

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

091.087 GALLOCANTA



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**

---

**091.087 GALLOCANTA**

---

**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 Litoestratigrafía y permeabilidad	3
1.2.2 Estructura geológica	4
1.2.3 Funcionamiento hidrogeológico	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 RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO	12
<b>4. MANANTIALES</b>	<b>14</b>
4.1 MANANTIALES PRINCIPALES	14
4.2 RESTO DE MANANTIALES	14
<b>5. ZONAS HÚMEDAS</b>	<b>16</b>
5.1 IDENTIFICACIÓN Y MODELO CONCEPTUAL	16
5.2 RELACIÓN HIDROGEOLÓGICA ZONA HÚMEDA-MASB	19
<b>6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y PROPUESTA DE ACTUACIONES</b>	<b>23</b>
6.1 VALORACIÓN DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	23
6.2 PROPUESTA DE ACTUACIONES	23
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>24</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA DE INTERÉS</b>	<b>24</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**

---

**091.087 GALLOCANTA**

---

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Evolución del volumen de agua en la Laguna de Gallocanta según modelo matemático de flujo (CHE 2002).....	17
<b>Figura 2.</b> Mapas de isopiezas de los acuíferos Jurásico, Cretácico y Cuaternario para Octubre de 2001 (CHE 2002) .....	18
<b>Figura 3.</b> Evolución piezométrica del entorno de la laguna con respecto a la cota del vaso. ....	19
<b>Figura 4.</b> Evolución real del nivel de agua en la Laguna de Gallocanta y simulada con y sin bombeos según modelo matemático de flujo (CHE 2002) .....	20
<b>Figura 5.</b> Evolución real de la superficie inundada en la Laguna de Gallocanta y simulada con y sin bombeos según modelo matemático de flujo (CHE 2002) .....	21

**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**

---

**091.087 GALLOCANTA**

---

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b>	Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de aforos .....	7
<b>Tabla 2.</b>	Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial hidrométrica de control 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 cauce superficial conectados .....	10
<b>Tabla 5.</b>	Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos .....	11
<b>Tabla 6.</b>	Caudales medios mensuales controlados en los vertederos de los barrancos Santed y Tornos .....	12
<b>Tabla 7.</b>	Humedales asociados a las MASb 091.087 (Gallocanta).....	19
<b>Tabla 8.</b>	Balance hídrico de la unidad y de la laguna (CHE 2002) .....	20
<b>Tabla 9.</b>	Relación humedal-acuífero en la MASb 091.087 (Gallocanta).....	21

**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**

---

**091.087 GALLOCANTA**

---

**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 .....	13
<b>Mapa 5.</b>	Mapa de manantiales .....	15
<b>Mapa 6.</b>	Mapa de zonas húmedas.....	22

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

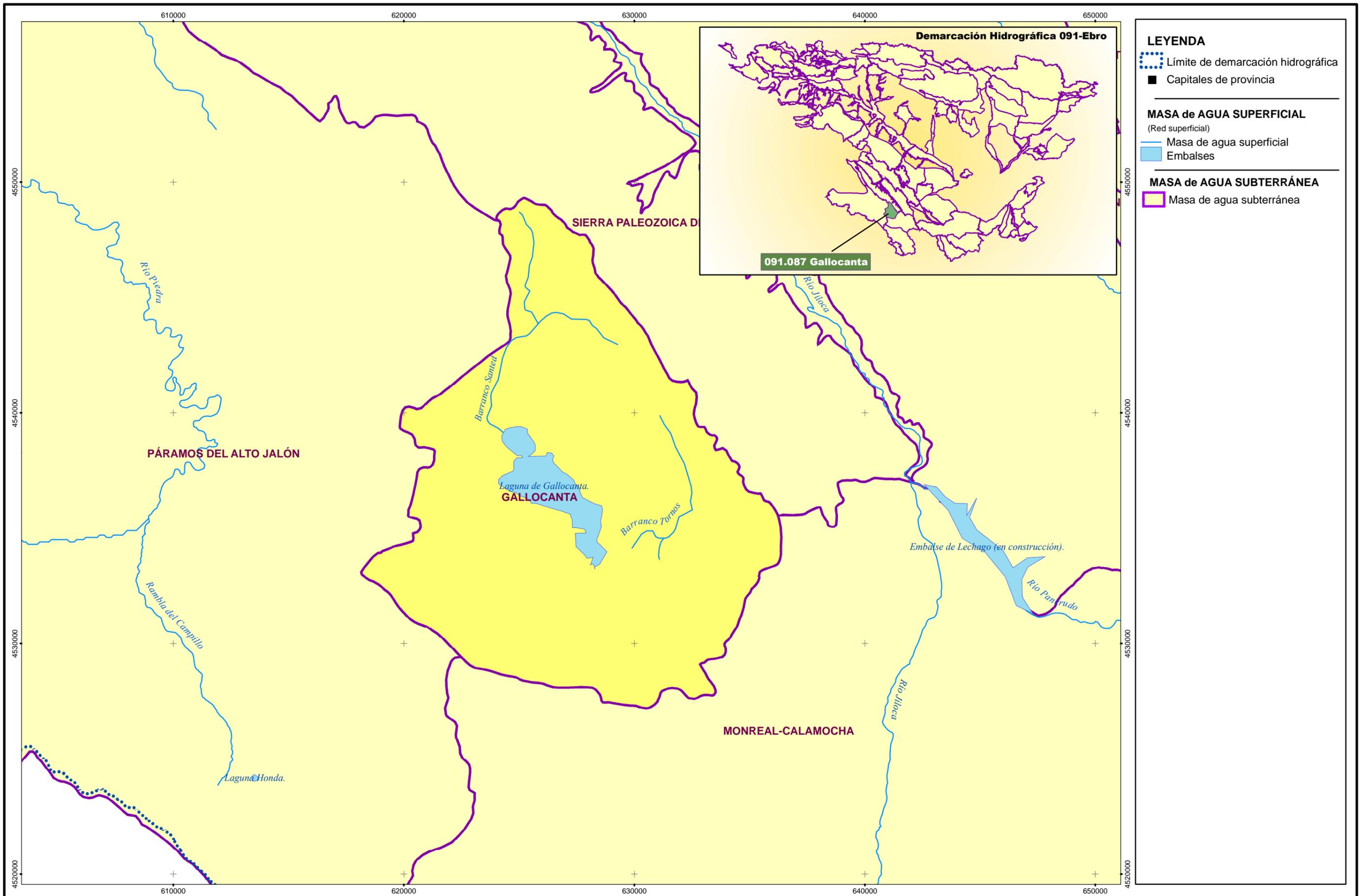
### *1.1 Identificación, morfología y datos previos*

La MASb Gallocanta, identificada con el código 091.087, se ubica en la zona sur de la demarcación hidrográfica del Ebro, en la confluencia de las Ramas Castellana y Aragonesa de la Cordillera Ibérica. La superficie de esta MASb es de 22,290 km<sup>2</sup> distribuida entre las provincias de Zaragoza y Teruel.

Se trata de una zona endorréica, en la que la propia laguna de Gallocanta constituye la zona más deprimida, con una cota promedio de 992 m. Las cotas topográficas más elevadas alcanzan los 1.390 m snm en el sector Noreste donde se encuentra la sierra paleozoica de Santa Cruz, siendo la cota media 1.072 m snm.

Dentro de esta MASb no existen cauces de agua permanentes. Únicamente hay barrancos que actúan de forma esporádica en periodos de lluvia. Estos barrancos descargan a la cuenca endorréica de Gallocanta, aunque parte del agua se infiltra antes de llegar a esta. Así pues, las únicas MAS definidas son la propia Laguna de Gallocanta y La Lagunica (situada al Sureste de esta).

En esta MASb cuenta con varios modelos matemáticos de simulación, el último de los cuales fue realizado por la CHE en 2002, dentro del estudio para el *“Establecimiento de las normas de explotación de la UH Gallocanta y la delimitación de perímetros de protección de laguna”*.



