

## ÍNDICE DE ANEXOS

1. Hidrogeología: Análisis del acuífero de Alfamén
2. Historia del proyecto de Mularroya
3. Principales infraestructuras del proyecto de Mularroya
4. Antecedentes de la EIA actual
5. Situación actual de las obras del proyecto de Mularroya
6. Infraestructuras básicas de la alternativa 2
7. Infraestructuras básicas de la alternativa 3
8. Comparación afección alternativas 2 y 3
9. Acciones generadoras de impacto
10. Afecciones ambientales del proyecto
11. Matriz de impactos general
12. Medidas correctoras y preventivas
13. Medidas propuestas en el Bajo Jalón (PHE 2010-15)
14. Trazado zanjas

## **ANEXO 1. Hidrogeología: Análisis del acuífero de Alfamén**

El siguiente anexo, ha sido redactado con el objetivo de llevar a cabo una síntesis de la hidrología predominante en el Acuífero de Alfamén. Este escrito se ha generado a partir de documentación existente, la cual se ha sido actualizada en los casos necesarios, para obtener una visión general que permita la gestión sostenible del agua subterránea en el marco de estudio.

### **1. Zona de estudio**

La zona de estudio se sitúa entre las comarcas de Valdejalón y Campo de Cariñena pertenecientes al ámbito geográfico del tramo bajo del río Jalón en la provincia de Zaragoza.

El Jalón, es el principal afluente del Ebro en su margen derecha. Posee una cuenca de 9607 Km<sup>2</sup> la cual, recibe un importante aporte de aguas subterráneas en su parte baja debido a los acuíferos agrupados en las unidades hidrogeológicas del Campo de Cariñena, margen derecha, y la del Somontano del Moncayo, en su margen izquierda (San Román et al. 2004).

A causa de la complejidad que presentan los acuíferos de la zona, se ha seleccionado como área del presente estudio las masas de agua ubicadas en la margen derecha del río para obtener una visión global de su estado actual pudiendo así realizar un análisis de su evolución, una prognosis de futuro, analizar sus riesgos así como, sus posibles usos futuros del agua y las medidas necesarias a implantar para su buen estado de conservación de acuerdo con la DMA; con el fin de establecer si el sistema de acuíferos sigue siendo una alternativa viable para mantener las demandas de agua de las comarcas sin necesidad de construir el embalse de Mularroya.

La elección de dichas masas se ha motivado por la importancia que los acuíferos del bajo Jalón han tenido para el desarrollo socioeconómico de dichas comarcas siendo por ello, objeto de una creciente explotación desde 1970 asociada a una fuerte expansión de la agricultura de regadío llegando actualmente a las 27.500 has, de las que unas 18.000 se atienden con aguas subterráneas (Arce Montejo et al. 2011).

Diversos estudios han demostrado, que las elevadas extracciones de agua para el riego han provocado un descenso de los niveles piezométrico en determinados sectores cercanos a los 60 m (Arce Montejo et al. 2011). En la actualidad, se ha observado que ese descenso puede alcanzar los 90 m aproximadamente. Sin embargo, a su vez se vislumbra una tendencia al equilibrio, de manera generalizada, en el sistema de acuíferos. Este hecho, puede vincularse a la falta de control y vigilancia de los aprovechamientos y extracciones realizadas en las masas de agua subterránea por parte de los usuarios, lo que desembocó en una serie de medidas tomadas por la CHE (2010) encaminadas a establecer normas para poder aprobar una concesión sobre las unidades hidrogeológicas del Bajo Jalón, primando siempre un uso sostenible del recurso.

### 1.1 Formaciones geológicas que constituyen acuíferos

Los acuíferos de la zona están constituidos por las siguientes formaciones geológicas (San Román et al. 2004):

- Formaciones calcáreas del Jurásico: Estas formaciones están muy representadas en los Cortados de Ricla. Siendo de gran importancia los niveles inferiores pertenecientes al Liásico, puesto que conforman acuíferos que pueden alcanzar los 300 m de espesor y poseen un flujo difuso, llegando a obtener transmisividades de agua superiores a 1000 m<sup>2</sup>/día y porosidades eficaces de hasta el 2%.
- Materiales detríticos del Terciario: Aparecen en forma de conglomerados, por lo que tienen una alta permeabilidad y alcanzan espesores de 300 m en las zonas de contacto con las Sierras de Algairén y la Nava. Su transmisividad media, en la zona de contacto, es de 400 m<sup>2</sup>/día aproximadamente y la porosidad eficaz ronda el 0,5%.
- Materiales pliocuaternarios: Conforman un acuífero de 40 m de espesor, en su máxima expresión, con transmisividades que pueden llegar a los 800 m<sup>2</sup>/día y porosidades eficaces del 4%. Su origen reside en el depósito de materiales pliocuaternarios provenientes de las ramblas situadas en las sierras.

Los acuíferos y tramos semipermeables que se han descrito anteriormente se encuentran conformando las siguientes estructuras representadas en los cortes hidrogeológicos de las figuras 1 y 2.

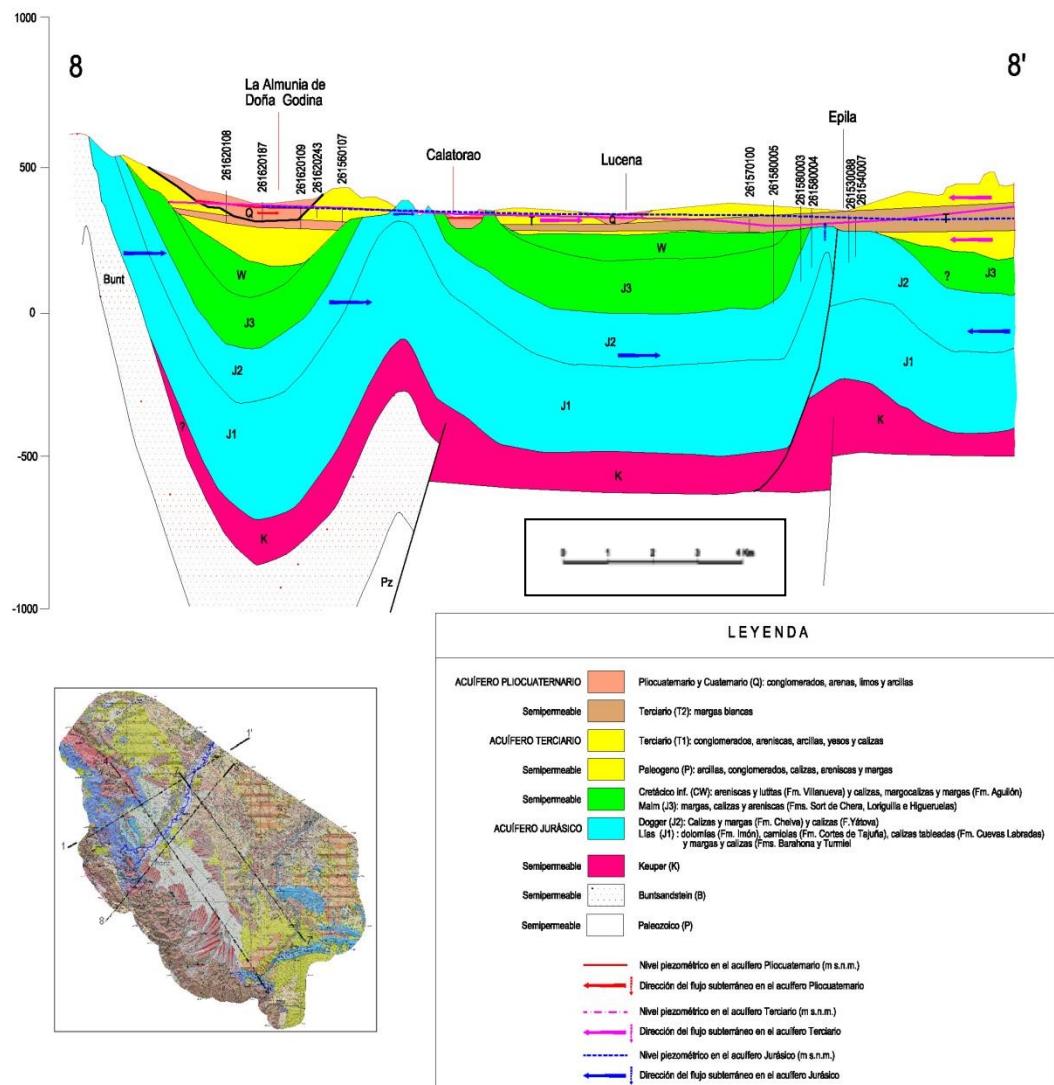


Figura 1. Cortes hidrogeológicos transversales. Fuente: PERONIEL XXI, 2006; Anejo VIII: Síntesis hidrogeológica

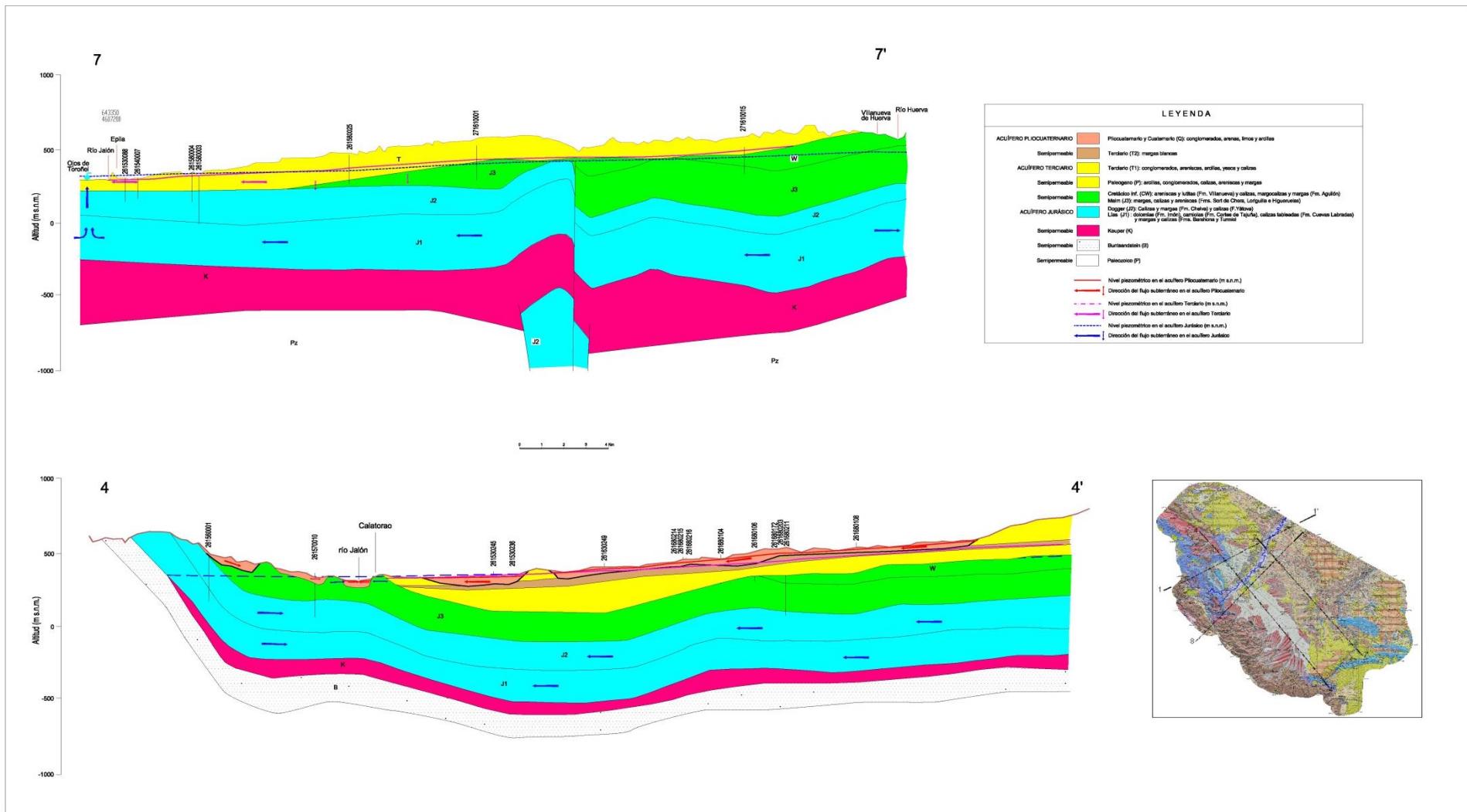


Figura 2. Cortes hidrogeológicos longitudinales. Fuente: PERONIEL XXI, 2006; Anejo VIII: Síntesis hidrogeológica,

Debido a la implantación de la DMA, en el año 2000, las formaciones geológicas anteriores han sido divididas en masas de agua subterráneas, obteniendo el siguiente mapa (figura 3), en el que se muestra cómo el área de estudio queda dividida en cuatro masas de agua subterránea diferenciadas.

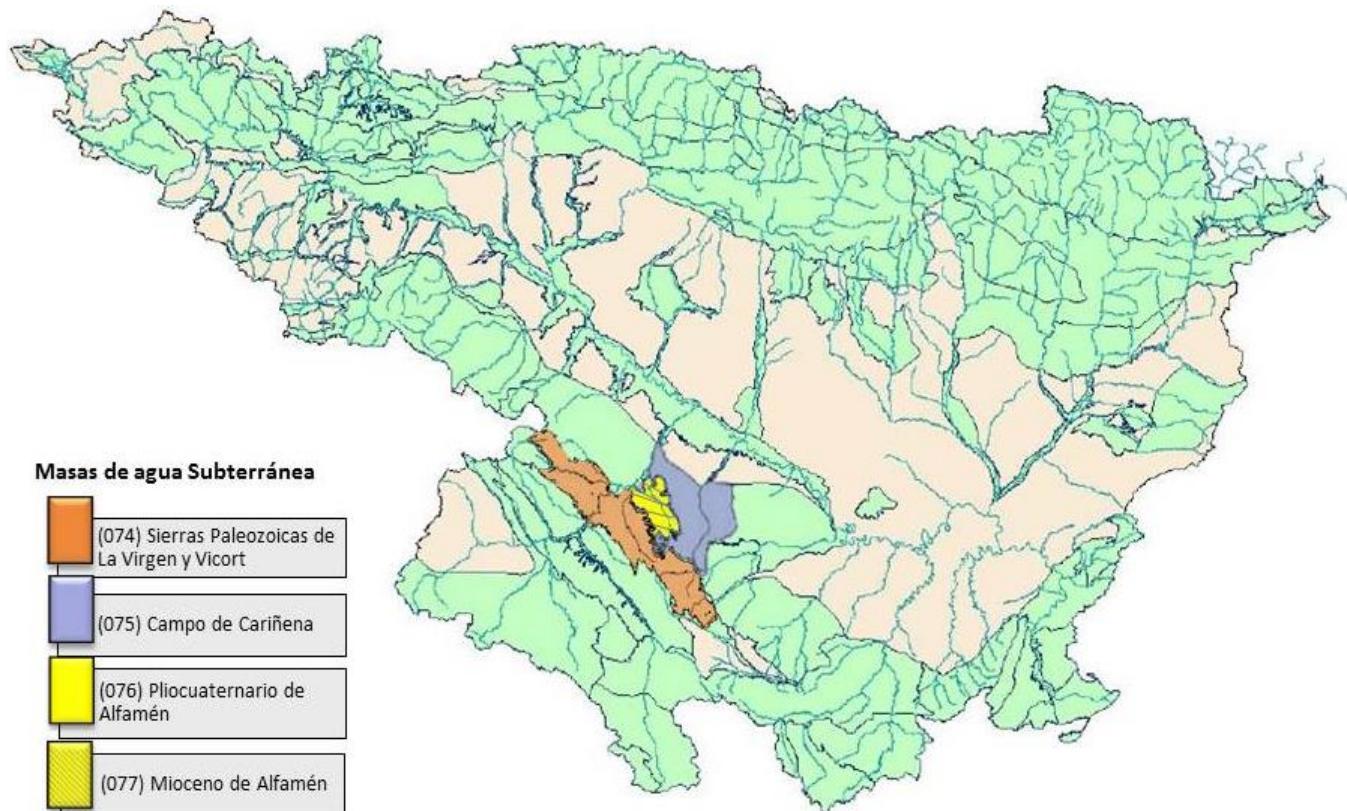


Figura 3. Mapa de las masas de agua subterránea de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Las masas de agua subterránea presentadas, están situadas una encima de otra. Siendo la masa 076 (Pliocuaternario de Alfamén) el más superficial, seguido de la masa 077 (Mioceno de Alfamén) y por último la masa 075 Campo de Cariñena formándose así acuíferos confinados o semiconfinados inferiores debido a, las capas impermeables que se disponen por encima. Asociado a estas tres masas se localiza la masa 074 (Sierras Paleozoicas de La Virgen y Vicort), formando en conjunto el denominado acuífero de Alfamén (PERONIEL XXI, 2006), cuyo drenaje principal es el río Jalón, que cruza el conjunto de Sur a Norte y constituye un límite hidrogeológico.

En los siguientes epígrafes se recogen las características geológicas, los acuíferos y la, localización y límites de cada masa de agua de forma individual y detallada, así como la caracterización cualitativa y cuantitativa de sus aguas y, los posibles usos de éstas. Para

realizar dicha caracterización se han revisado las fichas correspondientes a cada masa de agua subterránea de la Cuenca del Ebro disponibles en la web, Portal del CHEbro.<sup>1</sup>

## 1.2. Masa de agua 074: Sierras Paleozoicas de La Virgen y Vicort.

Esta masa pertenece a las Sierras Paleozoicas situadas en el Dominio Central Ibérico incluyendo los afloramientos jurásicos ubicados en la margen derecha del Jalón, aguas arriba de Ricla.

Sus límites son el contacto del Paleozoico y, en los que casos en los que aflora, el Buntsandstein, con los materiales adyacentes mesozoicos, terciarios y cuaternarios.

Casi toda su extensión, 1198 Km<sup>2</sup>, se encuentra en la Comunidad de Aragón con la excepción del 2% perteneciente a Soria (MARM, a).

Es una formación montañosa de materiales paleozoicos, alargada en dirección NO-SE la cual, está controlada por fallas de zócalo tardihercínicas, pliegues y cabalgamientos. En varios bordes afloran areniscas, arcillas y conglomerados Buntsandstein. Además, en la unión de los ríos Grío y Jalón aparecen algunos materiales triásicos y jurásicos.

La mayor parte de la masa de agua está constituida por afloramientos de baja permeabilidad y por tanto con escaso interés hidrogeológico. No obstante, existen abastecimientos a pequeñas poblaciones en estos materiales por lo que, de acuerdo con lo establecido por la DMA, se ha definido una masa de agua subterránea para su gestión. Las principales formaciones permeables son (MARM, a):

- Acuífero Jurásico: acuífero libre permeable por, figuración y carstificación.
- Conglomerados terciarios: pequeños acuíferos permeables por fisuración y carstificación en la cuenca del Grío.
- Materiales cuaternarios: forman pequeños acuíferos locales muy permeables por porosidad intergranular, vinculados a los ríos relacionados con esta masa de agua.

---

<sup>1</sup> MARM; España. Masas de agua subterránea de la Cuenca del Ebro. Disponibles en: <http://www.chebro.es:81/masasAguaSubterra/masasaguasubterra.html>

En la siguiente figura (4), se observa el mapa hidrogeológico de la masa de agua 074, marcado en amarillo sobre el mapa geológico nacional, que discurre sobre el territorio estudiado.

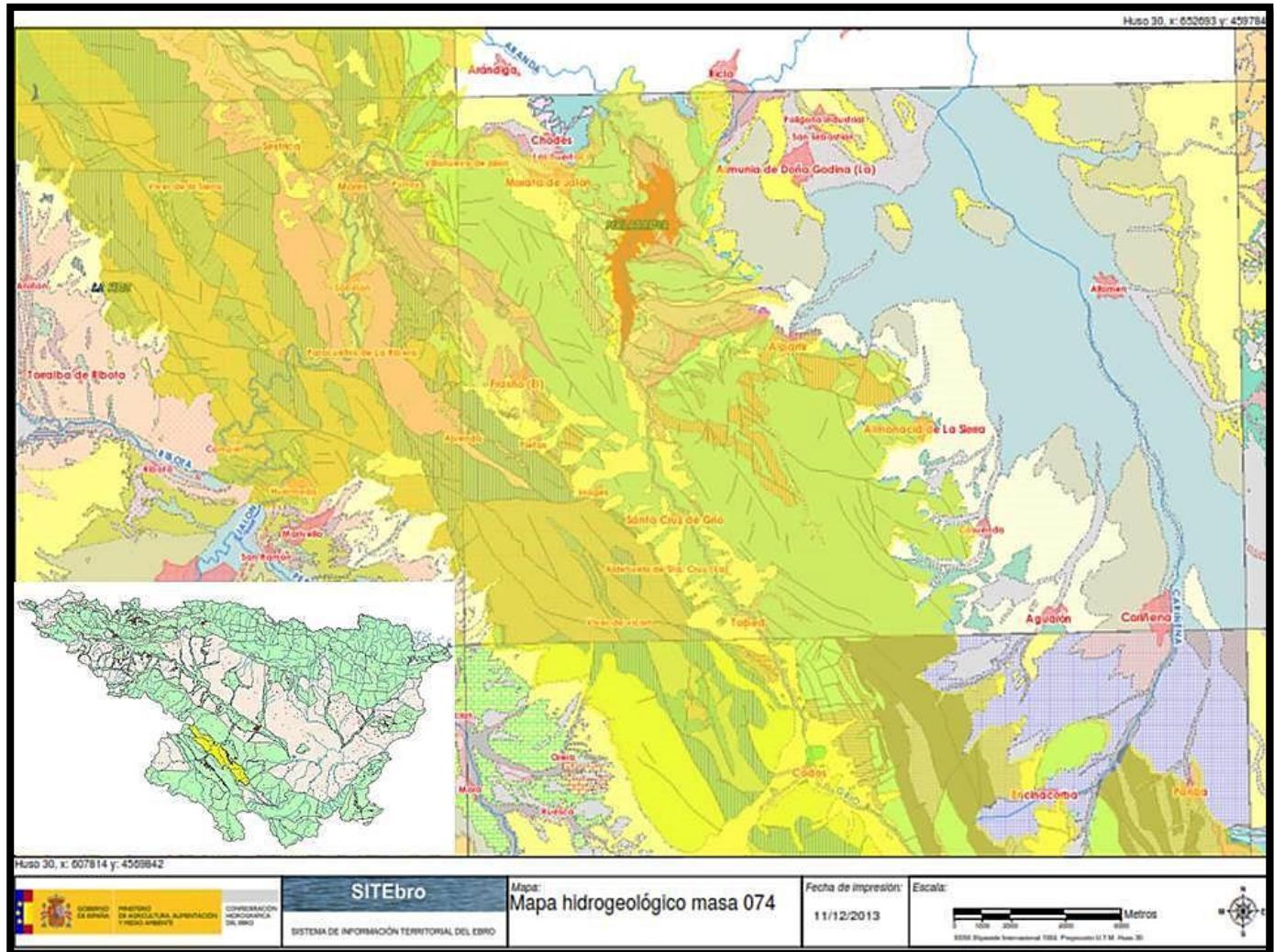


Figura 4: Mapa hidrogeológico de la masa de agua 074. Fuente: Elaboración propia a partir de SITEbro. La leyenda correspondiente a la geología se encuentra en la figura 7.

### 1.3. Masa de agua 075: Campo de Cariñena.

Se localiza entre los ríos Huerva y Jalón (ver figura 5), formando el denominado Campo de Cariñena. Limitado por, materiales paleozoicos en la parte septentrional, las sierras de Algairén y Herrera al Sur, por la divisoria hidrográfica-hidrogeológica de la cuenca oriental en el Este y el río Jalón en el extremo NO (PERONIEL XXI, 2006; Anejo VIII: Síntesis hidrogeológica, 10).

La masa de agua subterránea Campo de Cariñena se ubica en las estribaciones septentrionales de la Ibérica y forma en su mayor parte un extenso glacis, que se

derrama al pie de la Sierra de Algairén recubriendo buena parte de los sedimentos terciarios mas cercanos a la Depresión del Ebro.

Los diferentes acuíferos pertenecientes a esta masa de agua son los siguientes (MARM, b):

- Formaciones carbonatadas del Jurásico: Se trata de un acuífero kárstico de flujo difuso y alta permeabilidad. Alcanza un espesor máximo de 300 m y se encuentra confinado en la práctica totalidad de su extensión. Los materiales jurásicos quedan ocultos en su gran mayoría entre la Cadena Ibérica y la Falla Noribérica. Las zonas de Épila, Ricla y Calatorao son las que explotan en mayor medida dicho acuífero, para abastecimiento urbano y agricultura.
- Facies detríticas terciarias: Acuífero multicapa formado por conglomerados, areniscas y lutitas. Su parte más permeable esta adosada a las Sierras Paleozoicas y recubren relieves jurásicos. Está confinado por una serie arcillosa del neógeno y su espesor alcanza los 300 m.
- Acuíferos de menor relevancia como son los aluviales de los ríos Jalón y Huerva.

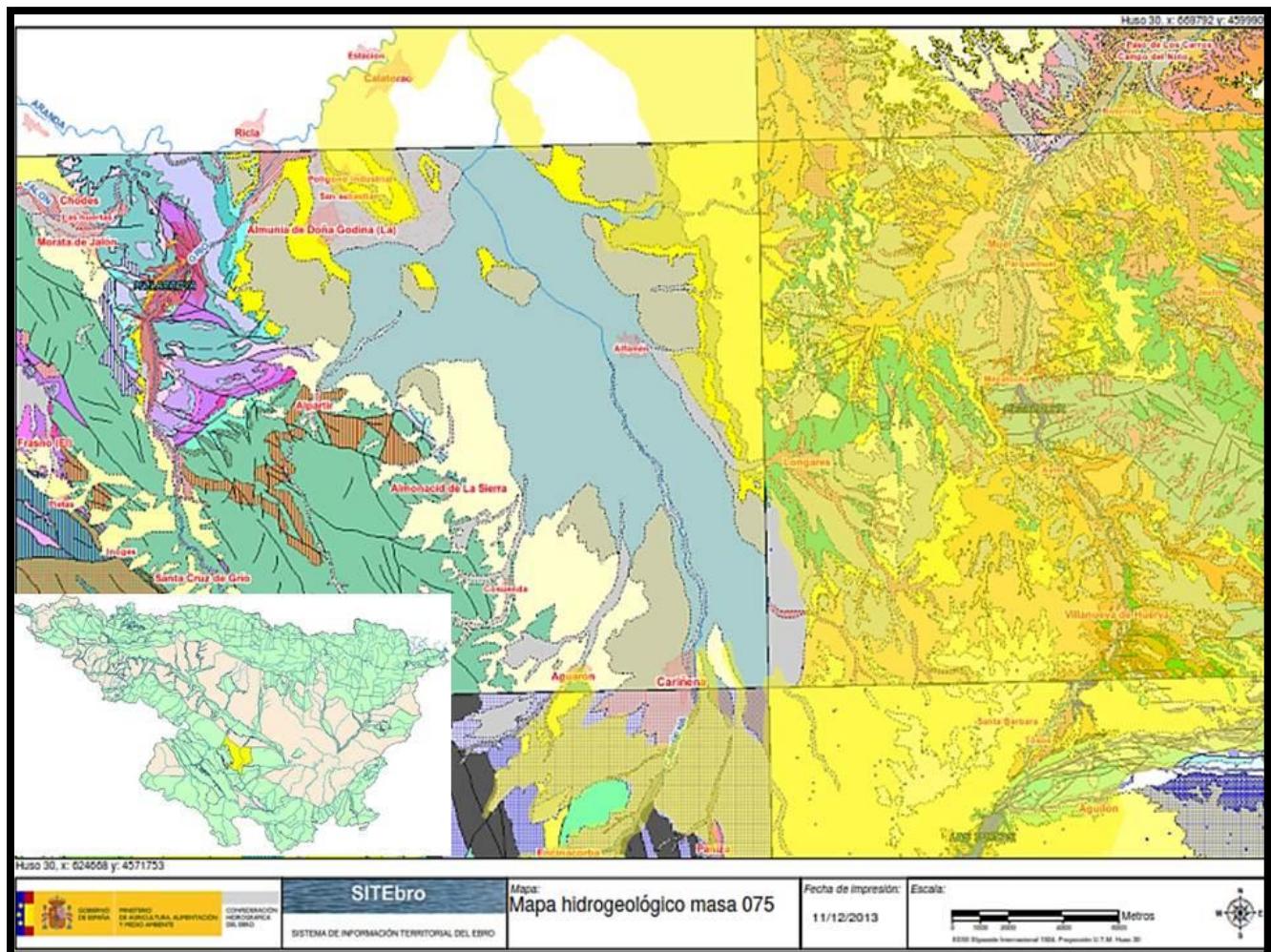


Figura 5. Mapa hidrogeológico de la masa de agua 075. Fuente: Elaboración propia a partir de SITEbro. La leyenda correspondiente a la geología se encuentra en la figura 7.

#### 1.4 Masa de agua 076: Pliocuaternario de Alfamén.

Se sitúa en los llanos de Alfamén, entre las localidades de Calatorao (N) y Cariñena (S), limitando con las Sierras de La Virgen y Vicort al NO (Figura 6). En la parte occidental, se encuentran los materiales paleozoicos y mesozoicos de Moncayo y de las Sierras de La Virgen y Vicort. También, limita con los materiales pliocuaternarios del Campo de Cariñena.

Esta masa de agua se corresponde con un extenso manto de derrubios cuaternarios, que forman un amplio glacis derramándose, al igual que la anterior, a los pies de la Sierra de Algairén. Dicha masa se constituye por conglomerados y glacis, que presentan potencias de hasta 80 m de espesor.

Se identifica un único acuífero libre formado por, depósitos cuaternarios, abanicos, glacis y terrazas fluviales. A su vez éste, se divide en dos zonas con diferentes características geométricas (MARM, c):

- Foseta de la Virgen de Lagunas: explotado tradicionalmente para regadío.
- Terrazas del Jalón: acuífero detrítico de excelentes propiedades hidráulicas pero con un espesor poco saturado. Se extiende por una zona de acequias con aguas derivadas del Jalón.

#### 1.5 Masa de agua 077: Mioceno de Alfamén.

Masa ubicada en los denominados llanos de Alfamén, bajo los materiales pliocuaternarios de Alfamén de la masa 76 que limita al N con la localidad de Calatorao y al S con Cariñena. Al NO limita con las sierras de La Virgen y Vicort. Su localización se puede observar en la figura anterior (figura 6).

Se trata de un acuífero detrítico terciario formado por arenas, limos y conglomerados con una disposición geométrica subhorizontal que presenta unos cambios laterales de facies repetitivos de manera horizontal y vertical. Es confinado, debido a un nivel arcilloso de baja permeabilidad que lo separa de los niveles Pliocuaternarios durante casi toda su extensión excepto, en el contacto con las Sierras Paleozoicas donde se comunican los dos acuíferos.

Las formaciones que conforman los acuíferos de esta masa de agua incluyen (MARM, d):

- Formaciones carbonatadas del Jurásico: fundamentalmente el Lías inferior que forma una acuífero cárstico de flujo difuso, de alta permeabilidad y confinado en casi toda su extensión.
- Los materiales jurásicos quedan ocultos en casi toda la zona vislumbrada entre la Cadena Ibérica y la Falla Noribérica.
- Facies detríticas terciarias: Conglomerados, areniscas y lutitas. Constituyen un acuífero multicapa. Las facies más permeables se encuentran pegadas a las Sierras Paleozoicas. Se trata de un acuífero confinado por arcillas.

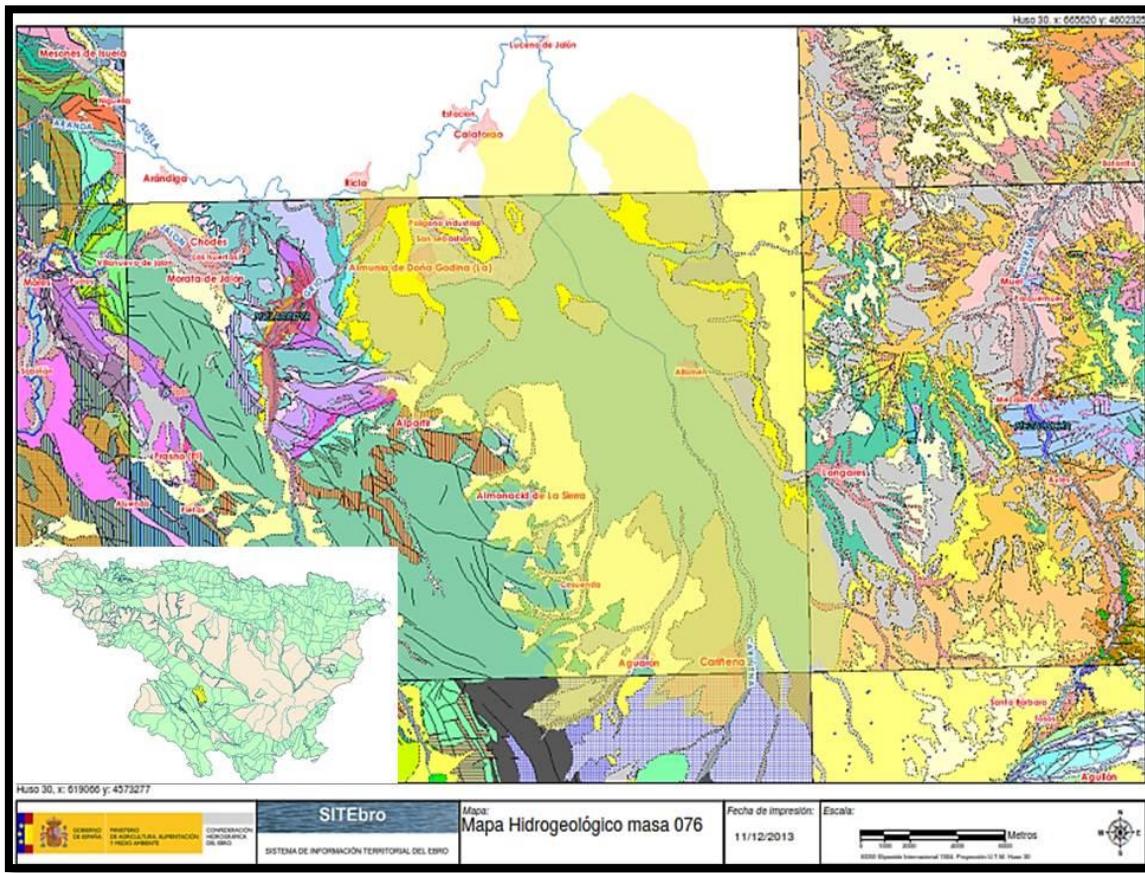


Figura 6. Mapa hidrogeológico de las masas de agua 076 y 77. Fuente: Elaboración propia a partir de SITEbro. La leyenda correspondiente a la geología se encuentra en la figura 7.

