

# **Anejo 6**

## **Fichas de Caracterización Adicional de masas de agua subterráneas en riesgo**



## Índice

<b>1</b>	<b>Identificación .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Características geológicas .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Características hidrogeológicas .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Zona no saturada.....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Piezometría. Variación del almacenamiento .....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Sistemas de superficie asociados y ecosistemas dependientes.....</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>Recarga .....</b>	<b>19</b>
<b>8</b>	<b>Recarga artificial.....</b>	<b>20</b>
<b>9</b>	<b>Explotación de las aguas subterráneas .....</b>	<b>20</b>
<b>10</b>	<b>Calidad química de referencia.....</b>	<b>26</b>
<b>11</b>	<b>Evaluación del estado químico .....</b>	<b>27</b>
<b>12</b>	<b>Determinación de tendencias contaminantes.....</b>	<b>28</b>
<b>13</b>	<b>Usos del suelo .....</b>	<b>29</b>
<b>14</b>	<b>Fuentes significativas de contaminación.....</b>	<b>30</b>
<b>15</b>	<b>Otras presiones .....</b>	<b>32</b>
<b>16</b>	<b>Referencias bibliográficas.....</b>	<b>33</b>

## Índice de Figuras

Figura 1.	Localización de la masa de agua subterránea ES091MSBT096. ....	1
Figura 2.	Modelo digital del terreno. ....	1
Figura 3.	Litologías presentes en la masa de agua subterránea ES091MSBT096. La descripción de las principales unidades de la leyenda se presenta en la Tabla 1. ....	3
Figura 4.	Localización cortes geológicos de la masa de agua subterránea ES091MSBT096. ....	4
Figura 5.	Corte geológico Código 90_32. Fuente: MOPT (1991).....	5
Figura 6.	Corte geológico Código 90_33. Fuente: MOPT (1991).....	5
Figura 7.	Corte geológico Código 90_34. Fuente: MOPT (1991).....	6
Figura 8.	Corte geológico Código 90_216. Fuente: Bayo <i>et al.</i> (1988) .....	6
Figura 9.	Litología de la masa de agua subterránea ES091MSBT096. Fuente: SITEBRO .....	7
Figura 10.	Permeabilidad de la masa de agua subterránea ES091MSBT096. Fuente: SITEBRO .....	8
Figura 11.	Corte hidrogeológico del río Matarraña. Fuente: IGME (2009a) .....	9
Figura 12.	Vulnerabilidad intrínseca de la masa de agua subterránea de los Puertos de Beceite (IGME, 2009c). ....	10
Figura 13.	Localización de los puntos de agua registrados en la masa ES091MSBT096. Fuente: IPA.....	11
Figura 14.	Localización (arriba). Perfil topográfico y nivel piezométrico de la sección A-B (abajo). Fuente: Espigas Gascón (2013).....	12
Figura 15.	Piezometría en el área de la masa ES091MSF096 en el periodo 1967-1998. Fuente: IGME (2009b).....	13
Figura 16.	Piezometría en el área de la masa ES091MSF096 en 2008. Fuente: IGME (2009b).....	13
Figura 17.	Mapa sinóptico de la relación río-acuífero de los Puertos de Beceite con el LIC ES2420036 (Puertos de Beceite). Fuente: IGME (2009b).....	16
Figura 18.	Mapa sinóptico de la relación río-acuífero de los Puertos de Beceite con la ZEPA ES0000307 (Puertos de Beceite). Fuente: IGME (2009b).....	17
Figura 19.	Mapa sinóptico de la relación río-acuífero de los Puertos de Beceite con el LIC ES2430097 (Río Matarraña). Fuente: IGME (2009b).....	18
Figura 20.	Mapa de infiltración en las masas de agua subterráneas. Fuente: CHE (2016).....	19
Figura 21.	Concentración promedio de nitratos durante el año 2015 en los puntos de control de la masa de agua subterránea Puertos de Beceite (CHE, 2017). ....	27
Figura 22.	Situación de las estaciones de control y usos del suelo. Fuente: IGME (2009d).....	28
Figura 23.	Evolución de nitrato en la estación de control 090638 de la demarcación hidrográfica del Ebro. Fuente: IGME (2009d) .....	29
Figura 24.	Usos del suelo. Fuente: Corine Land Cover 2006 .....	30

Figura 25. Presiones difusas de origen ganadero sobre la masa de agua ES091MSBT096.....	31
Figura 26. Presiones puntuales sobre la masa de agua ES091MSBT096.....	32

### Índice de Tablas

Tabla 1. Superficies de los dominios geológicos en la masa de agua ES091MSBT096.....	4
Tabla 2. Niveles permeables identificados en la masa ES091MSBT096.....	7
Tabla 3. Distribución de las categorías de vulnerabilidad intrínseca estimada en IGME (2009c) en la masa de agua de los Puertos de Beceite.....	9
Tabla 4. Piezómetros de la Red Piezométrica Oficial en los Puertos de Beceite.....	11
Tabla 5. Listado de ecosistemas de especial interés hídrico en relación con las aguas subterráneas (IGME, 2009a).....	15
Tabla 6. Extracciones identificadas en la masa de agua Puertos de Beceite (ES091MSBT096). Fuente: CHE (2015).....	25



# 1 Identificación

La masa de agua subterránea ES091MSBT096 (Puertos de Beceite) se encuentra en la vertiente N de los Puertos de Tortosa, limitando al N con los materiales terciarios de la Depresión del Ebro y al S con la divisoria de la Cuenca del Júcar (Figura 1).

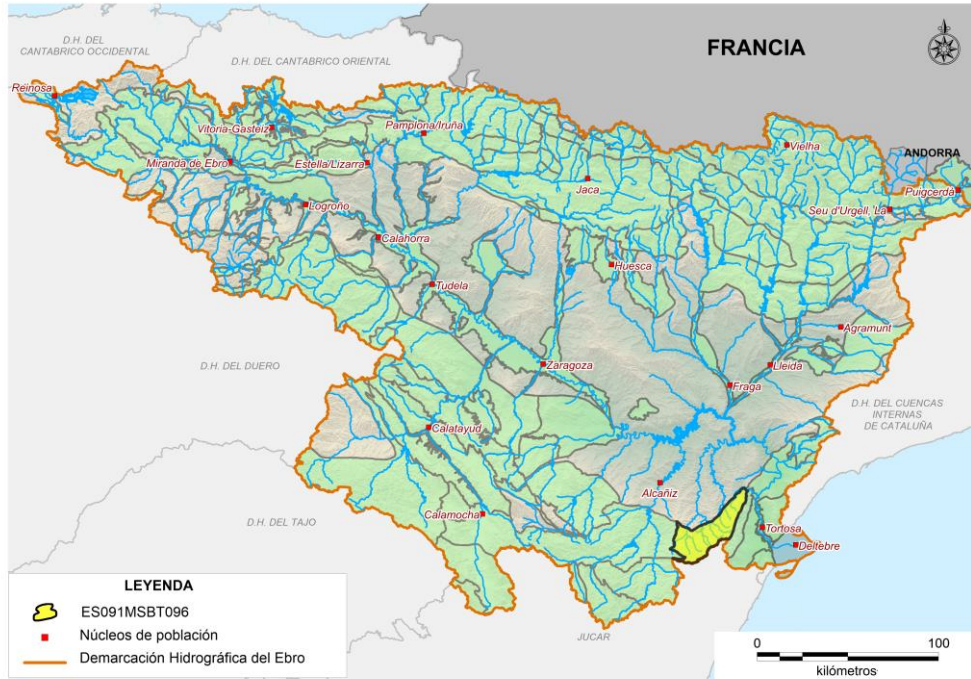


Figura 1. Localización de la masa de agua subterránea ES091MSBT096.

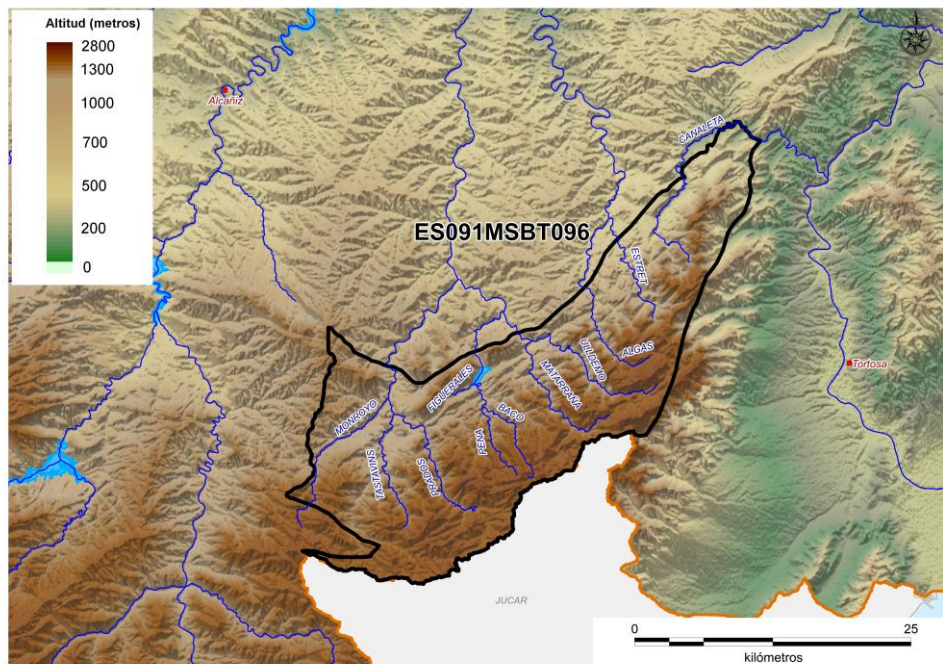


Figura 2. Modelo digital del terreno.

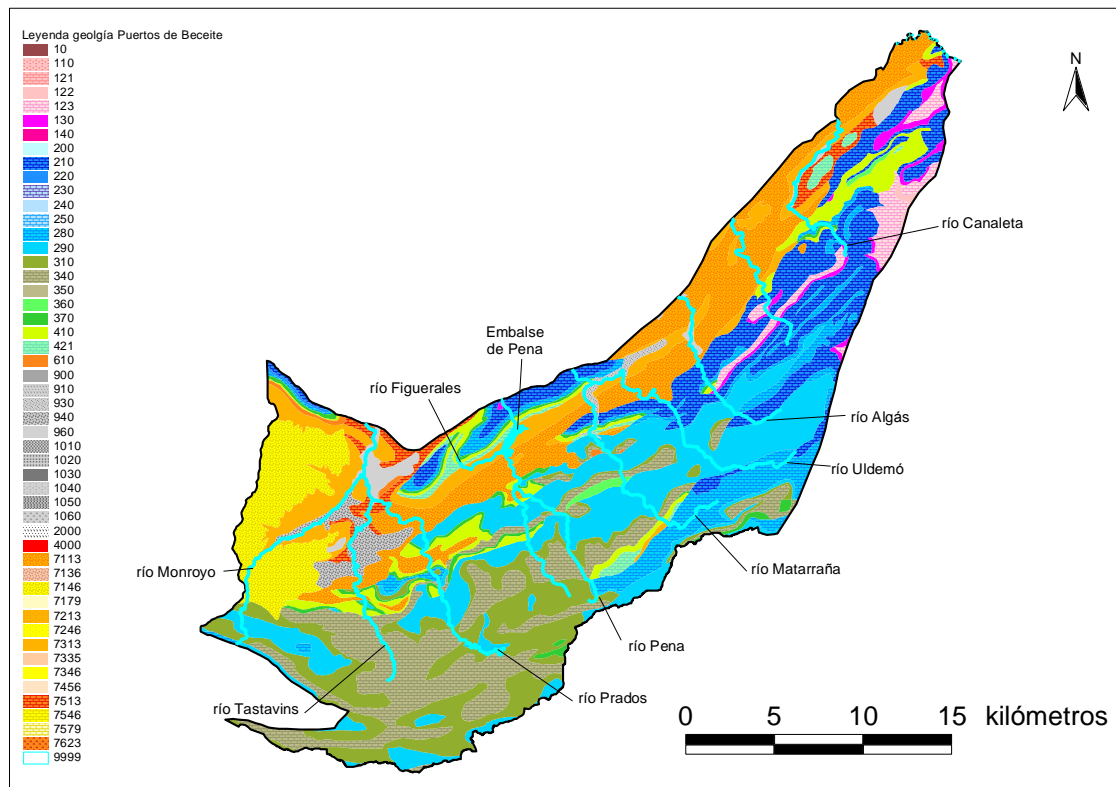
Su superficie es de 645 km<sup>2</sup>, distribuida en las provincias de Teruel, Tarragona y Castellón, con altitudes comprendidas entre los 135 y 1.370 msnm (Figura 2).

Los límites de la masa están definidos al N con el contacto entre los conglomerados terciarios asociados a los afloramientos mesozoicos y los materiales del terciario más finos de la depresión del Ebro, hasta el río Canaleta situado al NE.

Al E, en la divisoria hidrográfica sobre los relieves de las sierras del Tormo, Pandols, Caballs y Puertos de Beceite. Al S, en divisoria hidrográfica Ebro-Cenia y Ebro-Servol. Y al O, en la divisoria hidrogeológica con la masa de Aliaga-Calanda.

## 2 Características geológicas

Esta masa de agua subterránea se identifica con la vertiente norte del Macizo de los Puertos de Beceite. Este macizo se localiza en el área de contacto entre la cadena prelitoral catalana y la cadena ibérica, de forma que su estructura participa de las directrices de ambas: la alineación predominante es NE-SO característica del dominio catalánide, y NO-SE en la parte más occidental e ibérica (Figura 3 y Tabla 1).