## 1.2 Contexto Hidrogeológico

### 1.2.1 Litoestratigrafía y permeabilidad

Existen varias formaciones geológicas presentes dentro de los límites de esta MASb, con edades que oscilan entre los materiales Paleozoicos aflorantes en las sierras del sector oriental, hasta las formaciones del cuaternario de la zona central. Se han considerado con FGP relacionadas con los humedales las formaciones acuíferas mesozoicas, constituidas por materiales que van del Triásico al Cretácico, y los depósitos pliocuaternarios. A pesar de las distintas características hidrogeológicas de las formaciones acuíferas presentes, estas se han agrupado en 2 únicas formaciones geológicas permeables:

- **FGP Triásica:** engloba a las formaciones permeables del Triásico Medio constituidas por las calizas y dolomías de edad Muschelkalk, que presentan una permeabilidad media-alta por fisuración y karstificación y un espesor en torno a 100 m. Estos materiales apenas llegan a aflorar estando generalmente ocultos bajo los depósitos cuaternarios..
- **FGP Mesozoica:** engloba a las formaciones permeables del Jurásico y Cretácico. El acuífero Jurásico lo constituyen las dolomías, carniolas y calizas del Lías, con una potencia de 150 m y grado de permeabilidad alto por fisuración y karstificación. Dentro de las formaciones cretácicas, se han considerado como materiales acuíferos, las arenas de la facies Utrillas, de permeabilidad media-baja (actúa como acuitardo) y las calizas y dolomías del Cretácico Superior, con permeabilidad media por fisuración y karstificación.
- **FGP Cuaternaria:** se trata de un acuífero detrítico que recubre las formaciones mesozoicas situadas alrededor de la laguna. Su grado de permeabilidad, debida a porosidad intergranular, se considera medio en su conjunto. Se define como un acuífero libre constituido fundamentalmente por arenas perilagunares, aluviales, glaciares y abanicos cuaternarios. El espesor medio de esta formación es de apenas 5 m.

Como niveles impermeables destacan las facies Keuper (arcilla, margas yesíferas y yesos –a veces masivos- y niveles de areniscas, de aspecto versicolor), que se encuentran en su mayor parte recubiertos por los depósitos cuaternarios y que juegan un papel importante en el esquema de circulación de las aguas subterráneas; y los materiales paleozoicos de borde.

### 1.2.2 Estructura geológica

La geometría de esta MASb se caracteriza por la existencia de una sierra paleozoica situada en el flanco oriental y de una cobertera jurásico-cretácica deprimida e intensamente plegada, en el flanco occidental. Ambas zonas se encuentran separadas por un corredor de materiales de la facies Keuper. Tanto la cobertera como el Keuper se encuentran parcialmente recubiertos de materiales detríticos Pliocuaternarios propios de la cuenca endorreica que origina la Laguna de Gallocanta (ver figura 1).

El acuífero mesozoico tiene una dirección preferente NO-SE y se encuentra intensamente plegado y afectado por fallas inversas y cabalgamientos que pueden llegar a verticalizar parte de la serie.

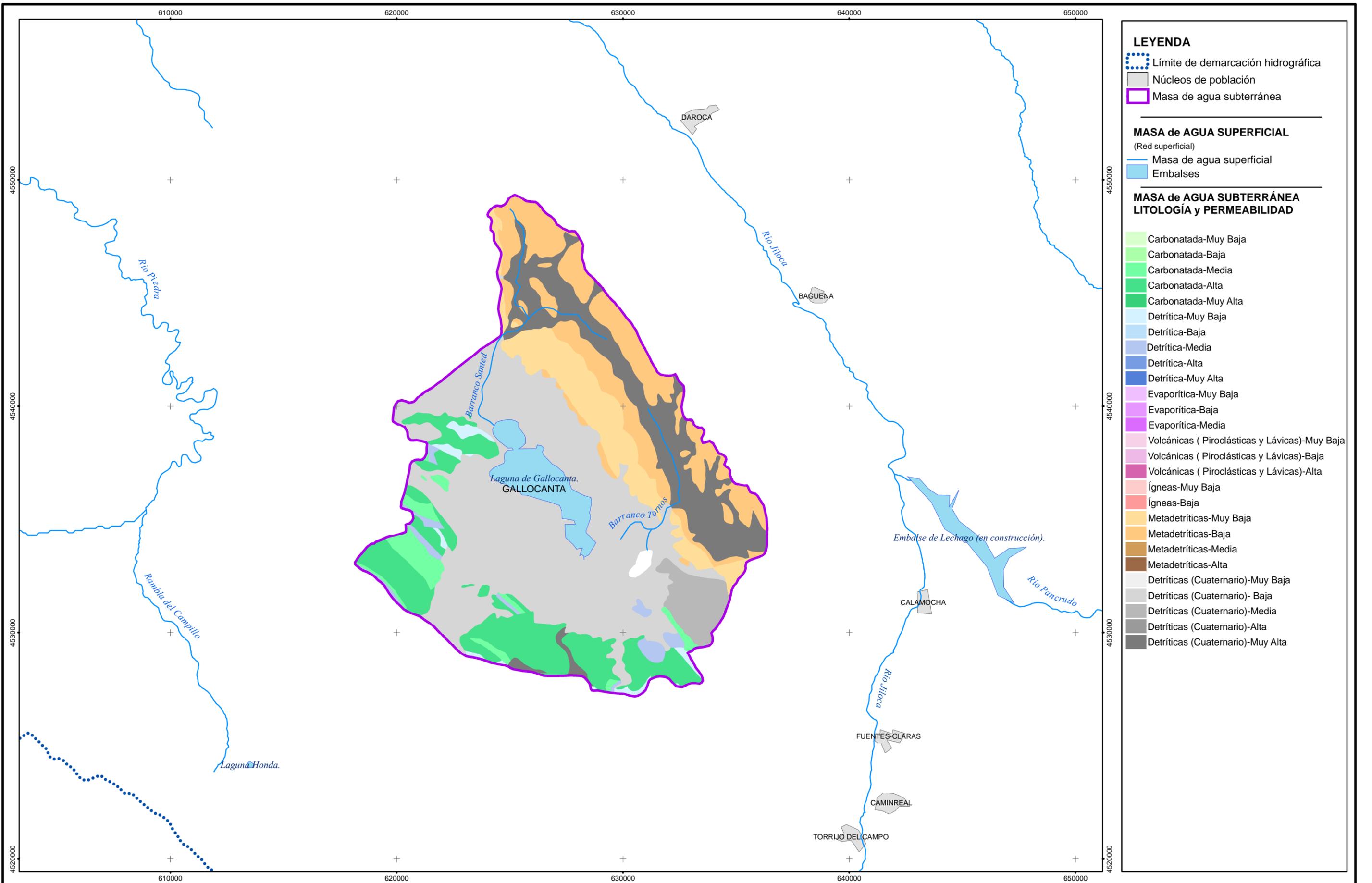
### 1.2.3 Funcionamiento hidrogeológico

La Laguna de Gallocanta constituye la descarga natural de una serie de acuíferos, los cuales han sido agrupados en las FGP's Mesozoica y Cuaternaria. Mientras que el acuífero cuaternario produce una descarga subterránea a la propia laguna, los acuíferos mesozoicos descargan a esta de forma indirecta a través del acuífero cuaternario. Además de esta descarga subterránea, la laguna se alimenta de forma directa por precipitación y, en periodos de lluvias intensos, por el excedente del agua de los barrancos que circundan a la laguna y que no se infiltra en los acuíferos antes de llegar al vaso de la laguna.

En cuanto a la recarga de los acuíferos, esta se produce principalmente por infiltración directa del agua de lluvia y, en algunos casos, por infiltración total o parcial de los caudales circulantes por los barrancos y ramblas que vierten a la laguna y que funcionan de forma esporádica y asociados a episodios de fuertes precipitaciones.

Además, existen una serie de captaciones que explotan fundamentalmente los acuíferos mesozoicos y que se sitúan principalmente al Sur-Suroeste de la Laguna.





## 2. Estaciones de control y medidas de caudales

Existe una estación de aforo de la red oficial de control de la CHE situada dentro de la MASb. Dicha estación con código 870, dispone de un limnógrafo y, según indica la propia CHE, la información que aporta es dudosa ya que presenta problemas de correlación por oleaje y capilaridad, por lo que no se tienen en cuenta sus datos.

Actualmente el control del nivel de la laguna se realiza mediante la lectura de escala situada en la zona de menor cota de la laguna.