## 2. Inventario de puntos de agua subterránea (IPA)

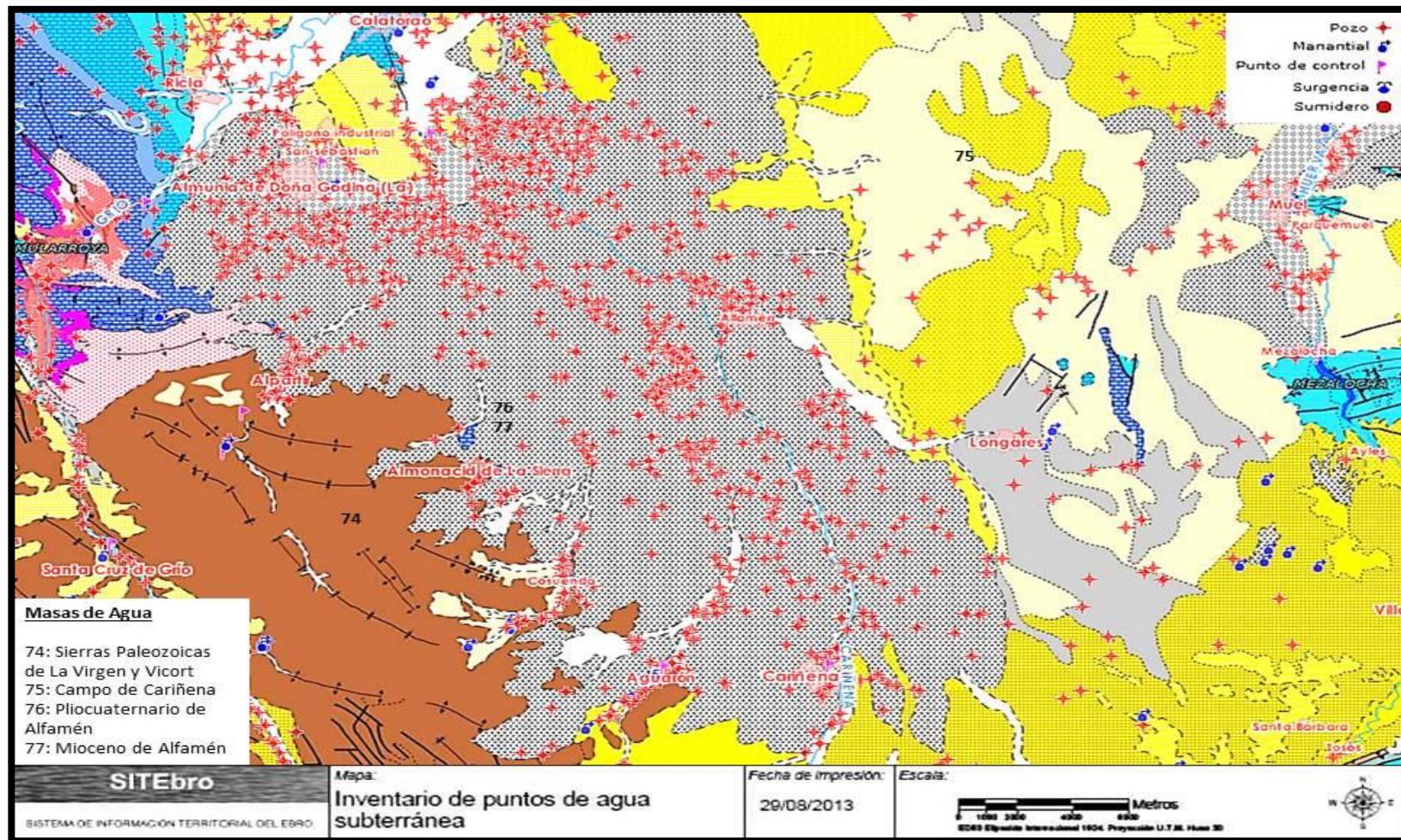
La Oficina de Planificación Hidrológica (OPH) de la CHE mantiene un inventario de casi 56.000 (Portal del CHEbro) puntos de agua tanto superficial como subterránea, describiendo distintos aspectos hidrogeológicos y administrativos de los mismos.

La información del inventario se viene recopilando de forma sistemática desde la entrada en vigor de la Ley de Aguas de 1985, incorporando el antiguo inventario de puntos de agua del Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Debido, a la gran cantidad de información que poseen en la CHE sobre el IPA, ha sido necesaria la petición de datos disponibles para los términos municipales seleccionados vía e-mail a la dirección [chebro@chebro.es](mailto:chebro@chebro.es). Sin embargo, los datos de piezometría se encuentran

disponibles en el Banco de Datos del Portal de CHEbro, en su apartado específico. Dichos datos son recogido y actualizados mensualmente.

En el caso de la zona de estudio que nos atañe se han encontrado un total de 2.086 puntos de agua subterránea inventariados y repartidos de manera desigual entre las distintas masas de agua que se encuadran en dicha zona. La masa con mayor número de puntos de agua recogidos es la 077 entre los que predominan las captaciones de tipo pozo, 615 puntos en total.

En la siguiente tabla (tabla 1) podemos observar el IPA para la extensión total de las masas de agua ubicadas en la zona de estudio y diferenciadas según el tipo de captación. Con el objetivo de hacer un enfoque más detallado sobre el área de estudio, se ha generado otra tabla (tabla 2) en la que se recogen los puntos de agua inventariados sobre los municipios seleccionados para la realización del estudio. En dicha área, se observa que el municipio que ejerce mayor presión sobre las masas de agua es La Almunia de Doña Godina, sobretodo, en la masa 077, seguido del municipio de Alfamén, sobre la misma masa. Hay que destacar, que esta mayor presión es debida a que La Almunia soporta una mayor población que Alfamén aunque, en extensión el segundo municipio es mayor. Además se ha generado un mapa de los IPA sobre los municipios de estudios con el fin de hacer más visual la concentración de las captaciones, en particular, sobre la masa 077 situada más cerca del río Grío (figura 7).



## Leyenda del 'DOMINIO CENTRAL IBÉRICO'

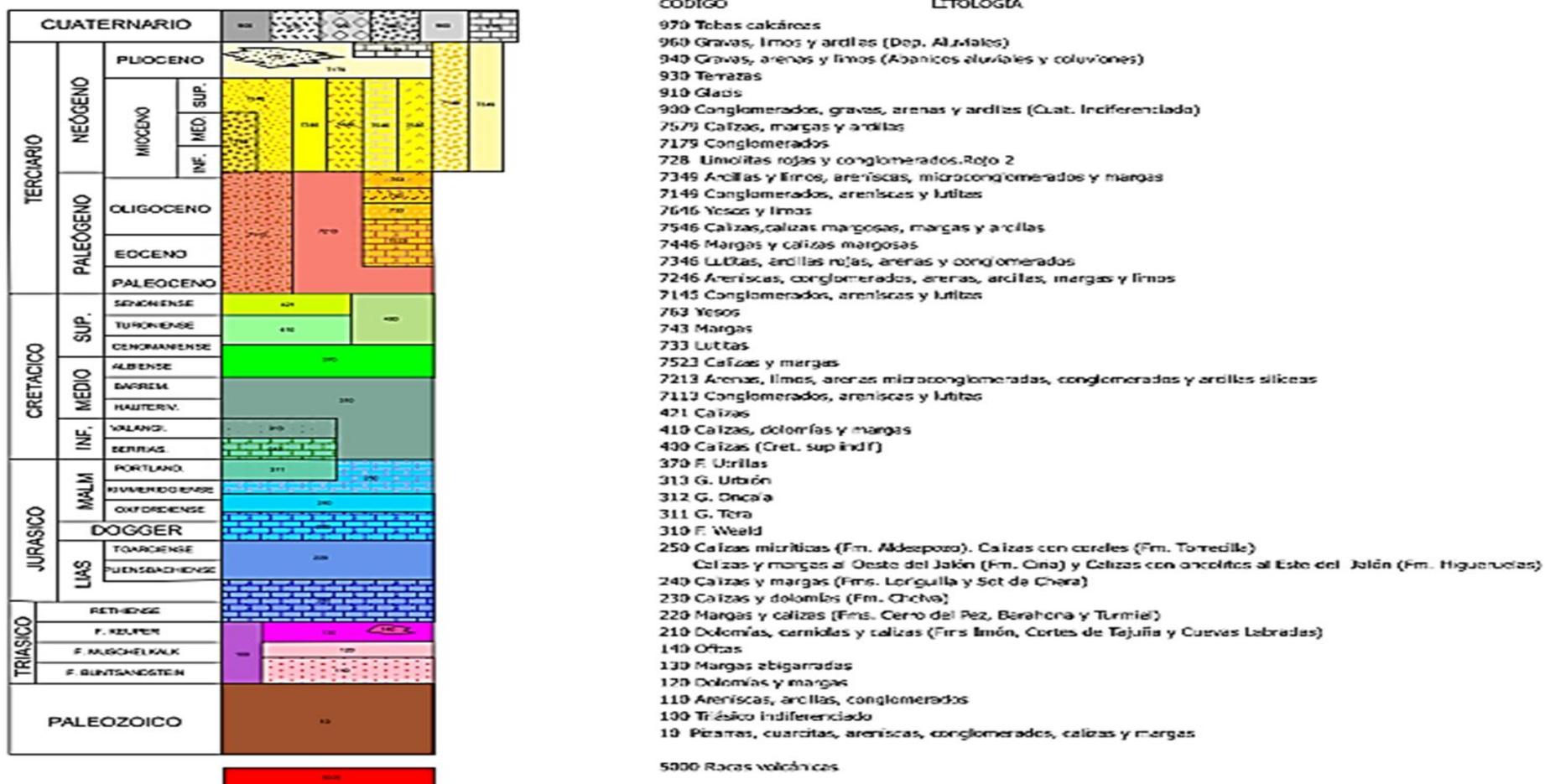


Figura 7. Mapa del IPA subterránea dentro de la zona de estudio. Fuente: SITEbro.

| Tipo captación   | 077 MIOCENO | 074 SIERRAS PALEOZICAS | 075 CAMPO   | 076 PLIOCUATERNARIO | Total general |
|------------------|-------------|------------------------|-------------|---------------------|---------------|
|                  | DE ALFAMÉN  | DE LA VIRGEN Y VICORT  | DE CARIÑENA | DE ALFAMÉN          |               |
| Excavación       | 1           | 8                      |             | 12                  | <b>21</b>     |
| Galería          | 0           | 4                      |             | 2                   | <b>6</b>      |
| Manantial        | 7           | 136                    |             | 40                  | <b>189</b>    |
| Pozo             | 615         | 360                    |             | 315                 | <b>1449</b>   |
| Pozo balsa       | 0           | 9                      |             | 1                   | <b>10</b>     |
| Pozo con galería | 1           | 1                      |             | 2                   | <b>23</b>     |
| Pozo radial      | 0           | 1                      |             |                     | <b>1</b>      |
| Sondeo           | 222         | 79                     |             | 83                  | <b>387</b>    |
| Total general    | <b>846</b>  | <b>598</b>             |             | <b>443</b>          | <b>2086</b>   |

Tabla 1. *Inventario de los puntos de agua (IPA) por tipo de captación existentes en toda la extensión de las masas de agua. Elaboración propia con datos de la CHE.*

| Municipio              | 077 MIOCENO DE ALFAMÉN | 074 SIERRAS PALEOZICAS DE LA VIRGEN Y VICORT | 075 CAMPO DE CARIÑENA | 076 PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN | Total general |
|------------------------|------------------------|--|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Alfamén                | 158                    |  | 14                    | 81                             | <b>253</b>    |
| Almonacid de la Sierra | 98                     | 6  |                       | 7                              | <b>111</b>    |
| La Almunia de Doña     |                        |  |                       |                                |               |
| Godina                 | 278                    | 18   | 28                    | 57                             | <b>381</b>    |
| Calatorao              | 52                     |  | 32                    | 1                              | <b>85</b>     |
| Cariñena               | 118                    |  | 19                    | 26                             | <b>163</b>    |
| Épila                  | 0                      |  | 53                    |                                | <b>53</b>     |
| Longares               | 2                      |  | 30                    |                                | <b>32</b>     |
| Total general          | <b>706</b>             | <b>24</b>                                    | <b>176</b>            | <b>172</b>                     | <b>1078</b>   |

Tabla 2. IPA en los municipios de estudio. Elaboración propia con datos de la CHE.

### **3. Piezometría y direcciones de flujo**

De manera general, se ha observado un flujo subterráneo en los tres acuíferos que se dirige hacia el río Jalón.

#### 3.1 Masa de agua 074: Sierras Paleozoicas de La Virgen y Vicort.

Como se ha mencionado anteriormente, la mayor parte de esta masa de agua está formada por materiales paleozoicos de baja permeabilidad por lo que la piezometría ha sido escasamente estudiada.

La recarga del acuífero se realiza principalmente por la infiltración de la precipitación sobre las zonas con mayor permeabilidad. El caso de la descarga tiene lugar mediante manantiales a la red hidrográfica y a otras masas colindantes.

Los flujos de agua subterránea están muy condicionados por la topografía colindante en dirección a la red de drenaje superficial, por ello, los flujos subterráneos de éstas áreas sólo se encuentran en las zonas con alteración superficial.

En la siguiente figura se muestra el mapa de isopiezas de la masa 074. Se puede observar como la descarga del acuífero, aunque es difusa, se dirige hacia el Jalón configurándole como río ganador (figura 8).

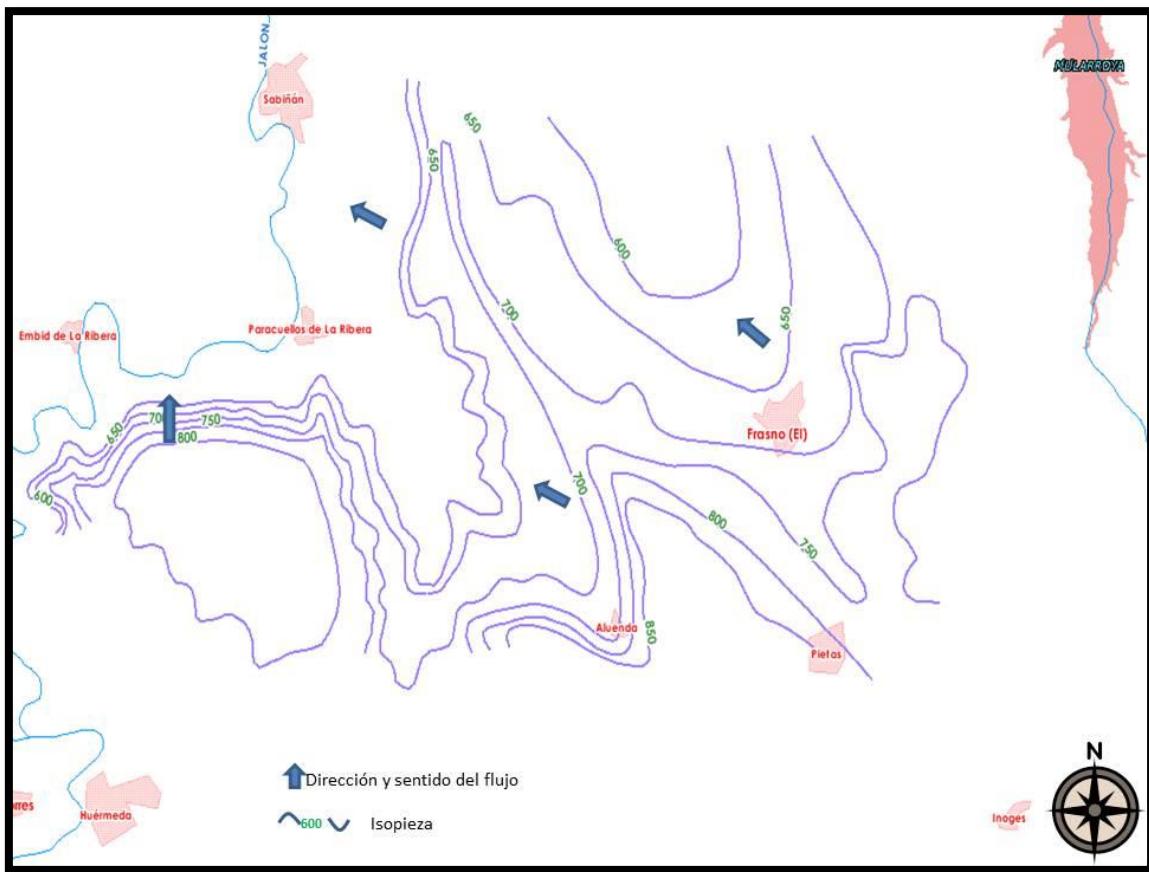


Figura 8. Mapa de isopiezas masa 074. Fuente: Elaboración propia mediante hydrogeoebro, CHE.2009

### 3.2 Masa de agua 075: Campo de Cariñena.

Como se expone anteriormente en el epígrafe primero, los valores de transmisividad serán diferentes dependiendo del acuífero que se analice. Siendo el acuífero Jurásico el que puede llegar a alcanzar las mayores transmisividades.

Respecto a los cauces principales de agua que existen en el territorio de estudio, el río Huerva se define como río perdedor en todo su tramo respecto al acuífero Jurásico, el cual transmite subterráneamente parte de sus caudales al río Jalón (ganador). En líneas generales el flujo se dirige desde las sierras al llano por gravedad, y desde el Huerva al Jalón. En la llanura que se extiende entre los cauces del Huerva y Jalón, la piezometría del acuífero Terciario muestra la presencia de una singular "cascada piezométrica"; probablemente ocasionada por "*“un estrangulamiento parcial del flujo por causas tectónicas, debido a que afecta a los dos acuíferos simultáneamente”*" (PERONIEL XXI, 2006; Anejo VIII: Síntesis hidrogeológica, (MARM, b).

De forma global, los gradientes verticales de potencial hidráulico entre los acuíferos Jurásico y Terciario, que comúnmente aparecen superpuestos en la misma vertical, son siempre descendentes. Esta condición tiene una excepción en las proximidades de la zona de descarga al Jalón, en donde se vuelven ascendentes; de esta forma, el acuífero Jurásico actúa a modo de un gran "dren de fondo". Estas observaciones se visualizan en el siguiente mapa de isopiezas (figura 9). Además, se muestra como el río Grío y la Rambla de Cariñena son perdedoras

Atendiendo a los niveles piezométricos de las últimas décadas, el descenso de los mismos ha sido generalizado, posiblemente debido a la explotación que ha sufrido, en todas las zonas del sistema subterráneo, a excepción de las zonas próximas a las áreas de descarga.

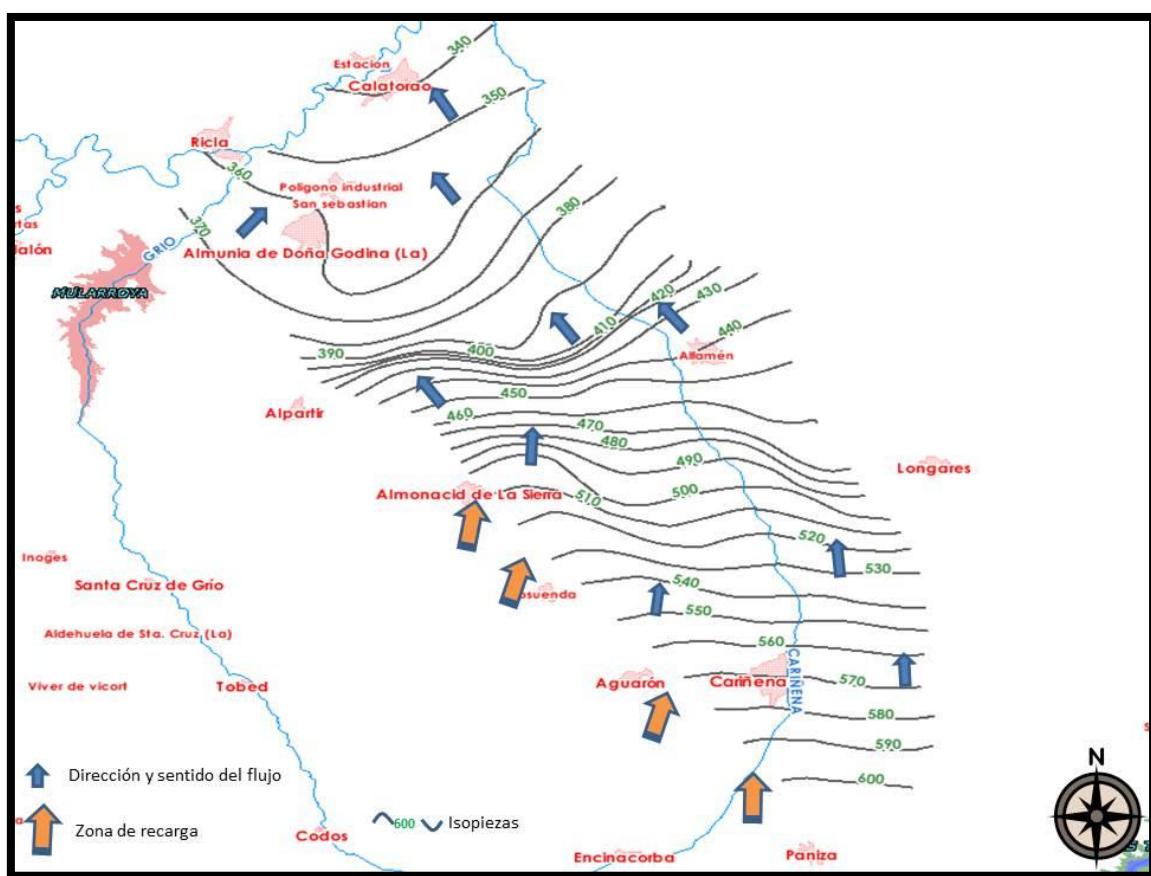


Figura 9. Mapa de Isopiezas masa 075, Acuífero Detritico terciario. Fuente: Elaboración propia.

### 3.3 Masa de agua 076: Pliocuaternario de Alfamén.

El acuífero, al ser del tipo acuífero libre, recarga en gran medida todo el sistema subterráneo de Alfamén. El flujo, representado por el siguiente mapa de isopiezas (figura 10), presenta una dirección de SO a NE, descargando en el río Jalón (ganador) y en los grandes manantiales de La Nava, Rio mediano...etc.

Desafortunadamente las líneas de descarga de los manantiales nombrados anteriormente presentan un régimen muy antropizado, drenando todos los excedentes de regadío. En la zona NE la superficie freática muestra unos gradientes muy bajos, y se corresponde con el área de infiltración de los excedentes de riego con aguas superficiales.

La recarga se realiza por infiltración de las precipitaciones, por las escorrentías procedentes de la Sierra de Algairén y por los retornos de riego (zona septentrional).

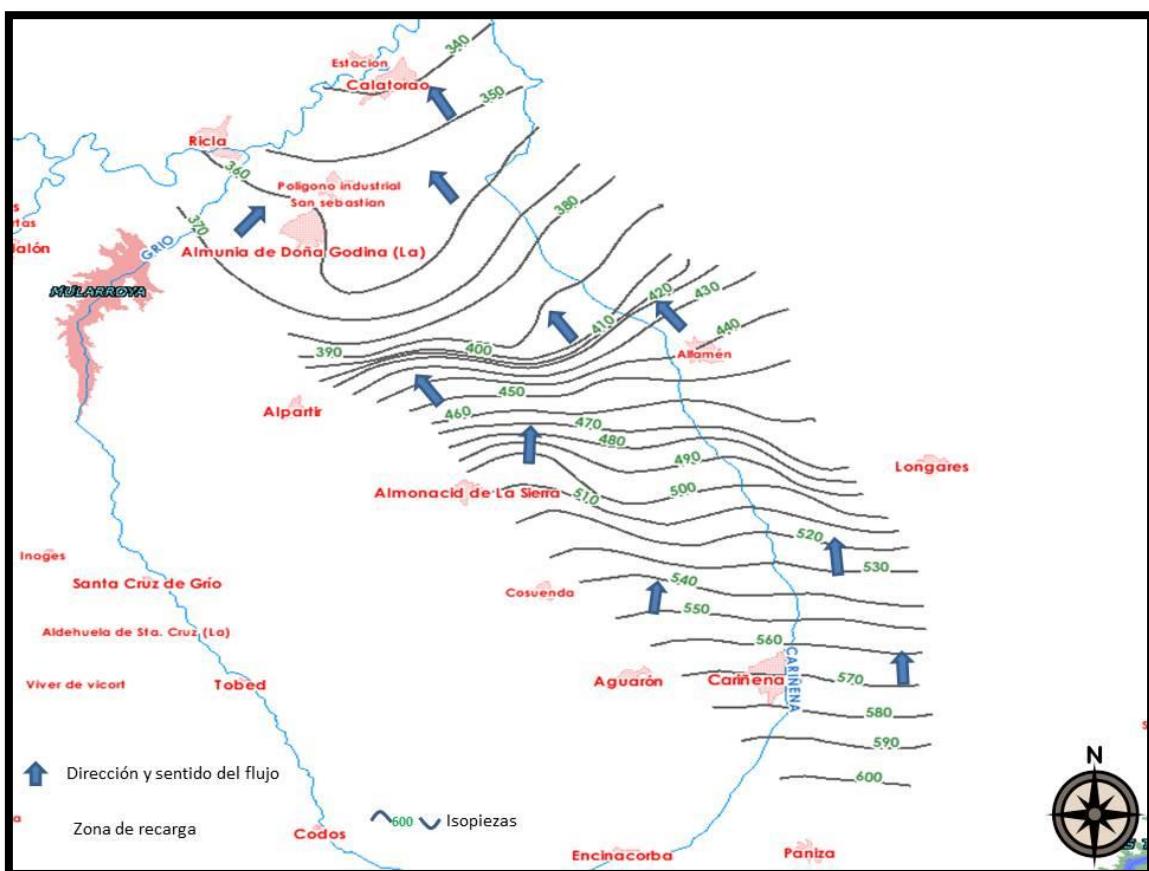


Figura 10. Mapa de isopiezas masa 076      Fuente: Elaboración propia, Hydrogeoebro,

### 3.4 Masa de agua 077: Mioceno de Alfamén.

La masa de agua presenta un flujo general desde las sierras al llano (figura 11), y dentro de éste desde el llano hacia el Jalón. La velocidad del flujo viene determinada por la transmisividad del mismo, en el caso del acuífero terciario, se observan valores entre 200 y 300 m<sup>2</sup>/día como valores más habituales. (MARM, d)

Al analizar el acuífero Jurásico se observan transmisividades medias de 2000 m<sup>2</sup>/día (ídem).

Como se ha comentado anteriormente, el Jalón actúa como fuente general de descarga de todo el Sistema. Entre los cauces del Huerva y el Jalón, la piezometría muestra una “cascada piezométrica” para el caso del acuífero Terciario.

Los acuíferos Jurásico y Terciario muestran descensos de sus gradientes potenciales verticales, excepto en las zonas de descarga al Jalón donde la situación se invierte.

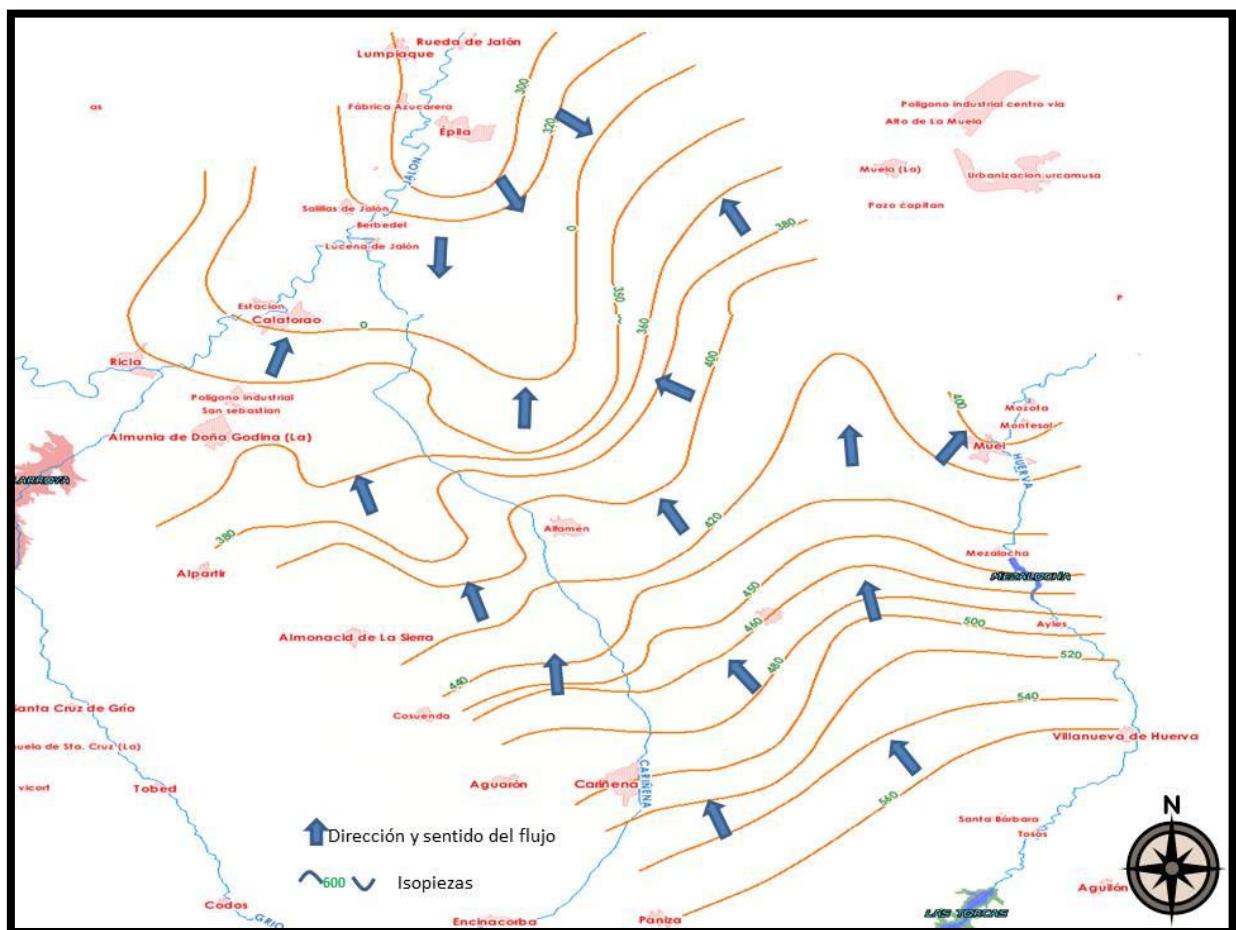


Figura 11. Mapa de isopiezas masa 077 para el acuífero Terciario. Fuente: Elaboración propia.

Los mapas de isopiezas anteriores, correspondientes cada masa de agua, permiten visualizar la siguiente configuración vertical para los tres tramos de acuíferos analizados (PERONIEL XXI, 2006; Anejo VIII: Síntesis hidrogeológica).

- En su mayoría, los tres acuíferos tienen un funcionamiento hidrodinámico independiente.
- En el Terciario y Pliocuaternario los descensos de niveles (a veces desaturaciones) provocados por los bombeos, han revertido la situación natural en la que el Terciario, confinado por las margas neógenas, tenía una carga superior al Pliocuaternario. Las evoluciones en los piezómetros múltiples son claramente expresivas de ello.
- En el caso del Jurásico, poco explotado, se muestra una desconexión con el Terciario poco común, pero que parece ser debida al equilibrio hidrodinámico natural del acuífero.
- En la zona del Jalón, “*a medida que el flujo se aproxima al límite oriental, los niveles piezométricos en los tres acuíferos tienden a igualarse por el efecto “pinza” que provoca la zona de descarga subterránea*”.

#### **4. Evolución piezométrica.**

Los tres acuíferos han sufrido una explotación exponencial desde 1970 debido a la conversión de cultivos de secano en regadío, generando un aumento del nivel socioeconómico del Campo de Cariñena. Las masas más afectadas han sido la 076 (especialmente en el acuífero Pliocuaternario) y la masa 077 (acuífero Terciario) las cuales han experimentado un gran descenso de sus niveles piezométricos. Este último hecho se observa especialmente en la figura 12 correspondiente al piezómetro 2616-8-0106, también denominado piezómetro P-17.

En el presente documento se muestra una evolución hidrodinámica resumida de los tres acuíferos estudiados, en la figura 12 se han agrupado evoluciones piezométricas en puntos representativos del comportamiento de los diferentes sectores acuíferos.

