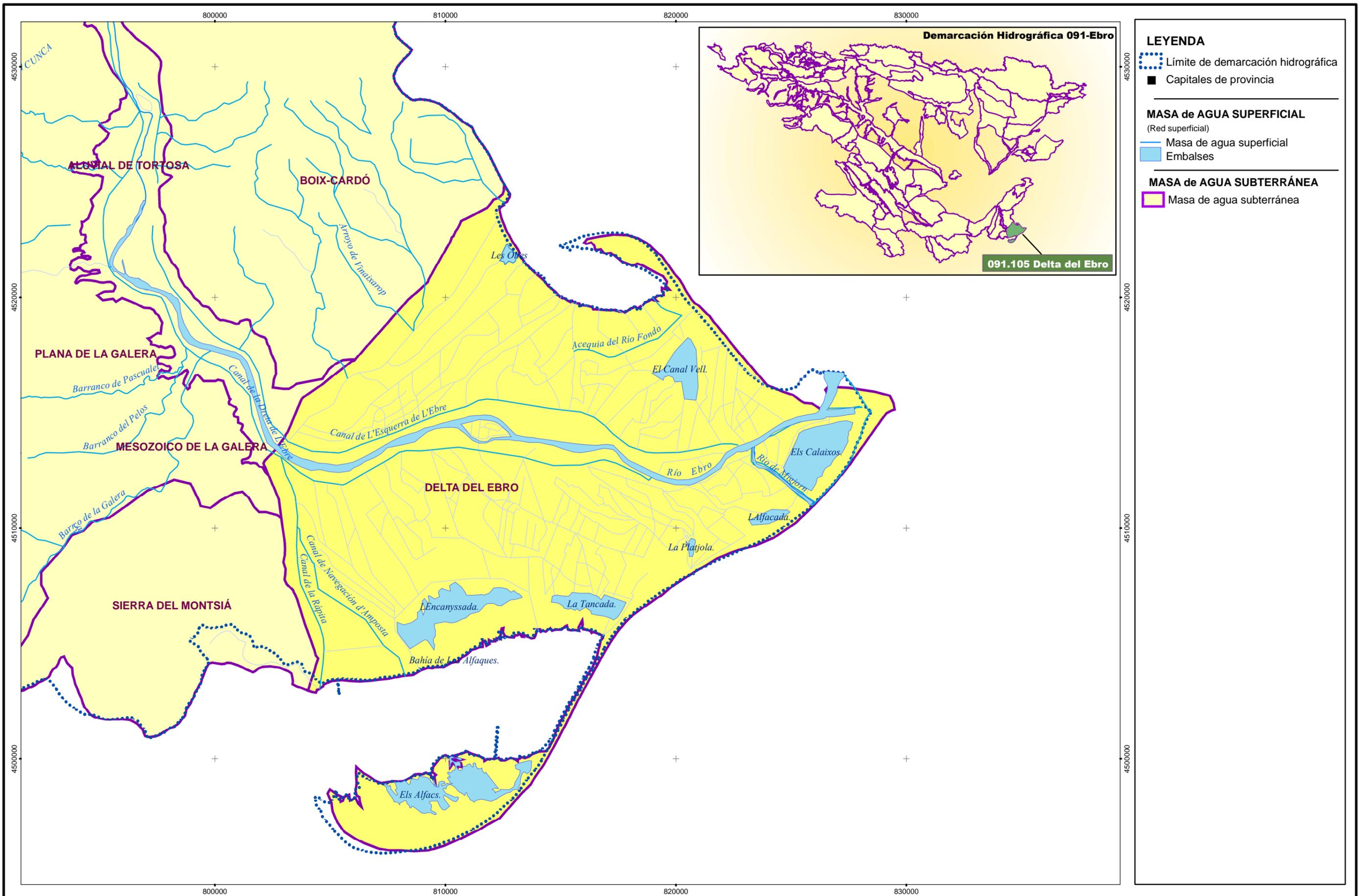
1.1 Identificación, morfología y datos previos

La MASb Delta del Ebro, identificada con el código 091.105, se localiza en el extremo meridional de la provincia de Tarragona, en lo que sería el sector más oriental del Dominio Ibérico Maestrazgo-Catalánide. La superficie total de la MASb es de 343 km² incluidos en su totalidad dentro del ámbito de la Comunidad Autónoma de Cataluña. El límite Oeste de la MASb viene definido por las sierras de Boix y del Cardó y la Sierra de Montsiá, mientras que al Este limita con el Mediterráneo.

Desde el punto de vista fisiográfico se trata de un área de escaso relieve y con muy poca variación de nivel topográfico, siendo la cota máxima de 46 m.s.n.m y la mínima de 0 m.s.n.m, fijándose la cota media en 14 m.s.n.m.

El principal y único curso de agua superficial es el propio río Ebro, si bien existen una serie de acequias y canales de drenaje que suponen un cambio hidrológico importante con respecto al funcionamiento en régimen natural y que interfieren con la hidrogeología de los niveles acuíferos más superficiales.

Sobre esta MASb no existe ningún modelo matemático de simulación.



1.2 Contexto Hidrogeológico

1.2.1 Litoestratigrafía y permeabilidad

El Delta del Ebro está constituido por una serie de formaciones geológicas detríticas cuaternarias bajo las que subyace el substrato mesozoico carbonatado calcáreo de las sierras del borde Oeste. Estas sierras están separadas de la llanura deltáica por un sistema de fallas de sentido NE-SO que hunde el bloque mesozoico bajo el Mediterráneo. La totalidad de los afloramientos incluidos dentro de los límites de la MASb es cuaternario. El cuerpo sedimentario del Delta está formado por una secuencia de formaciones de piedemontes, abanicos aluviales y depósitos marinos que se han ido depositando desde el Mioceno hasta la actualidad. Las facies más proximales están constituidas por depósitos de arenas y gravas fluvio-marinas, que se encuentran apoyadas directamente sobre el sustrato mesozoico. El espesor de estos depósitos es de 25-30 metros en zonas proximales, disminuyendo progresivamente hacia la zona más distal del delta, donde se produce un predominio de facies granulométricas más finas entre las que se intercalan cuerpos lenticulares arenosos asociados a paleocauces.