### 2.1 Estaciones de la red oficial de aforos

Tal y como se ha comentado la única estación de la red oficial de aforos existente dentro de la MASb aporta información de escasa fiabilidad (según indica la CHE), por lo que sus datos no han sido tenidos en cuenta en el presente informe. No obstante, en la siguiente tabla, se indican sus características principales:

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						
870	Laguna de Gallocantá	01	623645	4539941	1.007	-	-	2.534	Jun 93-Oct 04	-

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

Además de este limnógrafo se controla una escala situada en el punto de menor cota de la laguna, cuyas lecturas se realizan con prismáticos. Se trata de una escala nueva que sustituye a otra (Escala vieja) que dejó de medirse por problemas de colmatación. Se desconoce la codificación de dichas escalas, así como sus coordenadas geográficas exactas. La escala vieja se midió entre 1974 y 2006, mientras que la escala nueva comenzó a medirse en 2003.

### 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.

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 hidrométrica de control de aguas subterráneas

### 2.3 Otra información hidrométrica

En el estudio del *Establecimiento de las normas de explotación de la U.H Gallocanta y la delimitación de perímetros de protección de la laguna*, se construyeron dos vertederos para controlar el caudal que aportan los barrancos de Tornos y Santed. Estos vertederos se construyeron sobre las formaciones impermeables paleozoicas para cuantificar el volumen de agua superficial que entra a la cuenca endorreica donde se ubica la laguna, produciéndose aguas abajo de los mismos, la infiltración casi total de su caudal. El caudal circulante por ambos barrancos procede en su totalidad de la precipitación del agua de lluvia que se registra, sobre cada una de las correspondientes cuencas de recepción.

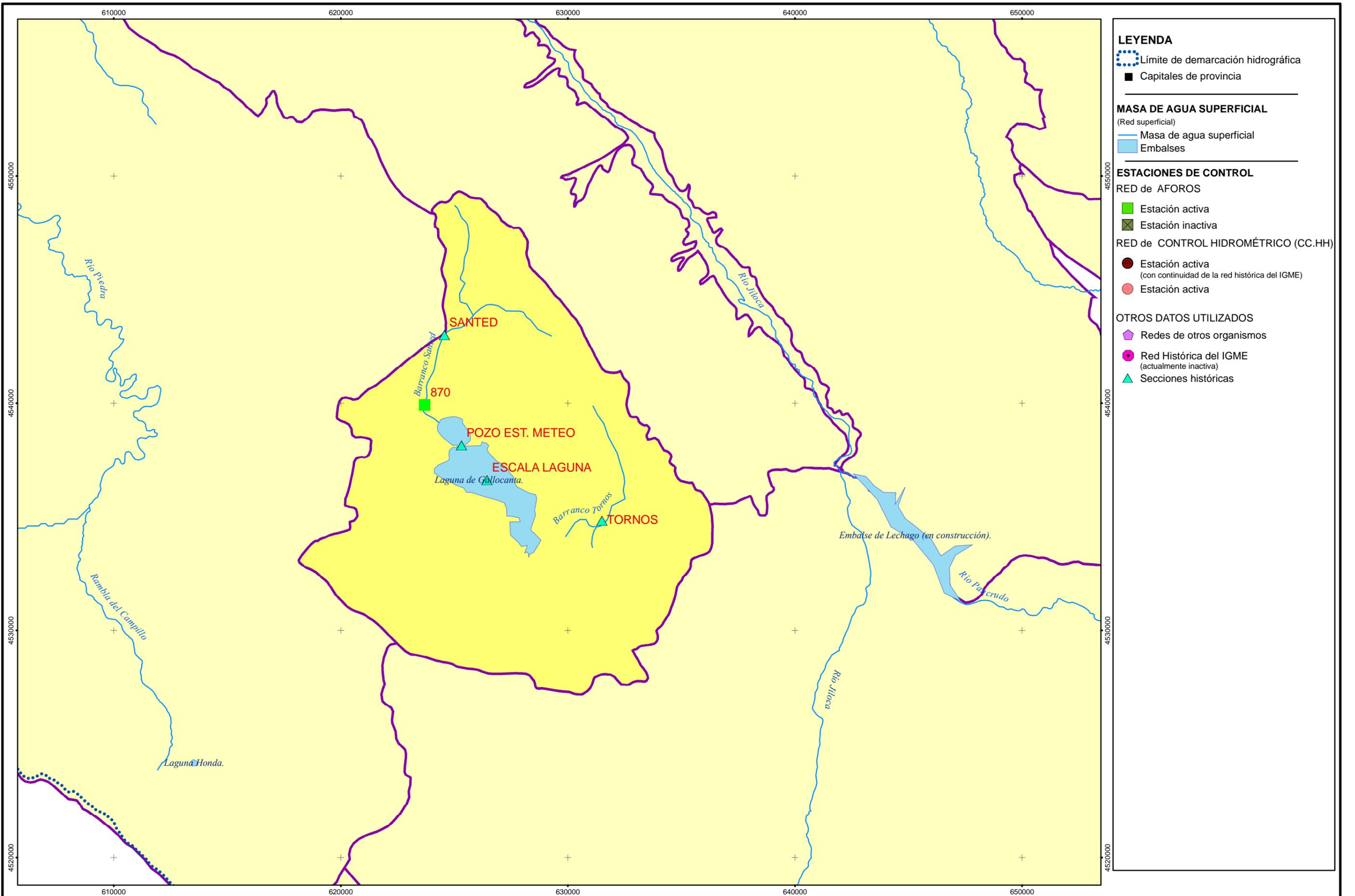
Además del control hidrométrico de estos barrancos se ha controlado el nivel de la lámina de agua de la laguna, primero mediante una escala situada en el centro de la laguna que se midió entre 1974 y 1994 y, posteriormente mediante un pozo instrumentado con limnógrafo, situado en las inmediaciones de la estación meteorológica.

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)
Tornos	CHE 2002	Vertedero con data-logger	(1)	Jul-1999 a Sept-2001 <sup>(2)</sup>	0	1,25	29,106
Santed		Vertedero con data-logger	(1)	Jul-1999 a Sept-2001 <sup>(2)</sup>	0	4,77	15,93
Escala laguna	CHE	Escala situada en el centro de la laguna		1974-1994			
Pozo Estación Meteorológica		Pozo instrumentado con limnógrafo junto a estación meteorológica		Ene 1995 hasta actualidad			

<sup>(1)</sup> Registro continuo con medidas cada 15 minutos. El dato de caudal promedio y máximo esta tomado de la media mensual

<sup>(2)</sup> Las series continúan midiéndose en la actualidad aunque para este informe sólo se ha dispuesto de la serie indicada

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



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

En la presenta MASb no se han identificado tramos de río relacionados con los acuíferos. La red hidrográfica existente consiste en barrancos y arroyos de funcionamiento esporádico y sobre los que circula agua mientras discurren sobre afloramientos impermeables (fundamentalmente paleozoicos), infiltrándose una vez los abandonan. No obstante, y dada la importancia medioambiental de la Laguna de Gallocanta, se han considerado 2 tramos en los que se produce relación de cursos de agua superficial (barrancos) con el acuífero. Estos barrancos considerados son los de Santed y Tornos.

La Rambla de Pozuelo no ha sido considerada ya que no aparece incluida en la cobertura de masas de agua superficial del CEDEX, aunque constituye un elemento básico en la alimentación de la Laguna de Gallocanta, ya que constituye la principal vía de aporte hídrico a la zona húmeda endorreica.

#### 3.1 Identificación y Modelo Conceptual

Dentro de la MASb 091.087-Gallocanta, se han definido 2 tramos conexión hidráulica entre cauces de agua superficial (barrancos) y las masas de agua superficial y la FGP definidas.

- **Tramo Santed** (091.087.001). Corresponde al tramo del barranco de Santed situado aguas abajo del vertedero de control y hasta la confluencia con la laguna de Gallocanta. A lo largo de todo este tramo, el barranco Santed discurre sobre la FGP Cuaternaria.
- **Tramo Tornos** (091.087.002). Corresponde al tramo del barranco de Tornos situado aguas abajo del vertedero de control instalado y hasta su confluencia con el perímetro de la laguna de Gallocanta. A lo largo de todo este tramo, el barranco Tornos discurre sobre la FGP Cuaternaria.