Para profundizar más en el estudio realizado, se ha adjuntado el Anexo 1 digital con todos los puntos de la red piezométrica analizados con el fin de obtener la evolución.

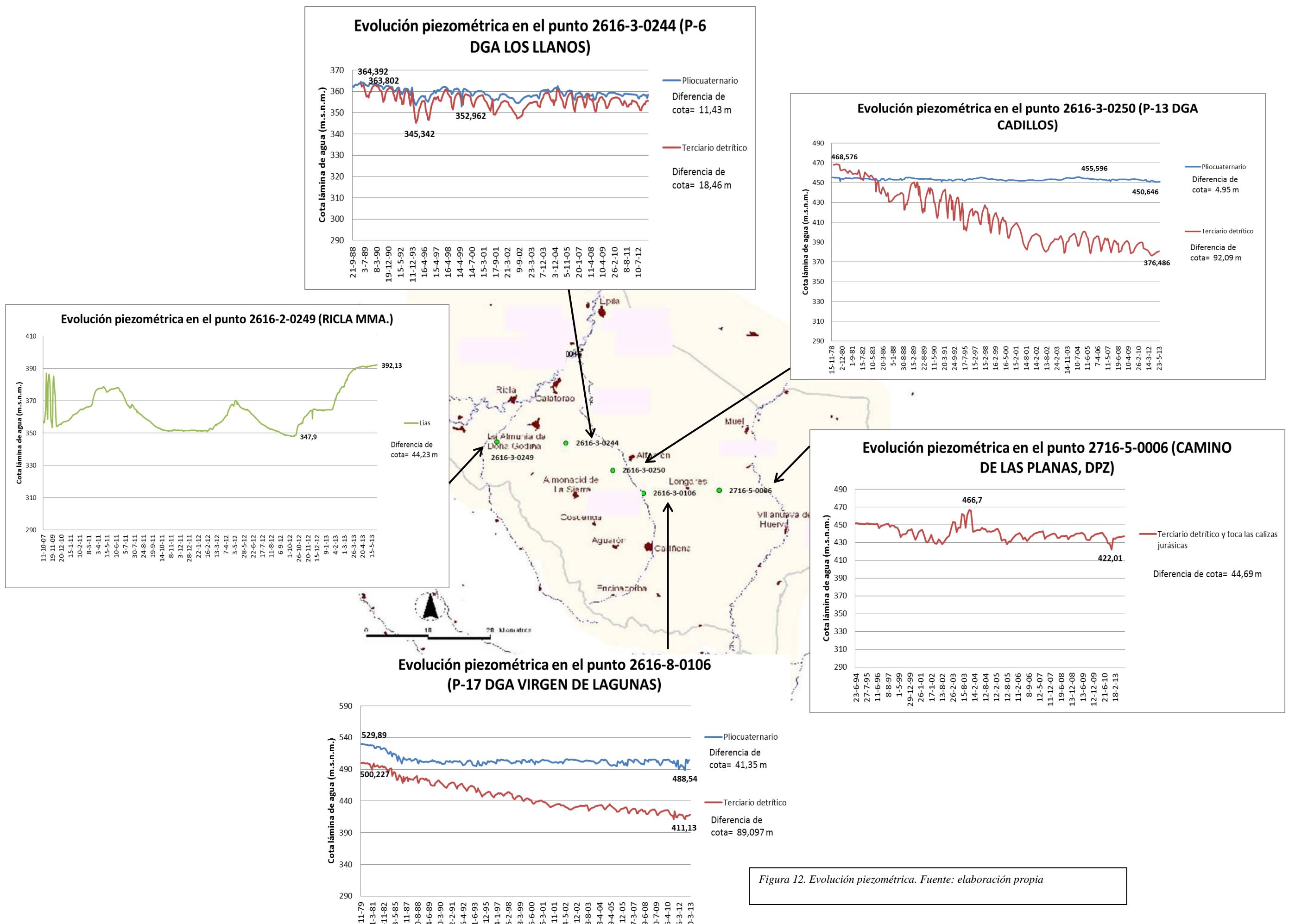


Figura 12. Evolución piezométrica. Fuente: elaboración propia

Al realizar una observación de la evolución piezométrica en las distintas zonas del acuífero, se ha corroborado los descensos piezométricos antes mencionados, siendo estos más acusados en las áreas de recarga y flujo de los acuíferos (figura 13).

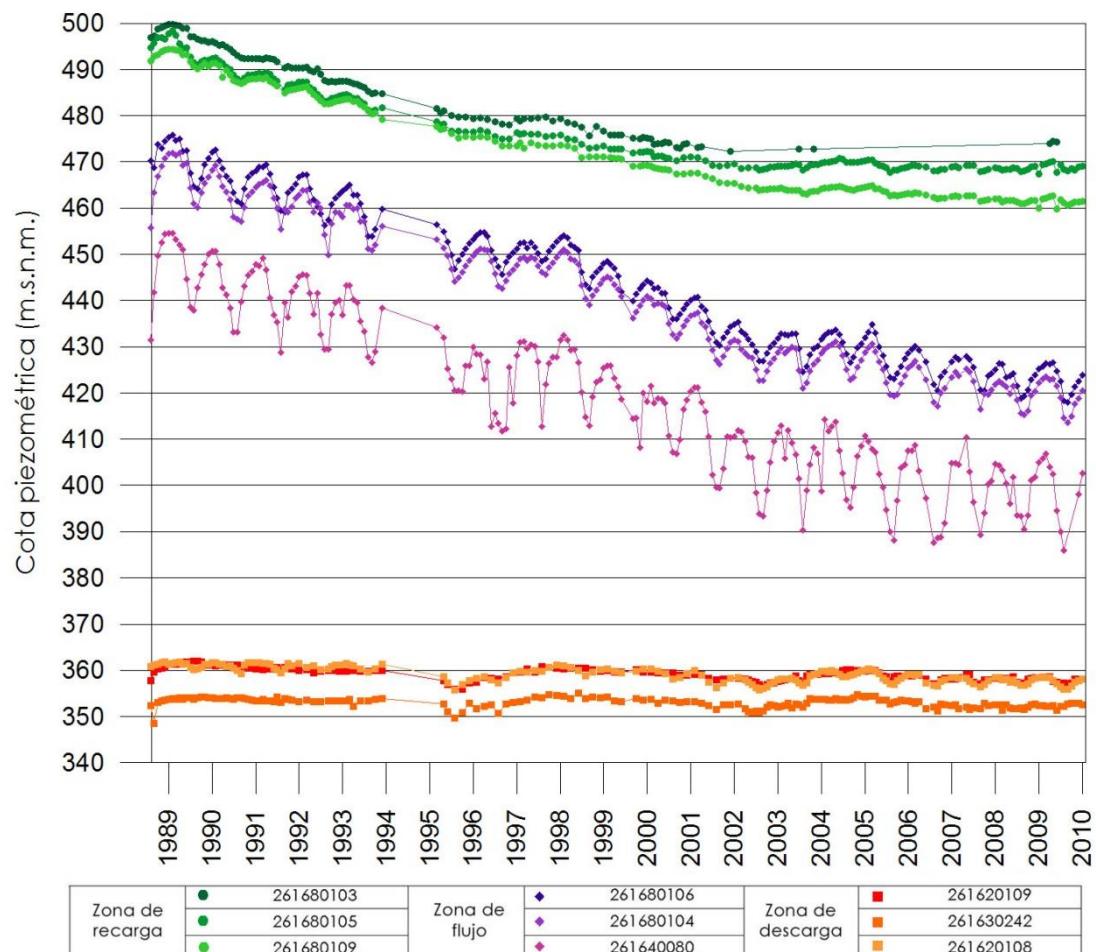


Figura 13. Evolución piezométrica en las zonas de recarga, flujo y descarga. Fuente: CHE

Analizando los anejos antes citados, se puede afirmar que la tendencia por formaciones acuíferas es la siguiente:

- Acuífero Jurásico: “*El acuífero Jurásico presenta evoluciones con descensos moderados que prácticamente se recuperan en los intervalos anuales de ausencia de riegos o en los períodos húmedos interanuales*” (PERONIEL XXI; Anejo VIII).
- Acuífero Terciario: Esta formación ha experimentado descensos continuados desde 1970 en la zona comprendida entre Cariñena y Alfamén. El fenómeno parece amortiguararse a partir de 2002, periodo en el las precipitaciones fueron

más abundantes y las extracciones menos fuertes debido a cambios en el cultivo y/o productividad de las captaciones. Además, se observan periodos con una alta explotación pero que se recuperan.

A consecuencia de esas detacciones de agua se ha generado un desequilibrio local en el sector Alfamén-Virgen de Lagunas (P-17) donde se han observado, para el periodo 1988-2006) fuertes descensos en el acuífero Terciario que llegan en la actualidad a casi 90 m. Este fenómeno se puede observar con las líneas de isodescensos acumulados que se representan en la siguiente figura 14.

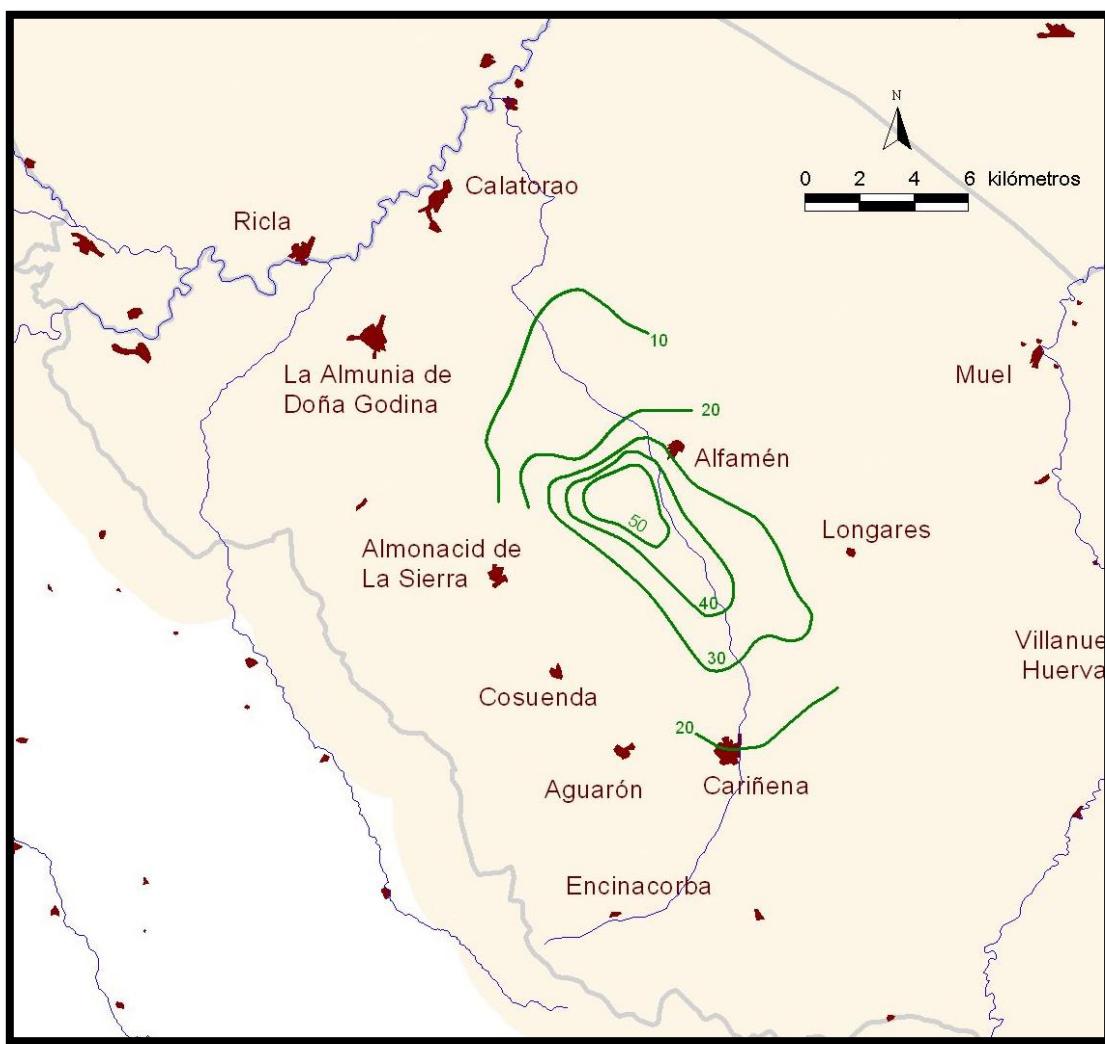


Figura 14 . Isodescensos (m) en el acuífero Terciario en el periodo 1988-2006. Fuente: PERONIEL XXI, 2006.

Acuífero Pliocuaternario: Al igual que en el acuífero anterior, se observan descensos ininterrumpidos hasta principios de los 90 entre Alfamén y Cariñena. También, se muestra la alternancia de periodos cíclicos secos y húmedos al recuperarse completamente los descensos producidos.

Con respecto a las masas de agua subterránea, se observa la siguiente tendencia:

- 74: Evolución decreciente desde el año 2010 (es importante recalcar el hecho de que no se dispone de una serie suficientemente larga en los puntos de la red de control de niveles para esta masa, por lo tanto dificulta su seguimiento)
- 75: La situación durante el periodo que discurre entre el 1/9/2005 hasta el 31/8/2010 es la misma que la anterior, sin embargo, a partir del 1/9/2010 hasta el 31/8/2011 la situación de la masa de agua se revierte a estable.
- 76: El comportamiento a lo largo del tiempo de esta masa es exactamente igual a la anterior.
- 77: La tendencia evolutiva de esta masa es estable actualmente. Pero ha sufrido grandes descensos en la antigüedad. (como dato el año pasado fue muy seca y además se comenzó a regar muy pronto, generando así un pequeño descenso en los niveles piezométricos. Pero de manera general es cierto que la tendencia en los últimos años es la estabilización de los niveles y menor bajada de los mismos)

Debido a las tendencias generales de descenso, desde 2001 la CHE ha implantado en la zona normas cautelares con carácter provisional de no admitir a tramitación nuevas concesiones en determinadas áreas de estas masas hasta la realización de un estudio hidrogeológico específico. A partir de esta experiencia la CHE ha elaborado una propuesta de normativa para la protección y otorgamiento de aprovechamientos de agua subterránea que ha sido recogida en el nuevo Plan Hidrológico de cuenca (figura 15):

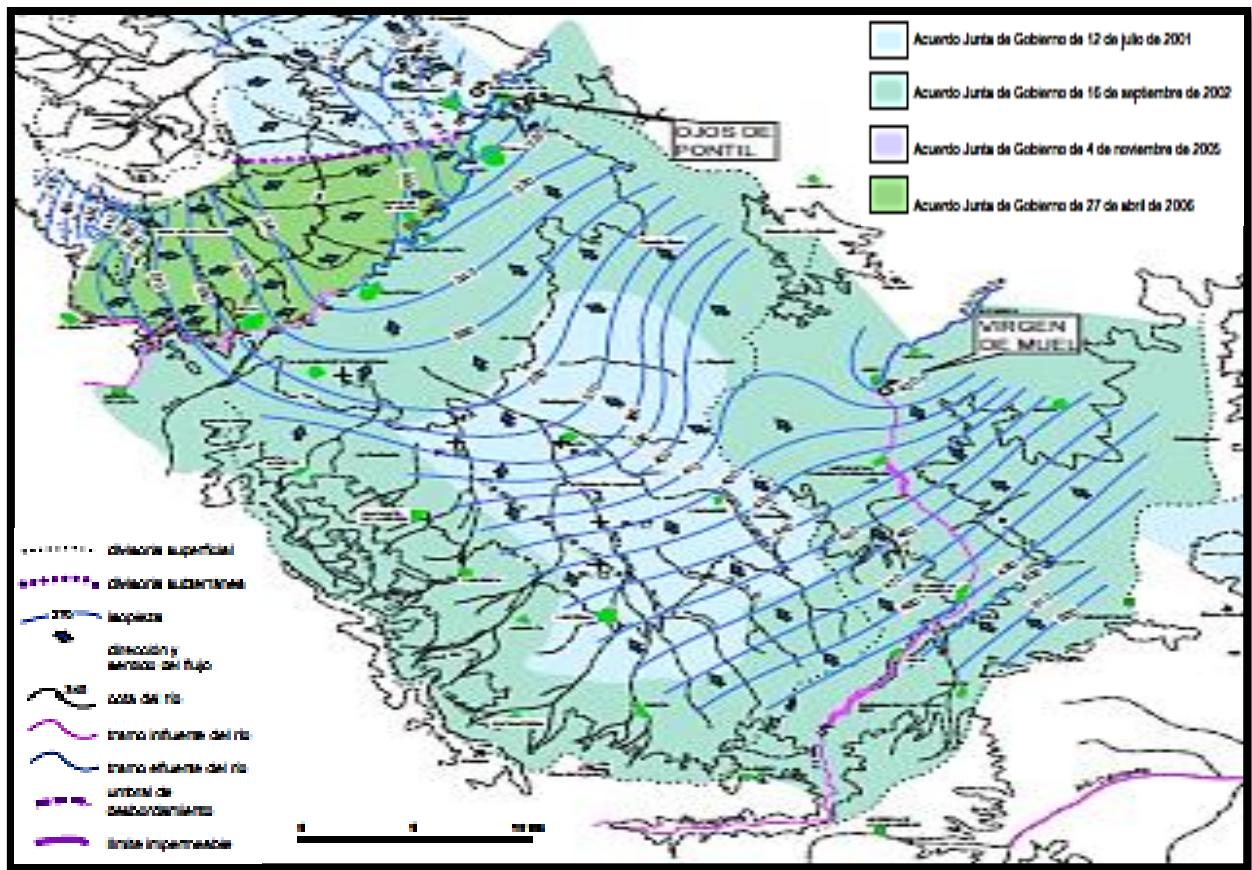


Figura 15. Zona propuesta de NO concesiones. Fuente: PHE 2010-15.

## 5. Evolución y actualidad del balance hídrico y sus relaciones con otras masas de agua.

Según el trabajo realizado por PERONIEL XXI, 2006; el régimen de carga y descarga de los acuíferos se realiza por:

“Recarga:

- *Infiltración de: lluvia útil, escorrentía superficial en los barrancos con cabecera en las sierras de la Nava y Algairén, retorno de riegos e infiltración en los cauces de los ríos Jalón y Grío aguas arriba de Calatorao.*
- *Transferencia lateral por los bordes centro-oeste y sureste.*

Descargas:

- *De forma difusa hacia el río Jalón entre Calatorao y Rueda de Jalón, fundamentalmente desde los acuíferos Terciario y Pliocuaternario (aluvial).*
- *Por medio de manantiales en los Ojos de Pontil y Toroñel, procedente del acuífero Jurásico.*
- *Mediante extracciones por bombeo (se riegan con agua subterráneas un total de 11.000 ha de la zona comprendida entre Alfamén, Almonacid de la Sierra, Cariñena y Longares)”.*

Los distintos elementos utilizados para estimar el balance de las masas de agua , han sido representados en la siguiente esquema (figura 16):

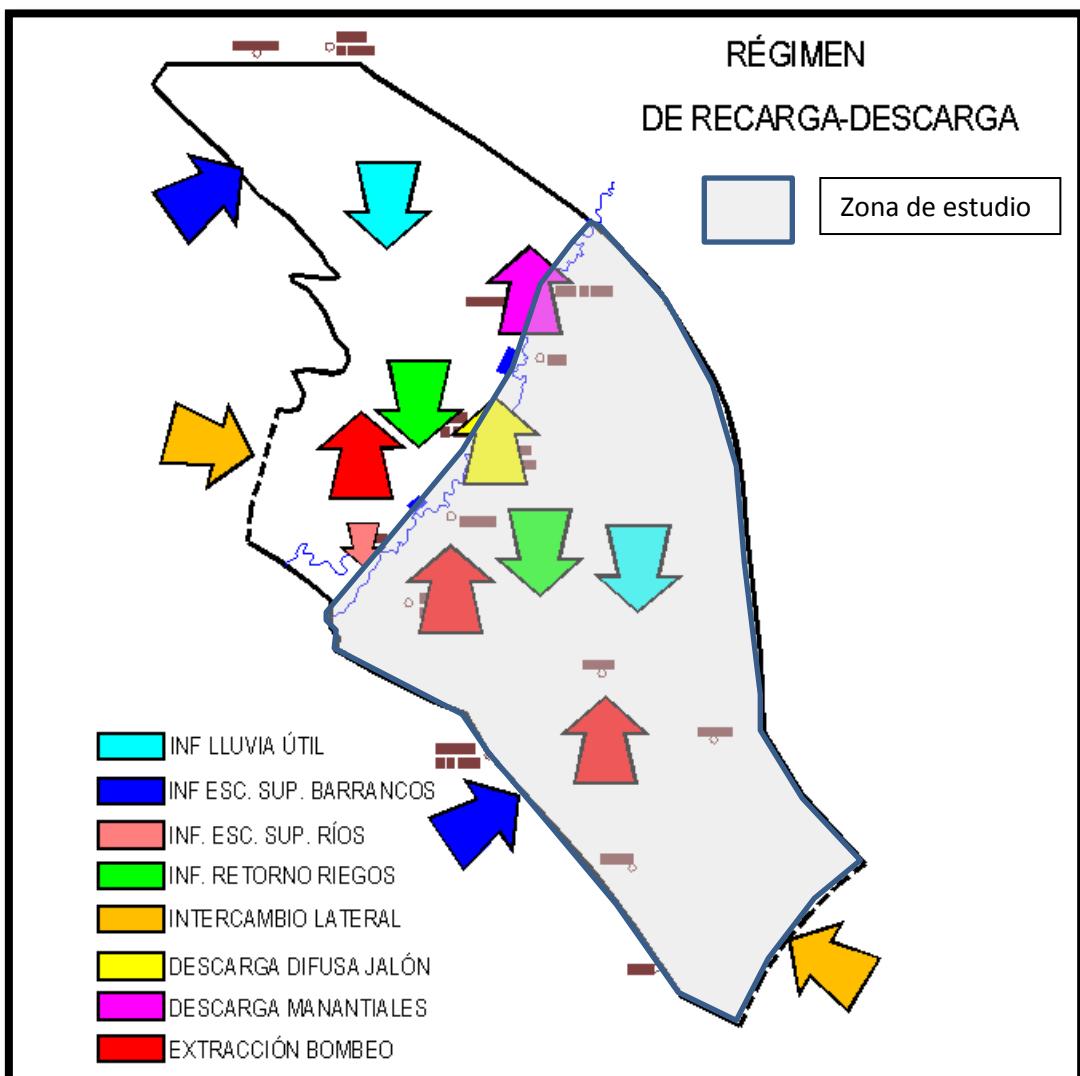


Figura 16. Esquema de regarca y descarga. Fuente: PERONIEL XXI, 2006

Los datos utilizados para estimar el balance hídrico han sido obtenidos del trabajo PERONIEL XXI, 2006. Anexo XI: Balance. Dicho estudio hace una valoración del balance hídrico sobre la Unidad hidrogeológica denominada Campo de Cariñena, la cual está formada por las masas de agua 075, 076 y 077. Aunque, no se ha tenido en cuenta la masa 074 en el nombrado estudio para realizar el balance, se ha estimado como correcta esta estimación de las entradas y salidas en el sistema debido a que la masa 074 tiene un escaso interés hidrogeológico, por lo que no influirá de manera significativa sobre los resultados obtenidos.

Los valores han sido estimados mediante la calibración del modelo matemático del flujo subterráneo en régimen permanente. *“Como paso previo a la cuantificación de los términos del balance de agua, que se ha realizado mediante modelización del flujo subterránea [...] se ha realizado una valoración de las entradas al sistema. Éstas incluyen la infiltración de la lluvia y de los retornos de riego, así como la infiltración de las escorrentías procedentes de los barrancos que avenan la sierra de Algairén* (PERONIEL XXI, 2006).

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla (Tabla 3).

| ENTRADAS                  | hm <sup>3</sup> /año | %             | SALIDAS               | hm <sup>3</sup> /año | %             |
|---------------------------|----------------------|---------------|-----------------------|----------------------|---------------|
| Precipitación y regadíos  | 38,37                | 61,49         | Bombeos               | 17,53                | 28,03         |
| Transferencia lateral     |                      |               | Transferencia lateral | 0,89                 | 1,42          |
| Infiltración en barrancos | 24,03                | 38,51         | Jalón                 | 44,13                | 70,55         |
| <b>TOTAL</b>              | <b>62,40</b>         | <b>100,00</b> | <b>TOTAL</b>          | <b>62,55</b>         | <b>100,00</b> |

Tabla 3: Balance hídrico en la UH Campo de Cariñena. Fuente: PERONIEL XXI, 2006; Anexo XI.

Cabe destacar, la importante recarga que se produce por la infiltración de los barrancos y por el retorno de riegos. Por otro lado, es reseñable la levada diferencia existente entre las salidas producidas por bombeos, mucho menores, a las producidas como descarga hacia el Jalón.

## **6. Estado cualitativo de las aguas subterráneas.**

Para la caracterización hidrogeoquímica de las masas de agua subterráneas, se han revisado las fichas disponibles en la web Portal del CHEbro correspondientes a cada masa.

El objetivo de la caracterización de la composición química de las aguas, es interpretar su procedencia; y comprobar la existencia de contaminación.

### **6.1 Calidad del agua**

#### Masa de agua 074: Sierras Paleozoicas de La Virgen y Vicort (MARM, a).

Debido a la gran variedad litológica en la que se encuentra esta masa de agua, encontramos un recurso con un fondo químico muy variado, desde aguas poco mineralizadas de las zonas paleozoicas más montañosas, hasta aguas de mineralización notable a fuerte asociadas a rocas triásicas. En las fichas de caracterización de las masas de agua no se contemplan datos sobre el análisis de la calidad de estas aguas, por ello, se ha utilizado el análisis químico realizado en el pozo de abastecimiento de Alpartir para su caracterización.

Dicho análisis nos muestra la dominancia de unas aguas bicarbonatadas con un contenido significativo de sulfato y calcio. Además, de una concentración importante de sílice y una salinidad media-baja.

Los problemas de calidad del agua se han encontrado asociados a las áreas de regadío donde, se han observado ciertos contenidos en nitrato aunque, hay que decir, que son pequeños volúmenes asociados a los pequeños acuíferos aluviales de escasa importancia.

Su estado cualitativo es bueno.

#### Masa de agua 075: Campo de Cariñena (MARM,b).

Las aguas pertenecientes a las Sierras Paleozoicas presentan datos de baja mineralización, son bicarbonatadas cárnicas y con bajo contenido en nitratos. Sin embargo, las aguas presentes en el acuífero terciario tienen facies complejas de tipo  $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$ , con una salinidad variable (entre 300-1500  $\mu\text{S/cm}$ ). En lo referente al acuífero Jurásico presenta facies mixtas cálcicomagnésicas con predominio de los iones  $\text{HCO}_3$  y  $\text{SO}_4$ , aunque en algunos casos, también podemos encontrar el ion  $\text{Cl}$  (conductividad entre 500 y 2000  $\mu\text{S/cm}$ ).

Si lo dividimos por cuencas, la del Huerva presenta aguas poco mineralizadas con valores medios de 550  $\mu\text{S/cm}$ , mientras que las del Jalón alcanza valores promedios de C.E. de 1.500  $\mu\text{S/cm}$ . Su estado cualitativo es bueno.

#### Masa de agua 076: Pliocuaternario de Alfamén (MARM, c).

El Cuaternario presenta facies mixtas y complejas de tipo  $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Cl} - \text{Ca-Mg}$  (Sulfatada cárnea magnésica), presentando una conductividad eléctrica de entre 500 y 2.000  $\mu\text{S/cm}$ . La mineralización del agua crece en sentido de la dirección del flujo subterráneo, alcanzando los máximos valores próximos al río Jalón (zona de descarga). El dato medio de nitratos es de 50 mg/l, aunque es frecuente que se den valores muy superiores a este en la zona próxima al Jalón, debido fundamentalmente a la presión agrícola.

Su estado cualitativo es malo, ya que no cumple los requisitos marcados por la Directiva Marco de Agua.

#### Masa de agua 077: Mioceno de Alfamén (MARM, d).

Las aguas del acuífero terciario presentan facies complejas de tipo  $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$  (Bicarbonatada sulfatada cárnea), con una salinidad variable. Su conductividad eléctrica varía usualmente entre 300 y 1.500  $\mu\text{S/cm}$ , con un valor más usual del orden de 550  $\mu\text{S/cm}$ .

En el caso del acuífero Jurásico, las muestras analizadas presentan facies mixtas cálcicomagnésicas con predominio de los iones  $\text{HCO}_3$  y  $\text{SO}_4$  aunque en algunos casos también podemos encontrar el ion  $\text{Cl}$ . La conductividad alcanza valores promedios de 1.500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con un carácter sulfatado creciente hacia el Jalón.

Su estado cualitativo es malo.

## **6.2 Usos actuales.**

Los usos a los que está destinado el recurso son iguales en todas las masas de agua. Lo único que cambia es el número de captaciones que hay en ellas y el volumen comprometido para cada uso. Con el fin de no redundar en tipos de usos, se ha realizado la siguiente tabla resumen en la que se recoge el número de captaciones destinadas a los diferentes usos para cada masa de agua así, como el volumen destinado a cada uso (tabla 4)

| Masa de agua | Uso   | Nº captaciones | Volumen en Hm <sup>3</sup> |
|--------------|---|----------------|----------------------------|
| 074          | Abastecimiento de la población e industrias de poco consumo | 43             | 0.28                       |
|              | Desconocido   | 3              | 0.01                       |
|              | Otros usos industriales                                     | 10             | 0.03                       |
|              | Regadío y usos agrarios                                     | 441            | 3.05                       |
| 075          | Usos recreativos  | 3              | 0                          |
|              | Abastecimiento de la población e industrias de poco consumo | 34             | 3.59                       |
|              | Desconocido   | 4              | 0.01                       |
|              | Otros usos industriales                                     | 10             | 0.31                       |
| 076          | Regadío y usos agrarios                                     | 395            | 17.94                      |
|              | Abastecimiento de la población e industrias de poco consumo | 22             | 0.1                        |
|              | Desconocido   | 2              | 0                          |
|              | Otros usos industriales                                     | 29             | 0.09                       |
| 077          | Regadío y usos agrarios                                     | 711            | 5.85                       |
|              | Usos recreativos  | 1              | 0                          |
|              | Abastecimiento de la población e industrias de poco consumo | 21             | 0.84                       |
|              | Desconocido   | 3              | 0.01                       |
|              | Otros usos industriales                                     | 29             | 0.72                       |
|              | Regadío y usos agrarios                                     | 710            | 47.32                      |
|              | Usos recreativos  | 1              | 0                          |

Tabla 4. Usos actuales de las masas 074, 075, 076 y 077. Fuente: elaboración propia a partir de datos de la CHE, hydrogeoebro.

Como se puede extraer de la tabla anterior, el uso predominante en la zona de estudio es el regadío y usos agrarios siendo éstos los que mayor volumen de agua demandan.

### **6.3 Adecuación de la calidad a los usos.**

De manera global, la calidad del recurso cumple con los requisitos necesarios para ser utilizada en los diferentes usos enumerados anteriormente.

La principal problemática de no cumplir estos baremos de calidad se da en la masas 076 y 077 las cuales, tiene un estado cualitativo malo y además, presentan contaminación difusa por nitratos con concentraciones superiores a 40 mg/l. La superficie afectada no se considera significativa en relación a la superficie total de las masas de agua (< 20%) pero, se incumple la norme en abastecimientos debido a la presencia de desetilatrazina en el abastecimiento complementario a La Almunia de Doña Godina (Zaragoza). Este problema de incumplimiento en abastecimientos también se ha detectado en la masa 075 donde se ha detectado hierro en el abastecimiento de emergencia de Fuendetodos y Valmadrid y nitratos en el abastecimiento principal a Paniza.

### **6.4 Estado cuantitativo de las aguas subterráneas**

De las cuatro masas de agua subterráneas que constituyen el acuífero de Alfamén, solo hay una actualmente con un mal estado cuantitativo, ya que presenta descensos en sus niveles piezométricos y un índice de explotación mayor a 1. Se trata de la masa de agua 077 (Mioceno de Alfamén). La tasa de extracción de agua asciende a 58 hm<sup>3</sup>/año, siendo el recurso disponible 46 hm<sup>3</sup>/año. Esta situación de gran extracción de agua del acuífero generada por el riego de amplios campos de cultivo, ha provocado un impacto sobre el hidrodinamismo del acuífero Terciario (confinado) y Pliocuaternario.

En la siguiente tabla se representan los recursos y el índice de explotación de las masas de agua subterráneas (tabla 5).

| Nombre                            | masa | Recurso (hm <sup>3</sup> /año) |         |    | Natural disponible | Disponible | Índice de explotación |
|-----------------------------------|------|--------------------------------|---------|----|--------------------|------------|-----------------------|
|                                   |      | Comprometido                   | Natural |    |                    |            |                       |
| <b>Mioceno de Alfamén</b>         |      | 48,93                          | 58      | 46 | 46                 | 46         | 1,05                  |
| <b>Campo de Cariñena</b>          |      | 21,85                          | 33      | 27 | 34                 | 34         | 0,63                  |
| <b>Pliocuaternario de Alfamén</b> |      | 6,04                           | 4       | 3  | 20                 | 20         | 0,31                  |

Tabla 5. Recursos de las masas de agua y su índice de explotación Fuente: Artículo gestión Bajo Jalón

Para el resto de las masas de aguas subterráneas se ha estimado un estado cuantitativo bueno.