Desde el punto de vista hidrogeológico se considera que todas las formaciones cuaternarias incluidas dentro del delta del Ebro constituyen un único acuífero interconectado, a pesar de las diferentes propiedades hidráulicas e hidrodinámicas existentes entre los distintos materiales. Así pues se ha considerado una única formación geológica permeable (FGP) en conexión hídrica con el río Ebro.

- **FGP Cuaternaria.** Está constituida por varios niveles o formaciones acuíferas entre las que pueden ser agrupadas en los siguientes términos:
 - Arenas y gravas fluvio-marinas. Se encuentran adosadas al sustrato poligénico Plioceno y piedemonte, con los que se encuentran interconectados hidráulicamente y que a su vez presentan conexión con el sustrato mesozoico. Se encuentran en la zona proximal del delta y gran parte de la base de los depósitos deltáicos. Constituye el acuífero de mejores características y posibilidades de explotación, con valores de transmisividad de entre 2.500 y 5.000 m²/día. Su espesor máximo es de 25-30 metros, disminuyendo progresivamente hacia el frente deltáico. En determinados sectores puede encontrarse confinado o semiconfinado por los materiales limo-arcillosos del frente del delta.
 - Paleocauces. Se trata de cuerpos arenosos de elevada permeabilidad y distribución heterogénea aislados hidráulicamente por materiales limo-arcillosos.

- Diques y áreas de derrame. Se encuentran en conexión directa con el cauce del Ebro, del que se alimentan y al que transmiten la descarga de las formaciones adyacentes. Se trata de formaciones arenosas cuyo contenido en finos aumenta hacia las zonas más lejanas al cauce.

1.2.2 Estructura geológica

La estructura geológica del Delta del Ebro está relacionada la existencia de una falla o sistema de fallas de dirección que provocan el hundimiento de los materiales mesozoicos de las sierras adyacentes y la deposición y progresiva subsidencia de los depósitos detríticos de origen continental arrastrados por el río. La serie deposicional es de tipo transgresivo y se extiende a lo largo de una superficie de hasta 30 km de longitud y 500 metros de espesor.

1.2.3 Funcionamiento hidrogeológico

Esta masa de agua subterránea presenta un régimen de funcionamiento muy influenciado como consecuencia del fuerte desarrollo agrícola existente, basado, fundamentalmente, en el cultivo de arroz. Los arrozales son regados mediante inundación por medio de los canales de derivación del azud de Xerta. Además en las zonas más proximales del delta existen acequias de drenaje que interceptan parte del flujo subterráneo procedente del continente y mantienen un nivel piezométrico en el delta compatible con su explotación agrícola.

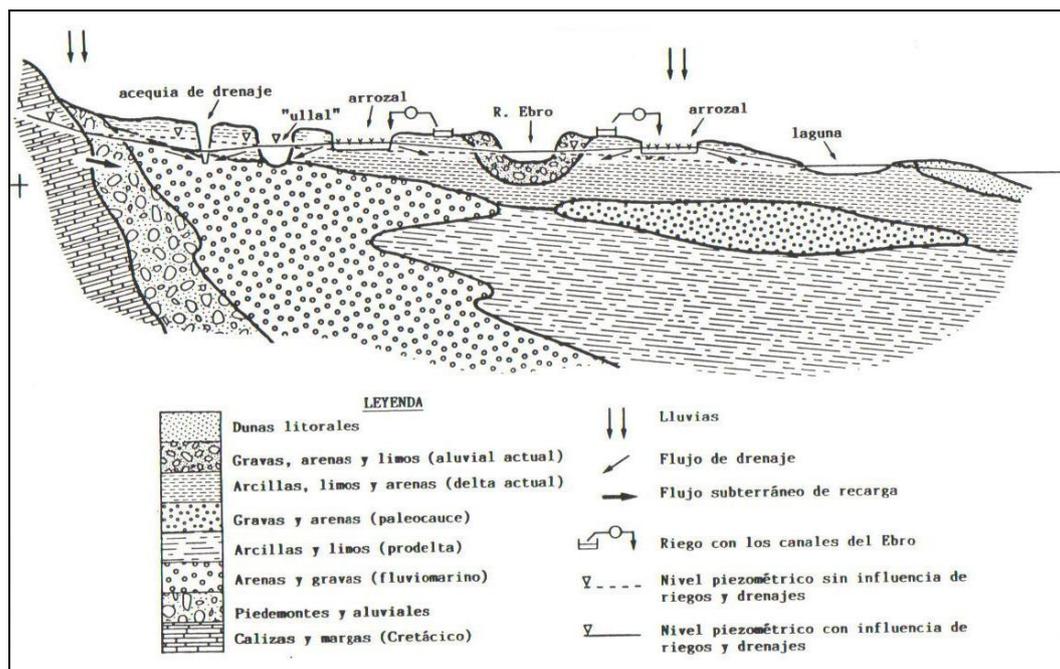


Figura 1. Esquema de funcionamiento hidrogeológico del Delta

Las entradas de agua al sistema proceden fundamentalmente de la infiltración producida a través del cultivo de arroz y otro tipo de cultivos. También se producen entradas laterales de cierta magnitud procedentes del borde carbonatado mesozoico. Por último existen entradas por infiltración directa del agua de lluvia, que en el caso de los terrenos ocupados por arrozales, sólo se producen en periodos en los que estos se encuentran secos.

La descarga del sistema se produce mediante el drenaje por acequias y por los "Ullals" en la zona proximal del delta. En el resto se produce por descargas hacia el río Ebro, hacia diversas lagunas y hacia el mar. El bombeo de agua subterránea apenas tiene importancia con respecto al total de los recursos del sistema. La siguiente figura muestra el esquema del balance hídrico de la MASb.