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	
091.087.001	Barranco Santed			Barranco		Masa natural	Cuaternaria y Triásica
091.087.002	Barranco Tornos			Barranco		Masa natural	Cuaternaria y Triásica

**Tabla 4.** Identificación de los tramos de cauce superficial conectados

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

**Tramo Santed (091.087.001).** Se trata de un pequeño tramo del barranco Santed a lo largo del cual se produce una pérdida de caudal por infiltración difusa una vez que el barranco abandona los afloramientos paleozoicos impermeables y se adentra en la depresión donde se ubica la Laguna de Gallocanta. Este barranco funciona de forma esporádica aunque está comprobado que casi la totalidad del caudal circulante termina por infiltrarse antes de llegar a la laguna. Esta infiltración se produce a favor de las formaciones permeables cuaternarias y triásicas que atraviesa. Así pues, el modelo conceptual para este tramo corresponde a un barranco en régimen perdedor con conexión difusa directa (código 402-Conexión difusa directa en cauces influentes). En este tramo del barranco Santed presenta un régimen hidrológico natural.

**Tramo Tornos (091.087.002).** Al igual que el anterior tramo definido, se trata de un pequeño tramo del barranco Tornos a lo largo del cual se produce una pérdida de caudal por infiltración difusa una vez que el barranco abandona los afloramientos paleozoicos impermeables y se adentra en la depresión donde se ubica la Laguna de Gallocanta. Este barranco funciona de forma esporádica aunque está comprobado que casi la totalidad del caudal circulante termina por infiltrarse antes de llegar a la laguna. Esta infiltración se produce a favor de las formaciones permeables cuaternarias y triásicas que atraviesa. Así pues, el modelo conceptual para este tramo corresponde a un barranco en régimen perdedor con conexión difusa directa (código 402-Conexión difusa directa en cauces influentes). En este tramo del barranco Tornos presenta un régimen hidrológico natural.

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)
091.087.001	Barranco Santed	Conexión difusa directa en cauces influentes	Natural	Limos y gravas	-	Conexión hídrica acuífero-barranco	4.166
091.087.002	Barranco Tornos	Conexión difusa directa en cauces influentes	Natural	Limos y gravas	-	Conexión hídrica acuífero-barranco	2.353

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

La Rambla del Pozuelo es previsible que funcione como un cauce influente (perdedor), tanto en el tramo que discurre sobre las formaciones mesozoicas que afloran en el sector suroriental de la MASb (tramo Odón-Bello), como en el tramo asociado a las formaciones cuaternarias antes de desembocar en la Laguna de Gallocanta.

### 3.2 Relación río-acuífero

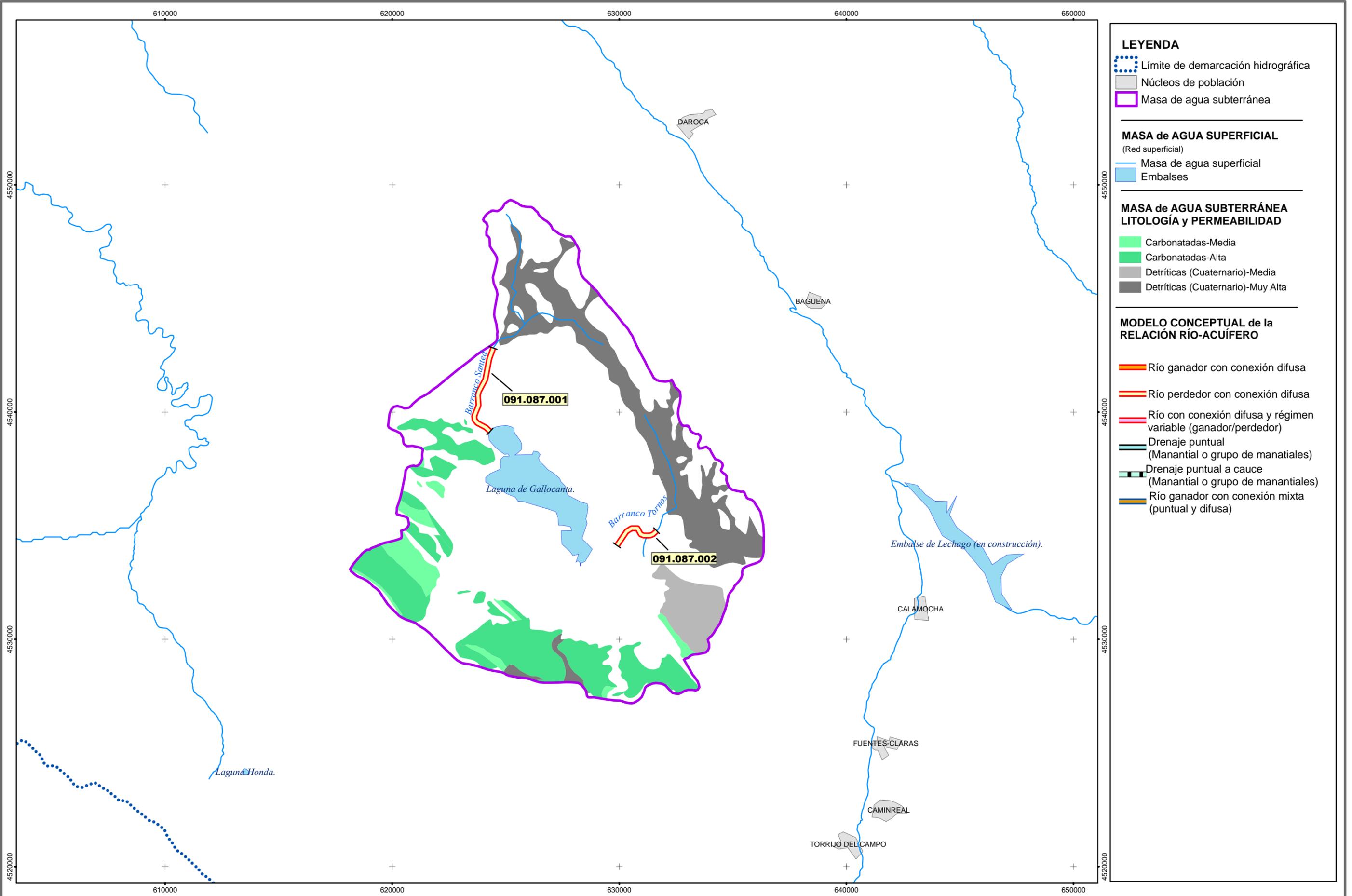
Los tramos de cauce donde se ha definido conexión barranco-acuífero en la MASb 091.087 Gallocanta corresponden a:

- Tramos perdedores, con conexión difusa directa (091.087.001 y 091.087.002).

La única información existente para cuantificar la relación de pérdida de caudal en ambos tramos, es la que figura en el “Establecimiento de las normas de explotación de la U.H Gallocanta y la delimitación de perímetros de protección de la Laguna” efectuado por la CHE, donde se indican los caudales medios mensuales controlados en los vertederos de los barrancos Santed y Tornos respectivamente entre Julio de 1999 y Septiembre de 2001. Estos caudales son de 4,77 l/s en el barranco Santed y de 1,25 l/s en el barranco Tornos. Si se considera que la totalidad del caudal se infiltra en cada uno de los tramos en los que se ha definido relación con el acuífero antes de llegar a la laguna, se obtienen unos volúmenes de infiltración anuales (pérdidas en el tramo) de 0,15 hm<sup>3</sup>/año para el tramo 091.087.001 y 0,04 hm<sup>3</sup>/año para el tramo 091.087.002.