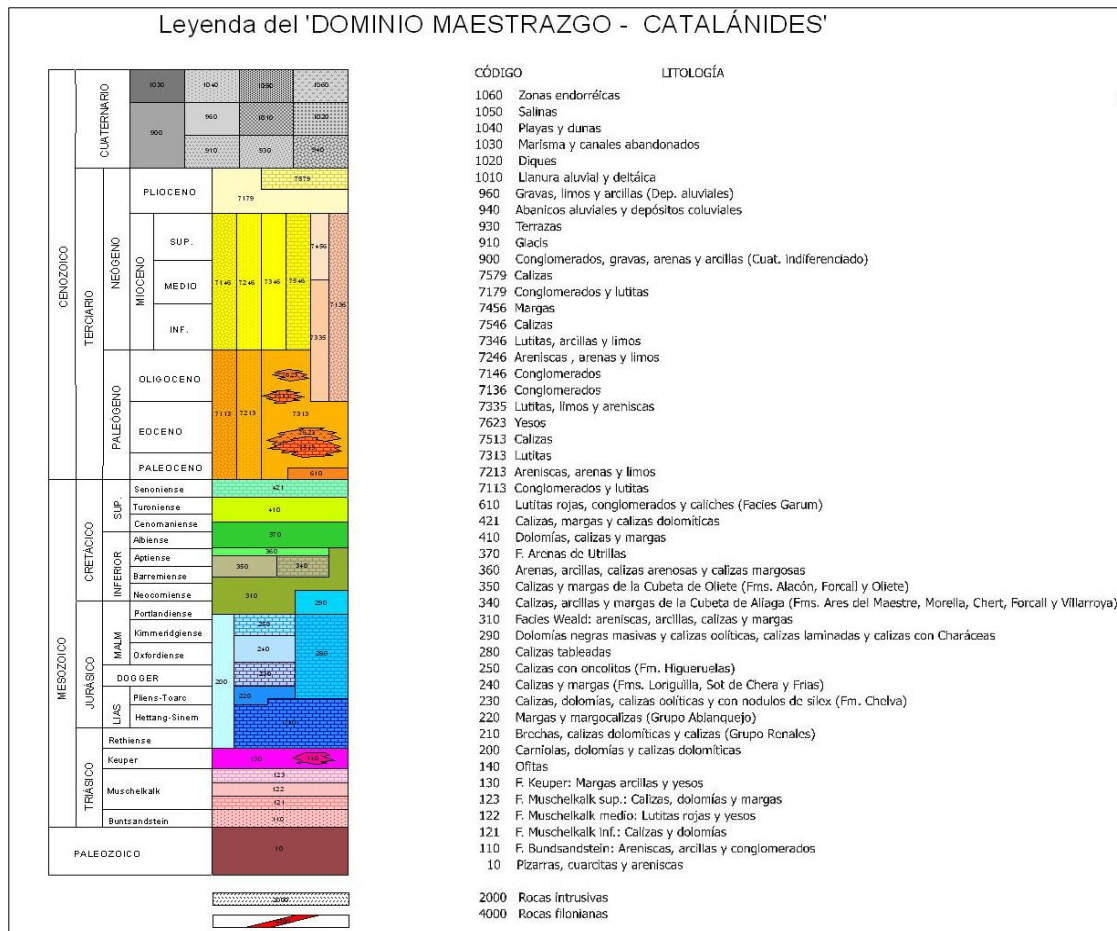


Figura 3. Litologías presentes en la masa de agua subterránea ES091MSBT096. La descripción de las principales unidades de la leyenda se presenta en la Tabla 1.

iddom	Geología	Litología	Sup (km²)	%
960	Depósitos aluviales	Gravas; limos y arcillas	8,8	1,4
940	Abanicos aluviales y depósitos coluviales	Gravas; arenas; limos y arcillas	10,5	1,6
930	Terrazas	Gravas y arenas	3,1	0,5
7513	Eoceno-Oligoceno	Calizas	13,9	2,2
7313	Paleógeno	Lutitas	42,3	6,6
7146	Mioceno	Conglomerados	37,8	5,9
7113	Paleógeno	Conglomerados y lutitas	82,9	12,9
610	Facies Garum	Lutitas rojas; conglomerados y caliches	1,8	0,3
421	Cretácico sup. Senonoense	Calizas; margas y calizas dolomíticas	7,0	1,1
410	Cretácico sup. Cenomaniense-Turonense	Dolomías; calizas y margas	29,6	4,6
370	Cretácico inf. Formación Arenas de Utrillas	Arenas	11,9	1,9
360	Cretácico inf. Equivalentes laterales a las arenas de Utrillas	Arenas; arcillas; calizas arenosas y calizas margosas	2,2	0,3
340	Cretácico inf. Formaciones: Ares del Maestre; Morella; Chert; Forcall y Villarroya	Calizas; arcillas y margas de la Cubeta de Aliaga	78,7	12,2

iddom	Geología	Litología	Sup (km <sup>2</sup> )	%
310	Cretácico inf. Facies Weald	Areniscas; arcillas; calizas y margas	70,6	11,0
290	Jurásico. Malm dolomítico	Dolomías negras masivas y calizas oolíticas; calizas laminadas y calizas con Charáceas	97,1	15,1
280	Jurásico. Dogger y Malm indiferenciado	Calizas tableadas	43,5	6,8
220	Jurásico. Grupo Ablanquejo	Margas y margocalizas	0,6	0,1
210	Jurásico. Grupo Renales	Brechas; calizas dolomíticas y calizas	78,8	12,3
130	Triásico. Facies Keuper	Margas arcillas y yesos	7,4	1,2
123	Triásico. Facies Muschelkalk superior	Calizas; dolomías y margas	13,0	2,0
122	Triásico. Facies Muschelkalk medio	Lutitas rojas y yesos	1,0	0,1
<b>Total</b>			<b>643</b>	<b>100</b>

Tabla 1. Superficies de los dominios geológicos en la masa de agua ES091MSBT096.

La geometría interna está definida por escamas cabalgantes, fallas inversas y pliegues de vergencia NO. Los niveles arcillosos del Muschelkalk medio y del Keuper actúan de nivel de despegue de los cabalgamientos.

El Cretácico inferior se sitúa en la zona occidental en una serie de sinclinales colgados. El Cretácico superior solo se localiza en el sector N de la masa. Aparecen también materiales conglomeráticos y calizas del Terciario y Cuaternario formado por aluviales, terrazas y abanicos. Hacia el NO, los mesozoicos fosilizan bajo los rellenos terciarios de la cuenca del Ebro. En las Figuras 4 a 8 se presentan varios cortes geológicos de la masa de agua tomados de la bibliografía consultada.

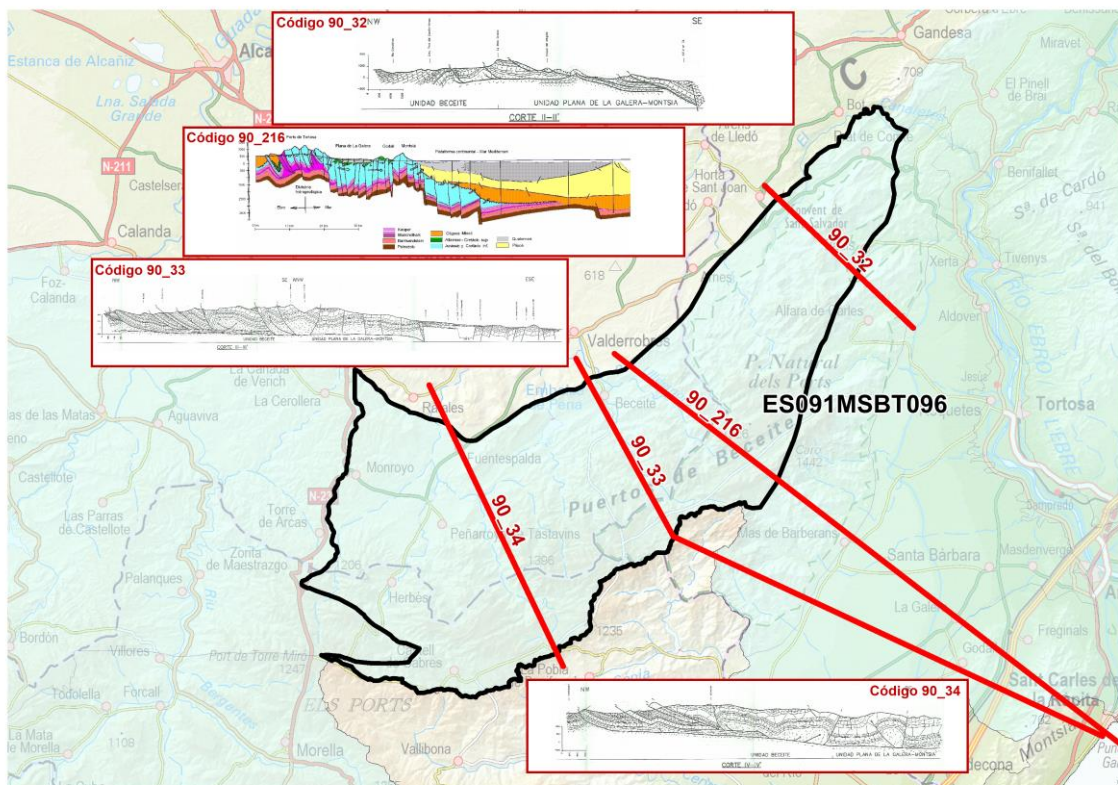


Figura 4. Localización cortes geológicos de la masa de agua subterránea ES091MSBT096.



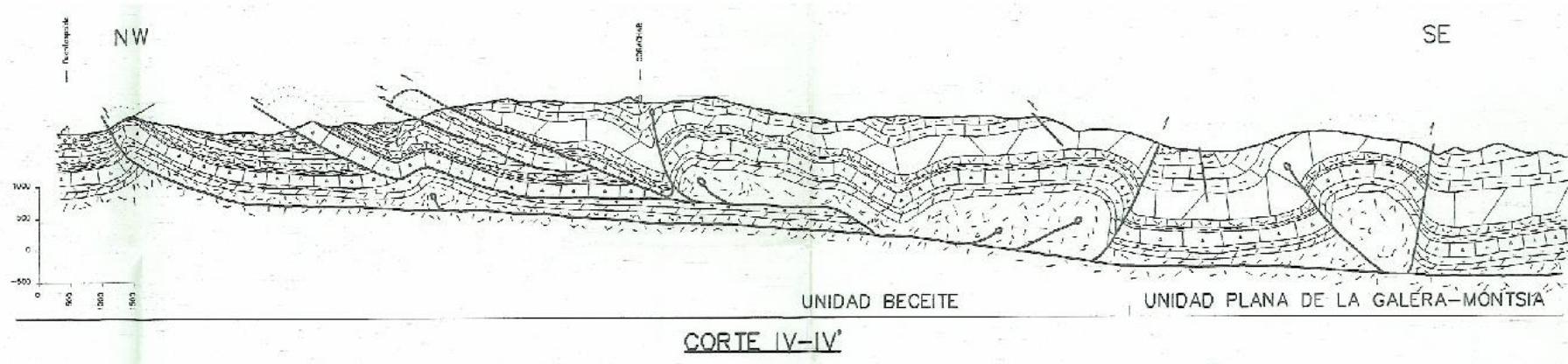


Figura 7. Corte geológico Código 90\_34. Fuente: MOPT (1991)

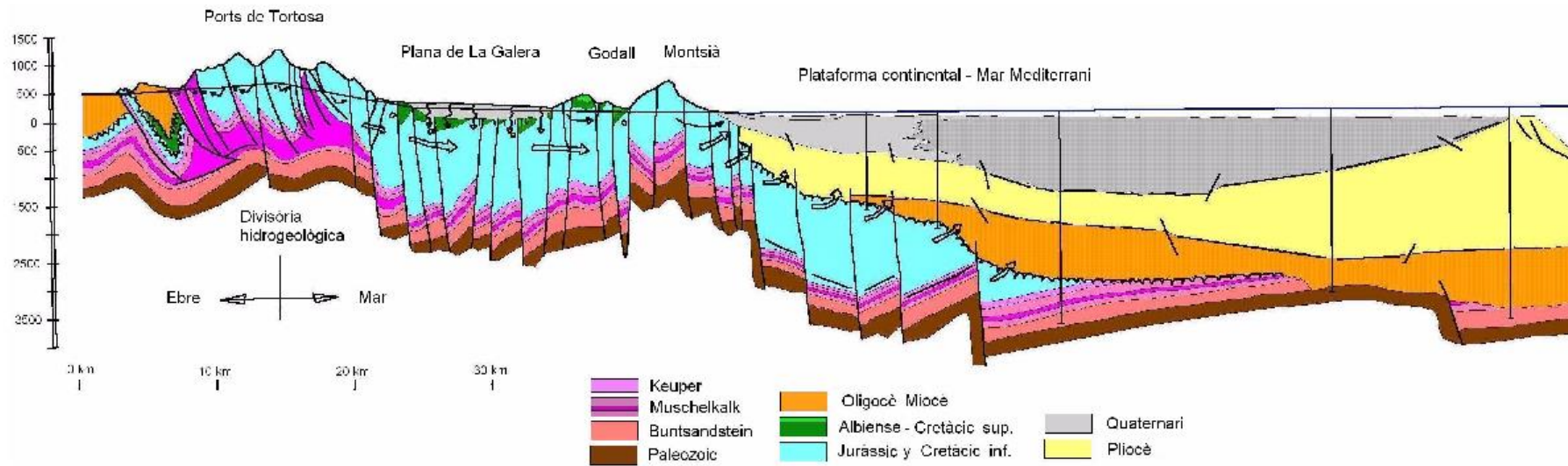


Figura 8. Corte geológico Código 90\_216. Fuente: Bayo *et al.* (1988)

### 3 Características hidrogeológicas

Atendiendo a los antecedentes, la masa de agua subterránea ES091SBT096 se sitúa dentro de lo que se denominó Unidad Hidrogeológica 804 “Puertos de Beceite”, que a su vez formaba parte del Dominio Hidrogeológico “Ibérico Maestrazgo-Catalánides”, descrito en CHE (1999). Esta masa de agua es una masa de agua que discurre por litologías eminentemente carbonatadas (IGME, 2009b).

Los niveles permeables identificados en esta masa de agua subterránea se incluyen en la Tabla 2 y en la Figura 9 se muestra una síntesis litológica.

N	EDAD	LITOLOGÍA
9	Cuaternario	Aluviales, terrazas y abanicos
8	Eoceno - Oligoceno	Conglomerados de Rafaeles, Monsant y Fórnols
7	Cretácico superior	Fms. Mosqueruela, Degollados y Sierra de Llavérica
6	Albiense-Cenomaniense	Fm Arenas de Utrillas
5	Aptiense sup-Albiense inf.	Calizas masivas de Toucasia y calizas arenosas (Villaroya y Benasal)
4	Barremiense-Aptiense	Calizas
3	Dogger - Malm	Calizas y dolomías
2	Suprakeuper-Lías	Brechas, calizas y dolomías del Grupo Renales
1	Muschelkalk	Calizas y dolomías

Tabla 2. Niveles permeables identificados en la masa ES091MSBT096.

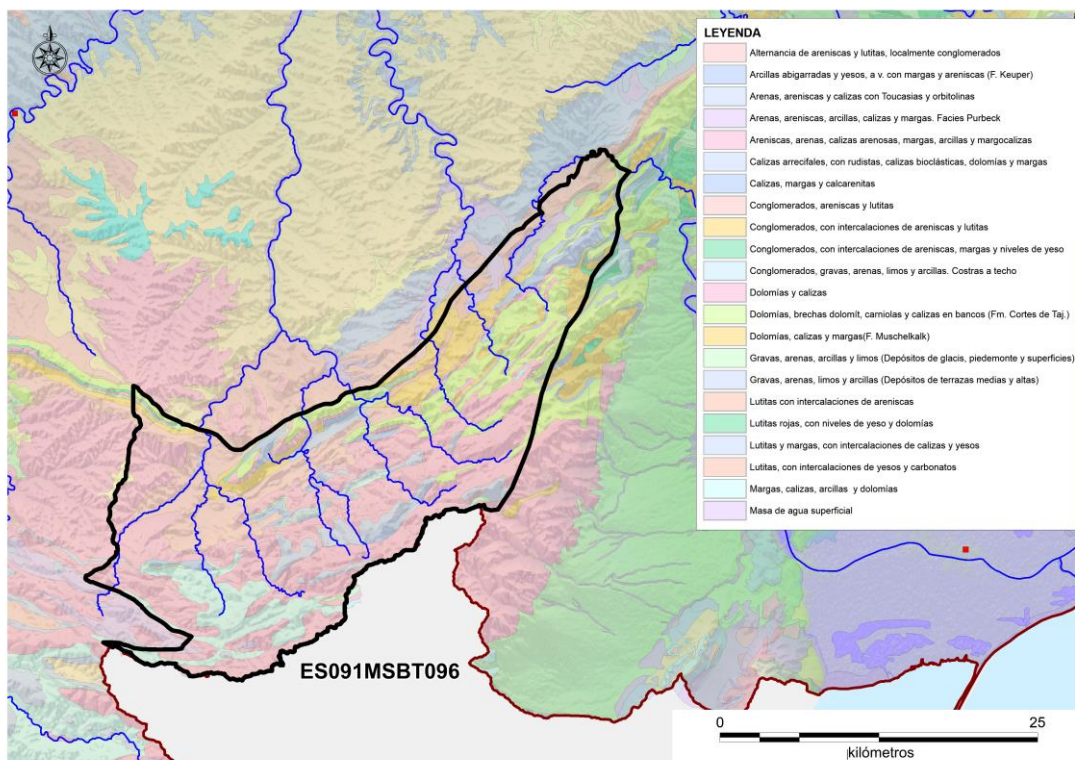


Figura 9. Litología de la masa de agua subterránea ES091MSBT096. Fuente: SITEBRO

El Muschelkalk superior, con unos 60 a 80 m de calizas y dolomías, es el acuífero Triásico superior, el más profundo de esta masa de agua. Aflora en los núcleos de los anticlinales de la zona oriental de la masa. Se trata de un nivel permeable por carstificación, si bien a tenor de la profundidad a la que se halla, está confinado por una elevada carga litostática por lo que se presume una permeabilidad media a baja.