## 6.5 Otros usos potenciales

De manera global, la zona es autosuficiente, es decir, existe recurso para las demandas actuales siempre y cuando se lleve a cabo una gestión adecuada de las masas de agua teniendo en cuenta su capacidad de recarga. Por ello, no hay en la zona otros usos potenciales del recurso ya que se ha llegado a un equilibrio estable, pero es necesario y prioritario que no se aumenten las presiones sobre los acuíferos y se lleve un control de las extracciones así como de los niveles piezométricos. Sin embargo, sí hay concentración de extracciones en determinadas zonas en las que en la normativa se ponen limitaciones al incremento o directamente se prohíben nuevas concesiones

## 7. Riesgos potenciales y prognosis de futuro

### Masa de agua 074: Sierras Paleozoicas de La Virgen y Vicort.

Debido al escaso espesor de estos acuíferos las extracciones se centralizan en los pequeños aluviales de los ríos Grío, Aranda y del Jalón, donde no hay indicios de contaminación puntual.

La mayor presión del área es la agricultura de regadío y apenas supone alrededor de 40 Km<sup>2</sup> concentrados en los estrechos aluviales del Jalón, Isuela, Aranda y Grío.

En las zonas urbanas de Illueca y Brea, hacia el río Aranda, aparecen vertidos urbanos sin depurar pero que no provocan grandes presiones debido a que son zonas de montaña con pocos habitantes.

Por todo ello, podemos concluir que la masa 074 no se considera en riesgo.

#### Masa de agua 075: Campo de Cariñena.

La evolución piezométrica de dicha masa de agua presenta un descenso generalizado de sus niveles, los cuales se van acentuando hacia la zona suroeste, limitando con la masa del Pliocuaternario de Alfamén. La principal causa de este descenso es la explotación para campos de cultivo, el cual se vincula con la bajada de la masa de agua colindante que sufre un índice de explotación mayor que 1.

La calidad de las aguas subterráneas presenta datos preocupantes y alarmantes para un futuro cercano, debido a la fuerte presión tanto agrícola como ganadera que ha provocado una importante afección de las mismas. Dicho impacto se nota esencialmente en el aumento de nitratos, sobre todo en la zona de descarga regional (hacia el Jalón), donde se presentan valores por encima de los 50 mg/l.

#### Masa de agua 076: Pliocuaternario de Alfamén.

El estado cualitativo de esta masa de agua presenta un grave problema debido a las fuertes presiones agrarias de la zona, especialmente en el sector N del acuífero. Esto se traduce en un aumento considerable de la cantidad de nitratos en la masa de agua, concentraciones por encima de los 175 mg/l, y una pérdida de la calidad de la misma. En el extremo opuesto, se encuentra la zona próxima a la Sierra de Algairén, la cual presenta unos valores bajos de nitratos.

En las últimas décadas también se ha comprobado una evolución creciente de la salinidad, asociada a la acidificación.

Otra presión significativa de la zona es la presencia de un gran tejido industrial en los pueblos de Cariñena y La Almunia de Doña Godina, que conlleva un aumento de vertidos y una mayor contaminación potencial del acuífero de Alfamén.

#### Masa de agua 077: Mioceno de Alfamén.

Desde los años 70 se ha percibido una tendencia descendente en los niveles piezométricos de este acuífero e incluso descensos acumulados de gran importancia. Esta situación genera una preocupación por el estado cuantitativo de la masa. Además, debida a la presión agrícola existe un deterioro de la calidad del recurso. El impacto más visible es la contaminación de compuestos de nitrógeno con concentraciones medias superiores a los 50 mg/l en algunas zonas de alta intensidad agrícola. Las zonas menos afectadas se encuentran en las áreas de recarga con concentraciones inferiores a 25 mg/l. En líneas generales, la contaminación por nitratos tiene la misma distribución que la masa del Pliocuaternario pero con concentraciones de nitratos más atenuados dada su menor vulnerabilidad.

A modo de resumen, se han recogido en la siguiente tabla 6, los principales problemas así como, sus posibles medidas correctoras para cada masa de agua. Esta serie de medidas están recogidas en el Plan Hidrológico del río Jalón, Marzo 2007. 347-357.

| Problema observado  | Medida  |
|---|---|
| Desconocimiento de la masa de agua subterránea  | Facilitar información sobre el acuífero: (características, problemas, etc.) a los usuarios y sociedad mediante la edición de folletos e instalación de carteles.  |
| Desconocimiento del caudal explotado  | Instalación de contadores en cada punto de extracción de agua y análisis de las cantidades bombeadas.   |
| Adecuación del estado concesional.  | Verificar que todos los usos de agua tienen la concesión administrativa necesaria, especialmente los destinados a abastecimiento urbano.  |
| Possible falta de recursos para satisfacer las demandas de agua en la cuenca del río Jalón                    | Estudio que establezca los criterios de zonificación y de tiempo de regulación mínimo en balsas requeridos para los usuarios. Este estudio deberá basarse fundamentalmente en los datos hidrológicos del sistema y deberá hacer referencia tanto a las aguas superficiales como a las subterráneas  |
| Posibles efectos adversos ante la construcción del túnel para el embalse de Mularroya                         | Estudio hidrogeológico de la cubeta del Frasno que incluya la instalación de una estación de control meteorológico y piezométrico para analizar la relación precipitación-nivel piezométrico y la toma de niveles piezométricos en distintas fechas. Este estudio debe comprender el periodo anterior, durante y después de la construcción del túnel del embalse de Mularroya  |
| Posibles problemas de calidad de agua de abastecimiento   | Incorporación de localidades de las masas de agua al plan de abastecimiento a Zaragoza y su entorno.  |
| Contaminación agrícola  | <p>Aplicación adecuada de fertilizantes nitrogenados conforme indica el II programa de actuación sobre zonas vulnerables del Gobierno de Aragón.</p> <p>Rellenar del Libro-Registro de aplicación de fertilizantes en explotaciones agrarias</p> <p>Campañas de formación a los agricultores sobre el código de buenas prácticas a aplicar sobre las masas de agua: charlas, folletos, carteles, vídeos,....</p>  |
| Contaminación ganadera  | <p>Aplicación adecuada de estiércoles al suelo conforme indica el II programa de actuación sobre zonas vulnerables del Gobierno de Aragón.</p> <p>Relleno del Libro-Registro de aplicación de estiércoles en explotaciones ganaderas.</p> <p>Campaña informativa los ganaderos sobre la correcta administración de los purines en los campos de cultivo. Consiste en distribución de folletos, charlas informativas, carteles, vídeos....</p>   |
| Possible ineficacia de las medidas relativas a la protección de zonas vulnerables                             | Estudio sobre la eficacia de las medidas para evitar el riesgo de contaminación en estas masas de agua dentro de la cuenca del Jalón y propuesta de nuevas medidas para mejorar esta eficacia.  |
| Mejoras de las perforaciones en los sondeos que no están sometidos a no admisión a trámite de las concesiones | <p>Establecer medidas en las autorizaciones de perforación de nuevas captaciones encaminadas a mejorar la calidad constructiva de los pozos de captación. En concreto establecer recomendaciones encaminadas a aumentar la vida útil de los mismos mediante la correcta construcción y el adecuado régimen de explotación.</p> <p>Para evitar la conexión entre acuíferos superiores, más vulnerables a la contaminación difusa, deberán articularse las medidas necesarias para evitar que las tuberías de revestimiento se ranuren en toda su longitud y, si se considera necesario, se indicarán zonas concretas a cementar adecuadamente.</p> <p>En sondeos para abastecimiento de agua a poblaciones aislar debidamente los niveles superiores del pozo y realizando un buen sello sanitario en el mismo.</p> <p>Para aquellos aprovechamientos que se consideren significativos desde un punto de vista cuantitativo, resultaría conveniente que, junto a la documentación presentada para la solicitud de concesión, se adjunte un estudio de afección al manantial y que se adecue la modulación mensual del consumo en consecuencia.</p> |
| Problema de falta de organización entre los usuarios  | Constitución de Comunidades de Usuarios para el aprovechamiento conjunto de aguas superficiales-aguas subterráneas.   |

Tabla 6: medidas correctoras aplicadas a las masas de agua. Fuente: Plan Hidrológico del río Jalón, Marzo 2007.

- Medidas aplicadas a las masas 074, 075, 076 y 077
- Medidas aplicadas a la masa 074
- Medidas aplicadas a las masas 075, 076 y 077

## 8. Conclusiones

En general, si estudiásemos el funcionamiento hidrodinámico de los acuíferos en régimen natural observaríamos disminuciones de los caudales de descarga subterránea directa a la red hidrográfica y a través de los manantiales debido a las condiciones climáticas reinantes en la zona, como por ejemplo, los caudales mínimos registrados en septiembre de 2005.

Sin embargo, hay que decir, que esta no es la situación real de la zona ya que existen diversos puntos de bombeo que afectan al régimen hidrodinámico del acuífero. La siguiente gráfica muestra el porcentaje de afección que supondría el bombeo de los pozos al Río Jalón (figura 17).

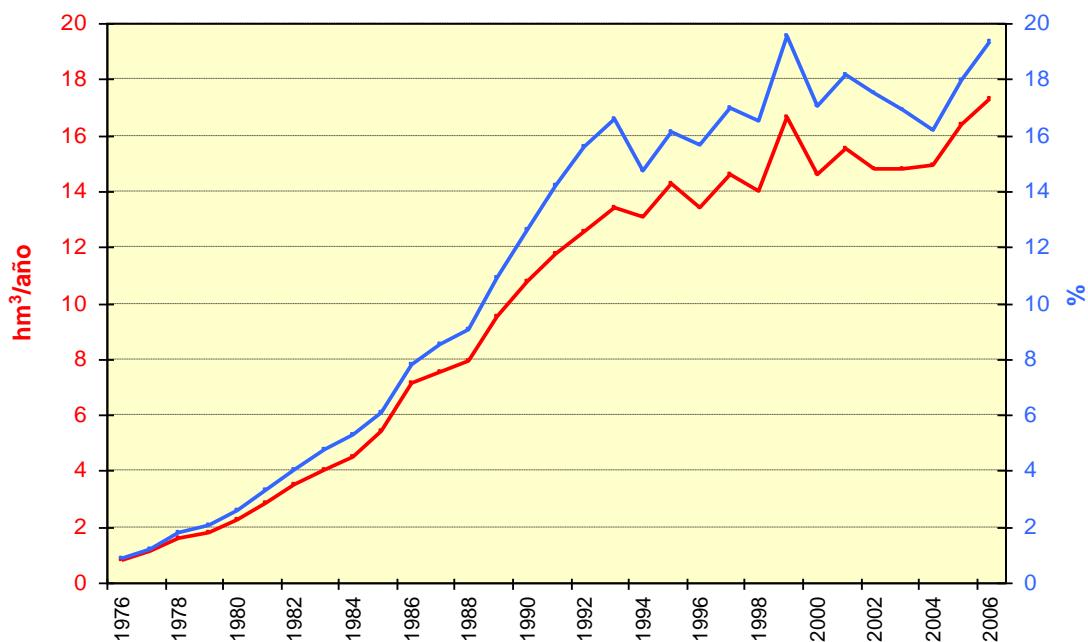


Figura 17. Porcentaje de afección de los bombeos frente al régimen natural para el periodo 1976-2006. Fuente: Establecimiento de las normas de otorgamiento de concesiones en las unidades hidrogeológicas del bajo jalón.

Como podemos observar el nivel de máxima afección se da en el año 1999 concordando con el punto de máximo bombeo. Sin embargo, dicho efecto se observa en 2006 debido a que los efectos del bombeo no se ven hasta pasado un largo periodo de tiempo. Por ello, los efectos de los bombeos pasados se observarán en el presente.

Si se hace una predicción de futuro se observaría que si se pararan los bombeos, esta afección se iría amortiguando pero, no de manera lineal si no de manera logarítmica. En el caso de que los bombeos siguieran al mismo ritmo que el actual, el impacto de éstos

generaría una detracción del 15 % de la aportación total acumulada para el año 2036 (Javier san Román et al 2006).

Centrándonos en masas de agua subterránea podemos concluir que el Pliocuaternario de Alfamén y el Mioceno de Alfamén presentan un mal estado cualitativo. Ambas masas se encuentran afectadas por el mismo tipo de presión. Las masas tienen definida una zona afectada por  $\text{NO}_3^-$  de origen agrario, que se estima en un área superior al 20% del total. Además, existen varios puntos situados en el interior de la zona afectada los cuales presentan concentraciones superiores a 50 mg/l de nitratos.

Para alcanzar el buen estado, marcado por la DMA, es necesario tomar una serie de medidas (tabla 6), como la prohibición de uso de fertilizantes y pesticidas y/o mejorar la depuración de purines en la zona. Sin embargo, las masas de agua subterráneas conocidas como Sierras Paleozoicas de La Virgen y Vicort y Campo de Cariñena presentan un buen estado cualitativo, aunque la última se encuentra el riesgo de posible contaminación difusa en el futuro.

Respecto al estado cuantitativo, la única masa en mal estado cuantitativo es el Mioceno de Alfamén. Para la recuperación de esta masa de agua se han previsto varias actuaciones complementarias a las anteriores, y que se recogen en el actual Plan Hidrológico de Cuenca, alguna de ellas serán: inducción a la recarga con aguas de la escorrentía superficial, reducción de la presión extractiva mediante la redistribución de sondeos y aportaciones desde el Canal Imperial (balsas de regulación en la zona que se llenen desde los barrancos o desde el Canal Imperial), y a más largo plazo, con aguas procedentes del futuro embalse de Mularroya. No obstante, se considera que al horizonte 2015 todavía no se habrán recuperado los niveles.

Lo anteriormente expuesto, nos revela como el punto más conflictivo del acuífero de Alfamén la masa de agua 077 (Mioceno de Alfamén); zona realmente afectada y pendiente de una mejora de su estado actual.

En la siguiente tabla se resumen los estados de las cuatro masas de agua subterráneas del acuífero de Alfamén (tabla 7).

| Masa<br>Agua<br>subterránea                              | Estado cualitativo   |                         |        | Estado cuantitativo      |                   | Estado<br>global | Objetivos del estado     |             |                     |
|--|----------------------|-------------------------|--------|--------------------------|-------------------|------------------|--------------------------|-------------|---------------------|
|  | Estado<br>en<br>2008 | Contaminación<br>difusa | Riesgo | Índice de<br>explotación | Estado<br>en 2008 |                  | Cumplimiento<br>DMA 2008 | DMA<br>2015 | Prorroga<br>2021-27 |
| Sierras<br>Paleozoicas de<br>la Virgen y<br>Vicort (074) | Bueno                | -                       | NO     | 0,449                    | Bueno             | Bueno            | Cumple                   | SI          | -                   |
| Campo de<br>Cariñena (075)                               | Bueno                | SI                      | SI     | 0,635                    | Bueno             | Bueno            | Cumple                   | SI          | -                   |
| Pliocuaternario<br>de Alfamén<br>(076)                   | Malo                 | SI                      | SI     | 0,308                    | Bueno             | Malo             | No Cumple                | -           | SI                  |
| Mioceno de<br>Alfamén (077)                              | Malo                 | SI                      | SI     | 1,055                    | Malo              | Malo             | No cumple                | -           | SI                  |

Tabla 7. Estado de las masas agua del acuífero de Alfamén Fuente: PHE 2010-2015

En conclusión, se puede deducir que una buena gestión de los recursos almacenados en los acuíferos puede mantener la actividad de la zona siempre y cuando se lleve un control de las extracciones y de las concesiones establecidas dentro del área. Además, hay que tener en cuenta las características climáticas predominantes de la región las cuales, se caracterizan por unos períodos de estiaje recurrentes propias del clima Mediterráneo.

## **ANEXO 2. Historia del proyecto de Mularroya**

A continuación se enuncian las acciones administrativas más importantes desde la redacción del anterior proyecto hasta el actual proyecto (EIA, 2013):

- *Resolución de la Dirección General de Obras Hidráulicas de 17 de Febrero de 1993, por la que se autoriza a la CHE la redacción del Proyecto de la Presa de Mularroya, Azud de derivación y Conducción de trasvase, en los términos municipales de La Almunia de Doña Godina, Chodes y Ricla (Zaragoza).*
- *Redacción por la CHE en Febrero de 2000 del Proyecto 02/00 de la Presa de Mularroya, azud de derivación y conducción de trasvase, T.T.M.M. de la Almunia de Doña Godina, Chodes y Ricla (Zaragoza). Este Proyecto Técnico, incluía en su anexo Nº 29 el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA).*
- *Nota-Anuncio de la CHE de 8 de Mayo de 2001 por la que se somete a información pública el Proyecto 02/00 de la Presa de Mularroya junto con su EsIA.*
- *Solicitud del 11 de Septiembre de 2002 de formulación de la DIA del Proyecto 02/00 por parte de la Dirección General de Obras Hidráulicas a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente remitiendo a tal efecto su EsIA y copia del expediente de información pública practicado.*
- *Con fecha 13 de Febrero de 2.003, la Dirección General de Conservación de la Naturaleza (Subdirección General de Conservación de la Biodiversidad) del Ministerio de Medio Ambiente contestó a la consulta complementaria, remitiendo un Informe en el que señala:*
  - a) *La coincidencia del lugar afectado por el Proyecto de la Presa de Mularroya, azud de derivación y conducción de trasvase, con un Lugar de Importancia Comunitaria (L.I.C.) de la Directiva 92/43/CEE del Consejo,*

*relativa a la conservación de los hábitats naturales y de fauna y flora silvestre, y con una Zona de Especial Protección para las Aves (Z.E.P.A.) de la Directiva 74/409/CEE del Consejo, de 2 de Abril de 1.979, relativa a la conservación de las aves silvestres.*

- b) La coincidencia del lugar afectado por el Proyecto de la Presa de Mularroya, azud de derivación y conducción del trasvase, con hábitats naturales de interés comunitario (Directiva 92743/CEE) fuera de la Red Natura 2.000.*
  - c) La coincidencia del lugar afectado por el Proyecto de la Presa de Mularroya, azud de derivación y conducción de trasvase, con Áreas Importantes para las Aves (IBAS) del Inventario de Seo-BirdLife de 1.998.*
  - d) La coincidencia del lugar afectado por el Proyecto de la Presa de Mularroya, azud de derivación y conducción de trasvase, como un proyecto no ubicado en la Red Natura 2.000, pero con previsión de impactos en lugares de la red o en hábitats naturales de interés comunitario.*
- 
- Resolución del 25 de Noviembre de 2.003, de la Secretaría General de Medio Ambiente del Ministerio de Medio Ambiente, por la que se formula la DIA positiva del Proyecto de la Presa de Mularroya, azud de derivación y conducción de trasvase, determinando la posibilidad de realizar y ejecutar el Proyecto sometido a evaluación observando las recomendaciones y medidas preventivas y correctoras contenidas en el EsIA.*
  - Resolución del 3 de Diciembre de 2.003, de la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas del Ministerio de Medio Ambiente, en virtud de la delegación establecida por resolución de la Secretaría de Estado de Aguas y Costas de 9 de Noviembre de 1.996, por la que se aprueba el denominado “Anteproyecto 04/03, de la Presa de Mularroya, azud de derivación y conducción de trasvase, T.M de la Almunia de Doña Godina, Chodes y Ricla (Zaragoza)”.*
  - Resolución de 24 de febrero de 2.005 de la Ministra de Medio Ambiente, previa fiscalización de la Intervención Delegada, por la que se resuelve adjudicar el concurso de Proyecto y ejecución de las obras de la Presa de Mularroya, azud*

*de derivación y conducción de trasvase, en los términos municipales de la Almunia de Doña Godina, Chodes y Ricla (Zaragoza) a la oferta presentada por las empresas SACYR S.A. Y NECSO ENTRECANALES CUBIERTAS S.A. en UTE por un importe de 128.967.820,10 euros, de los que 1.243.407,69 euros corresponden a la redacción del proyecto, con un plazo de dos meses para la elaboración del mismo y noventa meses para la ejecución de las obras. El contrato fue suscrito por las partes el día 15 de abril de 2.005.*

- *Resolución de la Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente de fecha 23 de Febrero de 2007 que aprueba el Proyecto 04/06 de Construcción de la Presa de Mularroya Azud de Derivación y Conducción de trasvase T.M. de Almunia de Doña Godina, Chodes y Ricla (Zaragoza).*
- *El Acta de comprobación de replanteo se formalizó el 6 de marzo de 2008, comenzando las obras al día siguiente.*
- *Sentencia de la Sala de lo Contencioso-Administrativo de la Audiencia Nacional de 10 de junio de 2009, dictada en el procedimiento ordinario 122/04 que estima el recurso interpuesto contra las resoluciones de 25 de noviembre y 3 de diciembre de 2003, por las que, respectivamente, se formula la declaración de impacto ambiental del Proyecto de la Presa de Mularroya, azud de derivación y conducción del trasvase, y se aprueba el anteproyecto 04/03 de la Presa de Mularroya, azud de derivación y conducción del trasvase, T.M. de La Almunia de Doña Godina, Chodes y Ricla (Zaragoza) y anula también la resolución de 23 de Febrero de 2007, por la que se aprueba el proyecto 04/06 de la Presa de Mularroya, azud de derivación y conducción del trasvase, T.M. de La Almunia de Doña Godina, Chodes y Ricla (Zaragoza). La Sentencia declara también inadmisible el recurso en relación a la Resolución de 24 de febrero de 2005 por la que se adjudica el concurso de las obras.*
- *Recurso de Casación presentado el 05/02/2010 por la Abogacía del Estado ante el Tribunal Supremo de anulación de la sentencia recurrida para en su*

*lugar resolver desestimando el recurso interpuesto contra las resoluciones de 25 de noviembre, 3 de diciembre de 2003 y 23 de Febrero de 2007.*

- *Autorización del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural con fecha 15 de febrero de 2.010 de la solicitud de la CHE realizada con fecha 22 de diciembre de 2.009, para la redacción del proyecto de la Modificación nº 1 de la presa de Mularroya.*
- *Aprobación con fecha 5 de julio de 2011 por el Secretario de Estado de Medio Rural y Agua de la Modificación nº 1, por un importe total líquido de 154.741.909,98 euros (IVA del 16% incluido), con un adicional líquido de 25.774.089,88 euros equivalente al 19,98 % del precio primitivo del contrato.*
- *Con fecha 15 de febrero de 2012 la CHE solicitó al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente la Autorización para la Redacción del Proyecto de la Modificación nº 2 de la Presa de Mularroya por un importe total líquido estimado de 154.734.320,78 euros, -7.589,20 euros respecto al presupuesto líquido con IVA incluido del proyecto vigente y con un adicional líquido acumulado de 25.766.500,68 euros, con el 16% de IVA, equivalente al 19,979 % del precio primitivo del contrato.*
- *En marzo de 2012 también se realiza la presentación del Documento de Inicio del proceso de Evaluación Ambiental, con título “Modificación nº 2 de la presa de Mularroya, azud de derivación y conducción de trasvase, TT.MM. La Almunia de Doña Godina, Chodes y Ricla (Zaragoza) y actuaciones complementarias” ante la Dirección General del Agua del entonces Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.*
- *Con fecha 2 de abril de 2012, la CHE envió a la Dirección General del Agua el “Documento Inicial”, correspondiente a la Modificación nº2 del proyecto, redactado en marzo de 2012, al objeto de poder dar comienzo al procedimiento de Evaluación Ambiental.*

- *Sentencia del Tribunal Supremo (Sala de lo Contencioso) del 5 de Febrero de 2013, por la que se desestiman los recursos de casación del Estado y de la Junta Central de Usuarios del Jalón, contra la Sentencia de la Audiencia Nacional de 2009 que anuló el proyecto, anteproyecto y estudio de impacto ambiental. Como consecuencia de lo anterior se paraliza la obra.*
- *Atendiendo a la Sentencia del Tribunal Supremo, La Dirección General del Agua, en virtud del artículo 90 de la ley 30/1992, de 27 de noviembre, de régimen jurídico de las administraciones públicas y del procedimiento administrativo común, desiste del procedimiento de evaluación de impacto ambiental en curso y solicita, conforme al artículo 66, dado que el contenido es el mismo, la conservación de actos y trámites realizados, para el “Proyecto de Construcción de la presa de Mularroya, azud de derivación y conducción del trasvase, tt.mm. La Almunia de Doña Godina, Chodes y Ricla (Zaragoza) y actuaciones complementarias”, al objeto de que prosiga la tramitación en el procedimiento de evaluación de impacto ambiental (EIA), previamente a la incoación del expediente de información pública.*
- *El 30 de Julio de 2013 la CHE anuncia sobre información pública de la EIA del proyecto 06/13 de construcción de la presa de Mularroya, azud de derivación y conducción de trasvase, tt.mm. de La Almunia de Doña Godina, Chodes y Ricla (Zaragoza).*

*A día de hoy las obras siguen paradas, y se está a la espera de la aprobación por parte del Tribunal del nuevo EIA.*

### **ANEXO 3. Principales infraestructuras del proyecto de Mularroya**

El conjunto de las actuaciones viene constituido por tres grupos:

a) Construcciones principales (EIA, 2013):

*- Presa de Mularroya: Se encuentra ubicada en el río Grío y en el interior de la paridera de Mularroya, paisaje que da nombre al embalse. Sus estribos se localizan en los términos de Chodes y La Almunia de Doña Godina. Las características de la presa son las siguientes: su cota a máximo nivel normal es de 477m, la superficie inundada es de 463,1 ha, presenta un volumen útil de agua de 103,3 hm<sup>3</sup> y se encuadra dentro de la categoría A. El vaso del embalse es de materiales sueltos, del tipo heterogénea con núcleo de arcilla, y tiene una altura de 82,58 m sobre cimientos.*

*Sus afecciones se corresponden con la inundación de una extensa zona rural de secano, a la carretera N-IIa y a la carretera autonómica A-2302. También afecta al oleoducto de CLH Rota-Zaragoza, a diversas líneas de alta tensión (propiedad de REE y de Endesa), a infraestructuras de Telefónica y al complejo hostelero "Parque de Mularroya". También se espera un volumen de acarreos del embalse a lo largo de 50 años de 13 hm<sup>3</sup>, con unas aportaciones sólidas anuales de 260.000 m<sup>3</sup>/año.*

*El nivel de la avenida de Proyecto alcanza la cota 479,500 m, con una superficie inundada de 500,850 ha y un volumen de embalse de 115,29 hm<sup>3</sup>.*

*Por último, el nivel de la avenida extrema se sitúa a la cota 481,70, afectando a 535,66 ha, con un volumen de embalse de 126,67 hm<sup>3</sup>.*

*Las obras proyectadas y que conforman el conjunto total de la Presa de Mularroya, son (figura 18):*

- *Cuerpo de presa.*
- *Obra de desvío.*
- *Aliviadero.*
- *Desagües de fondo y conducciones de toma.*
- *Torre de toma.*
- *Tratamiento del cimiento.*

- *Accesos.*
- *Auscultación.*
- *Obras de impermeabilización del vaso.*
- *Línea eléctrica aérea (15 kV) de acometida a la presa*

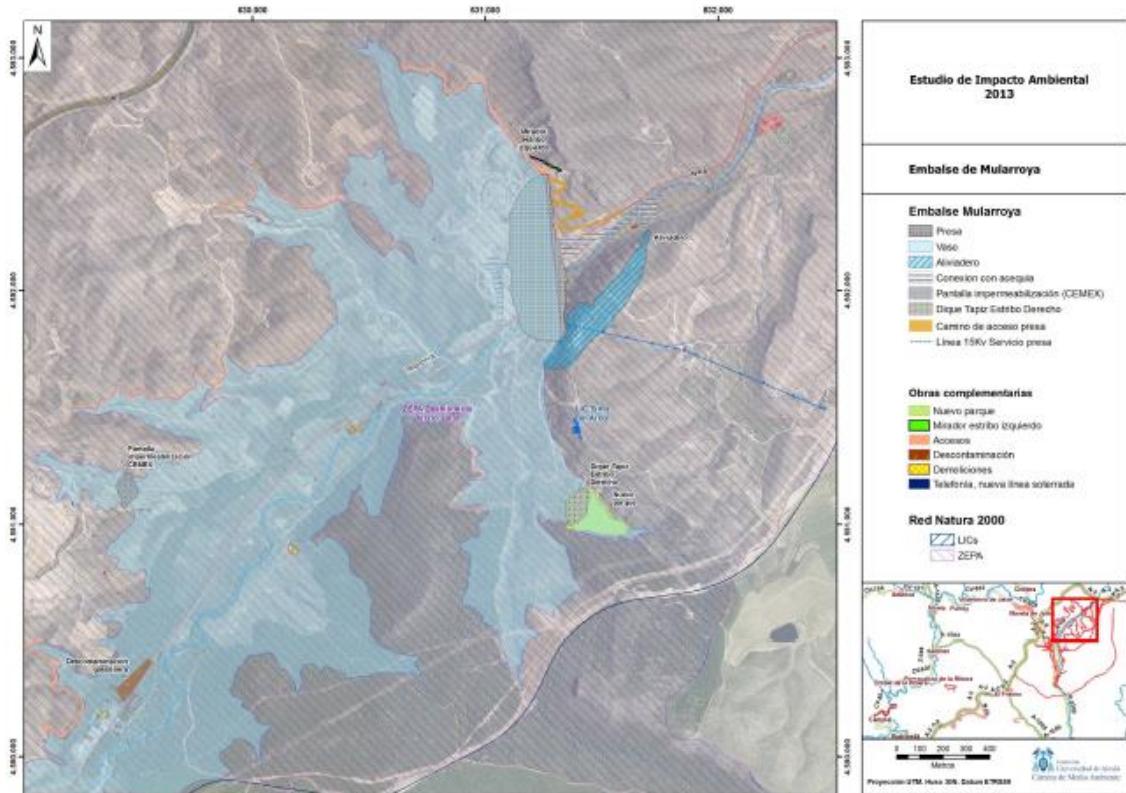


Figura 18. Mapa de ubicación del embalse de Mularroya Fuente: EIA (2013)

-Azud de derivación: Se localiza en el río Jalón, concretamente en la zona de las Hoces del Jalón. La estructura se sitúa aguas arriba de la pedanía de Embid de la Ribera, a no más de 2 km. de distancia de la localidad y unos 700 m. aguas abajo de la Central Hidroeléctrica de Embid de la Ribera, propiedad de Eléctricas Reunidas de Zaragoza. El nivel de avenida normal se sitúa a una cota de 490 metros y el nivel de avenida de proyecto, calculado para un periodo de recurrencia de 100 años, se sitúa a una cota de 493,71 metros sobre el nivel del mar. Por último, el nivel de avenida extremo, calculado para un periodo de recurrencia de 500 años, se sitúa a una cota de 495.565 metros.

Las obras proyectadas y que conforman el conjunto total del azud de derivación son (figura 19):

- *Azud vertedero.*
- *Desvío del río*
- *Ataguía*
- *Tomas para riego*
- *Escala para peces*

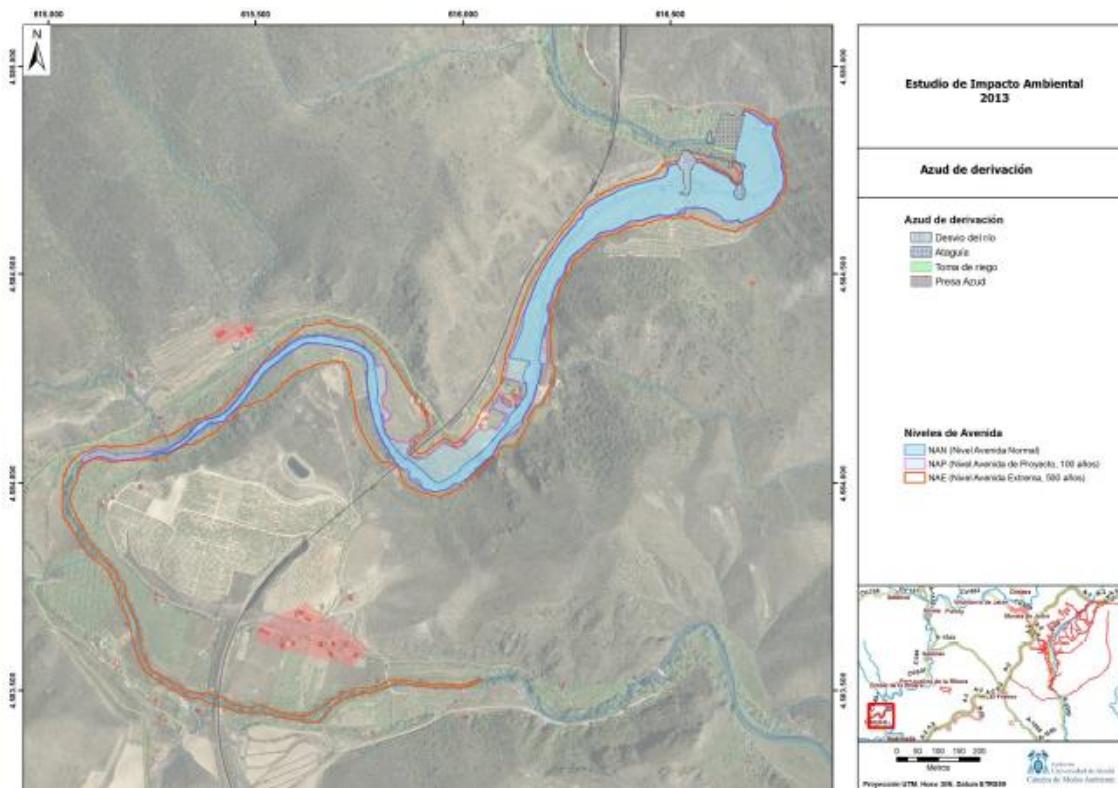


Figura 19. Mapa de ubicación del azud de derivación Fuente: EIA (2013)

- Túnel de trasvase: Su función será conectar el río Jalón, tomando inmediatamente aguas arriba del azud, y el río Grío, desaguando en la cola del embalse de Mularroya. Se trata de un túnel hidráulico que va a funcionar en lámina libre para un caudal nominal de  $8\text{ m}^3/\text{s}$ , con un calado de 2,16 m., y una velocidad de 1,28 m/s. para ese calado. Tiene una longitud de 12.631,258 m., con dirección predominante Oeste-Este. En alzado la rasante mantiene una pendiente uniforme a lo largo de todo el trazado del 0,06%. La cota inicial es 487,189 m. y la final 479,50 m. La sección tipo del túnel de trasvase es circular, con un diámetro interior de 2,90 metros (figura 20).