Fecha	Santed	Tornos
	Caudal medio mensual (l/s)	
jul-99	0	
ago-99	0	0.091
sep-99	4.443	0.168
oct-99	2.973	0.025
nov-99	4.37	0.151
dic-99	4.334	0.163
ene-00	5.53	0.021
feb-00	6.106	0.066
mar-00	4.403	0.143
abr-00	5.235	0.141
may-00	15.936	29.106
jun-00	3.695	0.521
jul-00	0.79	0.027
ago-00	0	0.219
sep-00	0	0.032
oct-00	3.552	0.267
nov-00	9.109	0.043
dic-00	13.98	0.381
ene-01	13.444	0.442
feb-01	13.747	0.3
mar-01	11.218	0.229
abr-01	3.879	0.011
may-01	2.228	0.063
jun-01	0.031	0
jul-01	0	0
ago-01	0	0.08
sep-01	0	0.003
<b>Caudal medio l/s</b>	<b>4.778</b>	<b>1.257</b>

**Tabla 6.** Caudales medios mensuales controlados en los vertederos de los barrancos Santed y Tornos



## **4. Manantiales**

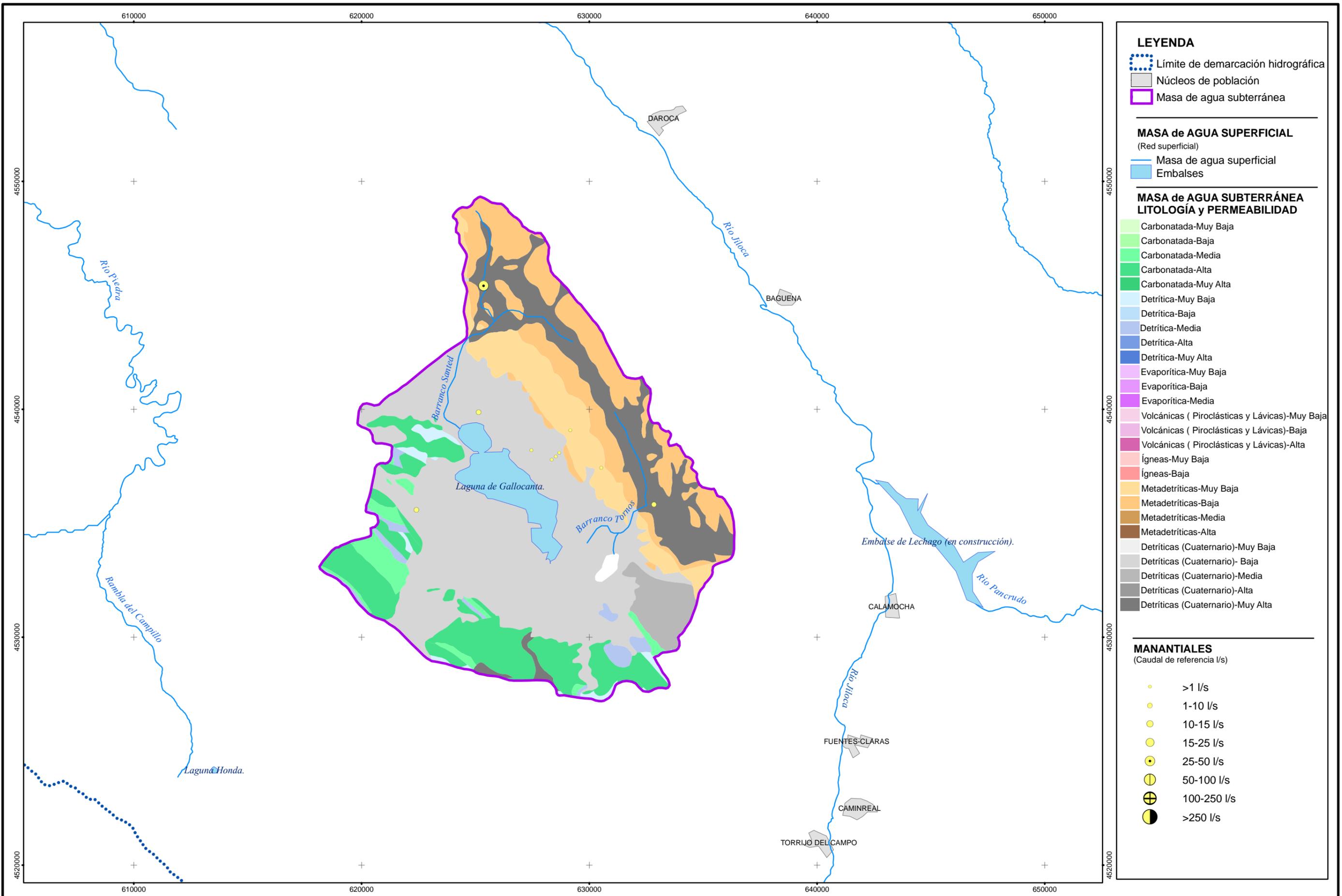
Existen pocos manantiales asociados con esta MASb, y todos ellos se consideran secundarios debido a que no están asociados con el funcionamiento hidrogeológico general de la masa y al poco caudal que presentan.

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

No existen manantiales de importancia como para incluirlos en este apartado

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

La mayor parte de los manantiales se encuentran ubicados en el sector noreste de la Laguna estando asociados a pequeñas surgencias producidas en los materiales paleozoicos de la sierra o bien sobre el propio relleno cuaternario en el contacto entre coluviones y materiales de relleno de la laguna (menos permeables). Se trata de manantiales de escaso caudal y, en la mayor parte de los casos, de funcionamiento estacional.



## 5. Zonas húmedas

El principal humedal de esta MASb es el que constituye la Laguna de Gallocanta, identificado con el código 20286. Se trata de un importante humedal en el que han sido definidas 3 figuras de protección ambiental; Ramsar (29), Lic (ES2430043) y Zepa (ES0000017).

Además existe otro humedal de menor envergadura, situado al Sureste de la Laguna de Gallocanta, denominado La Lagunica. Esta laguna no está clasificada ni codificada oficialmente, aunque su origen es similar al de la Laguna de Gallocanta (podría decirse incluso que es una prolongación de esta). En el caso de esta laguna no existe figura de protección ambiental definida.

### 5.1 Identificación y Modelo Conceptual

Los humedales identificados son:

- **Laguna de Gallocanta.** Está asociada al funcionamiento de una cuenca endorréica cuyo aporte principal procede de la precipitación directa, siendo también importantes los aportes subterráneos procedentes de los acuíferos colindantes, así como la aportación superficial a través de barrancos y arroyos de funcionamiento estacional. El drenaje o vaciado del humedal se produce exclusivamente por evaporación (ya sea capilar o en lámina libre), por lo que se considera un drenaje de tipo *Cerrado*. Así pues, se considera un humedal de tipo Mixto en cuanto a su alimentación, sin lámina de agua permanente (existe periodos en los que se ha secado) y cuyo régimen de funcionamiento se considera natural, ya que, si bien es cierto que existen bombeos alrededor de la laguna que podrían estar provocando una disminución de las entradas a esta, la realización de un modelo matemático de flujo (CHE-2002), ha demostrado que se habrían producido periodos de secado de la laguna incluso sin la existencia de bombeos.