Los acuíferos más importantes están constituidos de dolomías y calizas del Lías (220-300 m) y dolomías del Malm (250-300 m). La tectónica cabalgante de la zona da lugar a afloramientos repetitivos de esta serie, posibilitando la presencia de una gran superficie de recarga en la zona oriental.

El Cretácico inferior está formado por calizas y dolomías del Neocomiense-Barremiense (60-80 m) y calizas masivas y arenosas del Aptiense-Albiense (60-100 m). Dispone de escasa representación superficial y, por lo tanto, escasa continuidad hidráulica.

El Cretácico superior, constituido por 20-50 m de calizas. Sólo aflora en el sector N, y se presenta directamente sobre los niveles de baja permeabilidad infrayacentes con una discordancia angular basal.

El acuífero Eoceno-Oligoceno incluye un conjunto de conglomerados adosados al límite NO de la masa de agua. Su principal función es la transferencia de los recursos procedentes de los niveles calcáreos.

El acuífero Cuaternario incluye los depósitos de fondo de valle y los aluviales de muy escaso desarrollo. Su espesor en el ámbito de esta masa de agua subterránea no sobrepasa los 5 m.

Los escasos datos disponibles sobre los parámetros hidrodinámicos se remiten al acuífero del Cretácico superior, procedente de un ensayo junto al embalse de Pena (3020-4-6), que aportó un valor de transmisividad de 400 m<sup>2</sup>/día. En la Figura 10 se recoge un mapa de permeabilidades de la masa de agua subterránea.

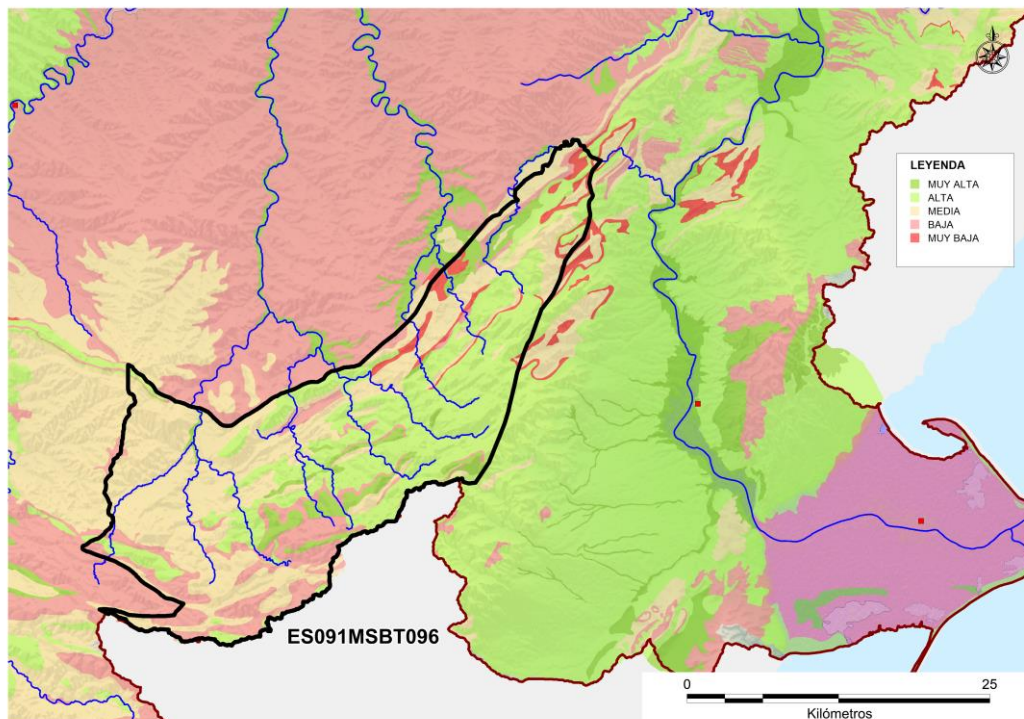


Figura 10. Permeabilidad de la masa de agua subterránea ES091MSBT096. Fuente: SITEBRO

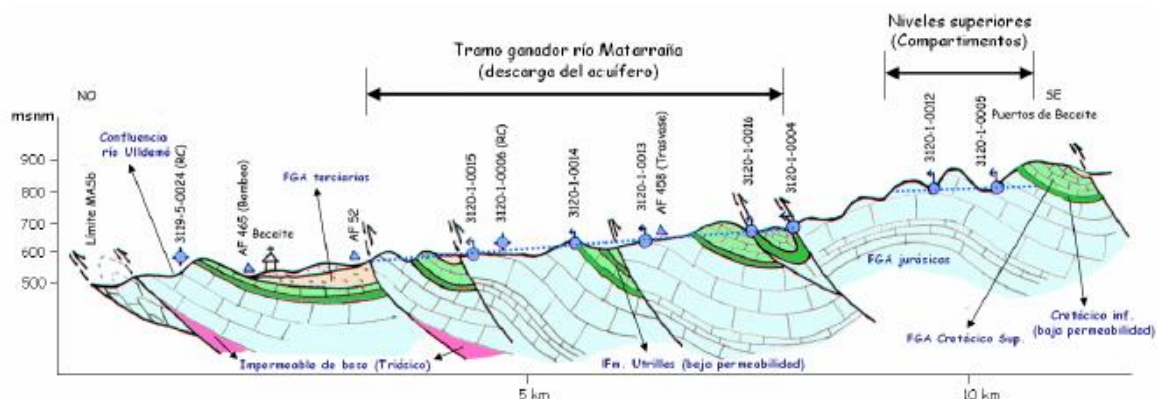


Figura 11. Corte hidrogeológico del río Matarraña. Fuente: IGME (2009a)

En resumen puede concluirse que la masa de agua subterránea ES091MSBT096 presenta una dominancia de acuíferos carbonatados (calizas y dolomías) que se comportan como acuíferos fisurados altamente productivos.

## 4 Zona no saturada

La estimación de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos realizada en IGME (2009c) nos da una idea aproximada de la importancia de la zona no saturada. Para el caso de la masa de agua de los Puertos de Beceite se concluye que es muy vulnerable. La distribución por categorías de vulnerabilidad (Tabla 3 y Figura 12) indica que un 27,7 % de la superficie de la masa de agua subterránea tiene una categoría alta o muy alta, lo que indica un grado elevado de vulnerabilidad en el orden de un tercio de superficie.

Categoría	Superficie	
	km <sup>2</sup>	%
Muy alta	27,34	4,3
Alta	148,63	23,4
Moderada	142,60	22,4
Baja	228,52	35,9
Muy baja	89,28	14,0
<b>TOTAL</b>	<b>636,37</b>	<b>100,0</b>

Tabla 3. Distribución de las categorías de vulnerabilidad intrínseca estimada en IGME (2009c) en la masa de agua de los Puertos de Beceite

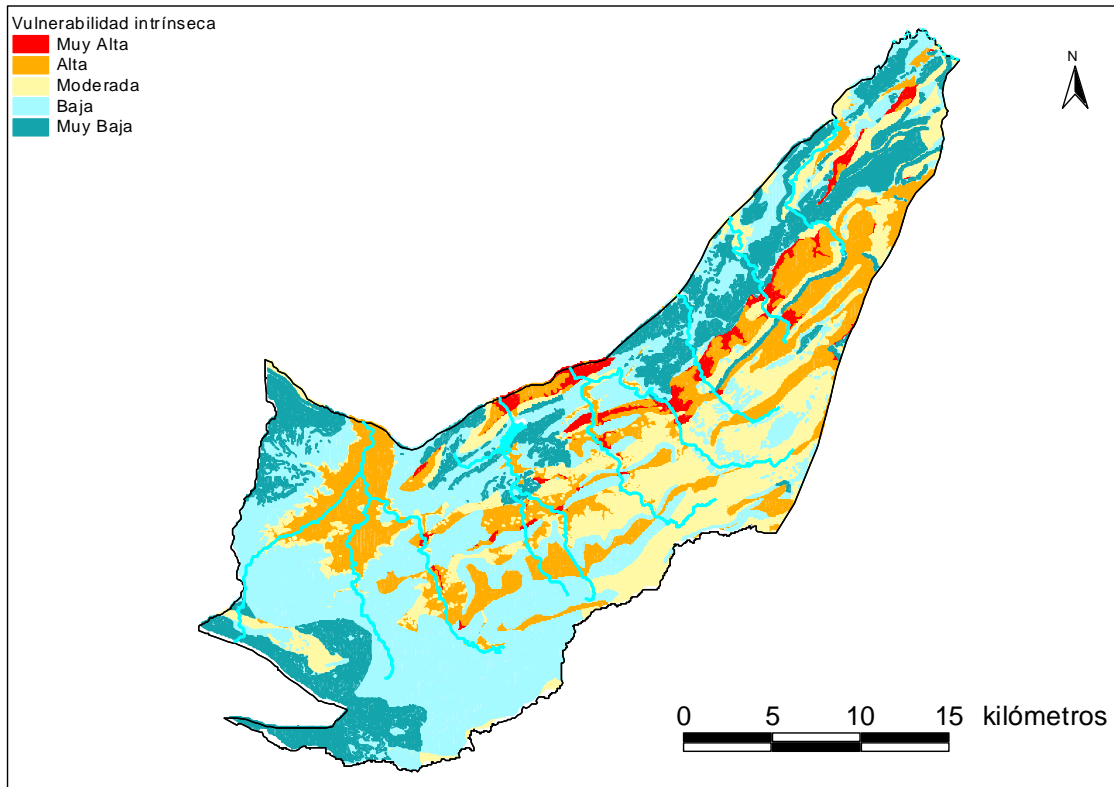


Figura 12. Vulnerabilidad intrínseca de la masa de agua subterránea de los Puertos de Beceite (IGME, 2009c).

## 5 Piezometría. Variación del almacenamiento

La información piezométrica de la masa de agua es limitada debido a la escasez de usos por encontrarnos en una zona muy naturalizada. La red piezométrica oficial consta de cinco piezómetros que se describen en la Tabla 4.

Nº de inventario	3020-3-0032	3020-7-0007	3119-3-0003	3119-5-0024	3020-4-0026
Coordenada X en HUSO30	753539	752090	779544	768372	759245
Coordenada Y en HUSO30	4523912	4510462	4537139	4525911	4519078
Coordenada X en HUSO31	247579	752090	274425	262513	252941
Coordenada Y en HUSO31	4523874	4510462	4535286	4524852	4518661
Cota (msnm)	711,75	797	410	543	729
Municipio	RAFALES	HERBES	HORTA DE SANT JOAN	BECEITE	PEÑARROYA DE TASTAVINS



Nº de inventario	3020-3-0032	3020-7-0007	3119-3-0003	3119-5-0024	3020-4-0026
<b>Toponimia</b>	BARRANCO DE LA MOLINERA. CHE-PIEZÓMETRO (RAFALES-2)	IRYDA, BARRANCO DE ENFERRÓ. HERBES	FONT MONTBLANC	BECEITE MMA. CARRETERA, POLÍGONO 2 PARCELA 9002 MMA	MAS DEL NAPERO, RED MMA
<b>Profundidad total (m)</b>	271,75	302	135	129	150
<b>Código MIMAM</b>	09.804.001	09.804.008	09.804.011	09.804.007	09.804.006

Tabla 4. Piezómetros de la Red Piezométrica Oficial en los Puertos de Beceite.

Además de los datos de la red piezométrica, la base de datos del Inventario de Puntos de Agua (IPA) que gestiona la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Ebro tiene registrados 197 puntos sobre la masa de agua subterránea de los Puertos de Beceite (ES091MSPF096), los cuales se corresponden con: 3 excavaciones, 1 galería, 97 manantiales, 49 pozos, 16 puntos de control, 30 sondeos y 1 surgencia. En la Figura 13 se han representado estos puntos de agua.

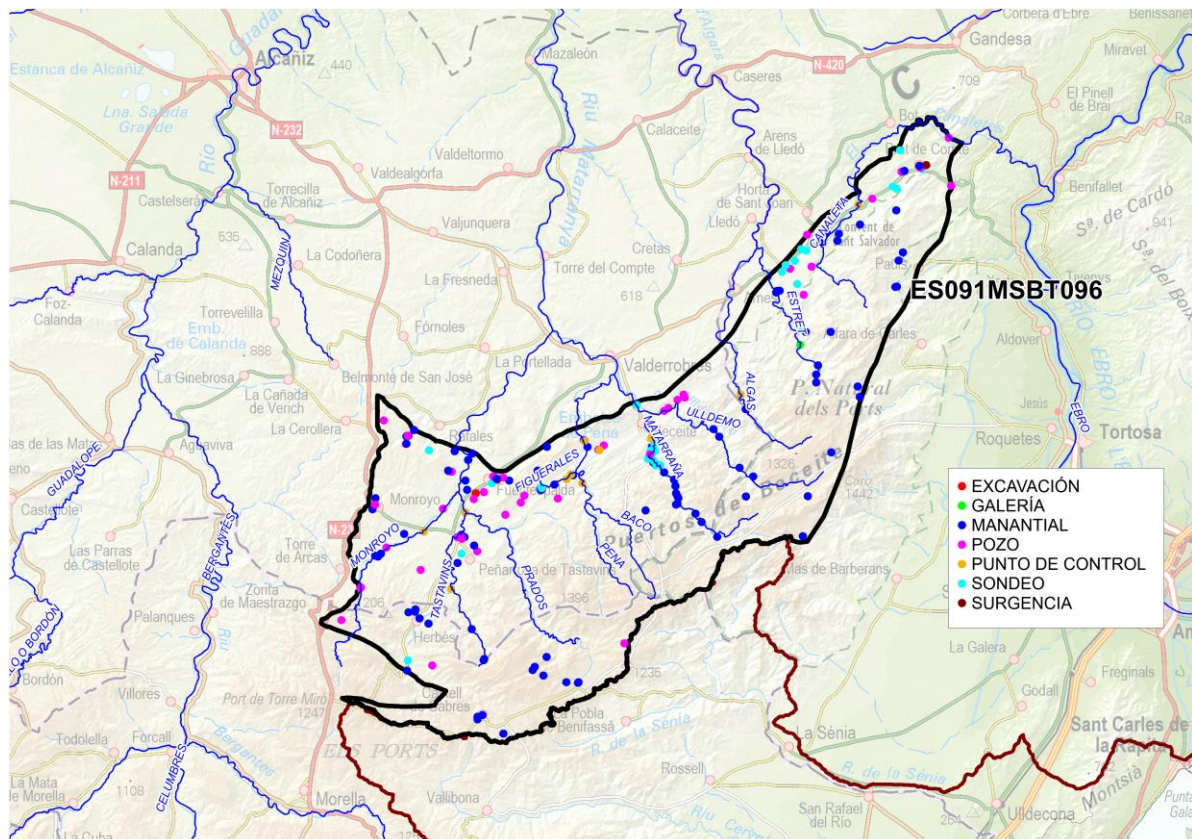


Figura 13. Localización de los puntos de agua registrados en la masa ES091MSBT096. Fuente: IPA

La presencia de niveles de baja permeabilidad interpuestos en la serie da lugar a una cierta compartimentación del acuífero, lo que condiciona la presencia de algunos acuíferos colgados sobre el nivel piezométrico regional que drenan mediante manantiales.