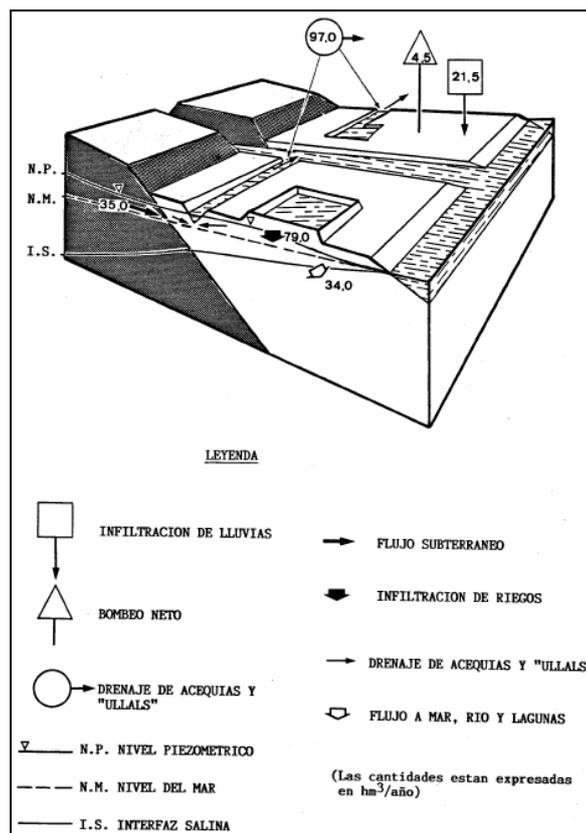
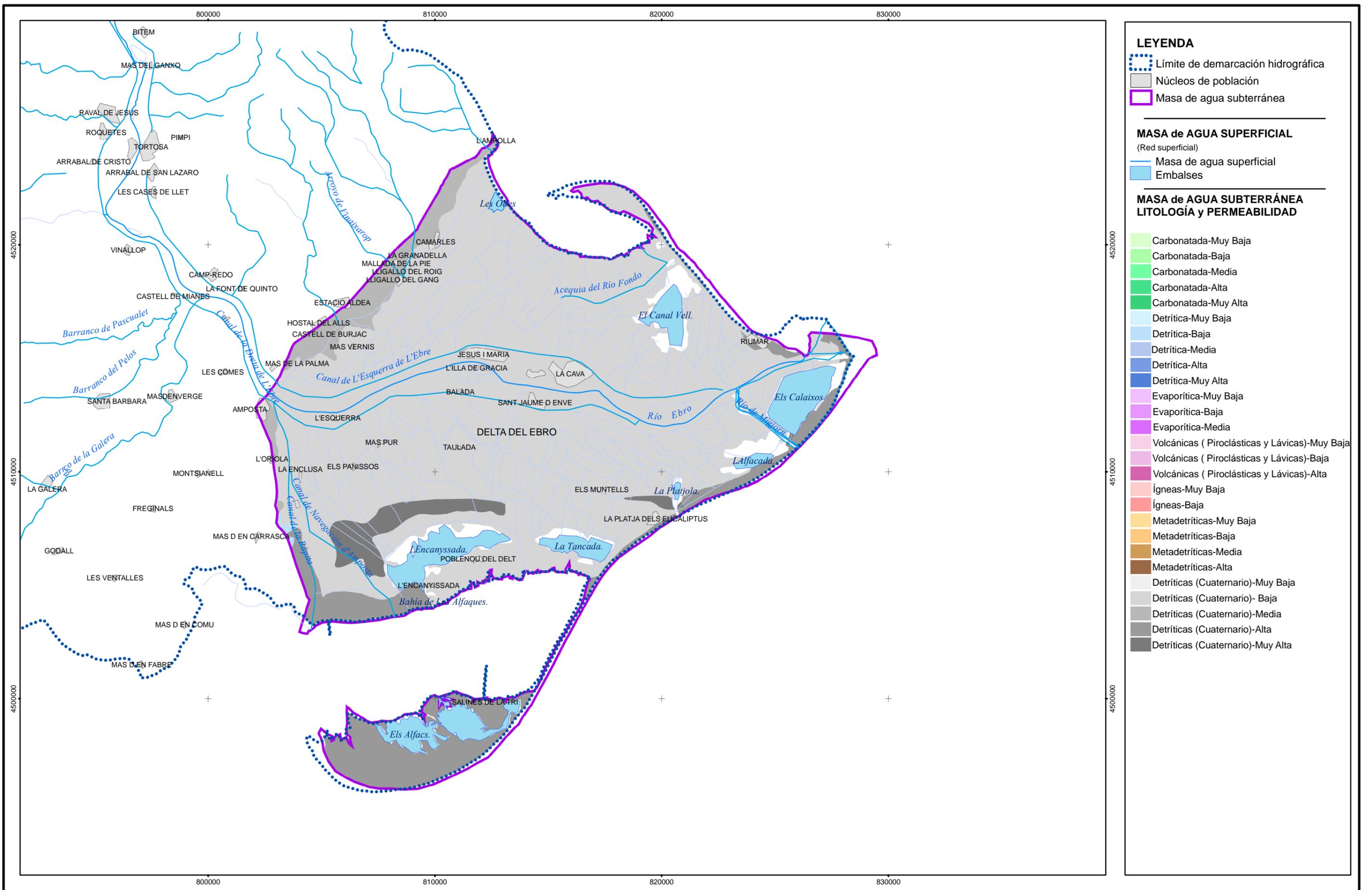


Figura 2. Esquema del balance hídrico de la MASb 091.105. Delta del Ebro

Por lo que respecta a la piezometría de la llanura deltáica, los estudios existentes indican su difícil precisión y conocimiento como consecuencia de su escasa variación de nivel (lo que implica un reducido gradiente), y de la influencia que provocan las recargas y drenajes inducidos artificialmente (arrozales, acequias, etc) sobre la superficie piezométrica, sobre todo del acuífero superficial y profundo. Existe un acuífero multicapa inferior del que apenas se tienen datos y que se encuentra cautivo bajo los niveles arcillosos deltáicos.



- 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

2. Estaciones de control y medidas de caudales

La MASb del Delta del Ebro no dispone de estaciones de aforo oficiales con las que cuantificar la relación río-acuífero. Únicamente existe información hidrométrica puntual en algunos de los canales y acequias de derivación y drenaje más importantes.

2.1 Estaciones de la red oficial de aforos

No existe ninguna estación de la red oficial de aforos dentro de los límites de la MASb.

2.2 Estaciones de la red oficial de control hidrométrico

No se han definido redes oficiales de control hidrométrico en esta masa de agua subterránea.