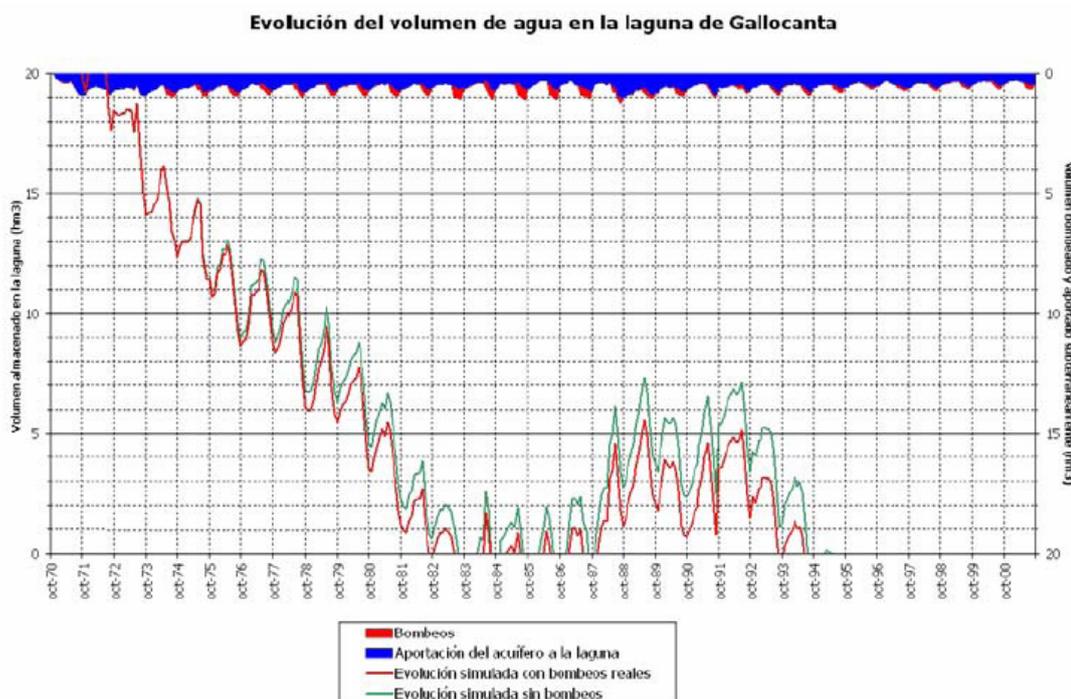
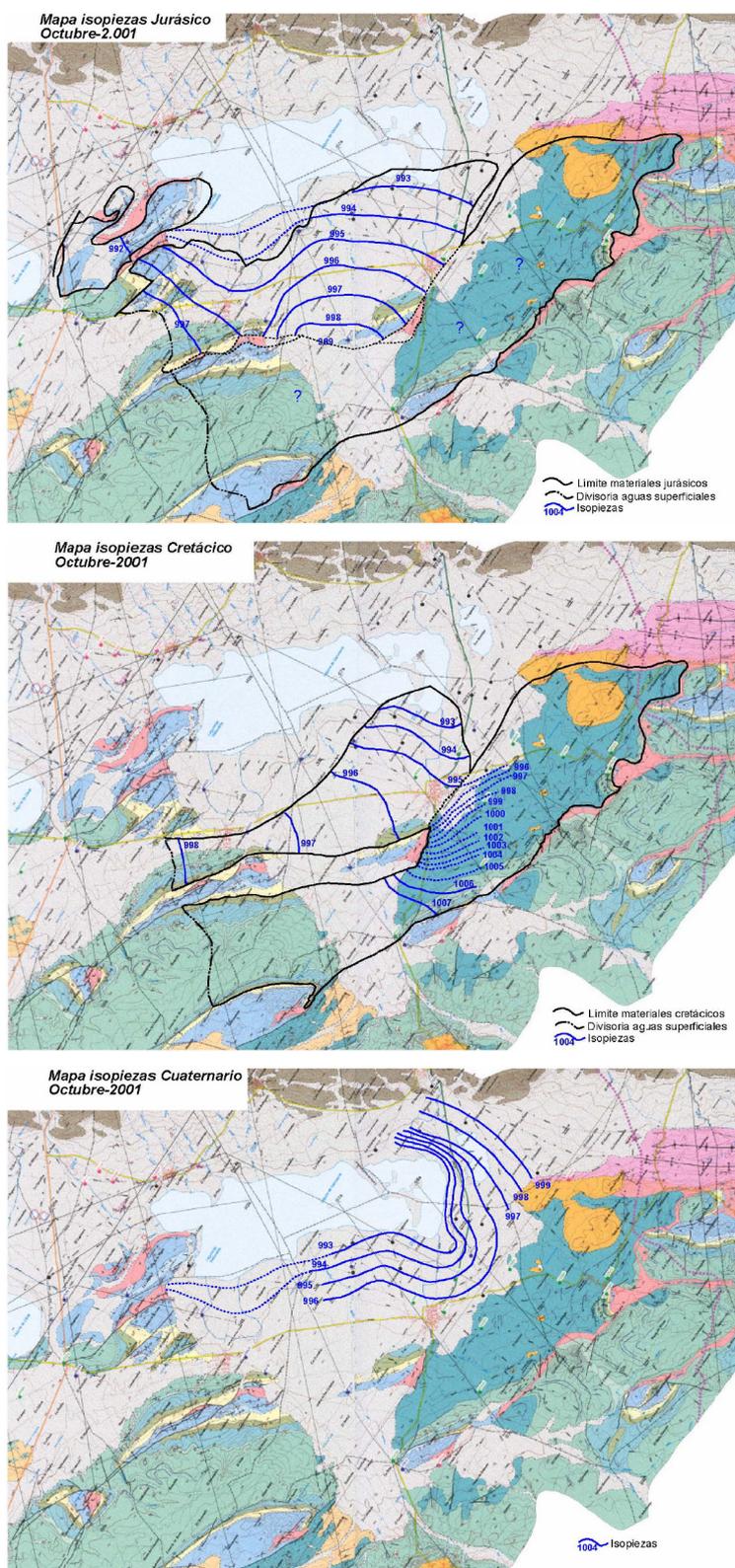


Figura 1. Evolución del volumen de agua en la Laguna de Gallocanta según modelo matemático de flujo (CHE 2002)

- **La Lagunica.** Este humedal presenta una menor dimensión que la Laguna de Gallocanta. No obstante su génesis y funcionamiento son similares al de la Laguna de Gallocanta ya que se considera una compartimentación de la misma, siendo más probable que formasen parte del mismo humedal. Así pues se considera su funcionamiento asociado a una cuenca endorréica sin drenaje superficial alguno. Su recarga se produce por precipitación directa, por aportes subterráneos procedentes de los acuíferos colindantes y, en menor medida, por aportación superficial a través de barrancos y arroyos de funcionamiento esporádico. El drenaje o vaciado del humedal se produce exclusivamente por evaporación (ya sea capilar o en lámina libre), por lo que se considera un drenaje de tipo *Cerrado*. Por tanto, se trata de un humedal de tipo Mixto en cuanto a su alimentación, sin lámina de agua permanente (existe periodos en los que se ha secado) con régimen de funcionamiento natural.

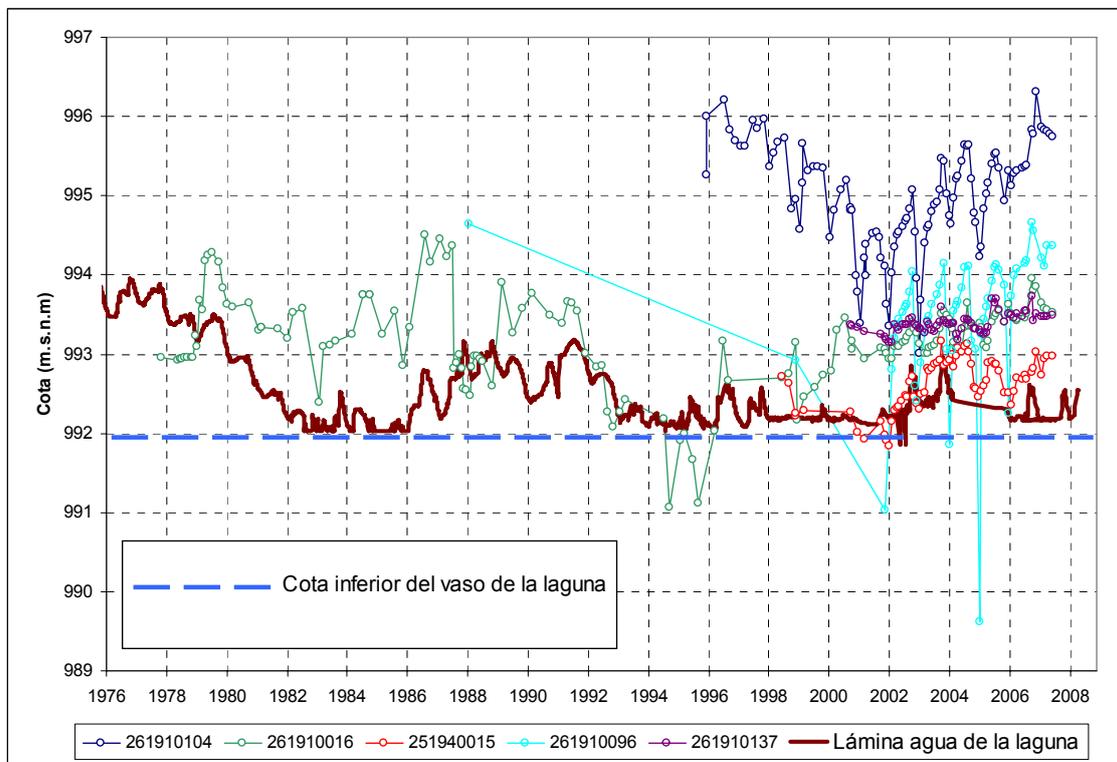
La siguiente figura muestra los mapas de isopiezas de los acuíferos Jurásico, Cretácico y Cuaternario relacionados con la recarga de la laguna. Se aprecia claramente la relación existente entre estos acuíferos y la laguna, que actúa como punto de descarga.