Las direcciones de flujo están condicionadas por la topografía (Figura 14) y se dirigen hacia los ríos, que funcionan como colectores de las zonas más montañosas.

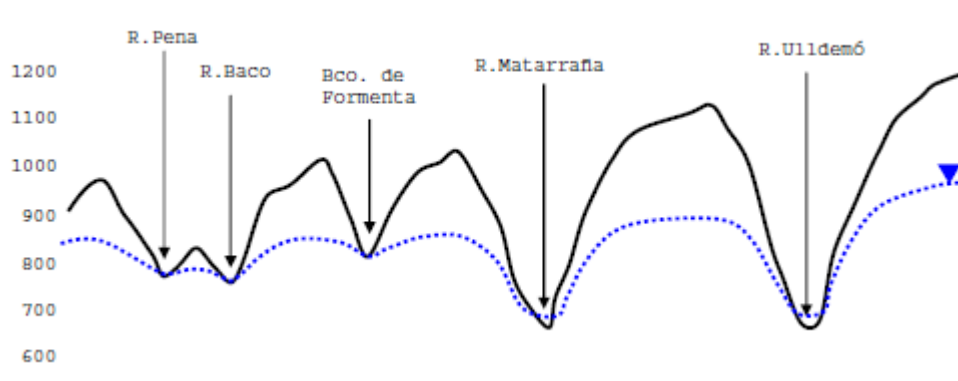
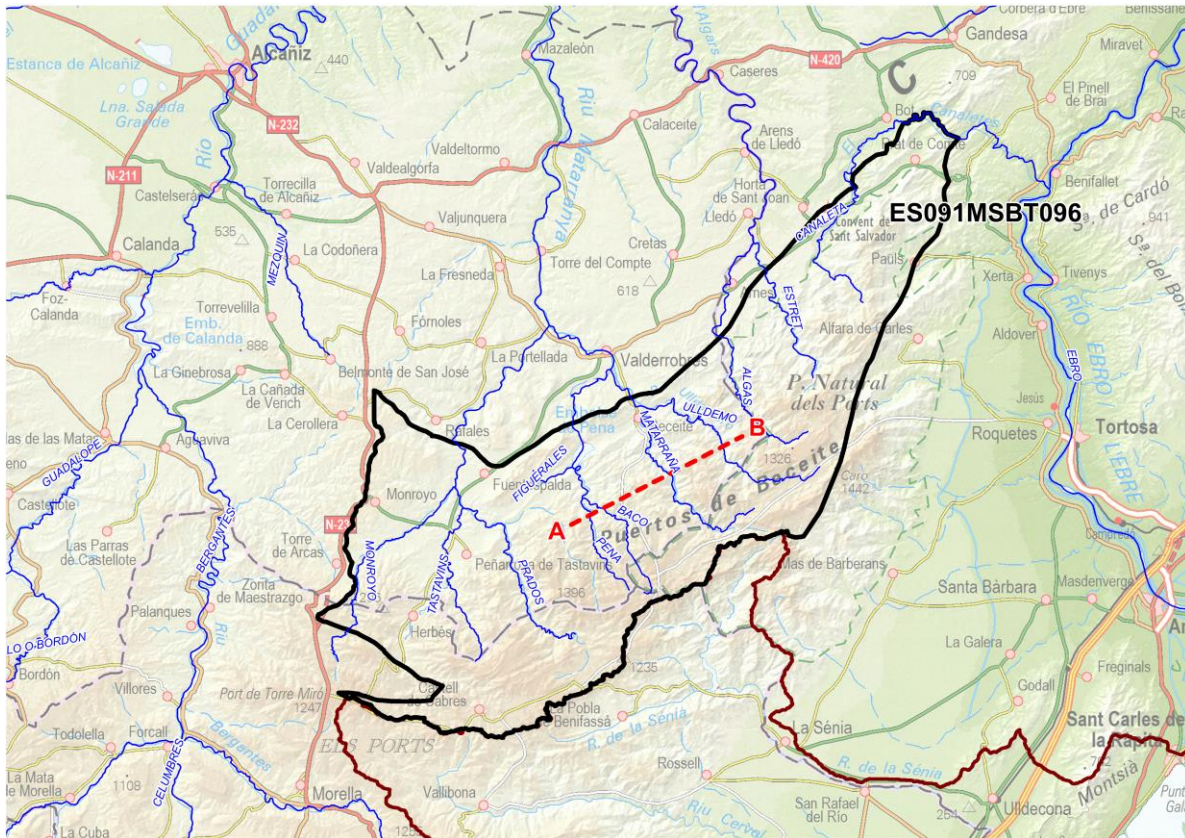


Figura 14. Localización (arriba). Perfil topográfico y nivel piezométrico de la sección A-B (abajo). Fuente: Espigas Gascón (2013)

La tendencia general de las líneas de flujo marca una clara dirección noroeste-sureste, coherente con el gradiente topográfico de la zona de estudio y con la dirección y sentido de los ríos Pena, Baco, Matarraña y Ulldemó. En la Figura 14 se muestra el mapa de isopiezas general de la zona correspondientes al periodo 1967-1998 y en la Figura 15 se presenta el mapa correspondiente a 2008, ambos tomados de IGME (2009b).

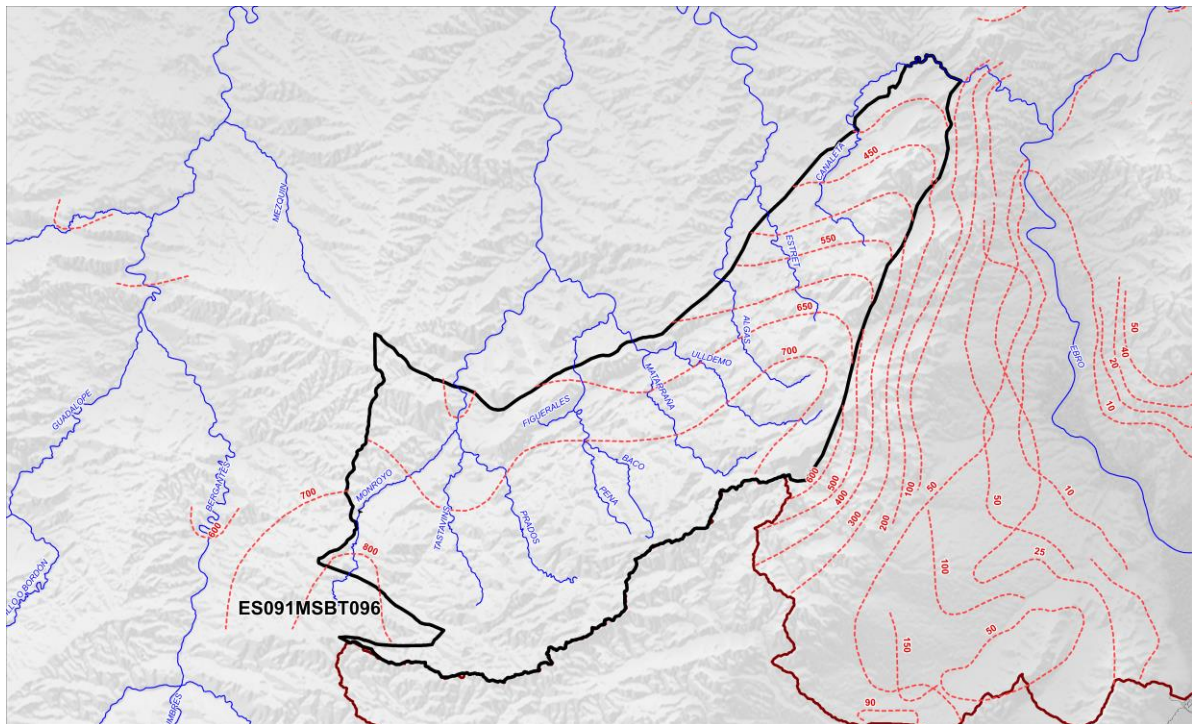


Figura 15. Piezometría en el área de la masa ES091MSF096 en el periodo 1967-1998. Fuente: IGME (2009b).

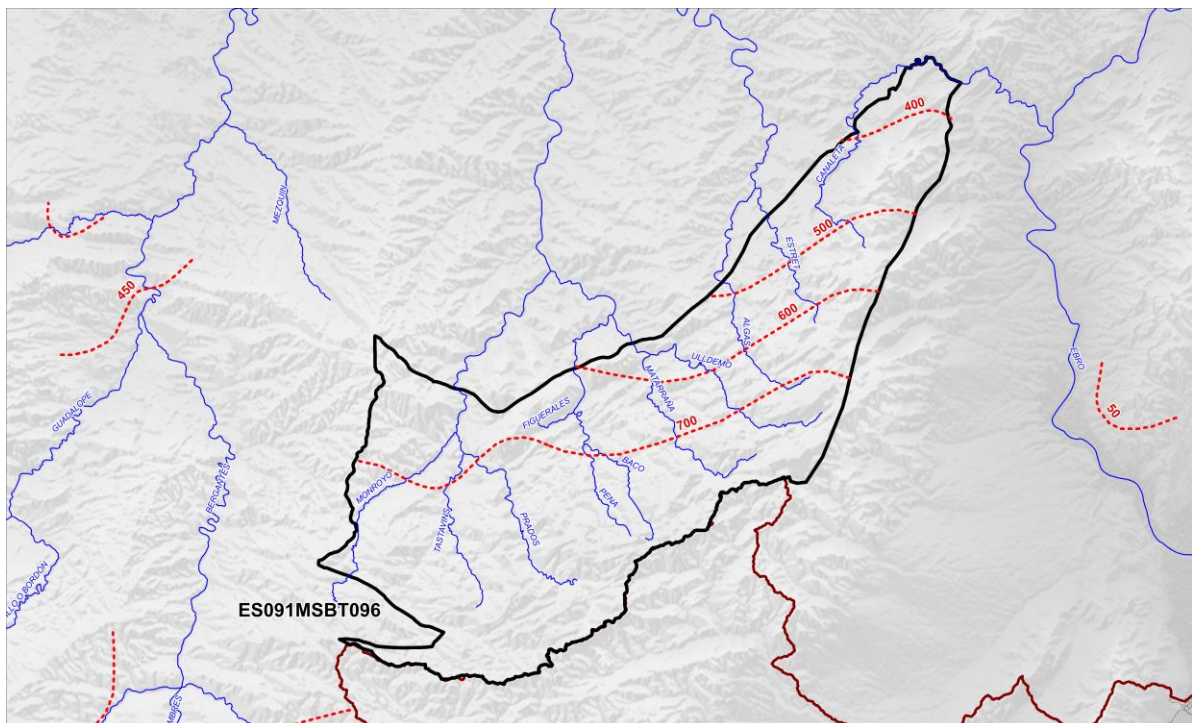


Figura 16. Piezometría en el área de la masa ES091MSF096 en 2008. Fuente: IGME (2009b).

En la zona Noroeste del área de estudio cabe destacar la presencia de una alineación montañosa de dirección Suroeste-Noreste, correspondiente a la última escama de cabalgamiento de materiales mesozoicos sobre materiales terciarios. Dicha formación actúa como zona de recarga del acuífero mesozoico y en zonas puntuales llega a invertir la dirección general de flujo.

El río Ulldemó en su transcurso sobre los materiales que componen el acuífero terciario, se comporta como río influente. Mientras, el tramo del río Matarraña que transcurre sobre estos mismos materiales se comporta como efluente.

## **6 Sistemas de superficie asociados y ecosistemas dependientes**

El análisis de las relaciones entre las masas de agua y los ecosistemas asociados fue estudiado en detalle para todo el territorio nacional en IGME (2009a). En la Tabla 5 se recoge el listado de ecosistemas relacionados con la masa de agua ES091MSBT096 y en las Figuras 17 a 19 se recogen varios mapas sinópticos que representan las principales características de esta relación río-acuífero.

CÓDIGO	NOMBRE	CCAA	ÁREA (km <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (km)	EXISTENCIA DE INTERRELACIÓN ENTRE LAS ÁREAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS (DHE)	MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA RELACIONADAS			OBSERV.
						CÓDIGO MASb	NOMBRE MASb	Demarcación Hidrográfica	
ES0000307	ZEPA-PUERTOS DE BECEITE	ARAGÓN	148,1	73,95	Sí	ES091MSBT096	Puertos de Beceite	D.H. Ebro	
ES0000465	ZEPA-L'ALT MAESTRAT, TINENÇA DE BENIFASSÓ Y SIERRAS DEL TURMELL Y LA VALLIVANA	VALENCIA	962,6	277,2	Sí	ES091MSBT092 ES091MSBT095 ES091MSBT096 ES091MSBT099	Aliaga-Calanda Alto Maestrazgo Puertos de Beceite Puertos de Tortosa	D.H. Ebro	Más del 51% dentro de la D.H. Ebro
ES2420036	LIC-PUERTOS DE BECEITE	ARAGÓN	46,65	46,29	Sí	ES091MSBT096	Puertos de Beceite	D.H. Ebro	
ES2420118	LIC-RÍO ALGARS	ARAGÓN	4,72	119,96	Sí	ES091MSBT096	Puertos de Beceite	D.H. Ebro	
ES2420119	LIC-ELS PORTS DE BESEIT	ARAGÓN	101,59	65,63	Sí	ES091MSBT096	Puertos de Beceite	D.H. Ebro	
ES2430097	LIC-RÍO MATARRANYA	ARAGÓN	19,91	156,71	Sí	ES091MSBT096	Puertos de Beceite	D.H. Ebro	

Tabla 5. Listado de ecosistemas de especial interés hídrico en relación con las aguas subterráneas (IGME, 2009a).