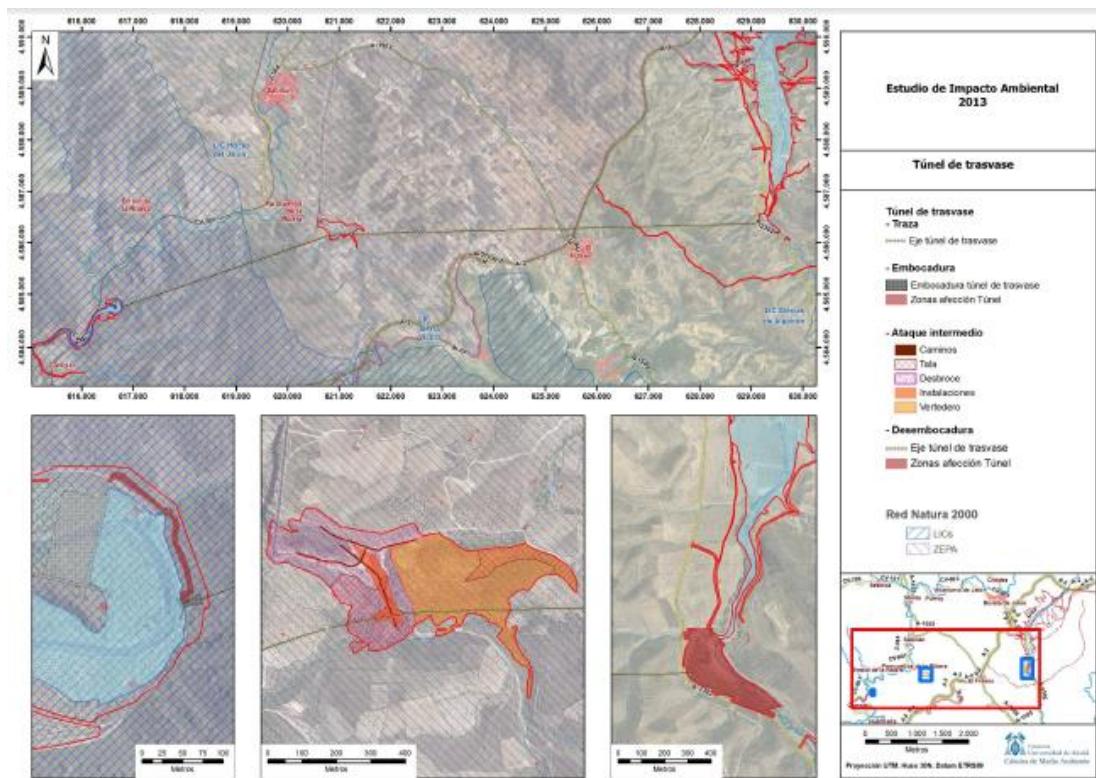


Figura 20. Mapa de ubicación del túnel de trasvase. Fuente: EIA (2013)

- Variante de carreteras: Como consecuencia de la construcción del Embalse de Mularroya se inundarán aproximadamente, 6 km de la carretera N-IIa, así como 4 km. de la carretera comarcal A-2302, de Olvega a Santa Cruz de Grío (antigua Z-330). Las dos carreteras afectadas pertenecen a dos entidades distintas: la N-IIa pertenece a la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón, mientras que la A-2302 pertenece a la Diputación General de Aragón. Con el propósito de reparar el servicio se proyecta una variante de carreteras, que partiendo del Pk. 3, aproximadamente, de la A-2302, cruce el embalse por su zona media y finalice en el Pk. 272 de la N-IIa, previo a la salida de la A-II (figura 21).

Para la realización de la rasante proyectada de la Variante de Carreteras es necesario realizar una serie de desmontes (excavaciones) y terraplenes (rellenos). De esta manera el material procedente de la excavación de los desmontes se destina a:

- Ejecución de Terraplenes de la misma variante (compensación de tierras).
- Traslado a Acopios definitivos (Diques) si el material no es óptimo para su uso en dichos terraplenes.

Los Terraplenes se ejecutarán con:

- *Materiales procedentes de la excavación de los desmontes.*
- *Préstamos de gravas presentes en el Vaso, en el caso de que exista déficit de material válido en esos desmontes.*

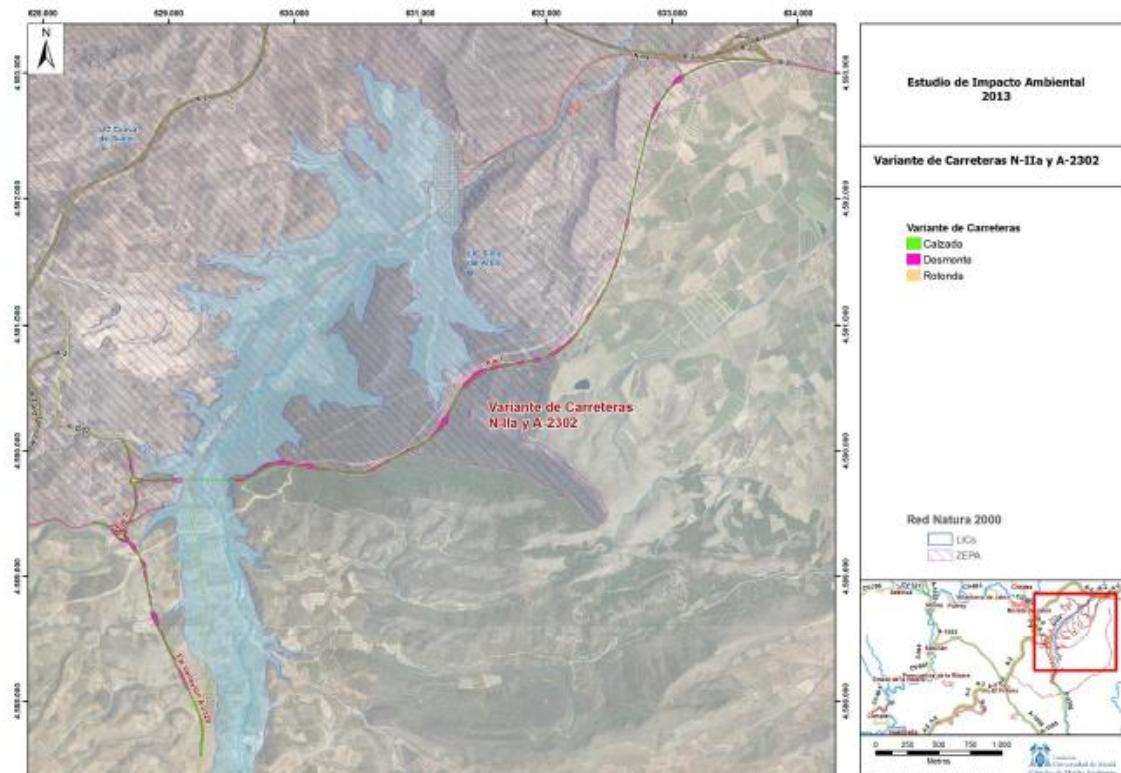


Figura 21. Mapa de ubicación de la variante de carreteras Fuente: EIA (2013)

b) Actuaciones contempladas en el Proyecto de Obras Complementarias nº1 (EIA 2013):

- *Desvío de la línea eléctrica 45 Kv (La Almunia-El Frasno)*
- *Desvío de la línea eléctrica 132 Kv (Los Vientos-Calatayud)*
- *Líneas eléctricas de 15 Kv de abastecimiento a usuarios del parque de Mularroya.*
- *Reposición de las obras civil de las infraestructuras de Telefonía*
- *Restitución de los accesos a fincas*
- *Descontaminación de suelos de la gasolinera del vaso*
- *Mirador estribo izquierdo*

- *Demolición de edificaciones existentes en el vaso*
- *Mejora del camino acceso 2 a la casa de Administración*
- *Alumbrado panorámico de la presa y de los accesos*
- *Restauración de hábitats y recuperación de las comunidades de la Thero-Brachypodietea, 6220\*, en las zonas de afección del proyecto*
- *Dique “anticontaminación” junto al vertedero de Morata de Jalón*
- *Conexión con acequia del río Grío*
- *Otras actuaciones*

c) Otras actuaciones complementarias (EIA 2013):

- *Desvío de una parte del Oleoducto Rota-Zaragoza, tramo Ariza-La Muela.*
- *Desvío de la línea eléctrica 400 DC (Magallón-Terrer/Medinaceli-Rueda de Jalón)*

#### **ANEXO 4. Antecedentes del actual EIA (2013)**

A continuación se explica detalladamente la distintiva historia de acontecimientos del proyecto de Mularroya (EIA, 2013):

En todo estudio de impacto ambiental lo normal es definir todas las alternativas antes de que el proyecto haya empezado a ejecutarse, pero nos encontramos con que las obras ya están iniciadas y se presentan una serie de cuestiones que afectan singularmente a dicho proyecto, fundamentalmente derivadas de la Sentencia de la Audiencia Nacional de junio de 2009. La cual anulaba la resolución de aprobación del antiguo EIA. En estos momentos, tras la desestimación del recurso de casación ante el Tribunal Supremo en febrero de 2013, la sentencia es firme y ha quedado anulado el antiguo EIA, y por lo tanto la DIA, así como la aprobación de los proyectos. Debido a la peculiaridad del proyecto, es necesaria una reevaluación completa del mismo, empezando por la reevaluación del conjunto de afecciones, tanto de lo ya ejecutado como de lo que queda por ejecutar. También se ha tenido en cuenta la modificación del proyecto en Julio de 2011 (Modificación nº1), ya que dicha actuación supone importantes mejoras desde el punto de vista de afecciones ambientales.

Por lo tanto nos encontramos ante un proyecto singular, con lo que el EIA también deberá de serlo. En el mismo, se ha evaluado no sólo el proyecto principal, sino el conjunto de proyectos complementarios que deben ejecutarse, los cuales están asociados al proyecto principal y podrían de igual manera generar impactos sinérgicos sobre el medio.

A la hora de realizar el análisis de alternativas se supondrá que las obras ya han comenzado, lo que significara un gran cambio en comparación con el antiguo EIA (2003). En dicho estudio se realizó un estudio de alternativas muy completo (antes de iniciarse la ejecución de las obras), con un total de nueve posibles alternativas:

- Alternativa 0 (no ejecución del embalse)
- Embalse de Valladar.
- Embalse de Embid, sobre el río Henar.

- Embalse de Moros, sobre el río Manubles.
- Embalse de Ribota, sobre la rambla de Ribota.
- Embalse de Trasobares, sobre el río Isuela.
- Recrecimiento de la Presa de La Tranquera.
- Embalse de Lechago, sobre el río Pancrudo.
- Embalse de Mularroya, sobre el río Grío”.

Se trató de un estudio completo, en el que se detallaron todas las alternativas. Como prueba de esto, la sentencia de la Audiencia Nacional sobre EIA en 2009, a pesar de anularlo, menciona expresamente:

*“A juicio de esta Sala, el estudio de alternativas incorporado al EIA es más que suficiente y cumple sobradamente las exigencias que derivan de lo previsto en el artículo 2 del R.D. 1302/186 (en la redacción introducida por la Ley 612001) cuando habla de que el Estudio de impacto ambiental debe contener una exposición de las principales alternativas estudiadas y una justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales “*

Se analizaron las posibles afecciones y la viabilidad técnica de todas las alternativas, se compararon entre sí, y finalmente la opción elegida fue la construcción de la presa de Mularroya, la cual era la más viable ambientalmente y satisfacía todos los objetivos perseguidos por el proyecto (regulación de la cuenca Bajo Jalón y mayor disponibilidad de recursos hídricos).

El principal objetivo del nuevo EIA (2013) es que partiendo de una situación real, una obra a medio construir, ver las afecciones que se han producido y ya han actuado sobre el medio, tener en cuenta las acciones que quedan por ejecutar con el nuevo proyecto de construcción y sacar una conclusión sobre las tres nuevas alternativas que se presentan:

- 1<sup>a</sup> No continuar con el proyecto, dejarlo como esta y realizar una futura restauración ambiental.
- 2<sup>a</sup> Continuar con el proyecto antiguo más la modificación nº 1, la cual supondrá un menor impacto ambiental que el anterior proyecto (lo que se llamaría proyecto 04/10)
- 3<sup>a</sup> Desarrollar un nuevo proyecto (se identificara con el nombre 06/13)

Todas ellas parten de la situación actual, es decir, la ejecución de una parte importante del proyecto inicial ya está construida.

A la hora de comparar y analizar las tres alternativas, se partirá de las cuatro infraestructuras principales del proyecto (embalse, azud, túnel y variante de carreteras), ya que la alternativa finalmente elegida para el proyecto principal será la que condicione la realización del resto de las infraestructuras afectadas.

Para la valoración de las distintas alternativas se ha realizado un análisis de los impactos de cada una de ellas. De los impactos que este tipo de infraestructuras provocan, el principal es la ocupación de suelo, ya que produce la pérdida de hábitat y la pérdida de los usos actuales del terreno. Sin embargo, hay otros tipos de impactos que se han de valorar, como el mantenimiento de los caudales ecológicos en los ríos afectados, la posible afección a las aguas subterráneas por el mantenimiento del volumen de agua embalsado, el posible efecto barrera del embalse sobre la migración y movimiento de las especies, la mejora hídrica de los regadíos de la zona con la realización del embalse, con sus impactos sociales y económicos, o la afección sobre las aves y otros animales de los tendidos eléctricos nuevos que han de trazarse, entre otros muchos.

En resumen, para la evaluación de cada una de las alternativas propuestas en el nuevo EIA, se hace una evaluación y medición de la afección en superficie a los siguientes factores ambientales:

- Afección a la vegetación
- Afección a los hábitats de interés comunitario
- Afección a la fauna
- Afección a las especies de protegidas
- Afección a los espacios naturales protegidos
- Afección a infraestructuras existentes
- Afección al patrimonio histórico-cultural

## **ANEXO 5. Situación actual de las obras del proyecto de Mularroya**

- *Presa Mularroya: Se ha ejecutado un 44,29% del volumen total de obra del embalse; se ha realizado prácticamente toda la excavación de la cimentación de la presa, las inyecciones de impermeabilización, las galerías de inspección y de desagüe fondo. También, se han realizado casi 38 metros de altura del terraplén del cuerpo de presa y parte de la excavación del aliviadero*
- *Azud de derivación: Aun no han comenzado las obras.*
- *Túnel de traspase: Aun no han comenzado las obras*
- *Variante de carreteras: se ha actuado solamente sobre el Eje 1 de la Variante de Carreteras, desde el PK 1+060 hasta el final:*
  - a) *Préstamos, se ha utilizado el material procedente de la excavación de los desmontes para la ejecución de los terraplenes, para procurar que el suelo ocupado por los préstamos sea el mismo que el afectado por la propia traza de la variante. En los casos donde el material no sea suficiente para realizar los terraplenes, el material pendiente se extraerá de los mismos préstamos que los de la presa.*
  - b) *Acopios, hasta marzo de 2013 los acopios realizados han sido temporales y corresponden con la tierra vegetal que será utilizada en la restauración de los taludes de la propia carretera, en total una superficie de 0,66 ha.*
  - c) *Desbroce. Hasta la fecha se ha desbrozado un área de 29,76 ha correspondiente al Eje 1, esto representa un 88,68% del total de la obra.*

*En la siguiente figura (22) se representan las diferentes actuaciones:*

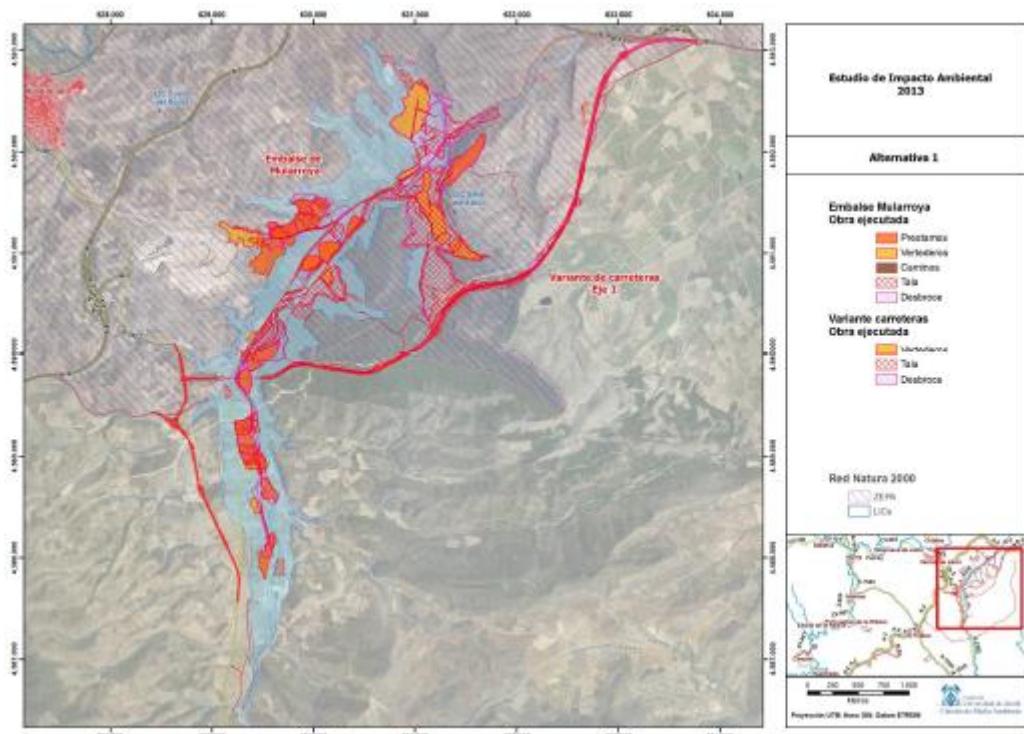


Figura 22. Situación actual de las obras Fuente: EIA (2013)

## **ANEXO 6. Infraestructuras básicas pertenecientes a la alternativa 2 (EIA, 2013)**

- Presa Mularroya: se localiza en el río Grío, afluente del río Jalón, que desemboca en la localidad de Ricla, unos 5 km. aguas abajo de la presa. El paraje donde se sitúa la presa es la Paridera de Mularroya .La presa tiene su estribo izquierdo en el Término Municipal de Chodes y el derecho en el Término Municipal de La Almunia de Doña. Godina., en la Peña María.

*Con el embalse al máximo nivel normal, cota 477,00 m., la superficie inundada es de 463,1 ha, con un volumen útil de agua de 103,3 hm<sup>3</sup>. El vaso inundado afecta a una extensa zona rural de secano, a la carretera N-IIa y a la carretera autonómica A-2302. También afecta al oleoducto de CLH Rota-Zaragoza, a diversas líneas de alta tensión (propiedad de REE y de Endesa), a infraestructuras de Telefónica y al complejo hostelero "Parque de Mularroya".*

*El nivel de la Avenida de Proyecto alcanza la cota 478,286 m., con una superficie inundada de 481,5642 ha y un volumen de embalse de 109,3030 hm<sup>3</sup>. Por último, el nivel de la avenida extrema se sitúa a la cota 479,345, afectando a 498,3873 ha, con un volumen de embalse de 114,5229 hm<sup>3</sup>.*

*Se espera un volumen de acarreos del embalse a lo largo de 50 años de 13 hm<sup>3</sup>, con unas aportaciones sólidas anuales de 260.000 m<sup>3</sup>/año.*

*La presa es de categoría A, de acuerdo al nuevo Reglamento sobre Seguridad de Presas.*

*Las obras proyectadas y que conforman el conjunto total de la Presa de Mularroya, son:*

- *Cuerpo de presa.*
- *Obra de desvío.*
- *Aliviadero.*
- *Desagües de fondo.*
- *Torre de toma.*
- *Tratamiento del cimiento.*
- *Accesos.*
- *Auscultación.*

*La presa proyectada es de materiales sueltos, del tipo heterogénea, y tiene una altura de 83,50 m. desde el fondo del cauce y 90,5 m. desde cimientos (figura 23).*

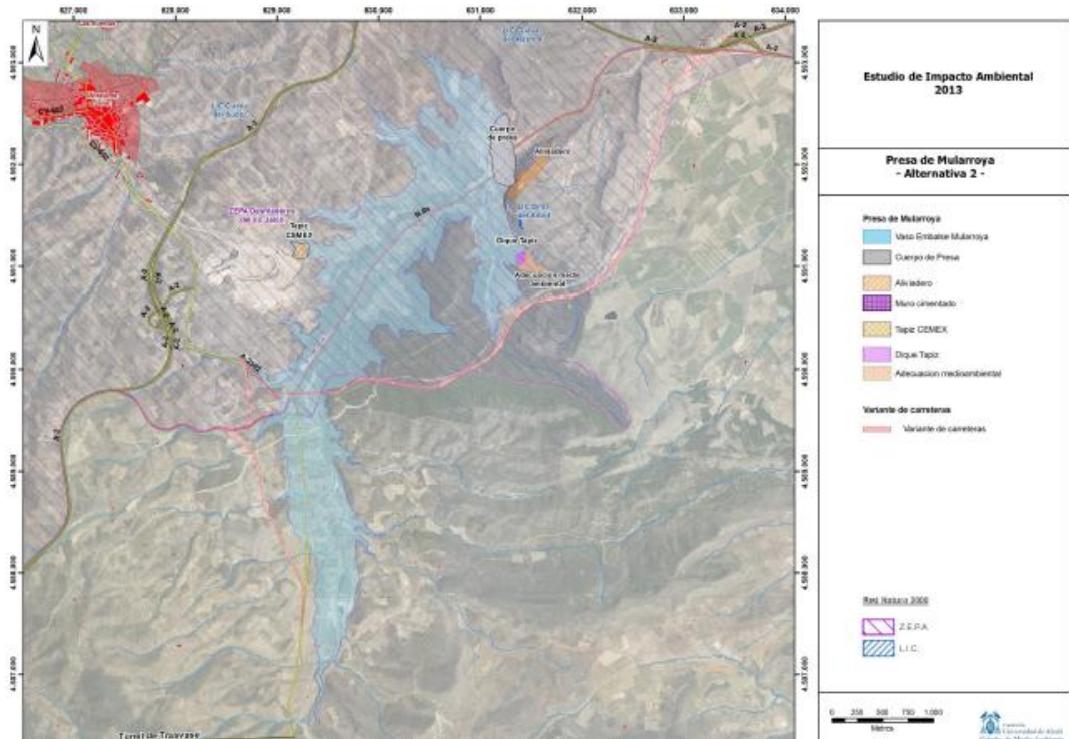


Figura 23. Presa de Mularroya según la alternativa 2

Fuente: EIA (2013)

- Azud de derivación: se localiza en el río Jalón, en la zona de las Hoces del Jalón. La estructura se sitúa aguas arriba de la pedanía de Embid de la Ribera, a no más de 2 km. de distancia de la localidad y unos 700 m. aguas abajo de la Central Hidroeléctrica de Embid de la Ribera, propiedad de Eléctricas Reunidas de Zaragoza.

El Nivel de Avenida Normal (N.A.N.) se sitúa a una cota de 490 metros. Nivel de Avenida de Proyecto (N.A.P.), calculado para un periodo de recurrencia de 100 años se sitúa a una cota de 493,71 metros sobre el nivel del mar. El Nivel de Avenida Extremo (N.A.E.), calculado para un periodo de recurrencia de 500 años, se sitúa a una cota de 495,565 metros (figura 24).

Las obras proyectadas y que conforman el conjunto total del azud de derivación, son:

- Azud vertedero.
- Desvío del río, situado en el estribo izquierdo.
- Tomas, en el estribo derecho.

- Escala para peces.

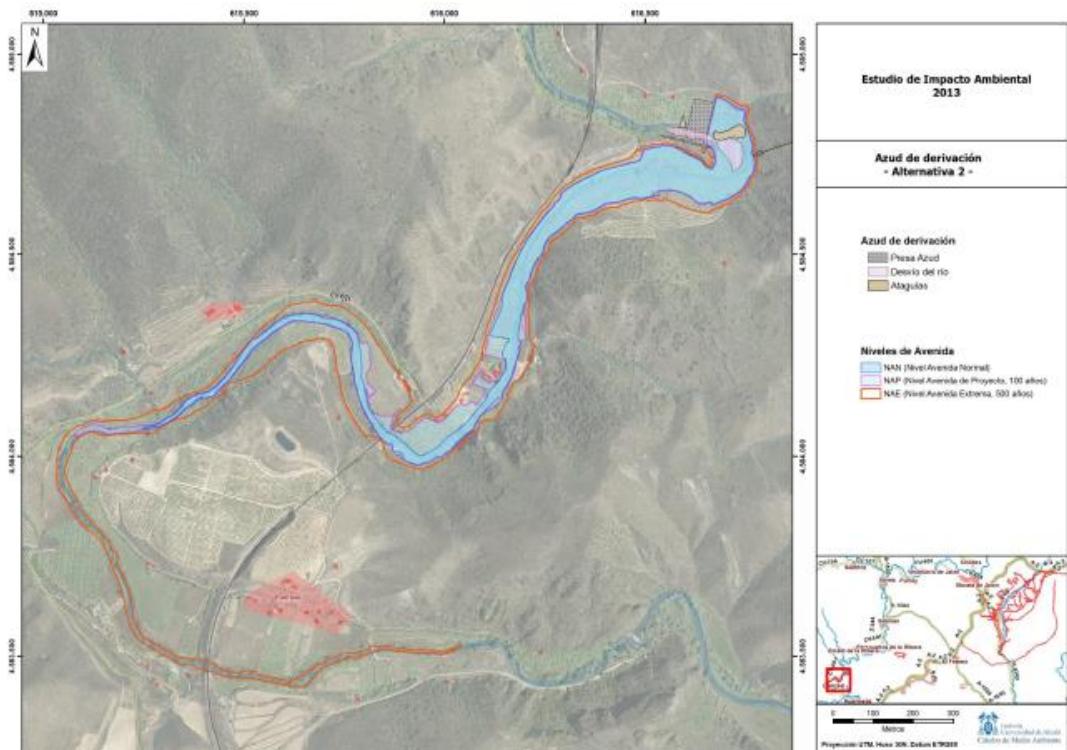


Figura 24. Azud de derivación según la alternativa 2 Fuente: EIA (2013)

- Túnel de trasvase: Su objetivo es conectar el río Jalón, tomando inmediatamente aguas arriba del azud, y el río Grío, desaguando en la cola del embalse de Mularroya. Se trata de un túnel hidráulico que va a funcionar en lámina libre para un caudal nominal de  $8 \text{ m}^3/\text{s.}$ , con un calado de 2,16 m., y una velocidad de 1,28 m/s. para ese calado. Tiene una longitud de 12.631,258 m., con dirección predominante Oeste-Este. En alzado la rasante mantiene una pendiente uniforme a lo largo de todo el trazado del 0,06 %. La cota inicial es 487,189 m. y la final 479,50 m (figura 25).

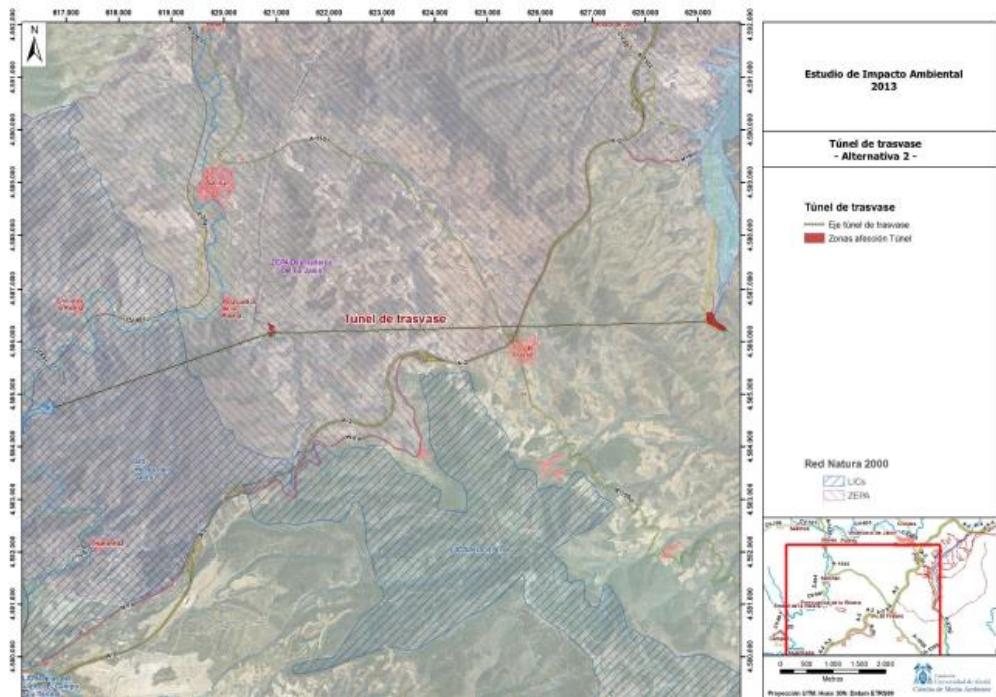


Figura 25. Túnel de trasvase según alternativa 2

Fuente: EIA (2013)

- Variante de carreteras: Una de las consecuencias de la construcción del Embalse de Mularroya será la inundación aproximadamente, 6 km. de la carretera N-IIa, así como 4 km. de la carretera comarcal A-2302, de Olvega a Santa Cruz de Grío (antigua Z-330). Las dos carreteras afectadas pertenecen a dos entidades distintas: la N-IIa pertenece a la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón, mientras que la A-2302 pertenece a la Diputación General de Aragón.

Para reponer el servicio se proyecta una variante, que partiendo del Pk. 3, aproximadamente, de la A-2302, cruce el embalse por su zona media y finalice en el Pk. 272 de la N-IIa, previo a la salida de la A-II.

La variante de carretera está constituida por cuatro ejes, siendo el principal el Eje 1, que da continuidad a la N-IIa; mientras que el Eje 2 conecta la A-2302 con la N-IIa, el Eje Conexión de la A-2302 es básicamente como su nombre indica el enlace de la N-IIa con la A-2302 en dirección a Santa Cruz de Grío, siendo el Eje 4 el que conecta la variante con la N-IIa una vez pasada la presa.

El eje 1 tiene una longitud total de 7.083,515 m (entre los Pk. 0+480,398 y 0+877,720 se sitúa un viaducto para cruzar el embalse), el eje 2 de 803,703 m, el eje 3 se elimina por motivos del trazado de la variante de carretera, el eje

Conexión de la A-2302 tiene una longitud de 2160 m. (eje de nueva ejecución) y el Eje 4 de 324,858 m. En total son 10.372,076 m.

Se proyectan tres intersecciones, denominadas intersección A, intersección C e intersección D.

La sección tipo en los ejes principales está formada por una calzada única de 7 m. repartida en dos carriles de 3,5 m. de anchura, uno por sentido. Los arcenes son de 1 m. e irán afirmados, y las bermas serán de 0,50 m. de anchura. En función de los datos geotécnicos se adopta la explanada E2.

La I.M.D. calculada es de 230 vehículos/día por sentido, con un porcentaje de pesados del 25%, lo cual equivale a un tráfico T3.

En función de la explanada y el tráfico se elige la sección estructural de firme 3122 del catálogo de secciones de firmes (figura 26).