**Figura 2.** Mapas de isopiezas de los acuíferos Jurásico, Cretácico y Cuaternario para Octubre de 2001 (CHE 2002)

La CHE dispone de varios piezómetros de control situados en las inmediaciones de la Laguna. El siguiente gráfico muestra la evolución piezométrica de varios de estos puntos (se han

seleccionado los más próximos a la laguna), con respecto a la cota del vaso de la laguna. Se observa como la mayor parte de los puntos presentan un nivel piezométrico superior a la cota del vaso de la laguna y únicamente, en periodos puntuales, y sólo en alguno de los puntos, el nivel piezométrico se encuentra a menor cota que la propia laguna.



**Figura 3.** Evolución piezométrica del entorno de la laguna con respecto a la cota del vaso.

Masa de agua subterránea		091.087	Gallocanta	
Humedal	Código (MMA 2006)	Categoría	Código Oficial	Nombre LIC, ZEPA, RAMSAR
Laguna de Gallocanta	20803	RAMSAR	29	Laguna de Gallocanta
		LIC	ES2430043	Laguna de Gallocanta
		ZEPA	ES0000017	Cuenca de Gallocanta
La Lagunica	-	-	-	-

**Tabla 7.** Humedales asociados a las MASb 091.087 (Gallocanta)

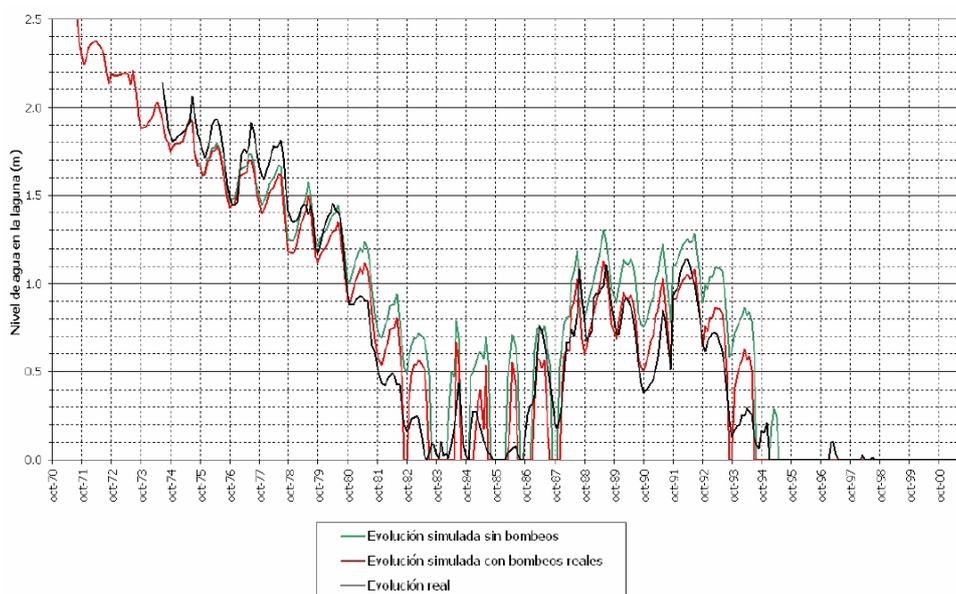
## 5.2 Relación hidrogeológica zona húmeda-MASb

La existencia de un modelo matemático realizado en el estudio para el “Establecimiento de las normas de explotación de la UH Gallocanta y la delimitación de perímetros de protección de la laguna” permitió elaborar un balance hídrico para la unidad y la laguna, cuyo resultado es el que figura en la siguiente tabla:

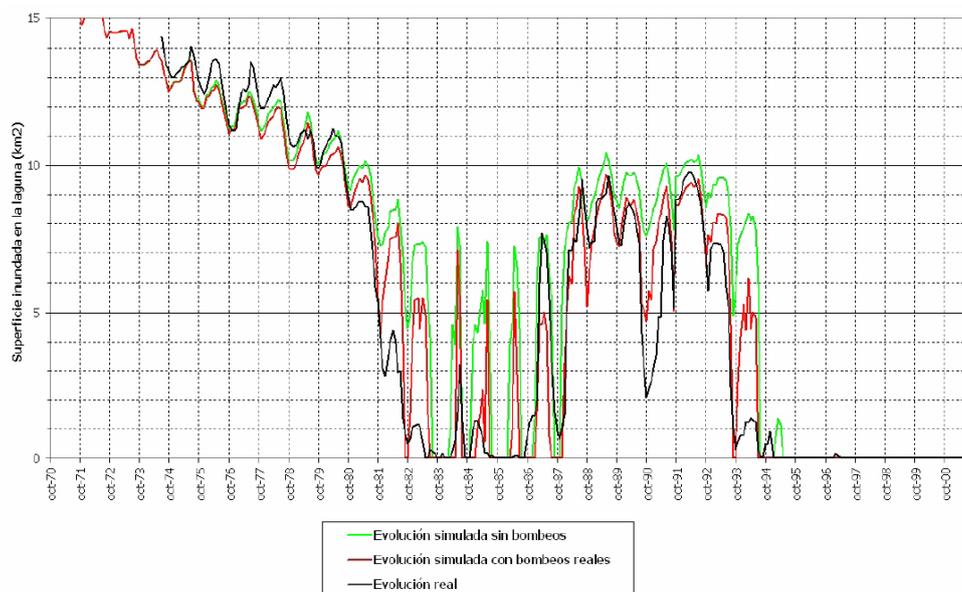
	ENTRADAS (hm <sup>3</sup> /a)		SALIDAS (hm <sup>3</sup> /a)	
	<b>BALANCE EN LA LAGUNA</b>	Precipitación directa sobre la laguna	6,64	Evaporación capilar
			Evaporación en lámina libre	5,27
			Consumo por usos del agua	1
<b>BALANCE EN LA CUENCA HIDROGEOLÓGICA</b>	Recarga de los acuíferos	2,83		
	Escorrentía superficial e hipodérmica	0,36		
	Aportación superficial de cuencas externas	2,15		
	<b>TOTAL</b>	<b>11,98</b>	<b>TOTAL</b>	<b>13,72</b>

**Tabla 8.** Balance hídrico de la unidad y de la laguna (CHE 2002)

Este modelo concluye que los diferentes acuíferos que alimentan a la laguna, actúan en conjunto como un elemento amortiguador de las variables hidrológicas que afectan a la laguna, de manera que provocan una laminación y un desfase entre las causas (precipitación, bombeos) y sus efectos (variaciones de nivel en la laguna). Además, se ha observado como los bombeos existentes en las inmediaciones de la laguna provocan un efecto negativo en los acuíferos, que a su vez, acaba afectando a la laguna, por una menor aportación subterránea y, por tanto, un menor grado de llenado. No obstante, también se ha comprobado como la ausencia de bombeos no habría impedido el secado de la laguna en determinados periodos de sequía. Los siguientes gráficos muestran la comparativa entre la variación real de la altura de la lámina de agua y de la superficie inundada de la laguna y la simulada (con y sin bombeos).