ZEPA: Zona de Especial Protección para las Aves  
LIC: Lugar de Importancia Comunitaria

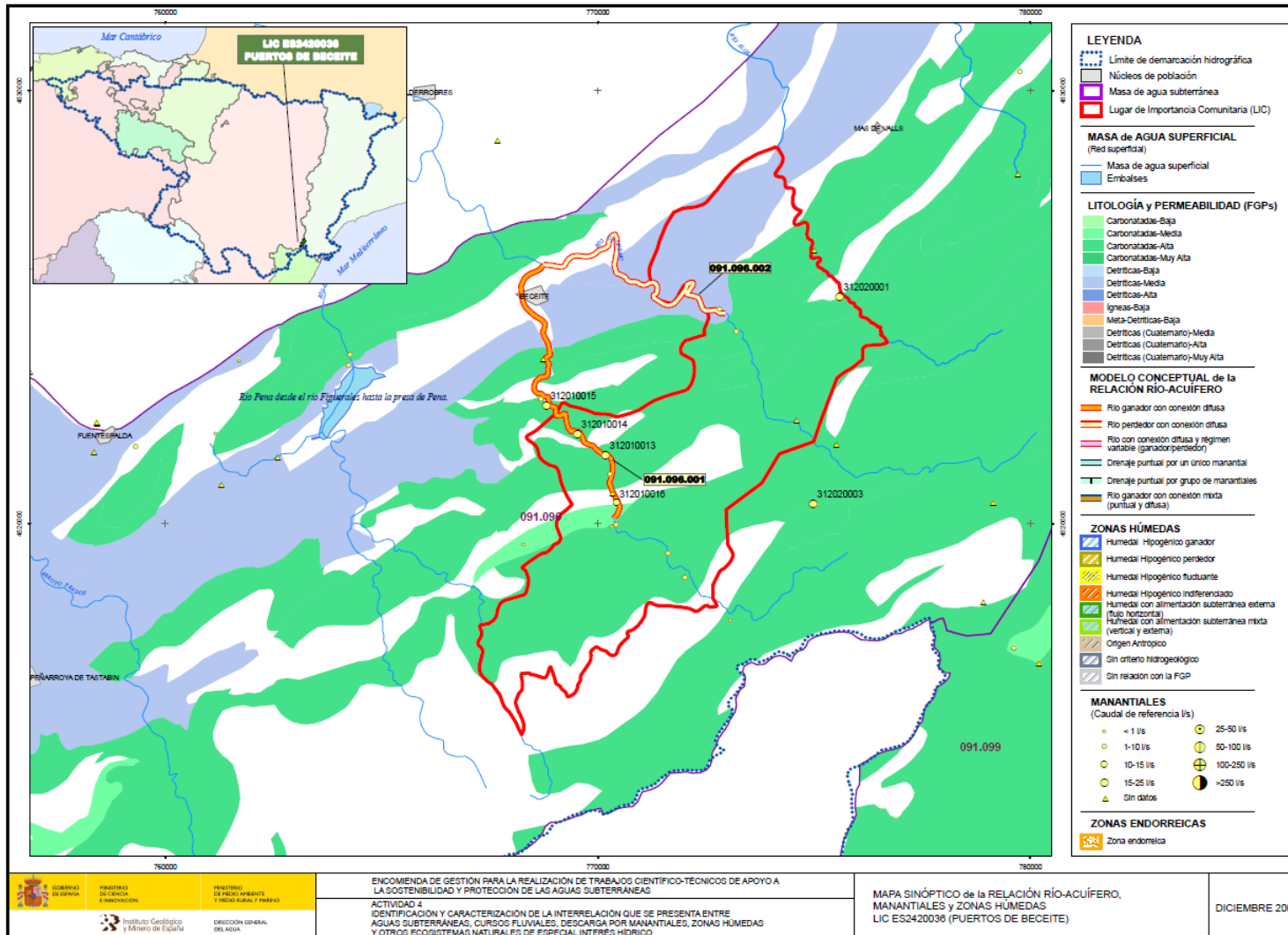


Figura 17. Mapa sinóptico de la relación río-acuífero de los Puertos de Beceite con el LIC ES2420036 (Puertos de Beceite). Fuente: IGME (2009b)

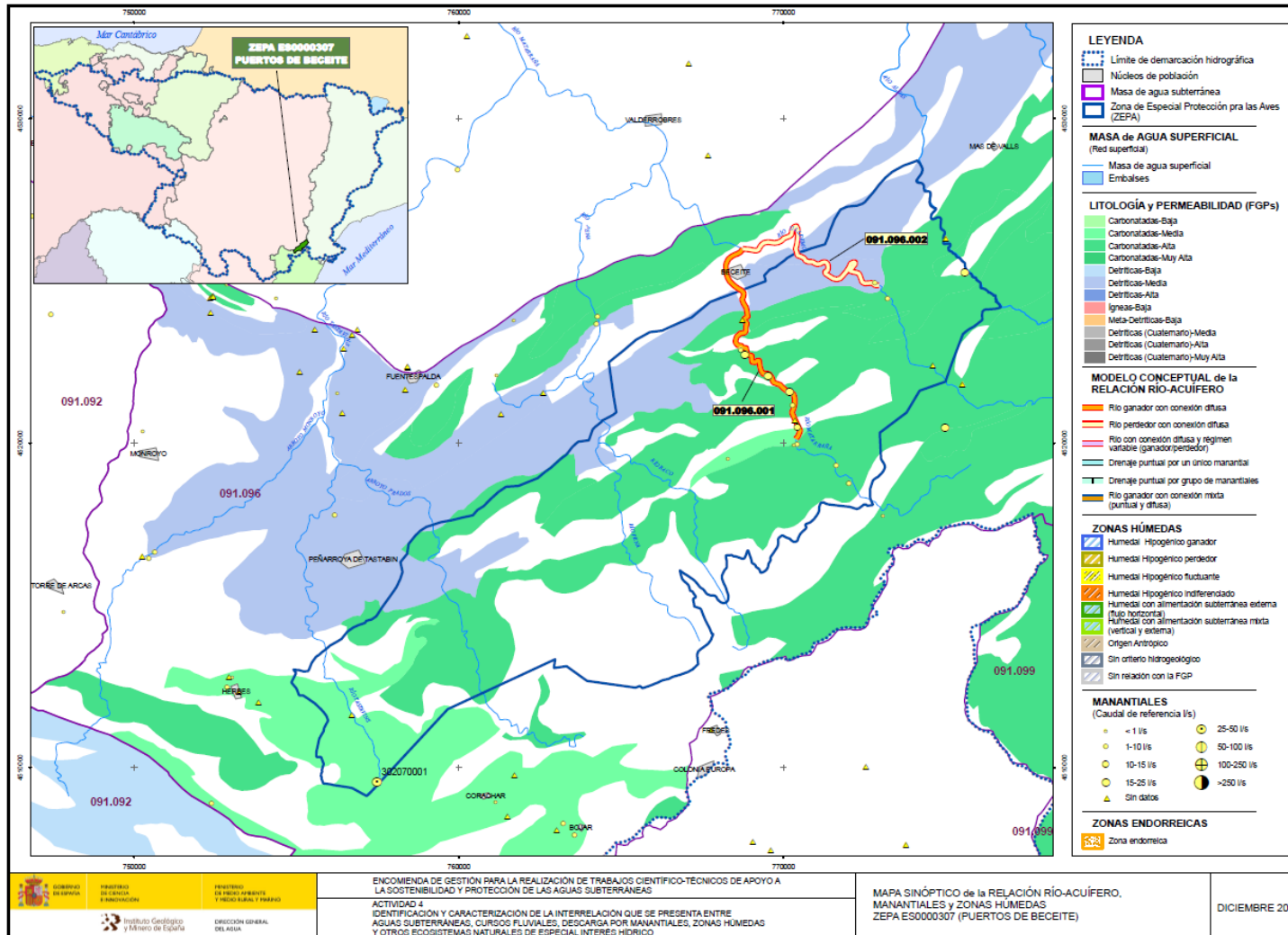


Figura 18. Mapa sinóptico de la relación río-acuífero de los Puertos de Beceite con la ZEPA ES0000307 (Puertos de Beceite). Fuente: IGME (2009b)

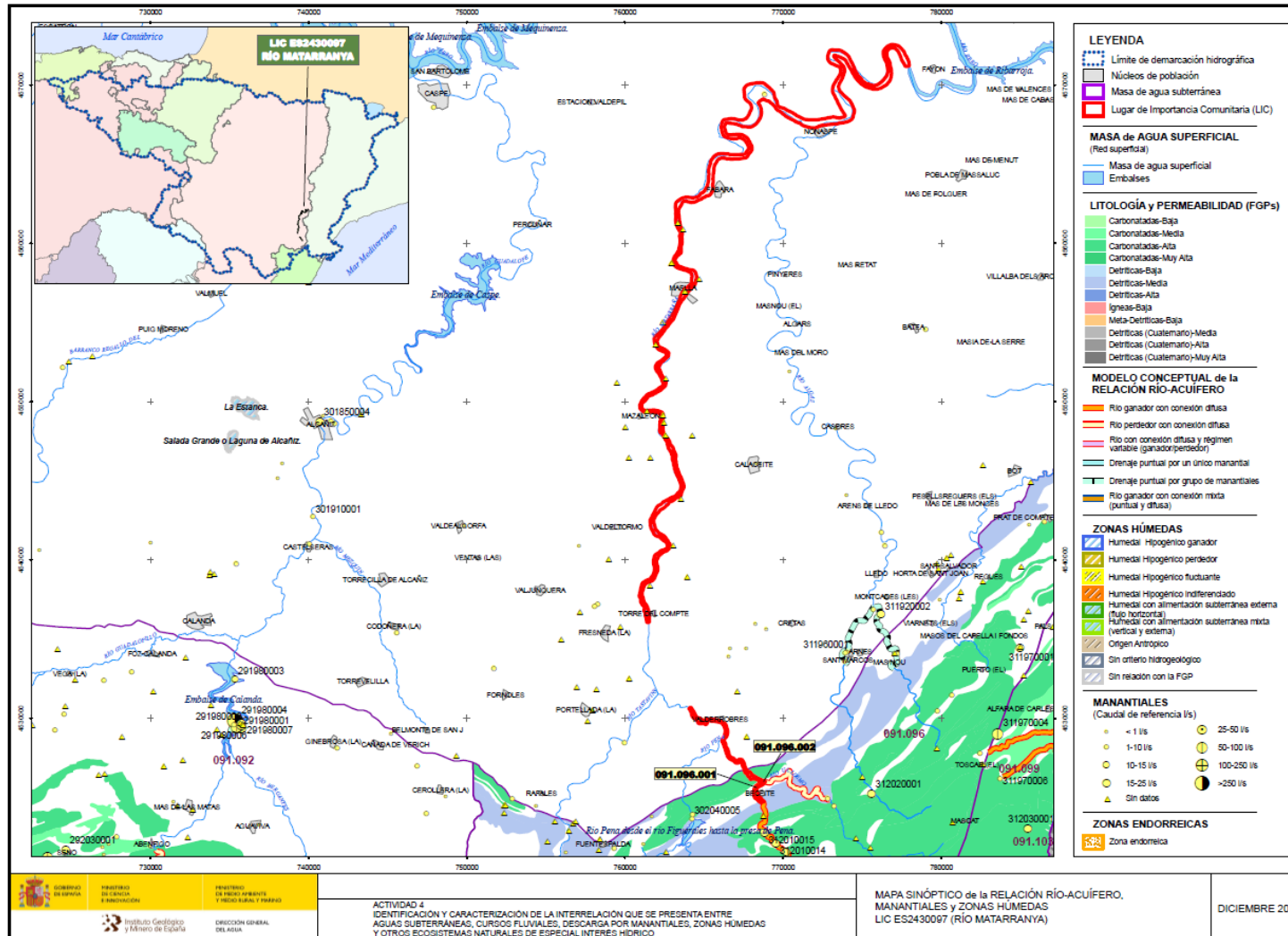


Figura 19. Mapa sinóptico de la relación río-acuífero de los Puertos de Beceite con el LIC ES2430097 (Río Matarranya). Fuente: IGME (2009b)



## 7 Recarga

La recarga se realiza principalmente por infiltración de las precipitaciones, dependiendo principalmente de las condiciones hidrológicas del suelo (permeabilidad, pendiente, vegetación, etc.).

La estimación de la recarga de la masa de agua estimada en el plan hidrológico del periodo 2015-2021 (CHE, 2016). La recarga por lluvia para la masa de agua subterránea de los Puertos de Beceite se estima en 40,8 hm<sup>3</sup>/año, de los que descontados los recursos destinados al mantenimiento de los ecosistemas asociados, quedaría un recurso natural disponible de 33,0 hm<sup>3</sup>/año (Figura 20).

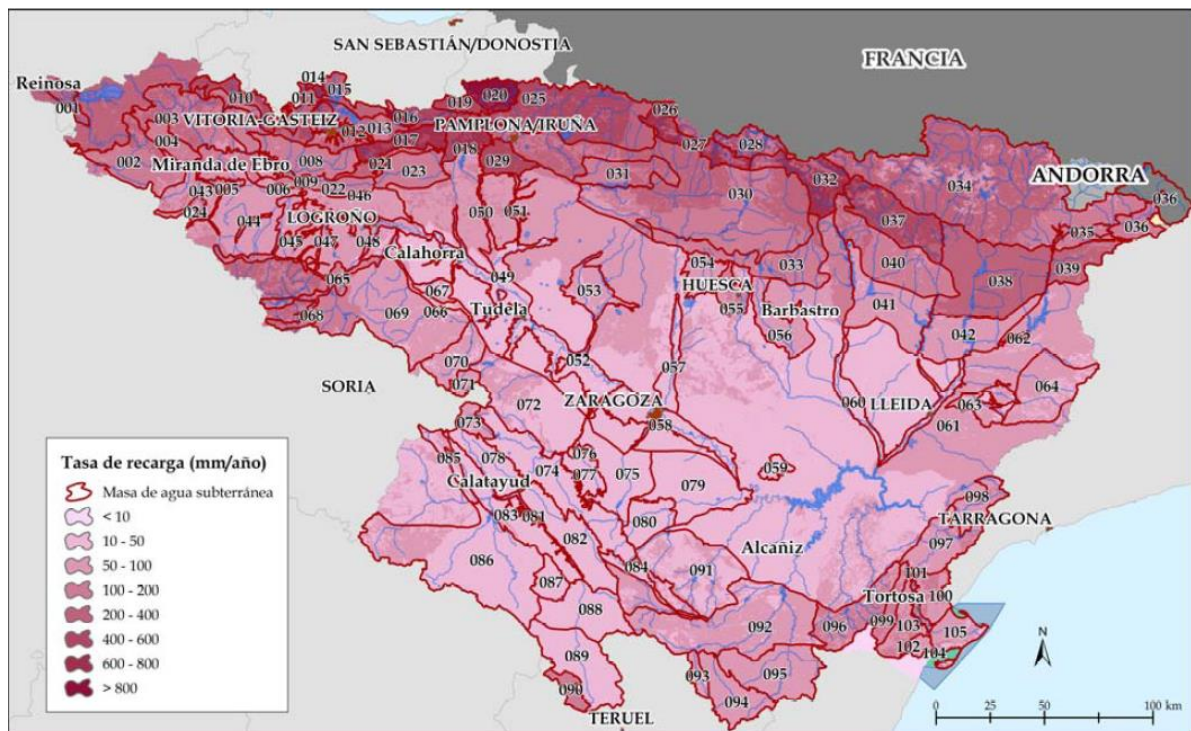


Figura 20. Mapa de infiltración en las masas de agua subterráneas. Fuente: CHE (2016)

La descarga del acuífero se realiza mayoritariamente hacia las cabeceras de los ríos Matarraña y Algás, constituyendo su caudal de base. Buena parte de las descargas se realizan en zonas distales donde los conglomerados terciarios pasan a facies más finas de menor permeabilidad. En el caso del río Canaleta pierde caudal a su paso por los materiales mesozoicos.