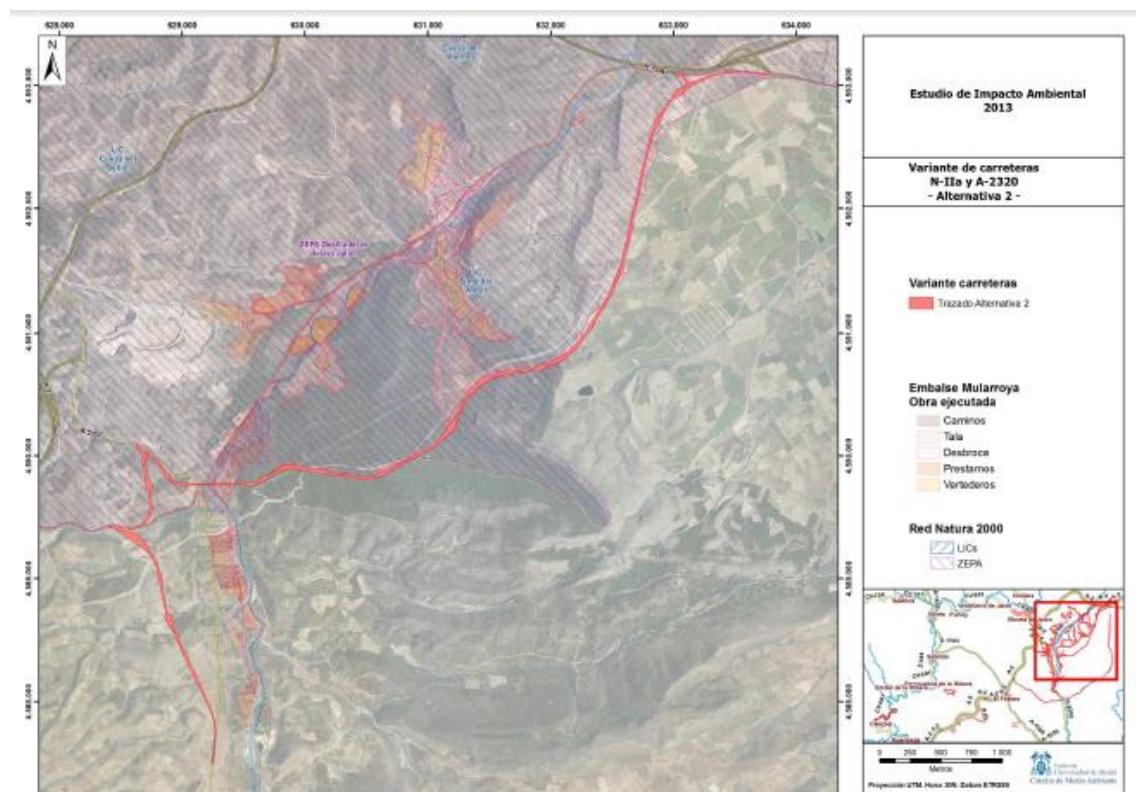


Figura 26. Variante de carreteras según la alternativa 2

Fuente: EIA (2013)

## ANEXO 7: Infraestructuras básicas de la alternativa 3 (EIA, 2013)

- *Presa Mularroya: se localizaría en el río Grío, afluente del río Jalón, que desemboca en la localidad de Ricla, situándose unos 5 km aguas arriba de esta desembocadura. El paraje donde se sitúa la presa es la Paridera de Mularroya. La presa tendría su estribo izquierdo en el Término Municipal de Chodes y el derecho en el Término Municipal de La Almunia de Doña Godina, en la Peña María.*

*Con el embalse al máximo nivel normal, cota 477,00 m., la superficie inundada es de 463,1 ha, con un volumen útil de agua de 103,3 hm<sup>3</sup>. El vaso inundado afecta a una extensa zona rural de secano, a la carretera N-IIa y a la carretera autonómica A-2302. También afecta al oleoducto de CLH Rota-Zaragoza, a diversas líneas de alta tensión (propiedad de REE y de Endesa), a infraestructuras de Telefónica y al complejo hostelero "Parque de Mularroya". La cerrada constaría de la presa y un tapiz de impermeabilización en el estribo derecho alejado en 250 m del LIC "Sima del Árbol". El aliviadero se situaría a la derecha de la presa con una pendiente del canal de descarga del 5%. La altura de presa es 83,50 m desde el fondo del cauce y 90,5 m desde cimientos. Tiene su coronación a la cota 483,50 m.*

*La presa proyectada sería de materiales sueltos, del tipo heterogénea. La presa en su estribo derecho continúa con un tratamiento superficial de impermeabilización que apoya en el mismo estribo. En este estribo derecho se situaría el aliviadero de la presa.*

*Esta presa cumpliría con los objetivos fijados para el proyecto, regulando la cuenca de manera adecuada y garantizando un suministro suficiente de agua para los regadíos y las demandas urbanas e industriales de agua, garantizando una superficie de riego de 26.340 ha (figura 27).*

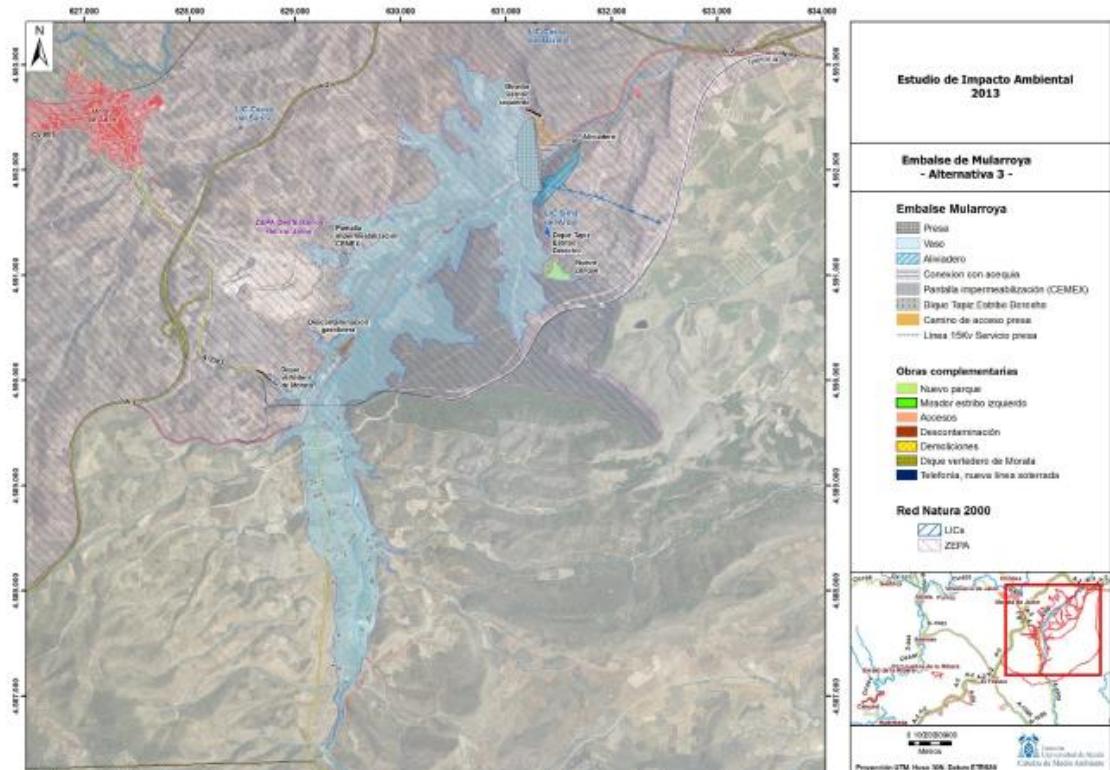


Figura 27. Presa de Mularroya según la alternativa 3 Fuente: EIA (2013)

- Azud de derivación: El azud se localizaría en el río Jalón, en la zona denominada de las Hoces del Jalón, en el término municipal de Calatayud, aguas arriba de la pedanía de Embid de la Ribera, estando situada la cerrada a unos 700 m aguas abajo de la Central Hidroeléctrica de Embid de la Ribera (Eléctricas Reunidas de Zaragoza).

El Nivel de Avenida Normal (N.A.N.) se sitúa a una cota de 490 metros. Nivel de Avenida de Proyecto (N.A.P.), calculado para un periodo de recurrencia de 100 años se sitúa a una cota de 493,71 metros sobre el nivel del mar. El Nivel de Avenida Extremo (N.A.E.), calculado para un periodo de recurrencia de 500 años, se sitúa a una cota de 495.565 metros.

El azud será de tipo vertedero, de gravedad, utilizando hormigón en masa, de planta recta, con una longitud de 133,50 m y una sección triangular (0,75H:1V) y una cota de coronación de 496,70 m. Se construiría con un aliviadero central, contando además con una toma de riego para las huertas aguas abajo del mismo y una escala para peces (figura 28).

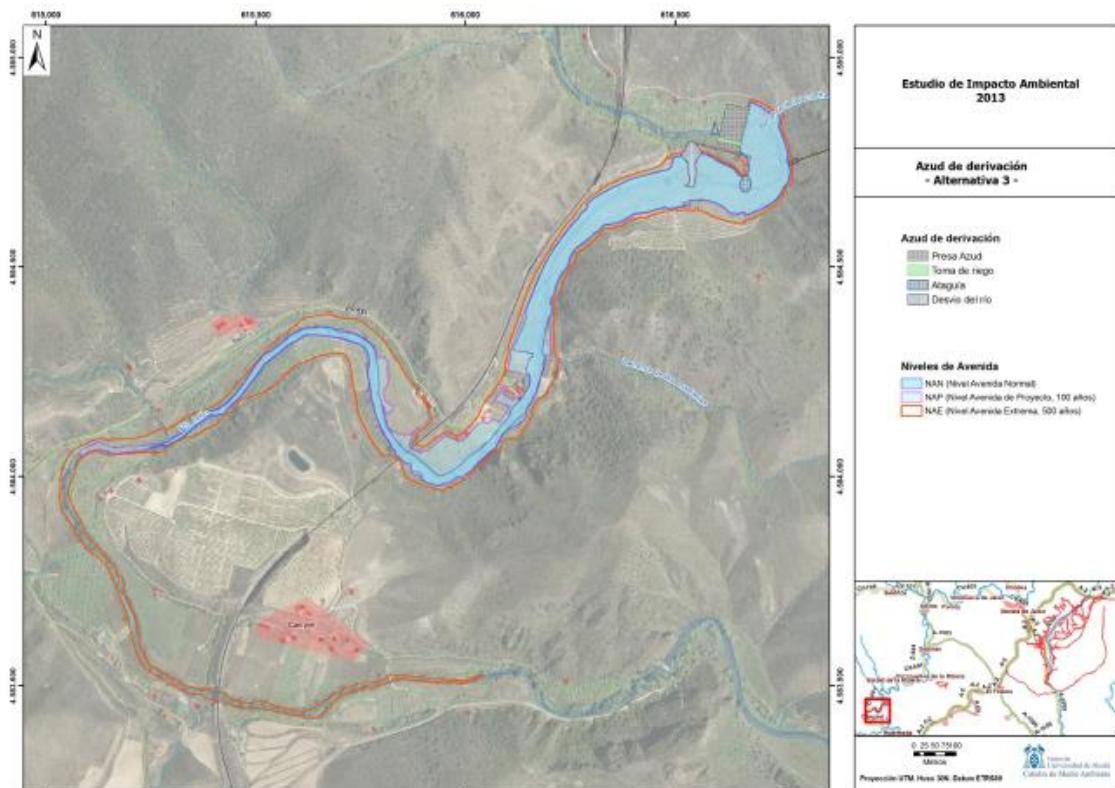


Figura 28. Azud de derivación según alternativa 3

Fuente: EIA (2013)

- Túnel de traspase: conecta el río Jalón, tomando inmediatamente aguas arriba del azud, y el río Grío, desaguando en la cola del embalse de Mularroya. Se trata de un túnel hidráulico que va a funcionar en lámina libre para un caudal nominal de  $8 \text{ m}^3/\text{s.}$ , con un calado de 2,16 m., y una velocidad de 1,28 m/s. para ese calado. Tiene una longitud de 12.631,258 m., con dirección predominante Oeste-Este. En alzado la rasante mantiene una pendiente uniforme a lo largo de todo el trazado del 0,06%. La cota inicial es 487,189 m. y la final 479,50 m (figura 29).

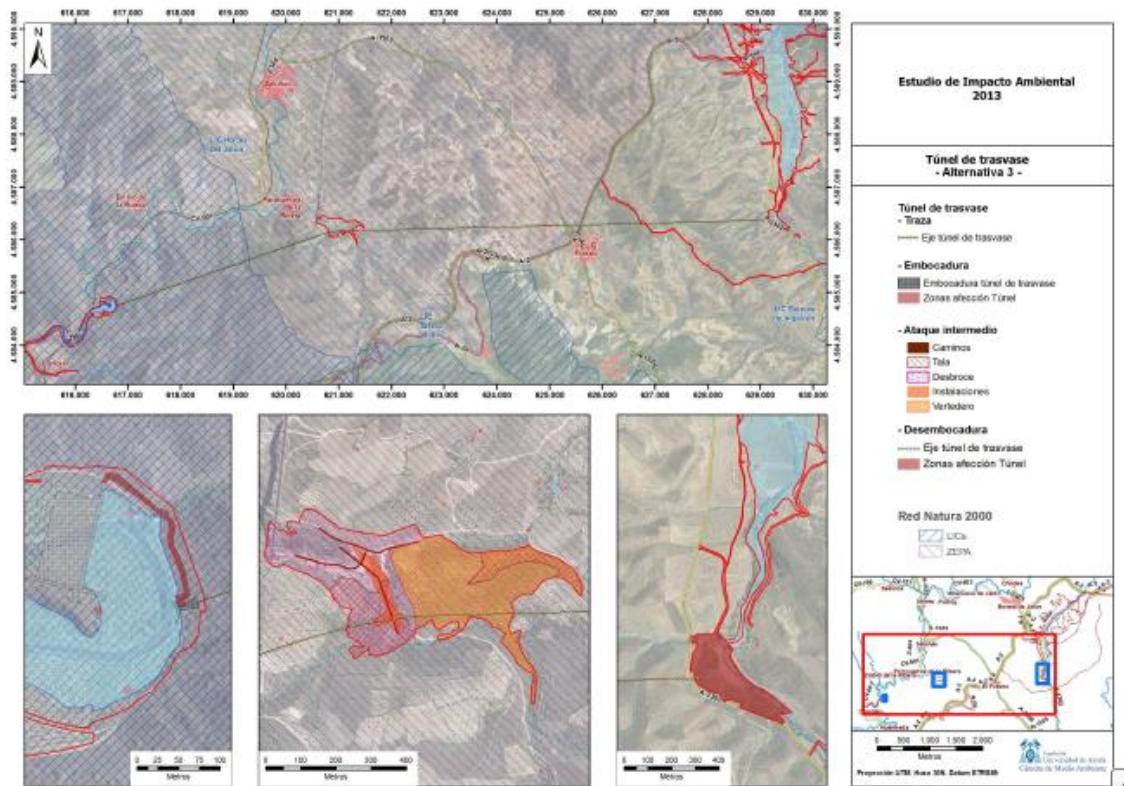


Figura 29. Actuaciones en el túnel de trasvase alternativa 3

Fuente: EIA (2013)

- Variante de carreteras: la construcción del Embalse de Mularroya provocará la inundación aproximadamente, 6 km. de la carretera N-IIa, así como 4 km. de la carretera comarcal A-2302, de Olvega a Santa Cruz de Grío (antigua Z-330). Las dos carreteras afectadas pertenecen a dos entidades distintas: la N-IIa pertenece a la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón, mientras que la A-2302 pertenece a la Diputación General de Aragón.

Para reponer el servicio se proyecta una variante de carreteras, que partiendo del Pk. 3, aproximadamente, de la A-2302, cruce el embalse por su zona media y finalice en el Pk. 272 de la N-IIa, previo a la salida de la A-II.

Con la modificación nº 2 se propone un cambio del trazado de la variante de carretera con respecto al proyecto original, que afecta a los distintos ejes de la siguiente manera:

- *Eje 1: modifica su trazado en planta, reduciendo su longitud en 149 m hasta los 7.083,366 m, y se sustituye la intersección D, que conectaba éste con el eje 2, por una rotonda de radio 21 m que mejora notablemente los movimientos entre ambos ejes. Además se modifica la conexión con la carretera N-IIa existente, junto a La Almunia de Doña*

*Godina, debido a que el Ministerio de Fomento ha ejecutado una nueva rotonda en esa carretera, por lo que no es posible mantener la unión del proyecto vigente.*

- *Eje 2: modifica su trazado en planta a partir del PK 0+624,594*
- *Eje conexión A-2302: se modifica la rasante de este eje, manteniendo el trazado en planta, hasta conseguir que la pendiente no supere el 10%, al eliminar la restricción que imponía la línea eléctrica aérea.*
- *Eje 4: se elimina, así como la intersección C, ya que el eje 1 conecta directamente con la nueva rotonda ejecutada por el Ministerio de Fomento.*

*Los cambios de trazado descritos tienen las siguientes ventajas, respecto al proyecto vigente:*

- *Se disminuye la pendiente del eje conexión A-2302 del 16% al 10%.*
- *Se realiza la conexión con la nueva rotonda realizada por el Ministerio de Fomento.*
- *Se mejoran notablemente los enlaces entre todos los ejes, sustituyendo las complicadas intersecciones por 2 rotundas.*
- *A pesar de las mejoras descritas, no existe variación económica significativa en el capítulo de la variante de carreteras.*

*La sección tipo en los ejes principales está formada por una calzada única de 7 m. repartida en dos carriles de 3,5 m. de anchura, uno por sentido. Los arcenes son de 1 m e irán afirmados.*

*La I.M.D. calculada es de 230 vehículos/día por sentido, con un porcentaje de pesados del 25%, lo cual equivale a un tráfico T3.*

*Finalmente, se ha previsto la disposición de balsas de retención, decantación y desengrasado que actuarán sobre las aguas que, durante la fase de explotación, recoja el drenaje longitudinal de la carretera. Adicionalmente, retendrán los potenciales vertidos tóxicos derivados de accidentes, o de los contaminantes de los propios vehículos que sean arrastrados, por escorrentía, a la calzada, evitando así la contaminación de los cauces (figura 30).*

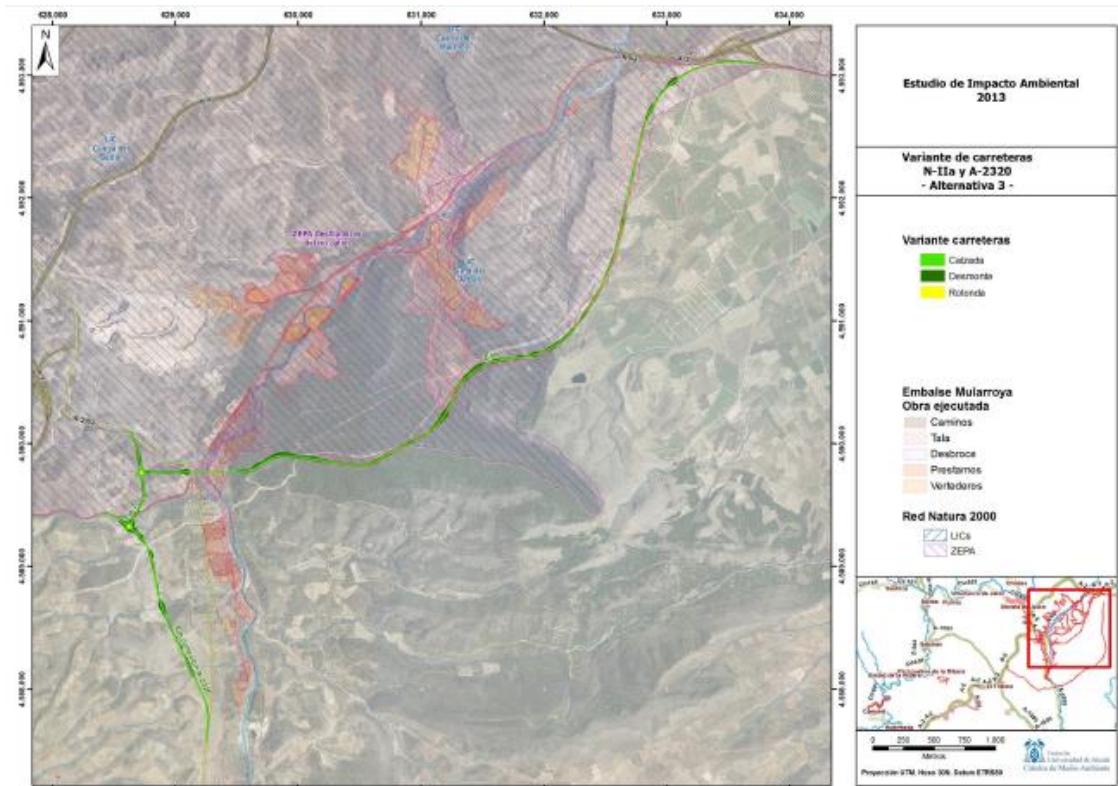


Figura 30. Actuaciones en la variante de carreteras de la alternativa 3      Fuente: EIA (2013)

**ANEXO 8. Comparación de las alternativas 2 y 3 (EIA, 2013)**

a) Embalse Mularroya (figura 31)

| Comparación de Alternativas:<br>Embalse de Mularroya (m2) |   | Alternativa 2    | Alternativa 3    | Comparación<br>A2-A3 |
|---|---|------------------|------------------|----------------------|
| <b>ZEPA</b>   | ES0000299   | 3.637.506        | 3.629.958        | 7.548                |
| <b>IBA</b>  | Nº 93   | 3.628.727        | 3.621.179        | 7.548                |
| <b>LIC</b>  |   |                  |                  | 0                    |
| <b>Hábitat</b><br><br><b>Cod UE<br/>(% teórico)</b>       | <b>110145</b>                                     | 233.166          | 233.166          | 0                    |
|   | 1430 (5%)   | 11.658           | 11.658           | 0                    |
|   | 5210 (20%)  | 46.633           | 46.633           | 0                    |
|   | 5330 (5%)   | 11.658           | 11.658           | 0                    |
|   | 6220 (29%)  | 67.618           | 67.618           | 0                    |
|   | 8210 (2%)   | 4.663            | 4.663            | 0                    |
|   | <b>110823</b>                                     | 10.900           | 10.900           | 0                    |
|   | 92A0 (12%)  | 1.308            | 1.308            | 0                    |
|   | <b>111958</b>                                     | 1.759            | 1.759            | 0                    |
|   | 5330 (25%)  | 440              | 440              | 0                    |
| <b>Águila azor<br/>perdicera</b>                          | 6220 (20%)  | 352              | 352              | 0                    |
|   | 9340 (20%)  | 352              | 352              | 0                    |
|   | Área crítica del plan de recuperación             |                  |                  | 0                    |
|   | Zona de probabilidad de presencia<br>mayor de 15% |                  |                  | 0                    |
|   | Bosque de ribera                                  | 155.133          | 155.133          | 0                    |
|   | Carrizales  | 39.609           | 39.609           | 0                    |
|   | Caucos y masas de agua                            | 69.907           | 69.907           | 0                    |
|   | Coscojares  | 126              | 126              | 0                    |
|   | Farallones Calcáreos                              | 34.109           | 33.937           | 172                  |
|   | Huertos y cultivos                                | 1.348.139        | 1.348.607        | -468                 |
| <b>Vegetación</b>   | Infraestructuras viales                           | 197.980          | 197.884          | 96                   |
|   | Mat. <i>Cisto-Rosmarinetum</i>                    | 61.208           | 61.005           | 204                  |
|   | Mat. Fondo de Arroyo                              | 499              | 499              | 0                    |
|   | Mat. <i>Lino-Genistetum</i>                       | 970.084          | 969.617          | 467                  |
|   | Prados higrófilos                                 | 49.314           | 49.314           | 0                    |
|   | Re poblaciones de Coníferas                       | 1.458.857        | 1.458.902        | -45                  |
|   | Tomillar-pradera                                  | 465.147          | 460.887          | 4.260                |
|   | Urbano/Construcciones                             | 47.178           | 44.315           | 2.863                |
|   | Zonas restauradas                                 | 6.529            | 6.529            | 0                    |
|   | Bosque de ribera                                  | 155.133          | 155.133          | 0                    |
|   | Bosque mediterráneo                               | 126              | 126              | 0                    |
|   | Carrizales  | 39.609           | 39.609           | 0                    |
|   | Caucos  | 68.020           | 68.020           | 0                    |
|   | Caucos estacionales                               | 49.314           | 49.314           | 0                    |
|   | Caucos y masas de agua                            | 1.888            | 1.888            | 0                    |
| <b>Biotopos</b>   | Edificios/Infraestructuras                        | 2.863            |                  | 2.863                |
|   | Infraestructuras viales                           | 197.980          | 197.884          | 96                   |
|   | Matorral abierto                                  | 471.676          | 467.416          | 4.260                |
|   | Matorral denso                                    | 1.031.292        | 1.030.622        | 671                  |
|   | Matorral espinoso                                 | 499              | 499              | 0                    |
|   | Re poblaciones                                    | 1.458.857        | 1.458.902        | -45                  |
|   | Roquedos  | 34.109           | 33.937           | 172                  |
|   | Urbano no consolidado                             | 44.315           | 44.315           | 0                    |
|   | Zonas abiertas y cultivos                         | 1.348.139        | 1.348.607        | -468                 |
|   | Caminos   | 126.596          | 126.501          | 96                   |
|   | Carreteras  | 71.384           | 71.384           | 0                    |
|   | Cultivos de secano                                | 70.285           | 70.285           | 0                    |
|   | Edificios/Infraestructuras                        | 2.863            |                  | 2.863                |
|   | Frutales (+almendros)                             | 589.612          | 590.080          | -468                 |
| <b>Socioeconómico</b>                                     | Olivares  | 658.225          | 658.225          | 0                    |
|   | Re poblaciones de Pino                            | 1.458.857        | 1.458.902        | -45                  |
|   | Riberas   | 264.650          | 264.650          | 0                    |
|   | Urbano no consolidado                             | 44.315           | 44.315           | 0                    |
|   | Vegetación Natural                                | 1.587.016        | 1.581.914        | 5.102                |
|   | Villas  | 30.018           | 30.018           | 0                    |
|   | <b>Total general</b>                              | <b>4.903.820</b> | <b>4.896.273</b> | <b>7.548</b>         |

Figura 31. Superficie afectada por el embalse (A2-A3) Fuente: EIA (2013)

Según se observa, las diferencias de las superficies de afección son muy poco significativas; de hecho, para el conjunto de las alternativas, no supera la hectárea en superficie de ocupación, es decir, ambas alternativas de la presa de Mularroya difieren poco.

Las dos alternativas afectan a la ZEPA “Desfiladeros del Jalón”, aunque las diferencias en superficie de ocupación son poco apreciables, la Alternativa 2 afecta 0,7 ha más que la Alternativa 3. Con respecto a la afección de especies de flora y fauna protegidas, ninguna de las alternativas afectará sobre las mismas. Ambas alternativas afectan de igual manera a los polígonos Hábitat del Atlas y Manual de los Hábitats Españoles (2005). Este es el caso del hábitat de Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del Thero-Brachypodietea el cual se encuentra representado en el vaso de inundación y la afección sobre dicho hábitat sería la misma en las Alternativas 2 y 3. Respecto a la vegetación natural, aunque las diferencias son escasas, la Alternativa 3 tiene una afección algo menor, sobre todo en el tomillar-pradera, con una diferencia de 0,4 ha debido principalmente a que el Tapiz de impermeabilización junto a la cantera del CEMEX tiene mayor superficie que la pantalla de impermeabilización propuesta en la alternativa 3. En este mismo sentido la Alternativa 2 afectará más al matorral abierto que la Alternativa 3.

b) Azud derivación

Se indican las afecciones comunes de las alternativas 2 y 3 así como los valores que presentan diferencias en los impactos (figura 32):

| Azud sobre el Jalón                        |  | Resumen       |               | Diferencias             |
|--|--|---------------|---------------|-------------------------|
| Superficies de ocupación (m <sup>2</sup> ) |  | Alternativa 2 | Alternativa 3 | A2-A3 (m <sup>2</sup> ) |
| ZEPA                                       | ES00000299                                     | 253.697       | 252.589       | 1.108                   |
| IBA  | 93   | 253.697       | 252.589       | 1.108                   |
| LIC  | ES2430100                                      | 253.697       | 252.589       | 1.108                   |
|  | 113189   | 50.029        | 50.122        | -93                     |
|  | 9200 (5%)                                      | 2.501         | 2.506         | -5                      |
|  | 1410 (5%)                                      | 2.501         | 2.506         | -5                      |
|  | 6430 (2%)                                      | 1.001         | 1.002         | -2                      |
|  | 92A0 (15%)                                     | 7.504         | 7.518         | -14                     |
|  | 113217   | 1.745         | 1.936         | -191                    |
|  | 9340 (10%)                                     | 175           | 194           | -19                     |
|  | 5210 (40%)                                     | 698           | 775           | -77                     |
|  | 5330 (10%)                                     | 175           | 194           | -19                     |
|  | 6110 (2%)                                      | 35            | 39            | -4                      |
|  | 113598   | 6.620         | 6.549         | 71                      |
|  | 1430 (5%)                                      | 331           | 327           | 4                       |
|  | 5210 (20%)                                     | 1.324         | 1.310         | 14                      |
|  | 5330 (5%)                                      | 331           | 327           | 4                       |
|  | 6220 (5%)                                      | 331           | 327           | 4                       |
|  | 9340 (20%)                                     | 1.324         | 1.310         | 14                      |
|  | 6110 (5%)                                      | 331           | 327           | 4                       |
| Águila azor perdicera                      | Área crítica del plan de recuperación nº 8     | 90.387        | 94.888        | -4.501                  |
|  | Zona de probabilidad de presencia mayor de 15% | 253.697       | 252.589       | 1.108                   |
| Vegetación                                 | Bosque de ribera                               | 46.464        | 42.904        | 3.560                   |
|  | Cañaveral                                      | 1.939         | 1.939         | 0                       |
|  | Carrazales                                     | 37.931        | 37.505        | 426                     |
|  | Caucas y masas de agua                         | 26.978        | 26.871        | 108                     |
|  | Cultivos de Frondosas                          | 2.828         | 2.641         | 188                     |
|  | Encinares silícolas                            | 2.131         | 2.075         | 56                      |
|  | Farallones Silícolas                           | 1.377         | 1.581         | -204                    |
|  | Huertos y cultivos                             | 85.455        | 84.077        | 1.378                   |
|  | Infraestructuras viales                        | 3.313         | 7.068         | -3.755                  |
|  | Lastras Calcícolas                             | 1.189         | 1.269         | -80                     |
|  | Mat. Fondo de Arroyo                           | 2.242         | 2.337         | -95                     |
|  | Mat. Lino- <i>Genistetum</i>                   | 7.883         | 9.860         | -1.977                  |
|  | Mat. Rosaledas de Umbria                       | 42            | 36            | 5                       |
| Biotopos                                   | Matorrales con <i>Pistacia Thurebintus</i>     | 883           | 514           | 368                     |
|  | Matorrales con <i>Rhus coriaria</i>            | 143           | 51            | 92                      |
|  | Olmeda   | 136           | 136           | 0                       |
|  | Prados higrófilos                              | 25.157        | 24.269        | 887                     |
|  | Tomillar-pradera                               | 714           | 675           | 39                      |
|  | Urbano / Construcciones                        | 6.895         | 6.783         | 112                     |
|  | Bosque de ribera                               | 49.428        | 45.681        | 3.747                   |
|  | Bosque mediterráneo                            | 2.131         | 2.075         | 56                      |
|  | Carrazales                                     | 39.869        | 39.444        | 426                     |
|  | Caucas   | 26.978        | 26.871        | 108                     |
|  | Caucas estacionales                            | 25.157        | 24.269        | 887                     |
|  | Edificios/Infraestructuras                     | 2.767         | 2.756         | 11                      |
|  | Huertos y frutales                             | 85.455        | 84.077        | 1.378                   |
|  | Infraestructuras viales                        | 3.313         | 7.068         | -3.755                  |
| Socioeconómico                             | Matorral abierto                               | 1.903         | 1.943         | -41                     |
|  | Matorral denso                                 | 8.908         | 10.425        | -1.517                  |
|  | Matorral espinoso                              | 2.284         | 2.374         | -90                     |
|  | Roquedos                                       | 1.377         | 1.581         | -204                    |
|  | Urbano consolidado                             | 6             | 3             | 4                       |
|  | Urbano no consolidado                          | 4.122         | 4.024         | 98                      |
|  | Caminos  | 1.394         | 1.369         | 26                      |
|  | Carreteras                                     | 1.028         | 4.578         | -3.551                  |
|  | Edificios/Infraestructuras                     | 2.767         | 2.756         | 11                      |
|  | Frutales (+almendros)                          | 67.137        | 66.340        | 797                     |
|  | Riberas  | 116.276       | 111.995       | 4.281                   |
|  | Urbano consolidado                             | 6             | 3             | 4                       |
|  | Urbano no consolidado                          | 4.122         | 4.024         | 98                      |
|  | Vegetación Natural                             | 60.077        | 60.403        | -326                    |
|  | Vías férreas                                   | 891           | 1.121         | -230                    |
| Total general                              |  | 253.697       | 252.589       | 1.108                   |

Figura 32. Superficie afectada por el Azud de derivación (A2-A3) Fuente: EIA (2013)

En resumen, la afección de la alternativa 2 es mayor sobre casi todos los factores ambientales, salvo en infraestructuras y roquedos silíceos. Las diferencias entre las Alternativas 2 y 3 con respecto a la superficie de ocupación de ambas también son despreciables pues son muy parecidas.

c) Túnel traspase: No existe ninguna diferencia entre las alternativas 2 y 3.

d) Variante de carreteras (figura 33):

| Variante de Carreteras                  |  | A2      | A3      | Diferencias A2-A3 |
|---|--|---------|---------|-------------------|
| Superficies afectadas (m <sup>2</sup> ) |  |         |         |                   |
| ZEPA                                    | ES0000299                              | 140.384 | 131.368 | 9.017             |
| IBA                                     | 93                                     | 163.749 | 155.526 | 8.223             |
| LIC                                     |  | 236.957 | 227.629 | 9.327             |
| Hábitat (HabLay)                        | HabLay 110914                          | 16.002  | 16.194  | -192              |
|   | 1430 (5%)                              | 800     | 810     | -10               |
|   | 5210 (20%)                             | 3.200   | 3.239   | -38               |
|   | 5330 (10%)                             | 1.600   | 1.619   | -19               |
|   | 6110* (2%)                             | 320     | 324     | -4                |
|   | 6220* (5%)                             | 800     | 810     | -10               |
|   |  |         |         |                   |
| Águila azor perdizera                   | Área crítica del plan de recuperación  |         |         |                   |
|   | Probabilidad de presencia mayor de 15% |         |         |                   |
| Vegetación                              | Bosque de ribera                       | 200     | 153     | 47                |
|   | Carrizales                             | 889     | 1.450   | -561              |
|   | Cauces y masas de agua                 | 150     | 150     | 0                 |
|   | Farallones Calcáreos                   | 471     | 446     | 25                |
|   | Huertos y cultivos                     | 71.453  | 76.689  | -5.235            |
|   | Infraestructuras viales                | 17.576  | 11.994  | 5.582             |
|   | Mat. <i>Cisto-Rosmarinetum</i>         |         |         | 0                 |
|   | Mat. Fondo de Arroyo                   |         | 0       | 0                 |
|   | Mat. <i>Lino-Genistetum</i>            | 33.390  | 24.771  | 8.619             |
|   | Prados higrófilos                      | 544     | 544     | 0                 |
|   | Repoblaciones de Coníferas             | 86.388  | 86.269  | 120               |
|   | Tomillar-pradera                       | 24.780  | 24.927  | -147              |
|   | Zonas restauradas                      | 1.116   | 238     | 877               |
| Biotopos                                | Bosque de ribera                       | 200     | 153     | 47                |
|   | Carrizales                             | 889     | 1.450   | -561              |
|   | Cauces                                 | 150     | 150     | 0                 |
|   | Cauces estacionales                    | 544     | 544     | 0                 |
|   | Infraestructuras viales                | 17.576  | 11.994  | 5.582             |
|   |  |         |         |                   |
| Socioeconómico                          | Matorral abierto                       | 25.896  | 25.165  | 731               |
|   | Matorral denso                         | 33.390  | 24.771  | 8.619             |
|   | Matorral espinoso                      |         | 0       | 0                 |
|   | Repoblaciones                          | 86.388  | 86.269  | 120               |
|   | Roquedos                               | 471     | 446     | 25                |
|   | Zonas abiertas y cultivos              | 71.453  | 76.689  | -5.235            |
|   |  |         |         |                   |
| Total general                           |  | 236.957 | 227.629 | 9.327             |

Figura 33. Superficie afectada variante carretera (A2-A3) Fuente: EIA (2013)

En la alternativa 3 se propone un pequeño cambio de trazado lo que hace que la superficie de ocupación del área ZEPA, disminuye en esta alrededor de 0,9 ha, afectando ligeramente más la Alternativa 2 a este espacio protegido. Respecto a la afección a la vegetación natural, aunque las diferencias son escasas, la Alternativa 3 tiene una afección algo menor de 0,86 ha sobre el Matorral de *Lino-Genistetum*. En este mismo sentido la Alternativa 2 afectará más al biotopo de matorral abierto que la Alternativa 3. Por lo tanto consideramos como más positiva la alternativa 3.