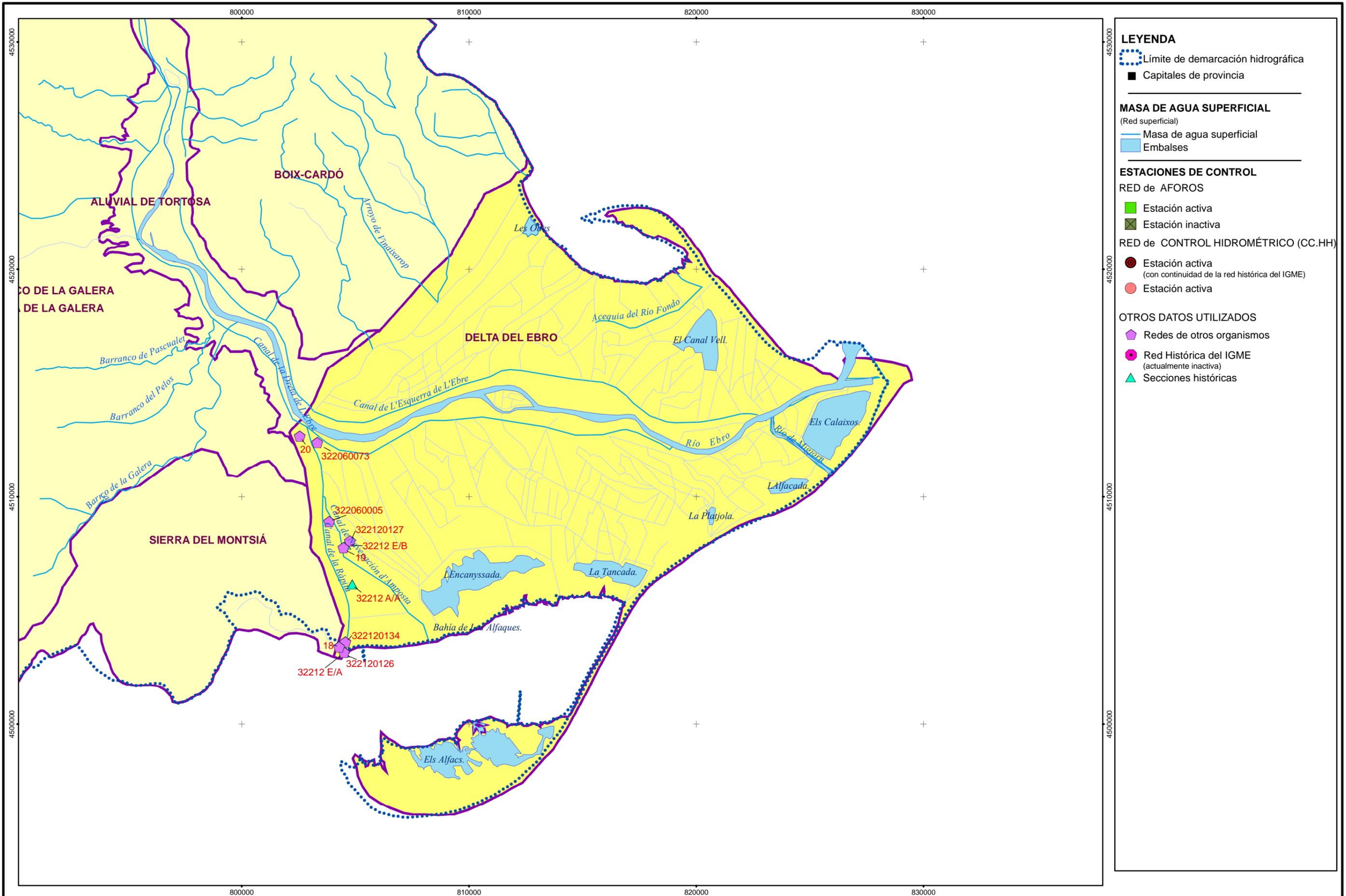
2.3 Otra información hidrométrica

La única información hidrométrica existente hace referencia a las principales acequias de derivación existentes en la zona proximal del Delta. Se trata de puntos de control foronómico pertenecientes a redes de control de la CHE y del IGME, con medidas puntuales de caudal.

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)
322060073	SGOP-CHE	Punto de control. Acequia del Excortxador	49	ago-90 a mar-08	31	240	1.187
322060005		Ullals de Baltasar	3	jul-92 a oct-99	21	32	43
322120127		Punto de control. Acequia Grande. Partidas de la Tara-Ger	9	ago-90 a nov-92	262	536	840
322120134		Punto de control. Rastrillo limpiador del Canal del Excortxador en San Carlos de la Rápita	37	dic-02 a mar-08	29	321	849
322120126		Escala en Acequia del Excortxador	13	ago-90 a oct-02	121	357	600
18		CHE-MOPT ⁽¹⁾	Escala nº 18 Acequia Mare en S. Carles	+/-90	jun-90 a jun-91	356	466
19	Escala nº 19. Acequia Gran		+/-90	jun-90 a jun-91	261	445	679
20	Escala nº 20. Acequia Mare en Amposta		+/-90	jun-90 a jun-91	268	422	658
32212 E/B	IGME	L'Excortxador en Amposta. Acequia Mare	16	ago-90 a jun-01	4.41	267	1.187
32212 A/A		Acequia Grande de Amposta. Ullals de Arispe	30	ago-90 a jun-01	237	433	840
32212 E/A		L'Excortxador en San Carlos. Acequia Mare	30	ago-90 a jun-01	139	349	770

⁽¹⁾ Puntos incluidos en el Estudio de los recursos hídricos subterráneos de los acuíferos de la margen derecha del Ebro. Zona III. Acuíferos de la zona baja

Tabla 1. 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

En la MASb 091.105 Delta del Ebro, solamente se ha identificado 1 tramo en el que se produce relación río-acuífero. Se trata del tramo del río Ebro que discurre a lo largo de la MASb. Únicamente se establece la relación cualitativa río-acuífero ya que no existe información para su cuantificación.

La única información hidrométrica disponible hace referencia a canales de derivación y drenaje artificiales realizados con fines agrícolas. Estos canales son realizados para rebajar la cota piezométrica lo suficiente como para controlar el llenado y vaciado de los arrozales.

3.1 Identificación y Modelo Conceptual

El único tramo en el que se ha identificado algún tipo de relación río-acuífero es el siguiente:

- **Tramo Ebro I** (091.105.001-tramo conectado con la MAS código 891). Corresponde al tramo del río Ebro desde la población de Tortosa y hasta su desembocadura. La MAS relacionada es río Ebro desde Tortosa hasta desembocadura (aguas transición) (código 891).