**Figura 4.** Evolución real del nivel de agua en la Laguna de Gallocanta y simulada con y sin bombeos según modelo matemático de flujo (CHE 2002)

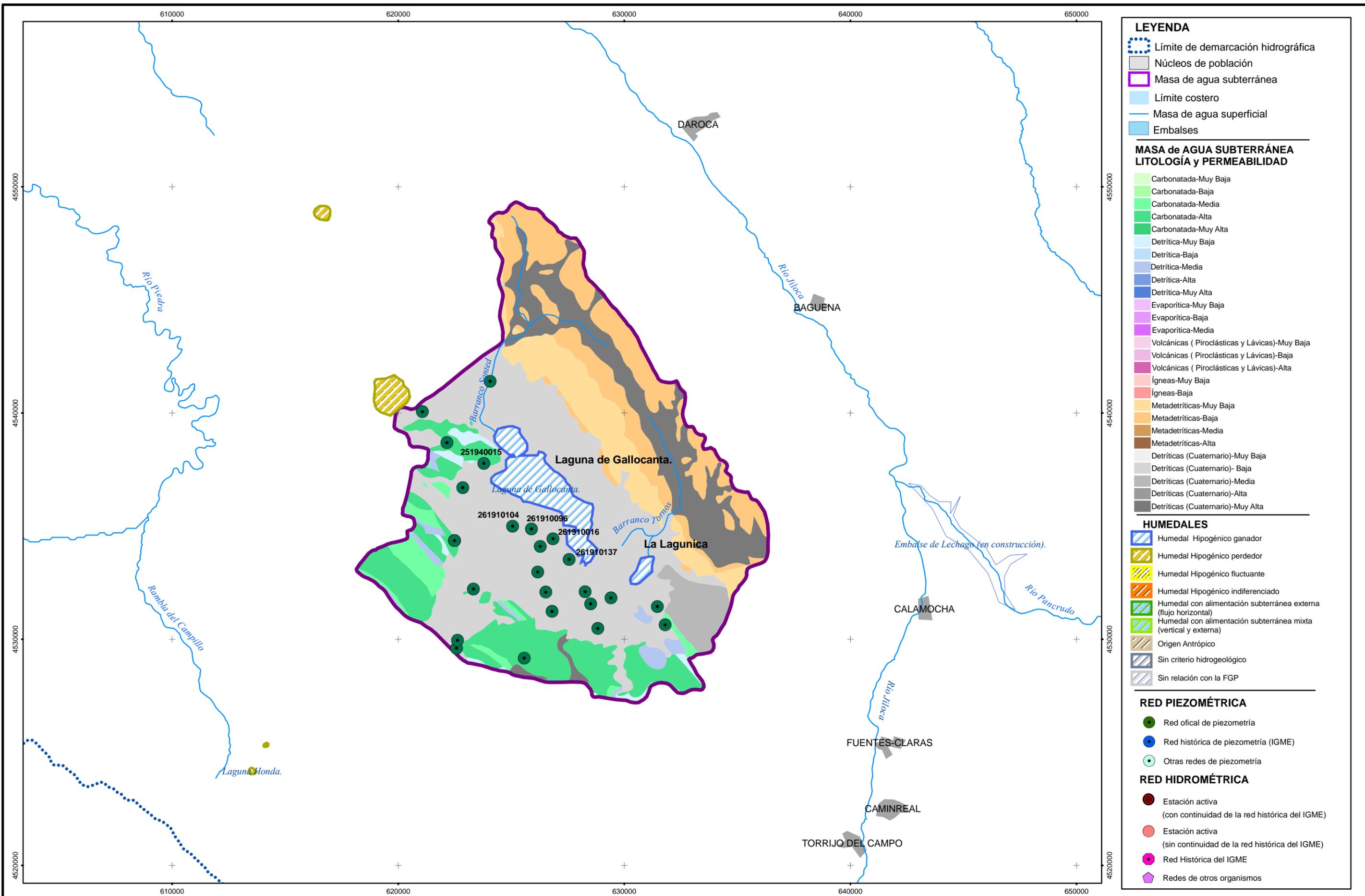


**Figura 5.** Evolución real de la superficie inundada en la Laguna de Gallocanta y simulada con y sin bombes según modelo matemático de flujo (CHE 2002)

Humedal (Nombre)	Código	Modo alimentación	Tipología de drenaje	Hidroperiodo	Modelo conceptual relación humedal-MASb	Cuantificación relación humedal-acuífero	Observaciones
Laguna de Gallocanta	20803	Humedales Mixtos	Drenaje cerrado	Permanente Fluctuante	Flujo vertical estricto positivo	Se considera que los acuíferos recargan la laguna con 2,83 hm <sup>3</sup> /a <sup>(1)</sup>	Este humedal recibe parte de su recarga a través del acuífero cuaternario, que a su vez, recibe aportes de los acuíferos mesozoicos.
La Lagunica		Humedales Mixtos	Drenaje cerrado	Permanente Fluctuante	Flujo vertical estricto positivo	-	Este humedal recibe parte de su recarga a través del acuífero cuaternario, que a su vez, recibe aportes de los acuíferos mesozoicos.

<sup>(1)</sup> Según CHE 1998

**Tabla 9.** Relación humedal-acuífero en la MASb 091.087 (Gallocanta)



**LEYENDA**

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

**HUMEDALES**

- Humedal Hipogénico ganador
- Humedal Hipogénico perdedor
- Humedal Hipogénico fluctuante
- Humedal Hipogénico indiferenciado
- Humedal con alimentación subterránea externa (flujo horizontal)
- Humedal con alimentación subterránea mixta (vertical y externa)
- Origen Antrópico
- Sin criterio hidrogeológico
- Sin relación con la FGP

**RED PIEZOMÉTRICA**

- Red oficial de piezometría
- Red histórica de piezometría (IGME)
- Otras redes de piezometría

**RED HIDROMÉTRICA**

- Estación activa (con continuidad de la red histórica del IGME)
- Estación activa (sin continuidad de la red histórica del IGME)
- Red Histórica del IGME
- Redes de otros organismos

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

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

En el presente informe no se han realizado cuantificaciones nuevas, utilizándose únicamente la información aportada en el “*Establecimiento de las normas de explotación de la UH Gallocanta y la delimitación de perímetros de protección de la laguna*” y en el modelo matemático desarrollado en el mismo (CHE 2002).

### **6.2 *Propuesta de actuaciones***

Se considera que el funcionamiento, tanto de la MASb, como de la Laguna de Gallocanta, son suficientemente conocidos con la información actualmente existente. Por lo tanto, no se proponen actuaciones nuevas.

## **7. Referencias Bibliográficas**

- (1) Confederación Hidrográfica del Ebro (1991-a): Delimitación de las Unidades Hidrogeológicas de la Cuenca del Ebro (Plan Hidrológico).
- (2) DGA (1993): Inventario y control piezométrico del sistema acuífero de la Laguna de Gallocanta
- (3) CHE (2002): Establecimiento de las normas de explotación de la UH Gallocanta y la delimitación de perímetros de protección de la laguna.
- (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).
- (5) Servicio Geológico de la DGOH (1990): Estudio de los recursos hidráulicos subterráneos de los acuíferos relacionados con la provincia de Zaragoza.
- (6) IGME: Mapa Geológico de España (MAGNA) a escala 1:50.000 2ª serie. Hojas 464, 465, 490 y 491.

## **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)
  - (4) Octavio de Toledo y Ubieto, F y García Lapresta, M (1992): Estudio hidrogeológico de la cuenca de Gallocanta (Zaragoza). Aplicación de un modelo de flujo subterráneo. V Simp. Hidrogeol, XVII, pp 261-271. Alicante.
-

## **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. 091.087-Gallocanta**

---

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 870	Laguna de Gallocanta	01			Natural	Limnógrafo en la laguna de Gallocanta	091.087	Gallocanta					

## **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. 091.087-Gallocanta**

Masa de aguas subterránea asociada (Codmsbt_def)		091.087		Gallocanta		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)	
	251940001	622407	4535579	1000	3	Abastecimiento
	261850002	625357	4545421	1180	30	Abastecimiento
	261910017	630810	4535010	1000	0	No se utiliza
	261910021	630037	4535334	1010	0	Desconocido
	261910028	629164	4539093	1100	0	Abastecimiento
	261910029	628681	4538094	1040	0	Desconocido
	261910030	628530	4537920	1030	0	No se utiliza
	261910031	628354	4537796	1020	0	No se utiliza
	261910032	627456	4538202	1005	0	No se utiliza
	261910033	630528	4537433	1060	0	Agricultura
	261910034	625141	4539867	1000	5	Abastecimiento
	261910036	626357	4538617	1000	0	Desconocido
	261910037	625809	4539161	1000	0	Desconocido
	261910093	625089	4539994	1000	0	Desconocido
	261920003	632843	4535818	1015	10	Ganadería
	261920009	632065	4535763	1030	0	Desconocido