## **ANEXO 9. Acciones generadoras de impactos (EIA, 2013)**

### **A) Fase de construcción:**

*Entre todas las infraestructuras a desarrollar, tenemos una gran variedad de tipo de obras: la construcción de una presa, un azud, un túnel de trasvase, reposiciones de líneas eléctricas, una variante de carreteras, un tramo de oleoducto así como el desmantelamiento de instalaciones existentes, entre ellas una gasolinera, un hotel y numerosas viviendas de segunda ocupación. Para desarrollar el conjunto de actuaciones es necesario efectuar una serie de actividades que generan impactos que se resumen a continuación:*

- Para el conjunto de las obras se necesita la utilización de maquinaria pesada para excavaciones, apertura de caminos, obtención del material para la construcción de la presa, transporte de materiales, depósitos de materiales, hormigonado, apertura y cierre de zanjas asfaltado, , transporte de personal, labores de vigilancia etc.*
- Además se producirán voladuras, con el consiguiente ruido, también desmantelamiento de instalaciones existentes, desbroce y tala de vegetación y de cultivos. También se producirán labores de encauzamiento y desvió de cauces, así como levantamiento de apoyos de líneas eléctricas y acciones relacionadas con las obras complementarias como retirada de suelo contaminado (caso de la gasolinera)*
- Se habilitarán zonas de acopio provisionales de materiales y áreas para depositar los excedentes de excavación. Estos se distribuirán en los tres puntos principales de las obras, por un lado en el vaso del embalse, por otro en el entorno de la galería de ataque intermedio del túnel del embalse y finalmente en la zona del Azud.*
- En el caso de las reposiciones de las líneas eléctricas, habrá una colocación de los nuevos apoyos y el desmantelamiento de los antiguos, por lo que deben realizarse accesos a los puntos de localización de los mismos. Para la construcción de estas estructuras se han de realizar desbroces, transporte continuo de materiales y acopio de los mismos en lugares habilitado para ello.*

- Se llevarán a cabo labores de limpieza y mantenimiento de vehículos, el almacenamiento temporal en obra de los residuos de todo tipo hasta que sean gestionados. También se ejecutarán los caminos de obra que se estimen necesarios.

*B) Fase de funcionamiento:*

*En la fase de funcionamiento, se reducen las actividades que pueden generar impacto y gran parte están ligadas al uso y mantenimiento de las infraestructuras. En el caso del embalse, del azud y del túnel de traspaso no se esperan actividades importantes que puedan producir impactos, salvo el funcionamiento ordinario de la toma y salida de agua que se regirá según el esquema de funcionamiento presentado en este documento y en función de las características hidrológicas del año.*

*En cuanto a la afección de las líneas eléctricas, los impactos serán menores que en la fase de construcción en relación a sus efectos sobre el suelo. Sin embargo, los impactos sobre la avifauna y al paisaje serán mayores en esta fase. Estos últimos serán de carácter permanente durante la vida útil de la instalación. En fase de explotación, los impactos serán causados por:*

- Presencia de cables con peligro de colisión para la avifauna y posiblemente quirópteros.
- Operaciones de mantenimiento.

*En el caso de la carretera se producirán los efectos ligados a los riesgos de atropello de la fauna, al riesgo de incendios en la nueva vía y a la nueva superficie impermeabilizada generada que implica cambios en la escorrentía superficial de la zona.*

*C) Fase de desmantelamiento*

*Una vez agotado el período de vida útil de las líneas eléctricas, es necesario un estudio para la remodelación y la actualización técnica de la misma, o por el contrario puede determinarse su supresión. En caso de supresión de la actividad, será necesario proceder a la recuperación del área afectada una vez retiradas las infraestructuras.*

## ANEXO 10. Afecciones ambientales del proyecto (EIA, 2013)

### A) Espacios protegidos

Las diferentes actuaciones y obras del proyecto podrían provocar impactos y daños ambientales a varios espacios pertenecientes a la Red Natura 2000:

- Desfiladeros del río Jalón (ZEPA)

Este espacio protegido se ve afectado directamente por el embalse, ya que un 1,6% de la superficie de la ZEPA estaría dentro del ámbito de construcción de la presa. El daño a dicha figura protegida se producirá tanto en la fase de obra (movimiento de obra, el desplazamiento de los inertes, la producción de elementos contaminantes físicos y químicos, y el ruido y la ejecución material de la presa) como una vez terminada la presa. El principal impacto será la destrucción total de la vegetación actual (zona inundada por el vaso del embalse), lo que provocaría un cambio, pasando de un ecosistema ripario de aguas oligotróficas y oxigenadas, a un medio eutrófico y con menor oxigenación. Además, puede provocar la desaparición de las especies ligadas a sotos y riberas, fundamentalmente micromamíferos y aves, y su sustitución por las especies ligadas a las aguas embalsadas, por ejemplo aves migratorias, residentes e invernantes acuáticas.

Se ha realizado un estudio (llevado a cabo por el equipo redactor de la EIA 2013) de la parte afectada de la ZEPA como consecuencia de las obras ya ejecutadas, y una estimación de la posible afección una vez terminadas todas las obras (figura 34).

|           | Obra ejecutada             | Falta por ejecutar en Mularroya | Jalon  | Túnel | Afección Total | Superficie del Espacio RN | Porcentaje de afección ejecutado | Porcentaje de afección no ejecutado | Total |      |
|-----------|----------------------------|---------------------------------|--------|-------|----------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-------|------|
| ES0000299 | Desfiladeros del río Jalón | 211,35                          | 221,47 | 31,59 | 18,88          | 486,23                    | 22683,06                         | 0,93                                | 1,20  | 2,14 |

Figura 34. Impacto ambiental del proyecto sobre ZEPA “Desfiladeros del río Jalón” Fuente: EIA (2013)

El porcentaje de afección total sobre el espacio es un 2,14% de la extensión del mismo, del cual un 0,93% (211 ha) ya ha sido provocado, quedando por ejecutar obras que producirán una afección sobre otro 1,20% (221 ha) de la superficie total de la ZEPA.

- Hoces del Jalón (LIC)

Este espacio protegido se verá afectado por la implantación del Azud de derivación sobre el río Grío y por la salida de la embocadura del túnel de trasvase. Sus impactos serán sobre las comunidades ligadas a las zonas rocosas de las sierras aledañas, al conjunto de matorrales presentes en el interior del LIC, así como a la fauna ligada al río Jalón, como son la nutria y la madrilla, junto con la presencia de *Centaurea pinnata* (figura 35).

|           | Azud sobre el Jalón | Túnel de trasvase | Superficie del Espacio RN 2000 | Total en Ha | Porcentaje de afección |
|-----------|---------------------|-------------------|--------------------------------|-------------|------------------------|
| ES2430100 | Hoces del Jalón     | 31,59 Ha          | 0,20 Ha                        | 5.210,12 Ha | 31,59 Ha               |

Figura 35. Afección al LIC “Hoces del Jalón” Fuente: EIA (2013)

Por lo tanto, la afección al LIC de las Hoces del Jalón es un 0,61% (32 ha) de la superficie total del espacio de la Red Natura.

#### B) Masas de agua

La construcción del embalse de Mularroya, con un carácter eminentemente hidrológico, generará una serie de daños sobre el medio hidrológico (tanto subterráneo como superficial). Se ha realizado un completo análisis (llevado a cabo por el equipo redactor de la EIA 2013) de las posibles afecciones y las conclusiones del mismo son las siguientes:

- Independientemente de la existencia de la presa de Mularroya, las demandas de abastecimiento están aseguradas.
- Aguas arriba del embalse, no se cumplen las garantías agrarias, con y sin presa, aunque sí se produce una disminución del déficit en aproximadamente un 15% tras la puesta en funcionamiento del embalse, hecho debido a la disminución de carencias sobre el eje del Jalón.
- Las zonas regables asociadas al río Aranda (embalse de Maidevera) mejoran de forma generalizada sus garantías, debido a que se disminuyen los aportes sobre el eje del Jalón procedente del río Aranda para el suministro de las demandas del

bajo Jalón, aumentado así el volumen de embalse en Maidevera. Sin embargo, no se cumplen con los niveles de garantía, ya que el déficit en diez años consecutivos en el escenario Horizonte 2015 es superior al 100 %, aunque si se reduce el déficit en aproximadamente un 40% con respecto a la situación actual.

- En el bajo Jalón, aguas abajo del embalse, la puesta en funcionamiento de Mularroya permite una consolidación de los regadíos de la zona, mejorando la satisfacción de las demandas. Sin embargo, no se logra alcanzar los niveles de garantía establecidos en la IPH, dado que el déficit máximo en diez años consecutivos se encuentra por encima del 100%. No obstante, este déficit se consigue reducir en aproximadamente un 48% respecto a la situación actual.
- En relación con la afección a los caudales circulantes en las masas de agua inmediatamente posteriores a la actuación de la presa, se puede concluir que en el río Grío, aguas abajo del embalse, aumentan los caudales circulantes con la puesta en marcha del embalse, aumentando tanto los caudales mínimos como máximos. (los caudales circulantes por el Grío se infiltrarán a su paso por las calizas jurásicas, al menos para caudales bajos)
- En el río Jalón, tras la derivación de caudal al embalse, se observa un comportamiento similar con y sin la presa, aunque con una disminución de los caudales tras la puesta en marcha del embalse, descendiendo así los caudales mínimos y máximos. Este hecho es debido al esquema de funcionamiento del trasvase, que sólo trasvasa los caudales excedentes dando prioridad a las demandas aguas abajo de la toma del azud, y priorizando los caudales mínimos aguas abajo del azud a la satisfacción de las demandas.
- Por último, en el tramo de río con conexión río-acuífero, se observa un comportamiento de los caudales circulantes por el río y las infiltraciones al acuífero muy similar, con y sin presa, aunque los caudales tras la puesta en funcionamiento del embalse disminuyen ligeramente.

En la EIA (2013) se concluye que el embalse de Mularroya no produce afección alguna sobre el régimen hidrodinámico de los ríos Grío y Jalón, y permite la consolidación de los regadíos en el bajo Jalón. Por lo tanto, consideramos el impacto general sobre la hidrología de la zona como positivo, sinérgico, permanente y de cierta extensión, con una magnitud media.

### *C) Calidad de las aguas*

Lo primero que se debe tener en cuenta en el estudio de calidad del agua, como consecuencia de la incorporación del embalse de Mularroya al sistema, es la falta de datos de calidad de agua disponibles, dado que el embalse todavía no está construido.

Los datos de que se dispone para realizar el estudio limnológico del embalse son: caudales de entrada y salida, concentración de fósforo a la entrada y volumen.

Dado la falta de información, el equipo encargado de la elaboración de la EIA (2013) ha optado por trabajar con un modelo de simulación sencillo, que permita una estimación del estado trófico del embalse, directamente relacionado con la concentración de fósforo, sin tener en cuenta otro tipo de factores. El modelo de calidad utilizado se basa en la ecuación general del balance de materia, simplificando las cinéticas a tipo lineal, y con caudales y niveles constantes. Además, se considera que cualquier compuesto que llega al embalse, sufre un proceso de mezcla completo y distribuido uniformemente en todo el cuerpo de agua. Por lo tanto, este modelo no refleja los procesos de un embalse estratificado.

Los escenarios de simulación analizados se han basado en la variación del tiempo de operación del embalse (volumen máximo, volumen medio y volumen mínimo asignándole a cada uno de estos volúmenes un ciclo hidrológico distinto: normal, seco y húmedo. Los resultados del modelo, independientemente del escenario simulado, son los correspondientes a un embalse clasificado como mesotrófico, según los límites de la OCDE (1982). En cuanto a los procesos, no se ha tenido en cuenta la dinámica entre la biomasa viva, la biomasa en descomposición y los nutrientes. Otro factor importante que no se ha tenido en cuenta, es la potencial estratificación del embalse de Mularroya.

Para concluir, es muy importante tener en cuenta que cuando entre en funcionamiento el embalse de Mularroya, se producirá una fase previa de descomposición de la materia orgánica de la vegetación y la fauna terrestre inundadas, produciéndose una liberación importante de nutrientes a la columna de agua, que podría provocar procesos de eutrofia.

Por lo tanto, en la EIA (2013) se consideró que el impacto sobre la calidad de las aguas será negativo, indirecto al ser el resultado de procesos distintos, sinérgico, extenso, reversible y recuperable a través de medidas preventivas y correctoras. Se trata de un impacto compatible.

#### *D) Acuíferos*

Para evaluar la afección que puede conllevar sobre los recursos hídricos subterráneos del Bajo Jalón la construcción de la presa de Mularroya y de sus infraestructuras asociadas aguas arriba de la confluencia de los ríos Jalón y Grío, el equipo técnico (EIA 2013) ha propuesto un modelo numérico de flujo subterráneo previo elaborado por la empresa Zeta Amaltea, S.L. A dicho modelo se le ha introducido la condición de borde tipo “Stream” para modelar los ríos Grío y Jalón aguas arriba de la población de Calatorao. La función de esta nueva condición de borde consiste en valorar el intercambio, positivo o negativo, de recursos hídricos entre el acuífero y los cauces fluviales a través de sus lechos.

Al introducir en el modelo, dentro de la condición de borde tipo “Stream”, los caudales superficiales estimados por Aquatool una vez construida la presa, se ha llegado a la conclusión de que el modelo numérico que mejor representa el modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico local es aquel que considera un valor de permeabilidad vertical ( $k_z$ ) del lecho de los ríos de 0,1 m/d.

De esta manera, lo que se ha estudiado en el actual EIA es lo que hubiera pasado en el medio subterráneo si durante el periodo de tiempo comprendido entre los días 31/10/1980 y 30/09/2006 ya modelado con Visual Modflow por Zeta Amaltea, S.L., se hubiese tenido ya en funcionamiento la presa de Mularroya y las infraestructuras asociadas, permitiendo tanto la existencia de los flujos superficiales estimados por Aquatool en los ríos Jalón y Grío aguas arriba de la población de Calatorao como su interrelación con el medio subterráneo.

Llegado a este punto, ambos modelos, sin y con la presa de Mularroya en funcionamiento, han calculado superficies piezométricas relativamente próximas entre sí (aunque algo más altas en el caso del modelo realizado por TECNOMA el cual

permite una cierta infiltración desde los ríos Grío y Jalón aguas arriba de la población de Calatorao) además de balances hídricos también muy similares; con ello se empezaría a defender que la construcción de dicha presa no afectaría negativamente al funcionamiento del acuífero estudiado.

Otro dato a tener en cuenta, es que la construcción de la presa va a permitir el riego por gravedad de una mayor superficie de cultivos que en la actualidad se están regando con recursos hídricos de origen subterráneo. Por lo tanto, se ha considerado conveniente plantear dos escenarios de modelado adicionales que contemplen reducciones de los volúmenes de bombeo en 8,15 y 11,3  $\text{hm}^3/\text{año}$  respectivamente. Los resultados que se desprenden de analizar estos nuevos escenarios indican que se trata de modelos que, aunque muy similares entre sí, implican un incremento adicional en el nivel general de las aguas subterráneas respecto a los modelos anteriormente comentados. Dicho incremento supondrá, a su vez, mayores salidas a través del lecho del río Jalón y de los manantiales.

Así mismo, resulta importante apreciar que no existen, hacia los años finales tratados en este estudio, descensos importantes en las tendencias previstas de los sondeos seleccionados para realizar el análisis piezométrico. Ello indica que el acuífero parece estar en equilibrio y que las reducciones de los bombeos que se producirán como consecuencia de la puesta en marcha de la presa de Mularroya contribuirán muy favorablemente a ello.

Al contrastar ambos modelos, Zeta Amaltea, S.L. y el de TECNOMA, las máximas diferencias de niveles se producen en el límite occidental, con valores medios de 28,29 m, y en menor medida en el sector oriental, con diferencias medias de 4,5 m (siempre ascensos positivos).

Sin embargo, entre el modelo de TECNOMA y su escenario con la máxima reducción de bombeos (11,3  $\text{hm}^3/\text{año}$ ), las mayores diferencias medias de niveles se producen en los sectores S. y SE del ámbito territorial del modelo (entre los 6,81 y los 11,2 m) donde se han eliminado las mayores cantidades de bombeos (también siempre ascensos positivos).

Como conclusión, el equipo redactor de la EIA considera que el impacto sobre la red de acuíferos y los manantiales es un impacto positivo, indirecto, extenso, sinérgico, recuperable y reversible. La magnitud de mejora en todo caso se puede estimar como baja dado los datos obtenidos de la simulación.

#### *E) Flora*

Se produce un impacto directo cuando las especies que se localizan en el área de inundación, son objeto de la destrucción directa bien por desbroce, tala o inundación.

En el entorno de la presa de Mularroya se pueden encontrar fundamentalmente tres tipos de comunidades afectadas, las cuales están asociadas a roquedos calizos: las comunidades rupícolas sobre farallones calizos, afectadas en parte por la construcción del aliviadero (obras ya ejecutadas), las comunidades de lastras calizas y las comunidades sobre conglomerados disgragados.

Dada la naturaleza de la flora de esta zona, matorrales bastante alterados sobre sustratos calizos y grandes espacios de cultivos de secano, la mayoría de las especies afectadas no presenta problemas de conservación. En general, la naturaleza de la obra afecta de manera principal a especies muy comunes de las formaciones de matorrales mesomediterráneos con dominancia de matorrales de tomillares y de *Brachypodium retusum*. Sin embargo, dentro de estas comunidades hay algunas especies que, aunque no estén en los catálogos de protección, son interesantes por su rareza en la zona, su interés ecológico, o su estado de conservación. La afección más significativa corresponde a la especie *Centaurea pinnata* (especie protegida), si bien, la afección estaría limitada a unos 30 ejemplares que se localizan en las cercanías de la salida del túnel de trasvase en el Jalón. También se han detectado afectados algunos ejemplares de *Juniperus thurifera* (especie de interés), casi todos de talla pequeña, ya que la gran mayoría de los ejemplares afectados por la obra son de *Juniperus phoenicea*, especie mucho más habitual en los ambientes rupícolas y térmicos de la zona.

Por lo tanto, en la EIA (2013) se ha considerado que el impacto sobre la flora es negativo, de efecto directo, permanente, ya que supone la destrucción de ejemplares, y por lo tanto irreversible pero recuperable en ciertos aspectos. Es un impacto localizado

en la zona de afección directa pero de cierta extensión. La magnitud del mismo puede ser considerada como moderada, ya que no afecta de manera sustancial a poblaciones grandes de ninguna especie pero deben ser tomadas medidas preventivas y correctoras que actúen sobre el impacto de las especies más destacadas, entre otras *Centaurea pinnata* y *Juniperus thurifera*.

#### *F) Vegetación*

El conjunto de las afecciones a la vegetación se dividió (trabajo llevado a cabo por el equipo técnico encargado de elaborar la EIA 2013) entre las zonas afectadas por el proyecto, que todavía no están ejecutadas, y las zonas que están ya ejecutadas y cuya vegetación ya no existe (figura 36).

|                                     | Obra ejecutada | Falta por ejecutar |
|-------------------------------------|----------------|--------------------|
| Bosque de ribera                    | 9.93           | 12.00              |
| Cañaveral                           | 0.00           | 0.19               |
| Carizales                           | 1.73           | 6.91               |
| Caucos y masas de agua              | 2.18           | 8.99               |
| Coscojares                          | 0.00           | 0.02               |
| Cultivos de Frondosas               | 0.00           | 0.28               |
| Encinarcs silícolas                 | 0.00           | 2.76               |
| Farallones Calcáreos                | 1.39           | 3.74               |
| Farallones Silícolas                | 0.00           | 0.32               |
| Huertos y cultivos                  | 65.64          | 116.81             |
| Infraestructuras viales             | 6.27           | 19.72              |
| Lastras Calcícolas                  | 0.00           | 0.98               |
| Mat. Cisto-Rosmarinetum             | 4.10           | 6.72               |
| Mat. Fondo de Arroyo                | 0.00           | 2.23               |
| Mat. Lino-Genistetum                | 26.17          | 94.70              |
| Mat. Rosaledas de Umbría            | 0.00           | 0.95               |
| Matorrales con Pistacia Therebintus | 0.00           | 0.09               |
| Matorrales con Rhus coriaria        | 0.00           | 2.00               |
| Olmeda                              | 0.00           | 0.01               |
| Prados higrófilos                   | 1.89           | 6.33               |
| Re poblaciones de Coníferas         | 98.45          | 69.78              |
| Tomillar-pradera                    | 22.02          | 50.96              |
| Urbano/Construcciones               | 1.05           | 6.77               |
| Zonas restauradas                   | 1.92           | 2.00               |
| <b>Total general</b>                | <b>242.74</b>  | <b>416.77</b>      |

Figura 36. Afección del proyecto a la vegetación. Fuente: EIA (2013)

Se puede observar como la mayor afección es sobre el bosque de ribera, del que se afecta un 13,79% de la superficie total del área. Los siguientes valores significativos son un 5,36% de los farallones calcáreos de la zona, un 6,49% del tomillar pradera y un 5,68% de las repoblaciones de coníferas. El resto de tipos de vegetación tienen una afección muy escasa y de baja significatividad.

Por lo tanto, en el nuevo EIA (2013) se considera que el impacto sobre la vegetación es negativo, de efecto directo, permanente, ya que supone la destrucción de la vegetación y por lo tanto irreversible, en algunos casos recuperable y en otros no, localizado en la zona de afección directa pero de cierta extensión. Como consecuencia de la naturaleza de las formaciones vegetales en el área, donde las más interesantes tienen un estado de conservación medio-bajo, la mayor parte de lo afectado corresponde a formaciones de poco valor ambiental y los porcentajes de las de mayor valor ambiental no superan en ningún caso más de un 15% de la representación de esa vegetación en el área, podemos considerar que el impacto tiene una magnitud moderada. No obstante, la afección a la vegetación de ribera y los farallones calcáreos exigen unas medidas correctoras de cierta entidad que permitan recuperar e incluso incrementar las superficies de vegetación de mayor interés existentes antes del inicio de las obras

#### *G) Fauna*

Los impactos sobre la fauna pueden afectar a especies que viven en los ecosistemas terrestres aguas abajo de la presa y en las zonas de inundación aledañas a la misma.

Las acciones relacionadas con las obras llevan asociados una serie de efectos como la emisión de ruidos, que junto con la ocupación temporal del hábitat, pueden producir una alteración del comportamiento de las especies asociadas a estos biotopos de forma que pueden sufrir desplazamientos a biotopos similares y próximos.

La presencia del embalse supondrá una afección directa a la conectividad ecológica por:

- Afectar a la conectividad longitudinal del río por el efecto barrera del embalse.
- Afectar a la conectividad ortogonal del río por el efecto barrera entre las dos vertientes, afectando directamente a las poblaciones de fauna vertebrada terrestre sobre los que se impedirá el flujo transversal aislando por tanto las dos orillas. La presencia de agua embalsada puede favorecer la llegada de nuevas especies a la zona, algunas de ellas pueden ser especies invasoras acuáticas, tanto peces como moluscos, que puedan poner en riesgo la viabilidad de otras especies autóctonas

Dentro de la fauna acuática, la perdida de hábitat de río produce la desaparición de especies ligadas a las aguas rápidas y oxigenadas, así como la llegada de especies más resistentes y de aguas embalsadas. También afecta al cambio de invertebrados acuáticos y de las especies que se alimentan de estos. Además, la subida de las aguas produce la destrucción de hábitat para puesta y frezaderos, de especies que utilizan aguas oxigenadas para su reproducción. Dado que el Grío se presenta seco durante gran parte del año, su fauna acuática es realmente escasa ya que en el estiaje no quedan siquiera charcos ni pozas que sirvan de refugio a estas especies en gran parte de su cauce.

Dentro de la fauna ligada al medio terrestre, el impacto más claro es el producido sobre las especies ligadas a los hábitat que van a desaparecer, bien porque son sometidos a inundación, bien por la creación de las nuevas infraestructuras, accesos, canteras, etc. Uno de los animales afectados será el Tejón (*Meles meles*), sus poblaciones suelen estar asociadas a medios ripícolas como los bosques de ribera, por lo que la destrucción de estos bosques de ribera o la simple alteración de los mismos, puede acabar con pequeñas poblaciones de tejón o disminuir la conectividad entre las presentes. Sin embargo, el caso más destacado es el de la nutria (*Lutra lutra*). En el caso que nos ocupa, la construcción, tanto del embalse, como del propio azud (que es donde se han obtenido los registros de nutria), implicará la destrucción y/o alteración de los tramos de soto fluvial donde está presente esta especie. Por ello es necesario minimizar los impactos sobre la vegetación de ribera, así como desarrollar estrategias de conservación del bosque ripícola.

En resumen, el impacto sobre la fauna y sus biotopos se consideró (por parte del equipo redactor de la EIA, 2013) de carácter directo e indirecto, permanentes, negativos, irreversibles pero hasta cierto punto recuperables en el tiempo, por lo que son necesarias las medidas correctoras convenientes para intentar paliar esta situación. La magnitud la consideramos moderada.

#### *H) Suelos*

El principal impacto de la ejecución de las obras es la pérdida de suelos. Las obras del embalse tendrán un efecto directo sobre este factor, ya que los suelos destinados a actividades productivas como la agricultura o ganadería perderán radicalmente su uso por la inundación. Las zonas afectadas por el proyecto se sitúan en la vega del río Grío y

del Jalón, por lo que los suelos dominantes afectados son de vega, principalmente alfisoles en las cercanías de los cauces o zonas de sedimentación, y suelos poco desarrollados, margosos, en el resto de la zona de influencia del proyecto.

Los datos de ocupación de suelos por el conjunto de las obras reflejan que, el mayor impacto será en la zona del embalse, ya que el resto de infraestructuras ocupan un espacio menor. En la siguiente tabla vemos la ocupación de suelo que suponen las obras según su situación actual (figura 50). Se diferencian las obras ya realizadas, es decir, el impacto que ya se ha producido, de las obras que faltan por ejecutar (figura 37):

| Afecciones a los distintos tipo de ocupación del suelo<br>(Ha) |                   |                       |                   |
|--|-------------------|-----------------------|-------------------|
|  | Obra              |                       | Total<br>Proyecto |
|  | Obra<br>ejecutada | Falta por<br>ejecutar |                   |
| Autopistas   | 0,00              | 0,36                  | 0,36              |
|  | 5,02              | 10,58                 | 15,60             |
|  | 1,25              | 8,45                  | 9,70              |
|  | 2,95              | 4,15                  | 7,10              |
|  | 0,00              | 0,71                  | 0,71              |
|  | 36,42             | 59,43                 | 95,85             |
|  | 25,76             | 47,83                 | 73,59             |
|  | 98,45             | 69,78                 | 168,23            |
|  | 13,85             | 28,35                 | 42,20             |
|  | 0,00              | 0,01                  | 0,01              |
|  | 1,05              | 6,05                  | 7,10              |
|  | 57,49             | 177,13                | 234,62            |
|  | 0,51              | 3,59                  | 4,09              |
|  | 0,00              | 0,32                  | 0,32              |
| Total general  |                   | 242,74                | 416,77            |
|  |                   |                       | 659,51            |

Figura 37. Afección de suelos por el proyecto. Fuente: EIA (2013)

Como vemos existe una afección importante a los medios de cultivo aunque una parte importante del impacto ya ha sido ocasionado: 100 ha de almendros (37% ya afectado), 73,5 ha de olivares (35% ya afectado), y 7,1 ha de secano (41% ya afectado). Es decir, un total de 180 ha de suelo agrícola del cual casi el 40% ya ha sido afectado por las obras. Eso sumado a las 234 ha de vegetación natural (24% ya afectado) y a las 168 ha de repoblaciones de *Pinus*, (58% ya afectado) suponen la mayoría del impacto sobre el suelo.

Por lo tanto, en la nueva EIA (2013) se ha considerado que el impacto es directo, permanente, extenso, irreversible y en la mayor parte de las zonas irrecuperable. Sin embargo, dado el escaso valor del suelo en gran parte de su extensión, pobres y con poca capacidad agrícola y forestal, consideramos que el impacto tiene una magnitud moderada. No obstante, deberán tomarse medidas preventivas y correctoras que actúen sobre este factor, disminuyendo en lo posible la magnitud del mismo.