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	
091.105.001	Río Ebro	891	Río Ebro desde Tortosa hasta desembocadura (aguas transición)	Río		Masa Modificada	FGP Cuaternaria

Tabla 2. Identificación de los tramos de ríos conectados

A continuación se describe el modelo conceptual de la relación río-acuífero del tramo identificado en la MASb Delta del Ebro.

Tramo Ebro I (091.105.001). Se trata del único tramo de río de la MASb. El Ebro, a lo largo de todo el tramo discurre sobre el aluvial cuaternario limoso que constituyen los denominados Levees. Estos depósitos limosos se apoyan sobre las formaciones detríticas de la llanura deltáica que constituyen el nivel acuífero superficial conectado hidráulicamente con el río. La bibliografía consultada indica el carácter ganador del río,

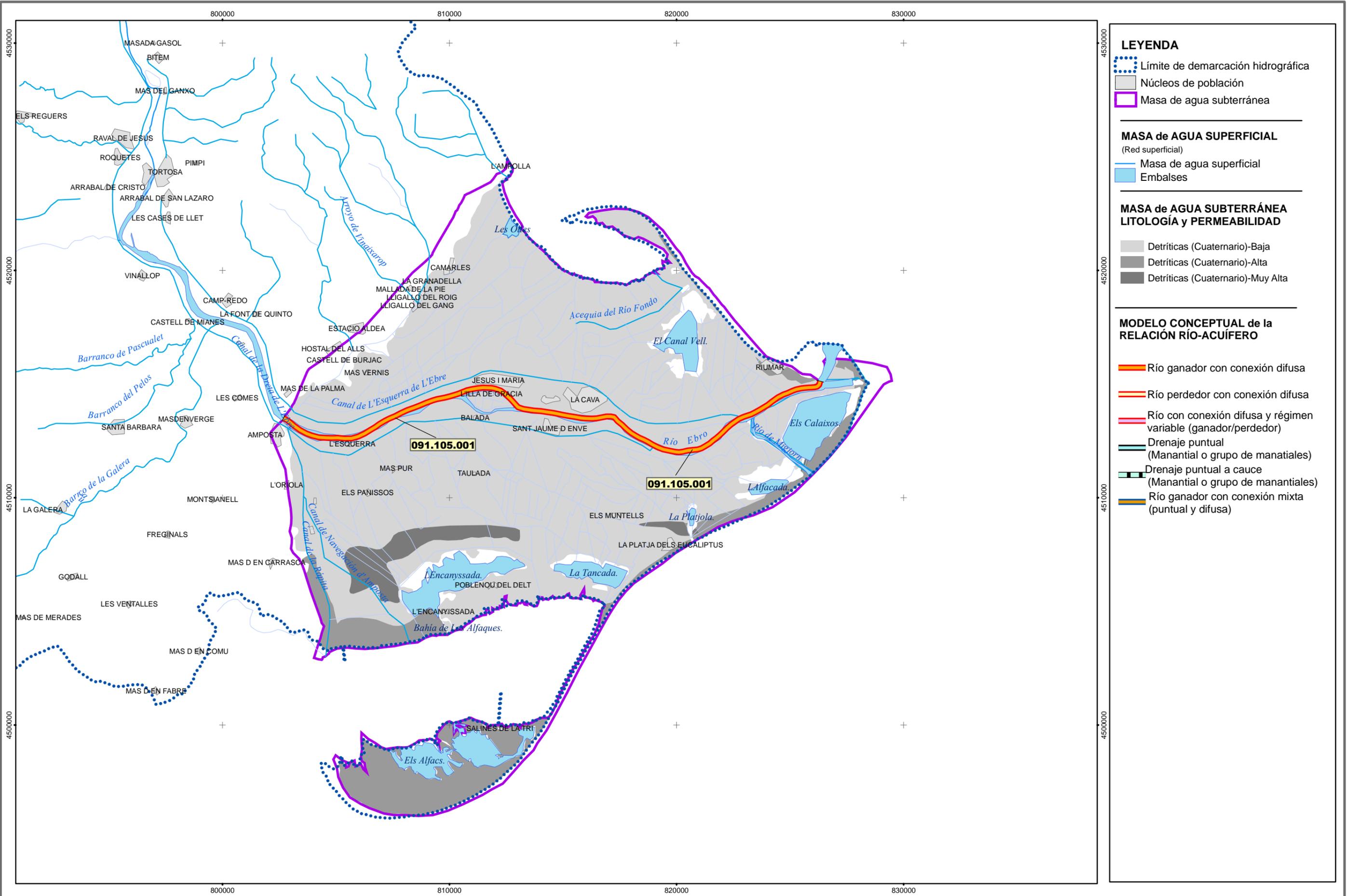
que actúa como receptor de parte de la descarga del acuífero, aunque ocasional y puntualmente pueda recargar acuífero actuando como perdedor. Conceptualmente, este tramo se identifica con un modelo de río ganador con conexión difusa directa (código 401-*Conexión difusa directa en cauces efluentes*). Se considera que el tramo de río se encuentra en régimen de funcionamiento totalmente modificado e influenciado debido a la regulación en cabecera y la existencia de numerosos canales de riego y acequias de derivación existentes aguas arriba de la propia 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)
091.105.001	Río Ebro	Conexión difusa directa en cauces efluentes	Modificado	Aluvial limoso		El río actúa como colector del acuífero al intersectar su cota piezométrica	26.145

Tabla 3. *Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos*

3.2 Relación río-acuífero

No existen datos con los que poder cuantificar la relación río-acuífero ya que no se dispone de estaciones de control hidrométrico en ningún punto del tramo. Tampoco es posible realizar estimaciones a través de los datos piezométricos debido al escaso gradiente existente y a la topografía prácticamente plana del Delta, para lo cual sería necesario realizar una detallada nivelación topográfica de los puntos de control piezométricos y del cauce del río.



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

- Detríticas (Cuaternario)-Baja
- Detríticas (Cuaternario)-Alta
- 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

Apenas existen manantiales inventariados dentro de los límites de esta MASb. Los manantiales que se describen a continuación, proceden de dos fuentes:

- Base de Datos Aguas del IGME.
- Base de datos IPA facilitado por la Confederación Hidrográfica del Ebro.