Los terrenos carbonatados mesozoicos de la zona no permiten el desarrollo de una vegetación muy densa, presentando un espesor radicular, capacidad de campo y punto de marchitez del suelo muy bajos. En cambio, la infiltración sobre estos materiales fracturados y cársticos suele ser muy importante.

El espesor radicular y las condiciones de capacidad de campo sobre terrenos granulares terciarios es mayor, afectando con ello de forma significativa en la recarga del acuífero terciario, el cual únicamente recibirá aportaciones por infiltración de agua de lluvia tras episodios con precipitaciones abundantes. Por este motivo, el acuífero terciario recibe la

mayor parte de los aportes por transferencia difusa por el contacto con el acuífero mesozoico y por aportes de ríos influentes (Esquinas, 2013).

## 8 Recarga artificial

No se ha planteado la necesidad de actuaciones relacionadas con la recarga artificial de acuíferos.

## 9 Explotación de las aguas subterráneas

La fuente de información utilizada para documentar las extracciones ha sido la base de datos *Integra* mediante la cual se gestionan y tramitan todos los aprovechamientos de la cuenca del Ebro tomada de CHE (2015). Este inventario cuenta con 37.432 registros con todas las captaciones de las que se tiene constancia.

La presión extractiva en la masa de agua supone un volumen máximo anual de 0,44 hm<sup>3</sup> distribuyéndose de la siguiente manera: 67% en Tarragona, 31% en Teruel y el 1% en Castellón. Al menos 0,34 hm<sup>3</sup> son concesiones exclusivas para riego y 0,042 hm<sup>3</sup> son concesiones compartidas de riego y abastecimiento. La consulta a los datos de SITEBRO para esta masa de agua aporta volúmenes de extracción del mismo orden de magnitud (0,54 hm<sup>3</sup>/año de volumen comprometido inscrito y 0,07 hm<sup>3</sup>/año en trámite).

A continuación se recogen las 75 extracciones identificadas en la masa Puertos de Beceite (Tabla 6).

id	Referencia	Título	Localidad	Provincia	Cauce	Uso Agricultura	Uso Abastecimiento	Superficie regable (km <sup>2</sup> )	Volumen Max.Anual (m <sup>3</sup> )	Caudal extraído (m <sup>3</sup> /s)
1027	1977-P-72	POZOS: Apertura de un pozo en zona de policía del cauce del barranco La Fuente con destino con destino al abastecimiento de una granja agrícola.	Fuentespalda	Teruel	MATARRAÑA, RIO	X		0	12.775	0,000405
2960	1987-F-20	Concesión aguas manantial o fuente Font de Persetes en su totalidad, para riegos.	Horta de Sant Joan	Tarragona	ALGAS, RIO	X		1,5	8.000	0,000254
3630	1988-F-13	Inscripción del aprovechamiento de las aguas del manantial Font de Cachano sito en paraje Regués, t.m. de Morta de San Juan, a nombre de Dolores Abadía Guimerá	Horta de Sant Joan	Tarragona	CANALETA, RIO	X		1,5	2.000	0,000063
6133	1989-P-1462	POZOS: Inscripción pozo para riego.	Fuentespalda	Teruel	TASTAVINS, RIO	X		2,982	1.200	0,000038
6426	1990-F-16	MANANTIAL: Inscripción manantial, disposición transitoria 2ª Ley de Aguas.	Horta de Sant Joan	Tarragona	CANALETA, RIO	X		30	1.000	0,000032
6744	1990-F-245	MANANTIAL: Inscripción manantial Disposición Transitoria Segunda Ley de Aguas.	Fuentespalda	Teruel	TASTAVINS, RIO	X		1,4288	3.000	0,000095
6747	1990-F-247	MANANTIAL: Inscripción manantial Disposición Transitoria Segunda Ley de Aguas.	Fuentespalda	Teruel	TASTAVINS, RIO	X		8	14.000	0,000444
6748	1990-F-247	MANANTIAL: Inscripción manantial Disposición Transitoria Segunda Ley de Aguas.	Fuentespalda	Teruel	TASTAVINS, RIO	X		8	14.000	0,000444
6749	1990-F-248	MANANTIAL: Inscripción manantial Disposición Transitoria segunda, Ley de Aguas.	Fuentespalda	Teruel	TASTAVINS, RIO	X		0,1	1.200	0,000038
7420	1990-F-732	FUENTE O MANANTIAL: Inscripción de fuente según Disposición Trans. 2ª.	Horta de Sant Joan	Tarragona	CLOSET, BARRANCO	X		30	95.000	0,003012
7421	1990-F-732	FUENTE O MANANTIAL: Inscripción de fuente según Disposición Trans. 2ª.	Horta de Sant Joan	Tarragona	CLOSET, BARRANCO	X		30	95.000	0,003012
7423	1990-F-734	FUENTE O MANANTIAL: Inscripción de fuente según Disposición Trans. 2ª.	Alfara de Carles	Tarragona	EBRO, RIO	X		3	5.000	0,000159
7424	1990-F-734	FUENTE O MANANTIAL: Inscripción de fuente según Disposición Trans. 2ª.	Alfara de Carles	Tarragona	EBRO, RIO	X		3	5.000	0,000159

Fichas de Masas de agua subterráneas en riesgo 2021 - 2027 - ANEJO 6

id	Referencia	Título	Localidad	Provincia	Cauce	Uso Agricultura	Uso Abastecimiento	Superficie regable (km <sup>2</sup> )	Volumen Max.Anual (m <sup>3</sup> )	Caudal extraído (m <sup>3</sup> /s)
7437	1990-F-745	FUENTE O MANANTIAL: Inscripción de fuente según Disposición Trans. 2ª.	Horta de Sant Joan	Tarragona	CANALETA, RIO	X		0,159	2.400	0,000076
7438	1990-F-746	FUENTE O MANANTIAL: Inscripción de fuente según Disposición Trans. 2ª.	Horta de Sant Joan	Tarragona	CANALETA, RIO	X		0,1312	800	0,000025
8646	1991-P-307	POZOS: Inscripción pozo para riego.	Fuentespalda	Teruel	FONT DE PEGUERA, MANANTIA	X		0,1694	800	0,000025
8647	1991-P-308	POZOS: Inscripción de dos pozos para usos ganaderos.	Fuentespalda	Teruel	FONT DE PEGUERA, MANANTIA	X		0	3.650	0,000116
8648	1991-P-308	POZOS: Inscripción de dos pozos para usos ganaderos.	Fuentespalda	Teruel	FONT DE PEGUERA, MANANTIA	X		0	3.650	0,000116
8659	1991-P-318	Inscripción: Catálogo aguas privadas	Fuentespalda	Teruel	TASTAVINS, RIO			0	400	0,000013
8882	1991-P-517	POZOS: Inscripción pozo para riegos.	Horta de Sant Joan	Tarragona	ESTRETS, RIO	X		0,9642	6.000	0,000190
8993	1991-P-618	POZOS: Inscripción pozo para riegos.	Horta de Sant Joan	Tarragona	ESTRETS, RIO	X		0,5	4.500	0,000143
12338	1992-P-1175	POZOS: Inscripción fuente para riego.	Horta de Sant Joan	Tarragona	CANALETA, RIO	X		0,25	789	0,000025
12344	1992-P-1181	Inscripción: Aprovechamiento temporal aguas privadas	Horta de Sant Joan	Tarragona	CANALETA, RIO	X		0,3606	1.200	0,000038
12359	1992-P-1199	POZOS: Inscripción fuente para riego.	Horta de Sant Joan	Tarragona	CANALETA, RIO	X		0,25	1.000	0,000032
12362	1992-P-1202	POZOS: Inscripción pozo para riego.	Horta de Sant Joan	Tarragona	ESTRETS, RIO	X		1,2173	3.000	0,000095
12460	1992-P-1304	POZOS: Inscripción manantial.	Gandesa	Tarragona	SECO, RIO			0	2.000	0,000063
12596	1992-P-1446	POZOS: Inscripción pozo para riego.	Horta de Sant Joan	Tarragona	CLOSET, BARRANCO	X		0,5	1.440	0,000046
12947	1992-P-1790	POZOS: Inscripción pozo para riego.	Horta de Sant Joan	Tarragona	ALGAS, RIO	X		1	730	0,000023
12987	1992-P-1830	POZOS: Inscripción pozo para riego.	Horta de Sant Joan	Tarragona	ESTRETS, RIO	X		0,2	100	0,000003

Fichas de Masas de agua subterráneas en riesgo 2021 - 2027 - ANEJO 6

id	Referencia	Título	Localidad	Provincia	Cauce	Uso Agricultura	Uso Abastecimiento	Superficie regable (km <sup>2</sup> )	Volumen Max.Anual (m <sup>3</sup> )	Caudal extraído (m <sup>3</sup> /s)
13136	1992-P-1978	POZOS: Inscripción pozo para riego.	Prat de Comte	Tarragona	CANALETA, RIO	X		0,7212	2.000	0,000063
13151	1992-P-1990	POZOS: Inscripción pozo para riego.	Prat de Comte	Tarragona	CANALETA, RIO	X		0,8191	5.000	0,000159
13265	1992-P-2105	POZOS: Inscripción pozo para riego.	Batea	Tarragona	ALGAS, RIO	X		0,05	200	0,000006
14463	1994-P-113	POZOS: Legalización de un pozo.	Prat de Comte	Tarragona	EBRO, RIO	X		0,12	985	0,000031
14542	1994-P-190	POZOS: Concesión de un aprovechamiento de aguas subterráneas, mediante pozo, para riego y usos ganaderos.	Horta de Sant Joan	Tarragona	CANALETA, RIO	X		0,05	2.500	0,000079
14679	1994-P-319	POZOS: Concesión de un aprovechamiento de aguas subterráneas mediante pozo, para usos domésticos, ganaderos y abastecimiento de varias granjas.	Prat de Comte	Tarragona	EBRO, RIO	X	X	0	27.238	0,000864
14843	1994-P-481	POZOS: Inscripción de un pozo, para riego.	Prat de Comte	Tarragona	EBRO, RIO	X		0,01	80	0,000003
14850	1994-P-489	POZOS: Inscripción de un pozo, para riego.	Prat de Comte	Tarragona	EBRO, RIO	X		0,04	350	0,000011
14861	1994-P-499	POZOS: Inscripción de un pozo, para riego.	Prat de Comte	Tarragona	EBRO, RIO	X		0,7614	4.570	0,000145
17695	1995-P-991	POZOS: Solicita autorización de apertura de pozo, para riego.	Fuentespalda	Teruel	TASTAVINS, RIO	X		0,75	100	0,000003
19805	1997-P-498	POZOS: Inscripción de un pozo, para riego y uso doméstico.	Peñarroya de Tastavins	Teruel	TASTAVINS, RIO	X	X	0,9	400	0,000013
20217	1997-P-890	POZOS: Solicita inscripción de un pozo, para riego.	Horta de Sant Joan	Tarragona	EBRO, RIO	X		0,0045	60	0,000002
20227	1997-P-899	POZOS: Solicita inscripción de un pozo, para riego y usos domésticos.	Horta de Sant Joan	Tarragona	ALGAS, RIO	X	X	3,05	4.380	0,000139
21178	1998-P-402	POZOS: Inscripción de un pozo, para riegos.	Prat de Comte	Tarragona	EBRO, RIO	X		0,0015	50	0,000002
21971	1998-P-1151	POZOS: Catálogo de aguas privadas.	Peñarroya de Tastavins	Teruel	TASTAVINS, RIO	X		0,3	1.050	0,000033

id	Referencia	Título	Localidad	Provincia	Cauce	Uso Agricultura	Uso Abastecimiento	Superficie regable (km <sup>2</sup> )	Volumen Max.Anual (m <sup>3</sup> )	Caudal extraído (m <sup>3</sup> /s)
22116	1998-P-1280	SOLICITUD DE UN APROVECHAMIENTO DE AGUAS A DERIVAR DE UN MANANTIAL INNOMINADO EN EL PARAJE BOSC NEGRE, DEL T.M. DE ALFARA DE CARLES (TARRAGONA), CON DESTINO A RIEGOS Y USOS DOMESTICOS NO DE BOCA	Alfara de Carles	Tarragona	EBRO, RIO	X	X	0,1	274	0,000009
22720	1999-P-361	POZOS: Inscripción de un pozo.	Beceite	Teruel	ULLDEMO, RIO			0	6.600	0,000209
22863	1999-P-496	POZOS: Catálogo de aguas privadas.	Fuentespalda	Teruel	TASTAVINS, RIO			0	850	0,000027
22995	1999-P-621	Modif. Caract. concesión	Rafales	Teruel	TASTAVINS, RIO			0	18.516	0,000587
22996	1999-P-621	Modif. Caract. concesión	Rafales	Teruel	TASTAVINS, RIO			0	18.516	0,000587
23937	2000-P-232	POZOS: Inscripción de un pozo.	Rafales	Teruel	TASTAVINS, RIO	X		0,45	2.500	0,000079
24214	2000-P-496	POZOS: Inscripción de un pozo.	Rafales	Teruel	TASTAVINS, RIO	X		0,51	350	0,000011
26765	2001-P-1468	POZOS: Inscripción pozo.	Peñarroya de Tastavins	Teruel	ESCRESOLA, BARRANCO			0	219	0,000007
28079	2002-P-865	POZOS: Inscripción pozo. Catálogo de aguas privadas.	Prat de Comte	Tarragona	CANALETA, RIO	X		0,8	192	0,000006
28268	2002-P-1060	POZOS: Inscripción pozo. Concesión.	Alfara de Carles	Tarragona	EBRO, RIO			0	178	0,000006
29030	2002-P-1793	Inscripción: Artículo 54.2 Ley de Aguas	Monroyo	Teruel	TASTAVINS, RIO	X		1	4.700	0,000149
29597	2003-P-331	Inscripción: Artículo 54.2 Ley de Aguas	Fuentespalda	Teruel	MATARRAÑA, RIO			0	3.000	0,000095
32996	2005-P-190	Inscripción concesión	Monroyo	Teruel	TASTAVINS, RIO	X	X	1,5653	2.750	0,000087
61185	2006-P-1243	Inscripción 54.2	Morella	Castellón/Castelló	TASTAVINS, RIO	X	X	1	2.638	0,000084
66905	2007-P-924	Inscripción 54.2	Prat de Comte	Tarragona	EBRO, RIO	X		0,5	3.200	0,000101
68268	2007-P-1274	Inscripción concesión	Castell de Cabres	Castellón/Castelló	TASTAVINS, RIO	X	X	2,4	3.600	0,000114