La inexistencia de manantiales se debe a que las principales descargas de la MASb son propiciadas por el efecto dren de los canales y acequias existentes.

4.1 Manantiales principales

No se ha considerado ninguno de los manantiales como principales ya que no tienen relación directa con el único tramo de relación río-acuífero definido.

4.2 Resto de manantiales

Dentro de este apartado se han considerado los 3 manantiales de los que se tiene constancia en las bases de datos del IGME y CHE. El más significativo de estos manantiales es el manantial que da lugar al Ullals de Baltasar (código 322060005) y que presenta una descarga media de 32 l/s. Los otros 2 manantiales inventariados apenas disponen de información hidrométrica y están codificados como 322030042 (con una medida puntual de caudal de 18 l/s) y 322060011 (sin dato de caudal).

Estos manantiales son consecuencia de las descargas de los acuíferos carbonatados del flanco occidental del delta, para los cuales, los depósitos deltáicos constituyen una barrera hidrogeológica al flujo de las citadas formaciones carbonatadas a las que confinan. Estas descargas suelen dar lugar a pequeñas lagunas de poco calado conocidas en la zona como "ullals". El caudal de dichas surgencias ha ido disminuyendo progresivamente, llegando incluso a secarse por completo en algunos casos. Esta merma de caudal se considera debida a la intensa explotación de los acuíferos carbonatados de la depresión de Tortosa-Galera que los alimentan.

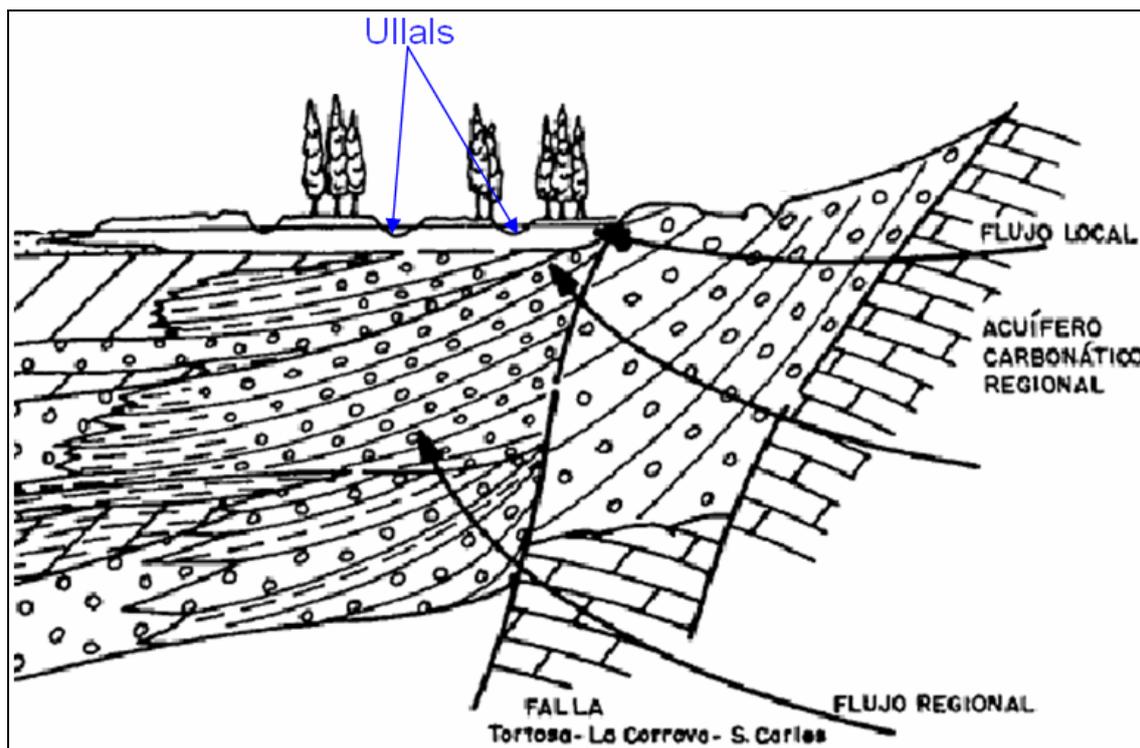
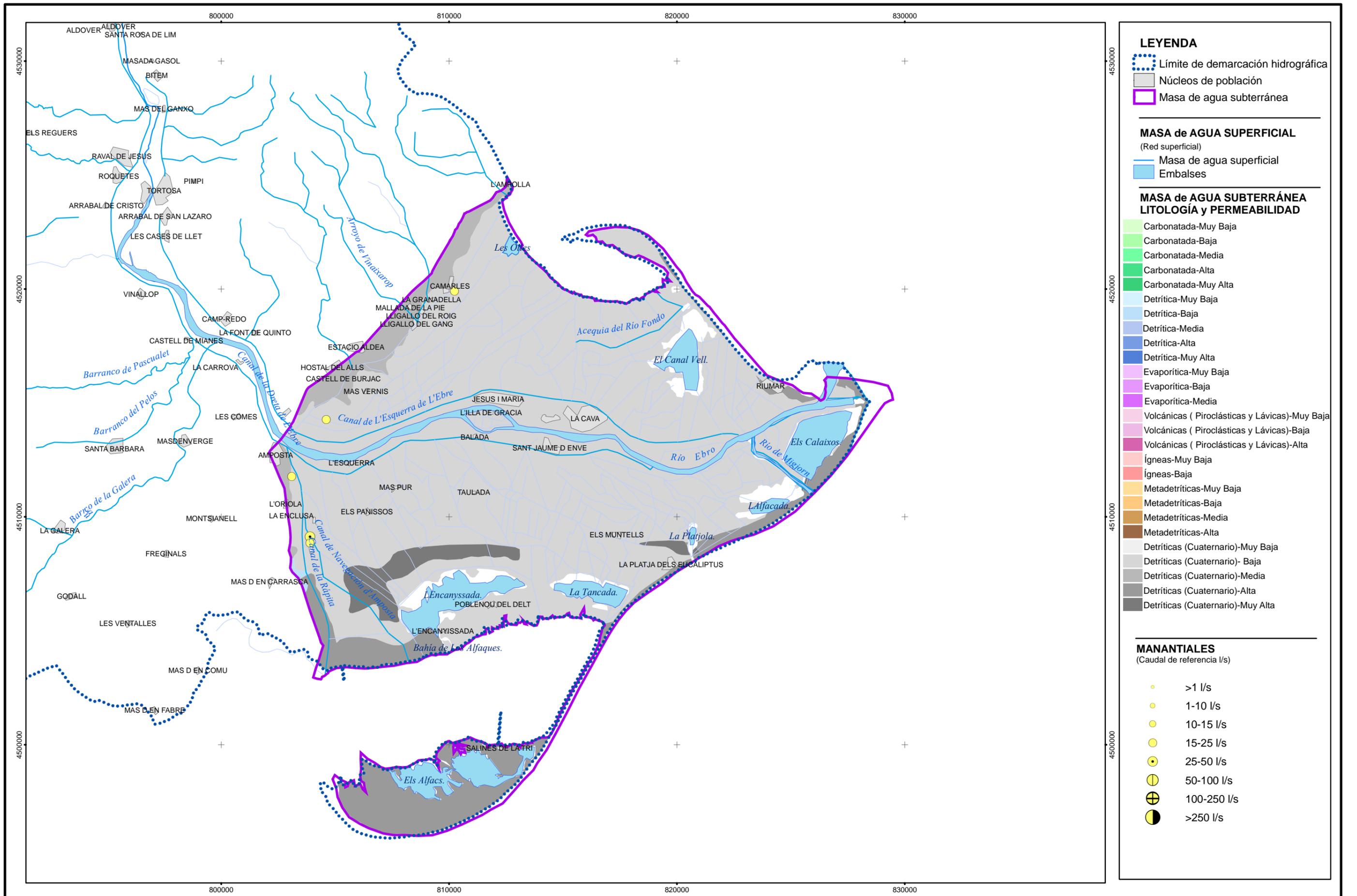