id	Referencia	Título	Localidad	Provincia	Cauce	Uso Agricultura	Uso Abastecimiento	Superficie regable (km <sup>2</sup> )	Volumen Max.Anual (m <sup>3</sup> )	Caudal extraído (m <sup>3</sup> /s)
71788	2008-P-313	Inscripción concesión	Monroyo	Teruel	MONROYO, ARROYO	X		1,99	200	0,000006
85932	2000-P-496	POZOS: Inscripción de un pozo.	Rafales	Teruel	TASTAVINS, RIO	X		0,51	350	0,000011
86489	2010-P-1277	Perfeccionamiento inscripción 54.2	Prat de Comte	Tarragona	EBRO, RIO	X		0,9126	3.015	0,000096
87299	2010-P-1753	Inscripción 54.2	Prat de Comte	Tarragona	(en blanco)	X		1	1.000	0,000032
99387	2010-P-1941	Perfeccionamiento inscripción 54.2	Peñarroya de Tastavins	Teruel	TASTAVINS, RIO	X		1	6.900	0,000219
99832	2011-P-213	Inscripción 54.2	Arnes	Tarragona	ALGAS, RIO	X		1,4235	2.678	0,000085
100095	2011-P-376	Perfeccionamiento inscripción 54.2.	Horta de Sant Joan	Tarragona	ESTRETS, RIO	X	X	0,3	1.000	0,000032
100900	2011-P-812	Inscripción 54.2	Beceite	Teruel	PENA, RIO	X		2,5	4.445	0,000141
101603	2011-P-1251	Inscripción 54.2	Tortosa	Tarragona	ULLDEMO, RIO			0	1.000	0,000032
102111	2011-P-1568	Perfeccionamiento inscripción 54.2	Beceite	Teruel	ULLDEMO, RIO			0	5.500	0,000174
102148	2011-P-1597	Perfeccionamiento inscripción 54.2	Beceite	Teruel	ULLDEMO, RIO	X		1,27	112	0,000004
103359	2011-P-2317	Perfeccionamiento inscripción 54.2	Beceite	Teruel	ULLDEMO, RIO			0	3.000	0,000095
104413	2011-P-1906	Perfeccionamiento inscripción 54.2	Valderobres	Teruel	PENA, RIO	X	X	0,5851	83	0,000003
104938	2012-P-501	Inscripción 54.2	Monroyo	Teruel	MONROYO, ARROYO	X		10	3.000	0,000095
105668	2012-P-471	Modif. Caract. concesión	Peñarroya de Tastavins	Teruel	PENA, RIO	X		0,01	29	0,000001
<b>Total</b>									<b>438.992</b>	

Tabla 6. Extracciones identificadas en la masa de agua Puertos de Beceite (ES091MSBT096). Fuente: CHE (2015)

## 10 Calidad química de referencia

A partir de las muestras analizadas en CHE (1991) y en Esquinas (2013) en aguas subterráneas de los acuíferos mesozoico, terciario y cuaternario, se ha determinado que la masa de agua tiene un carácter general bicarbonatado cálcico con un componente más sulfatado en los acuíferos del terciario-cuaternario correspondiendo con la presencia de niveles evaporíticos en las formaciones del terciario.

Los valores de conductividad eléctrica predominantes en los acuíferos carbonatados mesozoicos son del orden de 350–550  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , presentando una composición química de bicarbonato, calcio, magnesio y bajos contenidos de sulfatos, cloruros, nitratos, sodio y potasio bastante homogénea y constante en el tiempo (muestreos desde 1995 a 2013).

En los niveles del terciario y cuaternario, con una mayor dispersión química que en el acuífero mesozoico, se registran valores del orden de 501-1.165  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (media de 732  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Los cambios observados se reflejan en el aumento de los aniones (sulfatos y cloruros) y cationes (calcio y magnesio), y por tanto, el consiguiente aumento de la conductividad. Cabe destacar que los valores más altos de conductividad coinciden con los puntos donde se localizan las aguas contaminadas por nitratos en el acuífero terciario con concentraciones superiores a 50 mg/L (Esquinas, 2013). Estas zonas con elevado contenido de nitratos reflejan la problemática que tiene esta masa de agua para la consecución del buen estado, los elevados niveles de nitrato por la elevada carga ganadera en el sector occidental de la masa de agua.

Los niveles de nitratos permiten determinar la influencia de las actividades antrópicas, especialmente las agrícolas (abonado de campos con purines de granjas de porcino), sobre la calidad química de las aguas subterráneas. Como se determinó en IGME (2009d), se han registrado concentraciones de nitratos por encima de las NCA vigentes actualmente en el acuífero terciario.

Las aguas bicarbonatadas cálcicas del acuífero cuaternario tienen una composición similar a las del acuífero mesozoico. Esto es debido a que el acuífero cuaternario está constituido fundamentalmente por terrazas aluviales de poca entidad, con una conexión íntima con las aguas superficiales que transcurren por los ríos, los cuales proceden principalmente de los manantiales sobre materiales mesozoicos.

Respecto al contenido de sulfatos en el acuífero mesozoico son muy bajos, variando entre valores inferiores a 10 mg/l y máximos de 35 mg/l, en concordancia con la práctica inexistencia de horizontes yesíferos en las series jurásica y cretácica.

En cambio, en el acuífero de la depresión, la presencia de niveles evaporíticos en las formaciones continentales del terciario facilitan la incorporación de sulfatos a las aguas subterráneas. Las concentraciones son mínimas (50-75 mg/l) en la franja inmediata al contacto con los relieves mesozoicos, incrementando progresivamente sus magnitudes en dirección NE.

La calidad que presentan estas aguas para su uso agrícola analizada en Esquinas (2013), valorada a partir de la relación de adsorción de sodio (SAR) y a la conductividad que presentan, determina un peligro muy bajo de alcalinización del suelo, y un peligro entre medio y alto de salinización del suelo, especialmente en las aguas del acuífero terciario.



## 11 Evaluación del estado químico

En esta masa de agua se han determinado aguas afectadas o en riesgo de contaminación por nitratos de origen agrario (CHE, 2017). En la Figura 21 se muestran los valores registrados en varios puntos de control de la masa de agua subterránea.

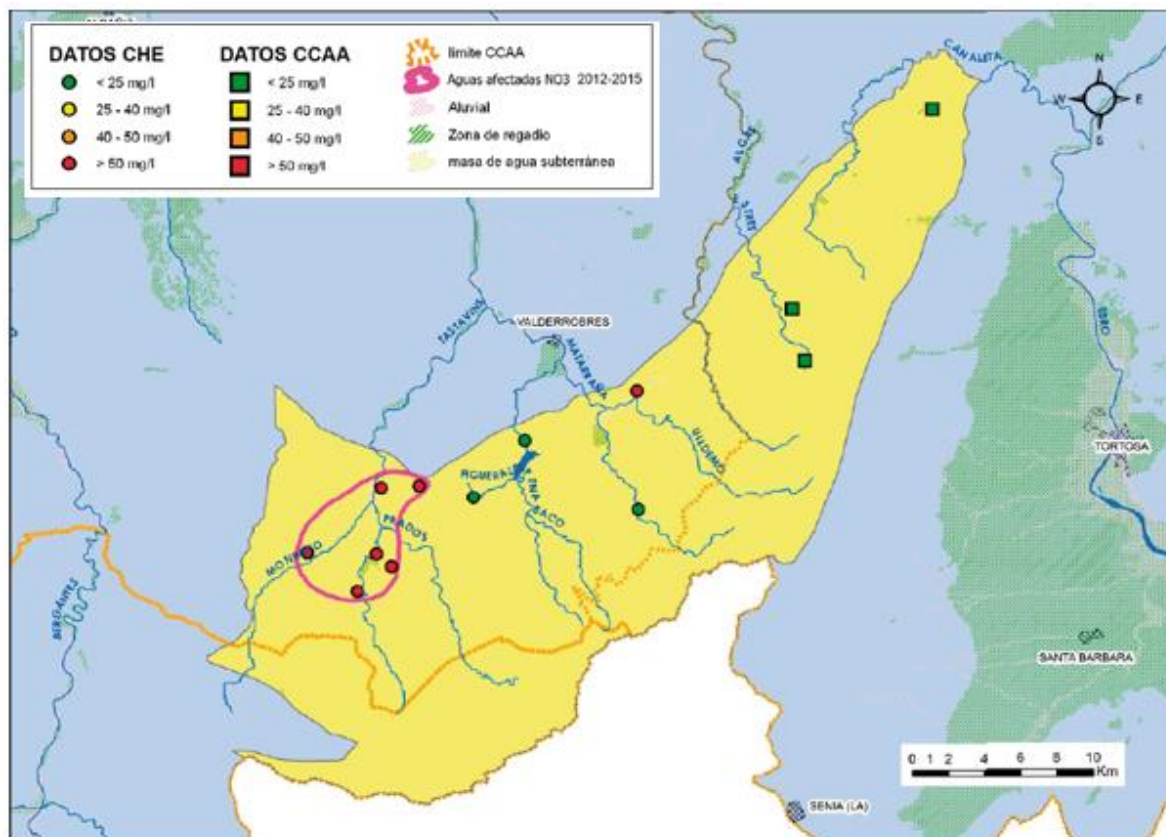


Figura 21. Concentración promedio de nitratos durante el año 2015 en los puntos de control de la masa de agua subterránea Puertos de Beceite (CHE, 2017).

Los impactos recogidos en el IMPRESS para esta masa de agua son de tipo orgánico (nitratos y afección a aguas superficiales) y químico.

Los tramos de mayor riesgo de contaminación según el modelo Patrical (UPV-IIAMA, 2018) son el Matarraña medio, río Algós y río Canaleta.

Estado cualitativo: Malo

## 12 Determinación de tendencias contaminantes

En IGME (2009d) se representaron los parámetros que registran valores por encima del 75% de la norma de calidad ambiental (NCA) o valor umbral en las tres estaciones de control de la red de seguimiento del estado químico (Figura 22).

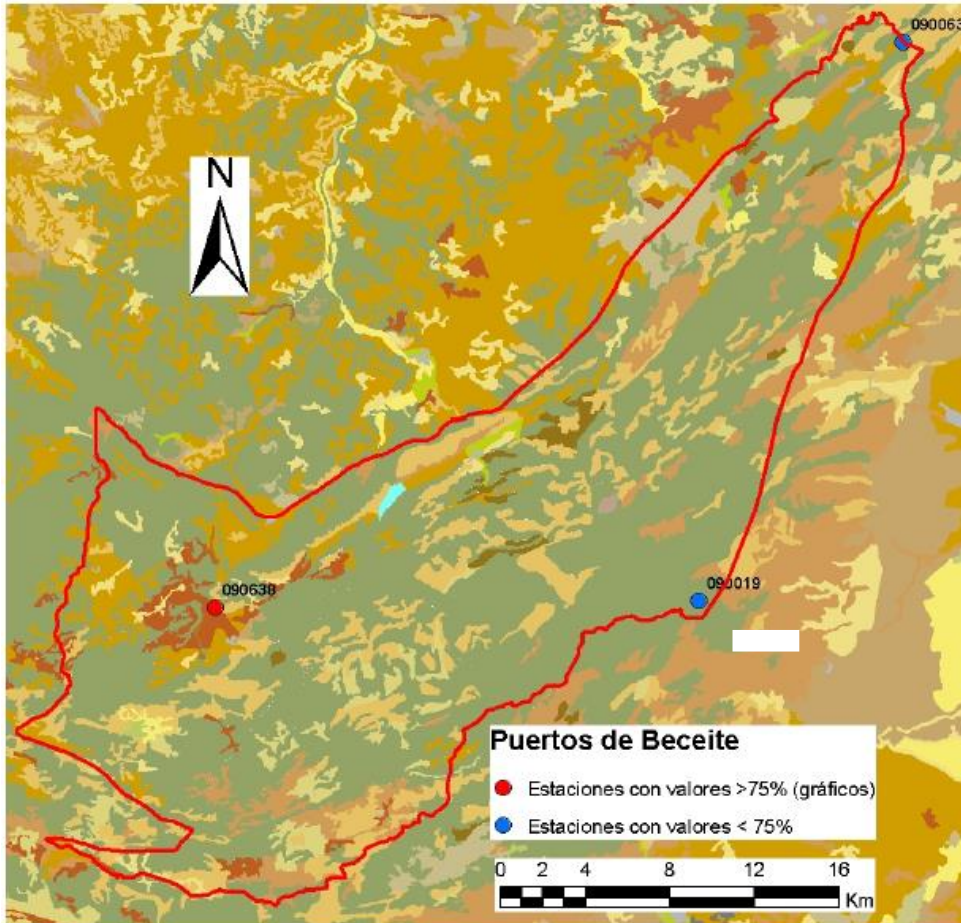


Figura 22. Situación de las estaciones de control y usos del suelo. Fuente: IGME (2009d)

Concretamente para la estación de control 090638 se obtuvieron valores de nitratos por encima de las NCA (Figura 23).

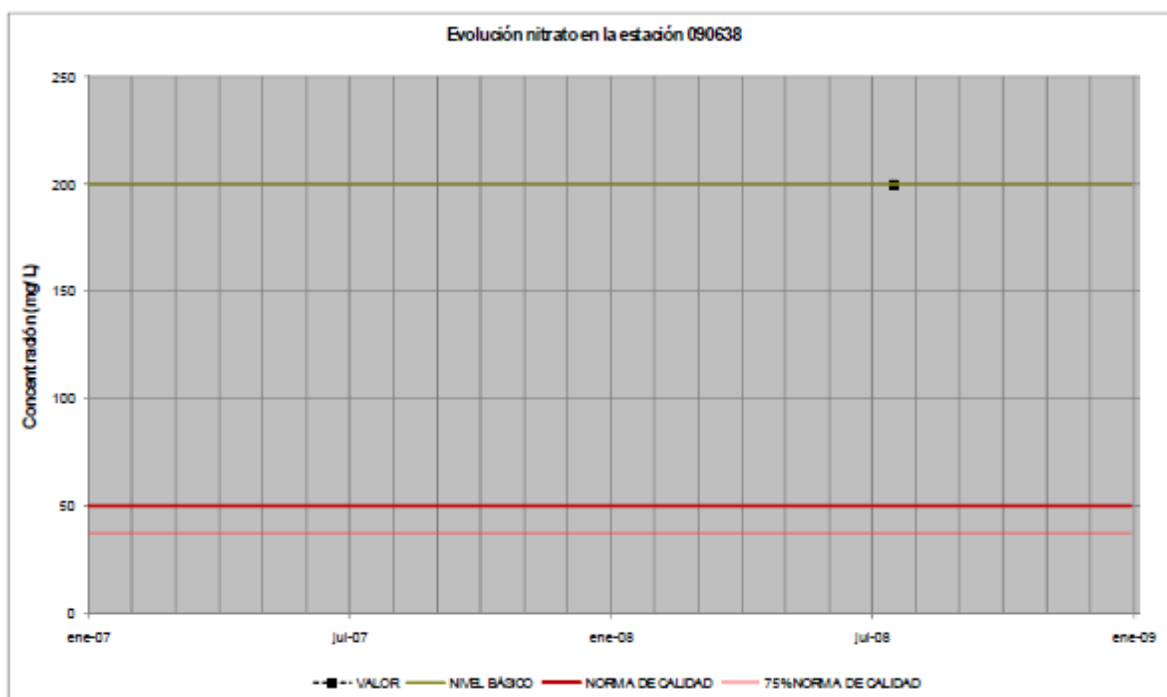


Figura 23. Evolución de nitrato en la estación de control 090638 de la demarcación hidrográfica del Ebro.  
Fuente: IGME (2009d)

Desde el punto de vista estadístico el volumen de datos disponibles es escaso. Si bien los valores observados están muy por encima de la NCA, haciendo necesario conocer el alcance real de la afección, así como el origen de la misma y su estacionalidad (marzo-abril y septiembre-octubre) (IGME, 2009d).