Figura 3. Esquema del funcionamiento de las surgencias existentes en la MASb



LEYENDA

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

MASA de AGUA SUPERFICIAL
(Red superficial)

- Masa de agua superficial
- Embalses

MASA de AGUA SUBTERRÁNEA
LITOLOGÍA y PERMEABILIDAD

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

MANANTIALES
(Caudal de referencia l/s)

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

5. Zonas húmedas

Dentro de la MASb del Delta del Ebro existen identificados un total de 8 humedales independientes entre sí, pero que han sido agrupados dentro del mismo espacio Ramsar (19), Lic (ES5140013) y Zepa (ES0000020), lo que implica una zona de alta protección ambiental.

5.1 Identificación y Modelo Conceptual

Todos los humedales identificados tienen una relación directa con la geomorfología del delta y, si bien tienen un origen natural, la transformación agrícola sufrida desde el siglo XIX y hasta la actualidad, así como el aumento de la regulación del río aguas arriba del delta, interfieren notablemente en el funcionamiento de los mismos.

La siguiente tabla muestra los humedales identificados dentro de la MASb:

Masa de agua subterránea		091.105	Delta del Ebro	
Humedal	Código (MMA 2006)	Categoría	Código Oficial	Nombre LIC, ZEPA, RAMSAR
El Canal Vell	20315	RAMSAR	19	DELTA DE L'EBRE
Els Alfacs	20775			
Els Calaixos	20324			
La Platjola	20294	LIC	ES5140013	
La Tancada	20309			
La Alfacada	20277	ZEPA	ES0000020	
L'Encanyssada	20316			
Les Olles				

Tabla 4. *Humedales asociados a la MASb 091.105 (Delta del Ebro)*

Aunque de forma general se puede decir que el origen de las lagunas es común y se generan como consecuencia del drenaje de parte del acuífero superficial detrítico cuaternario, existe una gran heterogeneidad en cuanto al balance de las entradas de agua dulce y salina. Esta variación es dependiente tanto de la situación geográfica de la laguna como del periodo del año considerado. Así pues, las lagunas con aguas más dulces son las de Les Olles y La Platjola y las más saladas las de La Tancada y Els Calaixos.

Por lo general la profundidad de la lámina de agua de esta lagunas varía entre 30 y 190 cm, produciéndose los niveles más altos durante los meses de primavera y verano, como consecuencia de la entrada de agua dulce de origen agrícola, fundamentalmente por el riego por inundación de los arrozales.

En cuanto al modelo conceptual de funcionamiento de los distintos humedales, se considera que la alimentación principal tiene origen subterráneo, si bien dicho aporte subterráneo procede del nivel acuífero superficial, el cual también se encuentra influenciado por procesos de

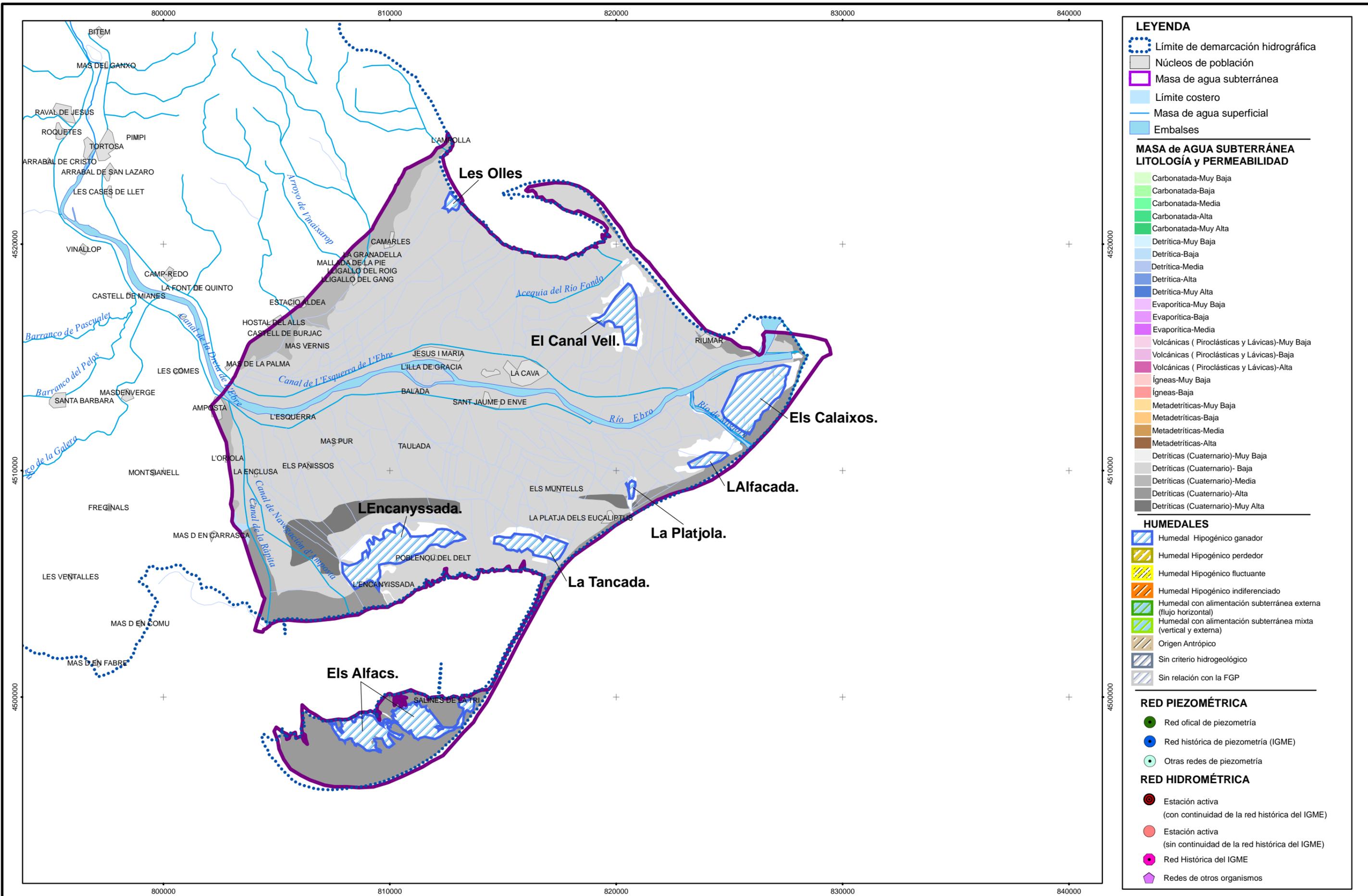
intrusión marina y por la acción de las mareas. Su drenaje o vaciado se considera abierto o exorréico, ya que el agua se libera mediante flujos en fase líquida de forma natural, a través de la red de drenaje superficial o directamente hacia el mar. Se consideran humedales permanentes fluctuantes, ya que no siempre mantienen una lámina de agua permanente, aunque cuando desaparecen la lámina de agua se mantiene como criptohumedal.

5.2 Relación hidrogeológica zona húmeda-MASb

No existen datos con los que poder cuantificar la relación hidrogeológica existente entre el humedal y la MASb. Únicamente se puede establecer una relación cualitativa y de funcionamiento general de cada uno de los humedales. Dicha relación queda establecida en la siguiente tabla.

Humedal (Nombre)	Código	Modo alimentación	Tipología de drenaje	Hidroperiodo	Modelo conceptual relación humedal-MASb	Cuantificación relación humedal-acuífero	Observaciones
El Canal Vell	20315	Hipodérmico	Exorréico	Permanente Fluctuante	Flujo vertical estricto positivo		
Els Alfacs	20775						
Els Calaixos	20324						
La Platjola	20294						
La Tancada	20309						
La Alfacada	20277						
L'Encanyssada	20316						
Les Oïles							

Tabla 5. *Relación humedal-acuífero en la MASb 091.087 (Gallocanta)*



6. Análisis de la información utilizada y propuesta de actuaciones

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

Debido a la ausencia de datos hidrométricos no se ha realizado ninguna cuantificación de la relación río-acuífero.

6.2 *Propuesta de actuaciones*

Dado el escaso interés hidrogeológico del Delta del Ebro en cuanto a la explotación y uso de sus recursos subterráneos, por a la salinización de sus aguas, y debido al elevado grado de influencia del río Ebro dentro de esta MASb, no se propone ninguna actuación encaminada al control y cuantificación de la relación río-acuífero dentro de los límites de la misma.

Si se considera interesante proceder a establecer sistemas de control de las zonas húmedas y su vinculación con los acuíferos, mediante sistemas de control limnimétrico de la lámina de agua y el control de desagües en golas y compuertas.

7. Referencias Bibliográficas

- (1) Confederación Hidrográfica del Ebro (1991-a): Delimitación de las Unidades Hidrogeológicas de la Cuenca del Ebro (Plan Hidrológico).
- (2) 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).
- (3) CHE-MOPT(1991): Estudio de los recursos hídricos subterráneos de los acuíferos de la margen derecha del río Ebro. Zona III. Acuíferos de la zona baja.
- (4) A. Bayó Dalmau, E. Custodio Gimena, C. Loaso Vierbücher. Las aguas subterráneas en el Delta del Ebro. Revista de Obras Públicas (Septiembre 1997).
- (5) IGME (1981): Estudio hidrogeológico del sistema acuífero nº 60. Curso Bajo y Delta del Ebro.
- (6) IGME : Mapa Geológico de España (MAGNA) a escala 1:50.000 2ª serie. Hojas 522, 523, y 547.

8. Bibliografía de interés

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

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. 091.105-Delta del Ebro

Masa de aguas subterránea asociada (<i>Codmsbt_def</i>)		091.105		Delta del Ebro		LISTADO DE OTROS MANANTIALES
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica (<i>Cod_demar_id</i>)		091		Ebro		
Código del manantial (<i>Cod_mant</i>)	Código IGME del manantial (<i>Codigme_mant</i>)	Ubicación geográfica			Datos de Caudales (l/s)	Uso del manantial-IGME (<i>Usoigme_mant</i>) (<i>Uso_mant</i>)
		Coordenadas UTM-Huso 30 (<i>CoorX_mant</i>)	Coordenadas UTM-Huso 30 (<i>CoorY_mant</i>)	Cota del manantial (<i>Cota_mant</i>)	Caudal histórico IGME (<i>Qhistigme_mant</i>)	
	322060005	803896	4508854	3	32	Ganadería y agricultura
	322060011	804614	4514273	6.5		Agricultura
322030042		810240	4519908	5	18	