Esta información no permite detectar tendencias concluyentes en las redes de control debido principalmente a la baja densidad espacial de muestreo.

## 13 Usos del suelo

El territorio en superficie delimitado por la masa de agua subterránea comprende mayoritariamente zonas de bosques y zonas verdes no agrícolas, de vegetación arbustiva y/o herbácea (Figura 24).

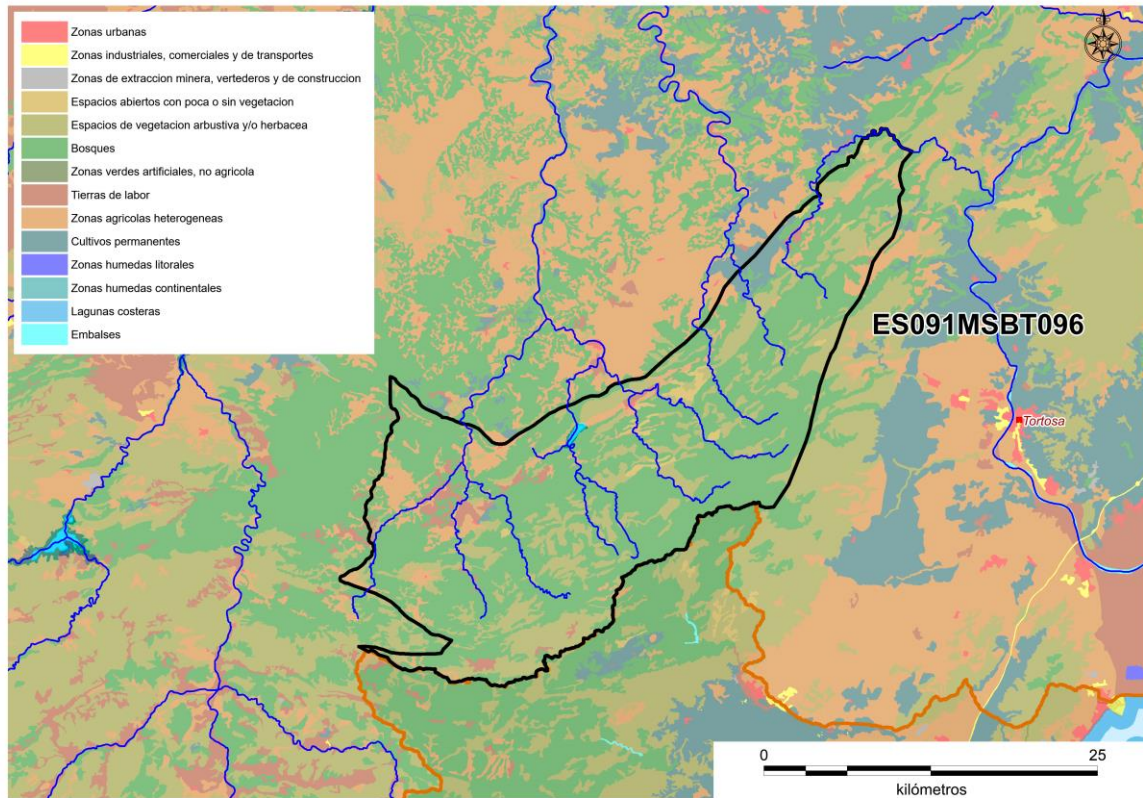


Figura 24. Usos del suelo. Fuente: Corine Land Cover 2006

La agricultura se limita al 13,2 % y comprende mayoritariamente cultivos de secano, frutales y olivos. El resto está constituido por grandes extensiones boscosas, matorrales y pastizales naturales. En el sector ganadero cabe destacar el elevado número de granjas porcinas. Por lo general es una zona de muy escaso desarrollo industrial cuya economía se sustenta en la agricultura y el turismo.

## 14 Fuentes significativas de contaminación

Una de las principales presiones en la masa de agua es la ganadera (998.824 cabezas) estando compuesta principalmente por gallinas (80% de las cabezas). Le siguen, en número de cabezas el ganado porcino (9%) y los pavos (6,5%). Tanto las gallinas como el porcino se localizan principalmente en la provincia de Teruel (67 y 95% respectivamente). Las gallinas también se crían en Tarragona (24% de las cabezas) y Castellón (8%). Los pavos se explotan únicamente en la provincia de Tarragona (Figura 25).

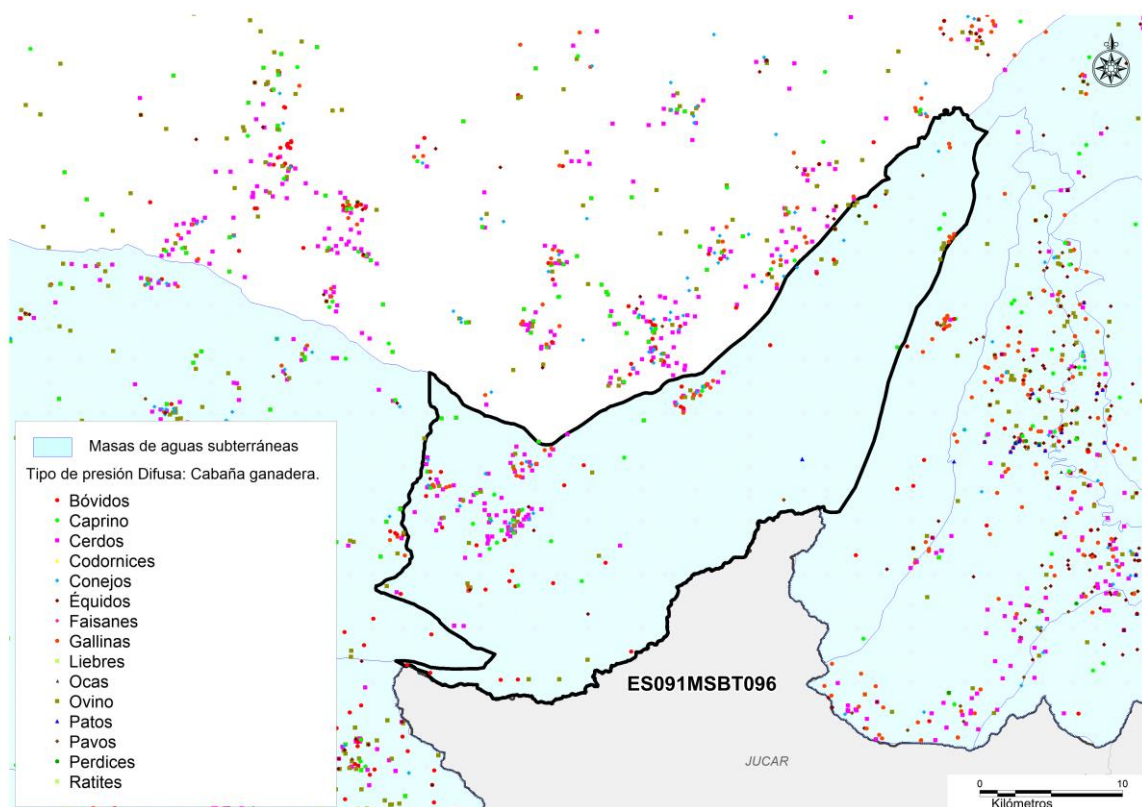


Figura 25. Presiones difusas de origen ganadero sobre la masa de agua ES091MSBT096.

En cuanto a la carga total de nitrógeno generada por el ganado explotado en esta masa de agua, el porcino es responsable del 41% (401.000 kg N) de la carga total en el ámbito de la masa (1.882.525 kg N). Le sigue el ganado bovino, que representando únicamente el 1% de las cabezas aporta el 29% de la carga de nitrógeno y las gallinas que aportan un 21%.

La superficie regada es de 447 ha según la cobertura de zonas regables de la Confederación Hidrográfica del Ebro, concentrada principalmente en el Matarraña y Tastavins.

Son pocas las localidades que se asientan en la zona con poblaciones menores de 500 habitantes. Un total de 12 núcleos integran la población total en esta masa que aproximadamente son 2.680 habitantes. El 94% de la población se concentra en 6 núcleos: Paüls, Beceite, Peñarroya de Tastavins, Fuentespalda, Monroyo y Prat de Comte.

Los vertidos de aguas residuales recogidos en el ámbito de esta masa de agua corresponden a una población de 300 habitantes equivalentes.

En el término de Fuentespalda, en la provincia de Teruel se identifica un vertido industrial de una planta (no IED) de producción de cárnicos y volatería.

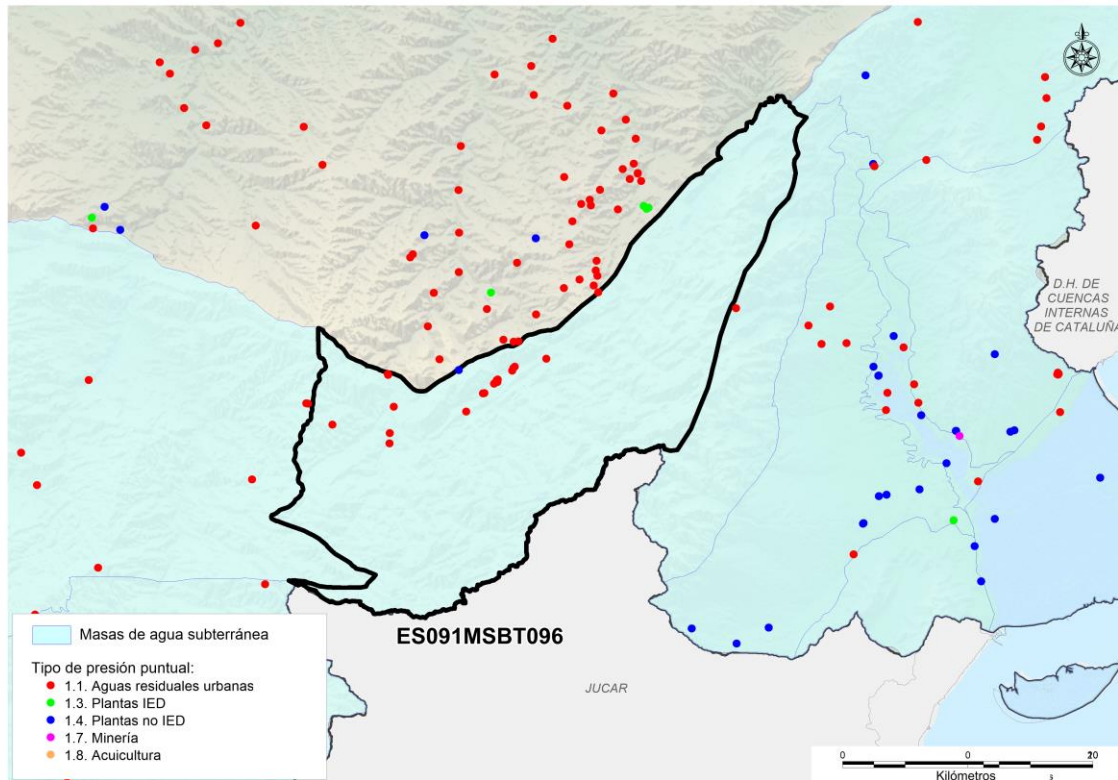


Figura 26. Presiones puntuales sobre la masa de agua ES091MSBT096.

La información procedente del modelo Patricial (UPV-IIAMA, 2018) determina que en algunos sectores el contenido de nitratos es elevado, indicando con ello la existencia de riesgo de contaminación.

## 15 Otras presiones

No se han detectado otro tipo de presiones significativas sobre la masa de agua subterránea.

## 16 Referencias bibliográficas

Bayo, A., Loaso, C. y San Román, J. (1988): *Mapa de sistemas acuíferos. Región Maestrazgo.*

CHE (1991): *Estudio de los recursos hídricos subterráneos de los acuíferos de la margen derecha del Ebro. Zona III-Acuíferos de la zona baja. Unidad hidrogeológica 09.42. Puertos de Beceite.*

CHE (1999): *Delimitación de las unidades hidrogeológicas de la cuenca del Ebro (Plan Hidrológico).*

CHE (2015): *Análisis de presiones e impactos y evaluación del riesgo de incumplir los objetivos medioambientales de la Directiva Marco del Agua en aguas superficiales de la cuenca del Ebro.* Entidad colaboradora: Universidad de Zaragoza. Disponible en: <http://www.chebro.es/contenido.visualizar.do?idContenido=22069&idMenu=4044>

CHE (2016): *Plan hidrológico de la parte española de la demarcación hidrográfica del Ebro 2015-2021.* Disponible en:

<http://www.chebro.es:81/Plan%20Hidrologico%20Ebro%202015-2021/2%20Revisi%C3%B3n%202015-21%20del%20Plan%20Hidrol%C3%B3gico%20del%20Ebro/2.3%20Memoria/2.3.1.-%20Memoria/>

CHE (2017): *Análisis de presiones e impactos y evaluación del riesgo de incumplir los objetivos medioambientales de la Directiva Marco del Agua en aguas superficiales de la cuenca del Ebro, 2015.* Informe disponible en:

[http://195.55.247.234/webcalidad/cemas/informes/2014\\_2015\\_cemas/inicio.htm](http://195.55.247.234/webcalidad/cemas/informes/2014_2015_cemas/inicio.htm)

Esquinas Gascón, F. (2013): *Estudio hidrogeológico de los acuíferos en la cabecera de la cuenca del río Matarraña. Puertos de Beceite, Teruel, España.*

IGME (2009a): *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.

IGME (2009b): *Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas. Actividad 5: Elaboración del mapa piezométrico de España.* Demarcación Hidrográfica del Ebro.

IGME (2009c): *Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas. Actividad 9: Protección de las aguas subterráneas empleadas para consumo humano según los requerimientos de la Directiva Marco del Agua. Evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de las masas de agua intercomunitarias. Masas carbonatadas. Memoria.* Demarcación Hidrográfica del Ebro.

IGME (2009d): *Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas. Actividad 10: Apoyo a la implementación de la Directiva de protección de aguas subterráneas. Determinación de tendencias y de puntos de partida para la inversión de tendencias. Memoria.* Demarcación Hidrográfica del Ebro.

MOPT (1991): *Estudio de los Recursos Hídricos Subterráneos de los Acuíferos de la Margen Derecha del Ebro: Zona III.*

UPV-IIAMA (2018): *Informe de concentraciones mensuales de nitrato en los acuíferos por Demarcaciones: Resultados del modelo y contraste.* Documento borrador.