## ANEXO 11. Matriz de impactos global

| Valoración de Impactos sinérgicos del conjunto del proyecto (ejecutado y no ejecutado) | Perceptibilidad | Carácter general del impacto | Duración del impacto | Acumulativo/Sinérgico | Extenso /Localizado | Reversibilidad | Capacidad de recuperación | Predicción del impacto | Magnitud | Medidas Preventivas |    | Medidas Correctoras |    | Impacto residual |   |
|--|-----------------|------------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|----------------|---------------------------|------------------------|----------|---------------------|----|---------------------|----|------------------|---|
|  |                 |                              |                      |                       |                     |                |                           |                        |          | SI                  | No | C                   | SI | SI               | I |
| <b>Atmósfera</b>   |                 |                              |                      |                       |                     |                |                           |                        |          |                     |    |                     |    |                  |   |
| Calidad del aire   | P               | N                            | T                    | A                     | L                   | R              | R                         | P                      | C        | SI                  | No | C                   |    |                  |   |
| Emisión de polvo y partículas  | P               | N                            | T                    | A                     | L                   | R              | R                         | P                      | C        | SI                  | SI | I                   |    |                  |   |
| Contaminación por ozono  | I               |                              |                      |                       |                     |                |                           |                        |          |                     |    |                     |    |                  |   |
| Producción de campos eléctricos  | I               |                              |                      |                       |                     |                |                           |                        |          |                     |    |                     |    |                  |   |
| Cambio del clima   | P               | N                            | D                    | S                     | E                   | I              | I                         | MPP                    | I        | NO                  | No | I                   |    |                  |   |
| Ruido  | P               | N                            | T                    | A                     | L                   | R              | R                         | P                      | M        | SI                  | SI | C                   |    |                  |   |
| <b>Aquas</b>   |                 |                              |                      |                       |                     |                |                           |                        |          |                     |    |                     |    |                  |   |
| Contaminación  | P               | N                            | T                    | A                     | L                   | R              | R                         | P                      | C        | SI                  | No | C                   |    |                  |   |
| Eutrofización  | P               | N                            | T                    | S                     | E                   | R              | R                         | C                      | C        | SI                  | SI | C                   |    |                  |   |
| Calidad de las aguas   | P               | N                            | D                    | S                     | E                   | R              | R                         | P                      | C        | SI                  | SI | C                   |    |                  |   |
| Cambio en la red superficial   | P               | N                            | T                    | A                     | L                   | R              | R                         | P                      | C        | SI                  | No | I                   |    |                  |   |
| Contaminación en la red subterránea  | P               | N                            | T                    | A                     | L                   | R              | R                         | MPP                    | C        | SI                  | No | I                   |    |                  |   |
| Recarga de acuíferos   | P               | P                            | D                    | S                     | E                   | R              | R                         | C                      | Ba       | SI                  | No | B                   |    |                  |   |
| Recarga de manantiales   | P               | P                            | D                    | S                     | L                   | R              | R                         | P                      | Ba       | NO                  | No | B                   |    |                  |   |
| Reducción de avenidas  | P               | N                            | D                    | S                     | L                   | R              | R                         | C                      | C        | SI                  | No | C                   |    |                  |   |
| Demanda de agua. Demanda agraria   | P               | P                            | D                    | S                     | E                   | R              | R                         | C                      | Me       | SI                  | No | M                   |    |                  |   |
| Mantenimiento de caudales ecológicos   | P               | P                            | D                    | S                     | E                   | R              | R                         | C                      | Me       | SI                  | SI | M                   |    |                  |   |
| <b>Suelo</b>   |                 |                              |                      |                       |                     |                |                           |                        |          |                     |    |                     |    |                  |   |
| Pérdida de suelo natural   | P               | N                            | D                    | A                     | E                   | I              | I                         | C                      | M        | SI                  | No | M                   |    |                  |   |
| Pérdida de suelo agrícola  | P               | N                            | D                    | A                     | E                   | I              | I                         | C                      | C        | SI                  | SI | C                   |    |                  |   |
| Pérdida de suelo urbano  | P               | N                            | D                    | A                     | L                   | I              | I                         | C                      | C        | NO                  | No | C                   |    |                  |   |
| Contaminación  | P               | N                            | T                    | A                     | E                   | R              | R                         | P                      | C        | SI                  | SI | C                   |    |                  |   |
| Simplificación   | P               | N                            | T                    | A                     | E                   | R              | R                         | P                      | C        | SI                  | No | C                   |    |                  |   |
| Procesos erosivos  | P               | N                            | D                    | A                     | L                   | I              | R                         | P                      | C        | SI                  | SI | C                   |    |                  |   |
| Ocupación  | P               | N                            | D                    | A                     | E                   | I              | I                         | C                      | M        | SI                  | No | C                   |    |                  |   |
| <b>Geomorfología</b>   |                 |                              |                      |                       |                     |                |                           |                        |          |                     |    |                     |    |                  |   |
| Inestabilidad de Ladera  | P               | N                            | D                    | A                     | L                   | R              | R                         | P                      | M        | SI                  | SI | C                   |    |                  |   |
| Sismicidad inducida  | P               | N                            | D                    | S                     | L                   | I              | R                         | PP                     | C        | SI                  | No | C                   |    |                  |   |
| <b>Flora</b>   |                 |                              |                      |                       |                     |                |                           |                        |          |                     |    |                     |    |                  |   |
| Pérdida de diversidad  | P               | N                            | D                    | A                     | L                   | I              | R                         | C                      | M        | SI                  | SI | C                   |    |                  |   |
| Especies interesantes  | P               | N                            | D                    | A                     | L                   | I              | R                         | C                      | C        | SI                  | SI | C                   |    |                  |   |
| <i>Thymus loscosii</i>   | I               |                              |                      |                       |                     |                |                           |                        |          |                     |    |                     | SI |                  | I |
| <i>Echium boissieri</i>  | I               |                              |                      |                       |                     |                |                           |                        |          |                     |    |                     |    |                  |   |
| <i>Centaurea pinnata</i>   | P               | N                            | D                    | A                     | L                   | I              | R                         | C                      | M        | SI                  | SI | C                   |    |                  |   |
| <i>Juniperus thurifera</i>   | P               | N                            | D                    | A                     | L                   | I              | R                         | C                      | C        | SI                  | SI | C                   |    |                  |   |
| <b>Vegetación</b>  |                 |                              |                      |                       |                     |                |                           |                        |          |                     |    |                     |    |                  |   |
| Pérdida de superficie  | P               | N                            | D                    | A                     | E                   | I              | I                         | C                      | M        | SI                  | SI | C                   |    |                  |   |
| Pérdida de calidad   | P               | N                            | T                    | A                     | E                   | I              | I                         | P                      | C        | SI                  | SI | C                   |    |                  |   |
| Riesgos (de incendios, etc.)   | P               | N                            | D                    | A                     | E                   | I              | I                         | P                      | C        | SI                  | SI | C                   |    |                  |   |
| Introducción de ruderales e invasoras  | P               | N                            | D                    | S                     | E                   | I              | I                         | P                      | C        | SI                  | SI | C                   |    |                  |   |
| Bosques de ribera  | P               | N                            | D                    | A                     | E                   | I              | R                         | C                      | M        | SI                  | SI | C                   |    |                  |   |
| Formaciones de matorral  | P               | N                            | D                    | A                     | E                   | I              | R                         | C                      | M        | SI                  | SI | C                   |    |                  |   |
| Formaciones de roquedos  | P               | N                            | D                    | A                     | L                   | I              | R                         | C                      | C        | SI                  | SI | C                   |    |                  |   |
| Bosques climáticos   | P               | N                            | D                    | A                     | L                   | I              | R                         | C                      | C        | SI                  | SI | I                   |    |                  |   |
| Cultivos agrícolas   | P               | N                            | D                    | A                     | E                   | I              | R                         | C                      | C        | SI                  | SI | C                   |    |                  |   |
| Pinares de repoblación   | P               | N                            | D                    | A                     | E                   | I              | R                         | C                      | C        | SI                  | SI | C                   |    |                  |   |
| <b>Fauna</b>   |                 |                              |                      |                       |                     |                |                           |                        |          |                     |    |                     |    |                  |   |
| Efecto barrera   | P               | N                            | D                    | A                     | E                   | I              | I                         | C                      | M        | NO                  | No | M                   |    |                  |   |
| Llegada de especies invasoras  | P               | N                            | D                    | S                     | E                   | I              | R                         | P                      | C        | SI                  | No | C                   |    |                  |   |
| Pérdida de hábitat   | P               | N                            | D                    | A                     | E                   | I              | I                         | C                      | M        | NO                  | SI | C                   |    |                  |   |

| Molestias   | P | N | T | A | L | R | R | C | M  | SI | No | C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|
| Pérdida de diversidad   | P | N | D | A | E | I | R | C | C  | SI | SI | C |
| Águila perdicera  | P | N | D | A | L | I | R | P | M  | SI | SI | C |
| Águila real   | P | N | D | A | L | I | R | P | C  | SI | SI | I |
| Alimoche  | P | N | D | A | L | I | R | P | C  | SI | SI | I |
| Buitre leonado  | P | N | D | A | L | I | R | P | C  | SI | SI | I |
| Halcón peregrino  | P | N | D | A | L | I | R | P | C  | SI | SI | I |
| Búho real   | P | N | D | A | L | I | R | P | C  | SI | SI | C |
| Resto de aves rupícolas   | P | N | D | A | L | I | R | P | C  | SI | SI | C |
| Aves de medios arbolados  | P | N | D | A | E | I | R | C | M  | SI | SI | C |
| Aves de matorral y zonas urbanas                                    | P | N | D | A | E | I | R | C | M  | SI | SI | C |
| Nutria  | P | N | D | A | L | R | R | P | M  | SI | SI | C |
| Madrilla  | P | N | D | A | L | I | R | P | M  | SI | SI | C |
| Murciélagos mediterráneos de herradura                              | P | N | D | A | L | I | R | P | C  | SI | SI | I |
| <b>Hábitat de interés</b>   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |
| 1410 Pastizales salinos mediterráneos                               | I |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |
| 1430 Matorrales halo-nitrófilos                                     | I |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |
| 3270 Ríos de orillas fanhosas de <i>Chenopodium rubi-Ridention</i>  | I |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |
| 5210 Matorrales arborescentes de <i>Juniperus sp.</i>               | P | N | D | A | L | I | R | C | C  | SI | SI | C |
| 5330 Matorrales termomediterráneos y pre-estepicos                  | P | N | D | A | L | I | R | C | C  | SI | SI | C |
| 6110 Prados calcáreos de <i>Alyssum-Sedion albi</i>                 | P | N | D | A | L | I | R | C | C  | SI | SI | I |
| 6220 Zonas subestepicas de <i>Thero-Brachypodietea</i>              | P | N | D | A | L | I | R | C | M  | SI | SI | C |
| 92A0 Bosques de galería de <i>Salix alba</i> y <i>Populus alba</i>  | P | N | D | A | L | I | R | C | C  | SI | SI | C |
| 9340 Encinares de <i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus rotundifolia</i> | P | N | D | A | L | I | R | C | C  | NO | SI | I |
| <b>Espacios Protegidos Red Natura 2000</b>                          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |
| LIC Hoces del Jalón   | P | N | D | A | L | I | R | C | C  | SI | SI | C |
| ZEPA Desfiladeros del Jalón   | P | N | D | A | E | I | R | C | M  | SI | SI | C |
| LIC Sima del Árbol  | P | N | D | A | L | R | R | C | C  | SI | SI | C |
| LIC Cueva del Mármol  | P | N | T | A | L | R | R | C | C  | SI | SI | I |
| LIC Sierra de Vicort  | I |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |
| LIC Sierra de Algairén  | I |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |
| LIC Cueva del Sudor   | I |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |
| LIC Cueva del Muerto  | I |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |
| <b>Paisaje</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |
| Percepción  | P | P | D | A | E | I | R | C | Me | SI | No | M |
| Calidad visual en obra  | P | N | T | A | E | R | R | C | C  | NO | No | C |
| Calidad visual en funcionamiento                                    | P | P | D | A | E | I | R | C | Me | SI | No | M |
| Intrusión visual  | P | N | D | A | E | R | R | C | C  | NO | No | C |
| <b>Medio socioeconómico</b>   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |
| Empleo  | P | P | D | S | E | R | R | C | Me | SI | No | M |
| Población   | P | P | D | S | E | R | R | C | Ba | SI | No | B |
| Sistema territorial   | P | P | D | S | E | R | R | C | Ba | SI | No | B |
| Montes de utilidad pública  | P | N | D | A | E | R | R | C | C  | SI | No | C |
| <b>Patrimonio</b>   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |
| Yacimientos   | P | N | D | A | L | I | R | C | C  | SI | SI | C |
| Vías pecuarias  | P | N | D | A | L | I | R | C | C  | SI | SI | C |

| Leyenda | Perceptibilidad |               | Carácter general del impacto |          | Duración del impacto |          | Acumulativo/ Sinérgico |             | Extenso/ Localizado |            | Reversibilidad |              |
|---------|-----------------|---------------|------------------------------|----------|----------------------|----------|------------------------|-------------|---------------------|------------|----------------|--------------|
|         | P               | Perceptible   | N                            | Negativo | T                    | Temporal | A                      | Acumulativo | L                   | Localizado | R              | Reversible   |
|         | I               | Imperceptible | P                            | Positivo | D                    | Duradero | S                      | Sinérgico   | E                   | Extenso    | I              | Irreversible |

| Leyenda | Capacidad de recuperación |               | Predicción del impacto |                   |  | Magnitud |            | Medidas Preventivas |    | Medidas Correctoras |    | Impacto Positivo (magnitud) |  |
|---------|---------------------------|---------------|------------------------|-------------------|--|----------|------------|---------------------|----|---------------------|----|-----------------------------|--|
|         | R                         | Recuperable   | C                      | Ciento            |  | C        | Compatible |                     | SI | SI                  | I  | Imperceptible               |  |
|         | I                         | Irrecuperable | P                      | Probable          |  | M        | Moderado   |                     | NO | No                  | Me | Medio                       |  |
|         |                           |               | PP                     | Poco Probable     |  | M        | Moderado   |                     |    |                     | A  | Alto                        |  |
|         |                           |               | MPP                    | Muy poco probable |  |          |            |                     |    |                     |    |                             |  |

Figura 38. Matriz de impactos global y su leyenda Fuente: EIA (2013)

## **ANEXO 12. Medidas preventivas y correctoras (EIA, 2013)**

Estas medidas están dirigidas a lograr una disminución de la afección sobre todas las variables del medio, reduciendo y evitando el impacto, cuando sea posible, y corrigiendo sus efectos, cuando no sea posible evitarlo. Algunas de las medidas correctoras tienen que ver con la mejora de las condiciones ambientales que afectan a determinadas especies, hábitats, y formaciones vegetales. El objetivo es que las condiciones o poblaciones de estas especies sean beneficiadas por la obra y se produzca una mejora en las condiciones de conservación de estos espacios

A continuación se resumirán las medidas adoptadas para las principales variables ambientales afectadas:

### *A) Hidrogeología y aguas subterráneas:*

Aunque las diferentes versiones del modelo numérico de flujo subterráneo estudiado indicarían que la puesta en funcionamiento de la presa de Mularroya no sólo no produciría afecciones negativas en la hidrogeología local sino que incluso contribuiría positivamente en la gestión sostenible del acuífero (al reducirse los bombeos entre un 21 y un 29%), se recomienda llevar a cabo una serie de acciones que contribuyan a mejorar y calibrar el modelo numérico existente. Se han propuesto una serie de medidas sobre el acuífero:

- Diseñar en el futuro una red de control piezométrico con registros mensuales que permitan analizar la evolución de la superficie piezométrica una vez puesta en funcionamiento la presa y determinar de esta manera la bondad del modelo numérico y proceder con su mejora y calibrado.
- Diseñar otra red de control hidrométrico (en cauces, acequias, derivaciones, manantiales o zonas húmedas, etc.), con registro diario-mensual, que ayude a conocer con precisión los caudales circulantes de forma superficial, así como evaluar las principales relaciones río-acuífero.

- Completar en lo posible el inventario de puntos de agua y el registro de los volúmenes de aguas subterráneas bombeados así como el nivel acuífero de procedencia de los mismos.
- Vigilar los bombeos que se están realizando en los acuíferos limítrofes al estudiado, no sea que se estuvieran provocando situaciones de sobreexplotación que afectasen negativamente al acuífero que nos ocupa.

#### *B) Hidrología y caudales ecológicos*

Con el objetivo de respetar los caudales ambientales en los ríos Grío y Jalón, se deben de tomar una serie de medidas:

- Solamente se trasvasarán caudales excedentes, es decir, se mantendrá la prioridad de dar los caudales demandados aguas abajo de la toma desde el azud.
- Sólo se trasvasa con la finalidad de llenar Mularroya.
- Con prioridad sobre la demanda se dará un caudal mínimo al río aguas abajo del azud.

Para controlar la eutrofización inicial del embalse de Mularroya proponemos toda una serie de medidas de control:

- Retirada de la vegetación como medida de reducción de la carga orgánica oxidable bajo el agua.
- Planificación del primer llenado del embalse (época del año, curva (velocidad) de llenado del embalse, etc.). Esta medida debe ir en coordinación con el Plan de llenado del embalse que no es objeto del presente proyecto, pero aun así proponemos una serie de recomendaciones.
- Llenado del embalse progresivamente, con tiempos de residencia del agua bajos, gestionándolo mediante vaciados parciales, y con extracción selectiva del agua a diferentes profundidades según la época del año.
- Se propone la planificación del primer llenado en invierno, con aguas entrantes frías, densas y bien oxigenadas, que podrán suplir la demanda de oxígeno en profundidad del embalse recién inundado. El uso de los desagües de fondo favorecerá la renovación del agua en contacto con los sedimentos.

### C) Flora, vegetación y hábitats (LIC “Hoces del Jalón”)

Las medidas correctoras sobre la flora son las siguientes:

- Plan de mejora de las poblaciones de *Centaurea pinnata* y *Thymus loscosii* en hábitats propicios en las zonas de afección de la obra: El objetivo de este plan es mejorar las poblaciones de especies de flora protegidas en las zonas de afección del proyecto y salvaguardar el pool genético y los ejemplares afectados por la obra.
- Reproducción, salvamento y mejora de las poblaciones de flora de interés y mejora del Hábitat 6110. Se busca con esta medida, que el estado de conservación de estas poblaciones sea mejor, después de efectuadas las obras, de lo que estaban con anterioridad
- Mejora de la situación del hábitat de matorrales arborescentes de *Juniperus* 5210. El objetivo es conseguir que el número de ejemplares de estas especies aumente de manera importante después de la finalización de la obra, con vistas a corregir el efecto que el conjunto de la obra pueda generar sobre estas poblaciones.
- Restauración de hábitats y recuperación de las comunidades de la *Thero-Brachypodietea*, en las zonas de afección del proyecto: Se describirán las actuaciones necesarias para implantar vegetación autóctona sobre las zonas de actuación de las obras del proyecto, con el fin de favorecer la recuperación de dichos hábitats, e integrar paisajísticamente la obra de la presa de Mularroya.

Las medidas sobre la vegetación son las siguientes:

- Con vistas a disminuir la afección sobre la vegetación de ribera y para facilitar el desarrollo de unos hábitats de calidad en la zona, se propone evitar la tala o desbroce de la vegetación natural entre el límite de la cota de inundación del nivel máximo normal y la zona de expropiación.
- Dado que gran parte de la obra está muy avanzada en el embalse, se deberá ser especialmente cuidadosos en la zona del Azud, donde se propondrán una serie de medidas correctoras que permitan obtener, al final de la obra, un conjunto de comunidades vegetales que sean de igual o mayor calidad ambiental a las que se

sustituyen, corrigiendo de esta manera la afección sobre fauna, flora y hábitats de interés.

- En el caso de la zona del embalse de Mularroya, se propone una medida de restauración que desarrolle uno de los tipos de hábitats más valiosos del área y que no lo encontramos en buen estado de conservación de la zona. Proponemos, como medida correctora, el desarrollo de vegetación de matorrales arborescentes de *Juniperus* en la zona de expropiación de Mularroya, que permita corregir el impacto que la obra tiene sobre estas formaciones
- Incremento y mejora de la conservación de la vegetación de ribera en el río Jalón y el río Grío. Mejora del hábitat 92A0: tiene como objetivo conseguir la implantación de hábitats de vegetación de ribera que mejoren el estado de conservación actual de este tipo de hábitat y corrijan la afección que producen las obras en este tipo de comunidades.

#### *D) Fauna (ZEPA Desfiladeros del Jalón y el LIC Sima del árbol)*

Para el conjunto de las afecciones sobre la fauna, se ha desarrollado una serie de medidas correctoras orientadas sobre los grupos de especies de mayor valor ambiental de la ZEPA, focalizando mucho la actuación en las zonas del Azud del Jalón, pero proponiendo medidas que favorezcan la mejora de poblaciones de la fauna más representativa de todo el espacio natural afectado. Las medidas son las siguientes:

- Propuesta de seguimiento y gestión de la población de Águila-azor perdicera (*Hieraetus fasciatus*) y otras rapaces en la zona de Mularroya y su entorno. Su objetivo es el de mejorar el conocimiento de la especie en la zona de estudio, así como de mejorar los parámetros reproductores en base a una mejora en la disponibilidad de especies-presa.
- Propuesta de adecuación de infraestructuras para el asentamiento de colonias de quirópteros en la zona de Mularroya y su entorno. Sus principales objetivos serán la Recuperación de las poblaciones de murciélagos en la zona de estudio, creación de refugios alternativos y fomentar la recuperación de infraestructuras abandonadas o en desuso.
- Seguimiento, vigilancia y mejora de las poblaciones de nutria (*Lutra lutra*) en el Jalón desde el azud de huérmeda hasta la unión con el Grío. El objetivo de la medida será el seguimiento de las poblaciones de nutria desde el Azud aguas

arriba de Huérmeda (zona de los polvorines) hasta la unión del Grío con el Jalón. De esta manera se podrá evaluar la afección a la población de las obras, la necesidad de aplicar medidas preventivas además de las ya previstas, o incorporar medidas correctoras en el caso de que se detecten impactos no previsibles actualmente.

- Escala de peces en el azud de derivación: Para que el azud en el río Jalón no suponga un obstáculo para los peces se ha diseñado un paso por el que puedan transitar los mismos.
- Seguimiento, vigilancia y mejora de las poblaciones de aves y mamíferos en las zonas rupícolas de las zonas de afección en el río Jalón y río Grío. Se propone hacer un seguimiento de las poblaciones de especies de interés de las zonas rupícolas en el entorno del embalse y del Azud de Mularroya así como diseño de posibles medidas que sirvan para la mejora de las poblaciones en función de los resultados de los seguimientos. Se elaborará un listado de las especies que habitan estos hábitats o que los usan como zona de campeo o nidificación
- Propuestas de medidas correctoras para la conservación de las poblaciones de madrilla (*Parachondrostoma miegii*) y su hábitat en el río Jalón: los objetivos de dicha medida son mejorar las condiciones del río Jalón, mejora de las poblaciones de peces autóctonos amenazados y efecto sinérgico positivo hacia el resto de especies del río.

## **ANEXO 13. Medidas propuestas en el Bajo Jalón (PHE 2010-15)**

### **1. Turbinado en el embalse de Mularroya**

Las actuaciones a realizar se sitúan en el término municipal de Ricla (pie de presa de Mularroya) afectando a las masas de agua subterránea conocidas como Aluvial del Ebro: Tudela-Alagón (52), Aluvial del Ebro: Zaragoza (58), Somontano del Moncayo (72), Sierras paleozoicas de la Virgen y Vicort (74), Campo de Cariñena (75). Y a las superficiales 446. Río Jalón entre el río Grío y su desembocadura en el Ebro.

#### **- Motivación y objetivos de la actuación**

El objetivo de la medida es construir una central hidroeléctrica al pie de presa del embalse de Mularroya, actualmente en construcción aunque, por el momento se encuentra paralizada, con el fin de que los usuarios agrícolas sean capaces de explotar los saltos de agua de los caudales utilizados para el riego y así reducir el pago de cánones por la electricidad consumida.

#### **- Descripción del proyecto**

Los detalles de la construcción del proyecto son escasos en el PHC del Ebro 2010-2015 sólo se recoge lo siguiente: se plantea la construcción de una central hidroeléctrica en el pie de presa del embalse de Mularroya de tal forma que se turbinen los caudales salientes del embalse.

#### **- Viabilidad y eficacia del proyecto**

La propuesta no presenta impedimentos para poder instalar la central a pie de presa ni para su posterior enganche a la línea eléctrica. Asimismo, no perjudica ambientalmente a las masas de agua afectadas ni a ningún terreno catalogado como LIC, ZEPA u otra figura de protección de esta índole. Por consiguiente, se puede decir que la propuesta resuelve el problema planteado de la zona afectada.

#### **- Repercusión socioeconómica**

La inversión inicial del proyecto es de 3.299.964,70€, a falta de una actualización de precios, más unos costes de mantenimiento anuales de 65.999,29 €/año que tendrán que pagar totalmente los usuarios sin subvenciones.

Aun con todos estos gastos, durante el proceso de participación pública del Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro de 2009 el proyecto contaba con la aceptación social debido a que la población ve la actuación como una oportunidad de reducir el precio del  $m^3$  de agua utilizado. Además, se estima que durante las obras se generaran empleos y que la reserva de agua para regadío, abastecimiento e industria mejorará dando como resultado un aumento de la economía y población de la zona.

## **2. Consolidación y mejora de regadíos en el acuífero de Alfamén desde embalse de Mularroya**

El proyecto engloba a los términos municipales de Aguarón, Alfamén, Almonacid de la Sierra, Cariñena, Cosuenda y Longares, dentro de la Comarca del Campo de Cariñena y a las masas de agua Rambla de Cariñena desde su nacimiento hasta su desembocadura en el Jalón, al Río Jalón desde el Grío hasta su desembocadura en el Ebro; y a los acuíferos de Campo de Cariñena, Pliocuaternario de Alfamén, Mioceno de Alfamén.

### **- Motivación y objetivos de la actuación**

La actuación, ha sido motivada por los problemas cuantitativos observados en la masa de agua subterránea Mioceno de Alfamén debido a su intensa explotación la cual, llevó a tomar medidas preventivas de no tramitar temporalmente nuevas concesiones sobre la masa de agua por parte de la CHE hasta realizar un estudio hidrogeológico. Además, toda esta situación se ve apremiada porque la zona afectada basa su suministro de agua para riego en aguas subterráneas. Por ello, las actuaciones se realizan con el objetivo principal de incrementar las garantías de riego mediante aguas del embalse de Mularroya gracias a un caudal constante de  $0,5\ m^3/s$  que regará la zona comprendida entre Alfamén, Almonacid de la Sierra, Cariñena y Longares.

### **- Descripción del proyecto**

Con la actuación se pretende consolidar la zona regable de la Comunidad de Regantes del Acuífero de Alfamén cuya demanda total es de  $7\ hm^3$  para superficie actual de riego son 7.000 ha de vid (principalmente) y frutal.

Para poder llevar a cabo este objetivo se pretende aprovechar la infraestructura de riego de la Margen Derecha del Jalón que partirá desde Mularroya y hacer una derivación que vaya hasta una balsa de regulación con el fin de repartir el agua a las distintas balsas que existen en la zona del acuífero. Esta opción se verá apoyada al utilizar la acequia de

Carretillo para la distribución de agua al sistema, ya que nace prácticamente a pie de presa del embalse de Mularroya. Además se generará un sistema de balsas por toda la zona afectada que permita regular agua adicional a la que se acumula en las balsas particulares.

Los regadíos afectados por el proyecto son los pertenecientes a los municipios de Aguarón, Alfamén, Almonacid de la Sierra, Cariñena, Cosuenda, Longares y los que reciben servicio de la acequia de Grío.

También se ha planteado la construcción de una balsa a una cota más elevada que la anterior, la cual se llenaría mediante elevación del agua de la balsa principal y desde allí, la tubería utilizada para el bombeo, servirá agua por gravedad a la balsa inferior en los momentos en que el embalse esté lleno.

- Viabilidad y eficacia del proyecto

La eficacia y viabilidad del proyecto se cumple en todos sus sentidos, no habiendo problemas técnicos ni ambientales a la hora de realizar las obras necesarias.

- Repercusión socioeconómica

El Presupuesto de Ejecución Material asciende a un total 23.834.891,97 €, con un gasto de expropiaciones, 14 ha, estimado en 18.000 €/ha; ascendiendo la suma total a 504.000,00 €.

Además, hay que sumar los Gastos de Explotación y Mantenimiento, 286.018,70 €; cantidad que se verá incrementada por la parte correspondiente de amortización de las tuberías principales provenientes de Mularroya.

El coste del agua a pagar por los regantes se compondrá de dos elementos:

- La tubería que sale del pie de presa de Mularroya y discurre común a los regantes del bajo Jalón y a los del campo de Alfamén.
- El tramo exclusivo de uso por los regantes del campo de Alfamén.

Estos costes recaerán en su mayor parte sobre los usuarios del bajo Jalón, 98.712.787,61 € quedando a pagar 2.637.205,19 € pertenecientes a los usuarios del Acuífero.

La obra puede ser financiada, de manera excepcional, al 80% por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. La recuperación de costes consistirá en una serie de tarifas aplicadas a las diferentes comunidades de regantes estipuladas en 112,16 €/ha por usuario al año.

En resumen, toda esta actuación mejorará la eficiencia de la agricultura, garantizándose la competitividad y sostenibilidad del uso agrícola en la zona, incrementándose también la productividad de las explotaciones existentes por una mejora en la garantía de suministro (PHE 2010-2015); generación de empleos temporales y mejora de la reserva de agua para el regadío.

### **3. Modernización de los regadíos dependientes del embalse de Mularroya**

Las actuaciones a realizar se sitúan en los términos municipales de Ricla, Alagón, La Almunia de Doña Godina, Bárboles, Bardallur, Calatorao, Épila, Figueruelas, Grisén, Lucena de Jalón, Luceni, Lumpiaque, Pedrola, Plasencia de Jalón, Pleitas, Ricla, Rueda de Jalón, Salillas de Jalón, Urrea de Jalón y Zaragoza. Afectando a las masas de agua superficial del Río Jalón entre el río Grío y su desembocadura en el Ebro y las subterráneas del Aluvial del Ebro: Tudela-Alagón, Aluvial del Ebro: Zaragoza, Somontano del Moncayo, Sierras paleozóicas de la Virgen y Vicort y Campo de Cariñena.

#### **- Motivación y objetivos de la actuación**

Debido al riego por inundación que se da en la zona el volumen de agua gastada es muy elevado. Asimismo, se dan problemas de contaminación de las aguas, puesto que este método arrastra los fertilizantes y fitosanitarios aplicados a los cultivos. Esta situación lleva a proponer como solución la modernización de regadíos con el fin de aumentar la productividad del riego en el Bajo Jalón y reducir las dosis de riego, lo que a su vez, mejorará la situación de los acuíferos explotados.

#### **- Descripción del proyecto**

El conjunto de obras del proyecto pretenden la consolidación 14.303,87 has con una dotación de riego de 9.319,00 m<sup>3</sup>/ha/año. Con este fin, se construirá una tubería a presión desde el embalse de Mularroya (cota 420 m.s.n.m.) por la margen derecha del

río, cruzando ramales, de menor diámetro que el principal, en zonas adecuadas para irrigar la margen izquierda.

Respecto a la modernización de los regadíos del Bajo Jalón se ha diseñado una tubería a presión desde el embalse de Mularroya que acabe dividiéndose en dos ramales que bajen por ambas márgenes del río Jalón hasta balsas de almacenamiento con una capacidad de 500.000 m<sup>3</sup> o más.

También, desde la conducción de la margen derecha saldrá una tubería para abastecer el campo del acuífero de Alfamén que dispondrá de dos balsas principales de 1 hm<sup>3</sup> cada una, una a cota 410-420 msnm aproximadamente que se llenará por gravedad desde la tubería y otra sobre la cota 450-460 msnm llenada por bombeo de la anterior aunque, se construirá un by-pass para, en los momentos en que el embalse se encuentre lleno, se pueda llenar la balsa alta por gravedad. El caudal que circulará hacia estas balsas es de 0,5 m<sup>3</sup>/s.

- Viabilidad y eficacia del proyecto

La propuesta resuelve el problema para el regadío, sin embargo, la viabilidad ambiental del proyecto está en entredicho. Aunque la actuación mejore el estado ambiental de las masas de agua afectadas existen controversias sobre si las infraestructuras afectarán o no a espacios protegidos y/o con un alto valor ecológico.

- Repercusión socio económica

El Presupuesto de Ejecución Material asciende a un total de 101.349.992,80 €, a los que hay que sumar los Gastos de Explotación y Mantenimiento con una cuantía anual del 1,2% del presupuesto de Ejecución Material 1.215.774,20 €/año.

De estos costes, los regantes del acuífero de Alfamén pagarán un total de 2.637.205,19 €, siendo el resto la parte de amortización de los regantes del bajo Jalón (98.712.787,61 €).

La financiación de la obra será conjunta entre el Ministerio de Medio Ambiente y Medio rural y Marino (80%) y la Comunidad de Regantes con un cargo del 20% en varias tarifas. Además, se aplicará una tarifa de recuperación de costes estimada en

205,46 €/Ha para los regantes del Bajo Jalón y de 11, 10 €/Ha para los del Acuífero de Alfamén.

Económicamente hablando, este proyecto mejorará la eficiencia y productividad de la agricultura de la zona y mediará sobre la economía local debido a la contratación de maquinaria y personal.

Con respecto a los efectos sociales se generarán empleos temporales y fijará la población en el medio rural debido al dinamismo que se genera en la economía de la zona.

Por último, se ha observado que el proyecto consta en general con aceptación social, aunque, existe una parte de la sociedad y de colectivos que se oponen a la construcción del embalse de Mularroya esgrimiendo motivos medioambientales.

#### **4. Mejora y consolidación de regadíos de la comunidad de regantes del acuífero de Alfamén**

Esta medida afectará tanto a las masas de agua superficiales conocidas como Canal Imperial de Aragón, Rambla de Cariñena y río Grío, como a las subterráneas denominadas Campo de Cariñena, Pliocuaternario de Alfamén y Mioceno de Alfamén. En concreto, físicamente las actuaciones se ubicarán en los municipios de Aguarón, Alfamén, Almonacid de la Sierra, Cariñena, Cosuenda y Longares.

##### **- Motivación y objetivos de la actuación**

El objetivo principal de la actuación es el incremento de las garantías de riego para la zona ubicada entre Alfamén, Almonacid de la Sierra, Cariñena y Longares. Para ello, se pretende aprovechar las aguas superficiales del Canal Imperial de Aragón como complemento al aprovechamiento de aguas subterráneas que se da en la zona.

El estudio de esta actuación ha sido motivado por los descensos piezométricos observados en la masa de agua subterránea Mioceno de Alfamén la cual, está en riesgo de no cumplir los objetivos de la DMA por infracciones cuantitativas provocadas por el alto volumen de extracciones de agua que se dan en la masa. Este problema generó una

medida preventiva temporal promovida por la CHE de no admitir nuevas concesiones de aguas subterráneas en la zona la cual basa su abastecimiento de agua para riego desde este acuífero.

Debido a la situación generada se procedió a realizar un estudio hidrogeológico que clarificara el estado de la unidad hidrogeológica. El resultado fue que el sistema tiene capacidad para mantener el régimen actual de bombeos. No obstante, la concentración de extracciones en algunos sectores, sector de Alfamén-Virgen de Lagunas ha generado significativos descensos piezométricos acumulados en el periodo 1988-2006 provocando a su vez un aumento de costes de bombeo y de construcción de captaciones, pérdidas de rendimiento e incluso anulación de captaciones de poca profundidad al quedar con insuficiente espesor saturado.

Por todo ello, se contemplan varias alternativas entre las que se encuadran el mantenimiento de las medidas temporales sobre concesiones de aguas subterráneas e incluso aumentarlas y el fomento del uso conjunto con recursos superficiales provenientes de la cuenca o fuera de ella.

Otras medidas que aumentarían las garantías para riego en la zona serían la constitución y fomento de una comunidad de usuarios de recursos superficiales-subterráneos para realizar una correcta explotación conjunta de las mismas, o la planteada construcción del embalse de Mularroya.

#### - Descripción del proyecto

Con la medida propuesta se pretende que, mediante sucesivas elevaciones (un total de 400 m de altura) desde el Canal Imperial de Aragón, se consiga la consolidación de una superficie de 4.929 has de regadío, de las cuales la mayor parte son viñedos regados con aguas subterráneas actualmente.

Además de las hectáreas fijadas, se ha previsto un posible aumento futuro amentando así la superficie regable hasta 5.500 has.

A la hora de realizar el riego, la Comunidad de Regantes del Acuífero de Alfamén tendrá que someter el uso del agua procedente desde el Canal Imperial a las siguientes premisas:

- Se limita la toma de caudales desde comienzos de octubre hasta finales de mayo.
- Durante Julio y Agosto las balsas con agua del Canal sólo cubrirán el 25% de las necesidades de los cultivos.
- El municipio de Aguarón tiene que tener cubiertas totalmente sus demandas de riego en Julio y Agosto por aguas del Canal.

Para poder realizar el abastecimiento desde el Canal Imperial hasta el acuífero de Alfamén es necesario construir una red de captación y distribución para el agua que termina en un conjunto de balsas de regulación distribuidas sobre la zona a regar. Es decir, el proyecto consta de cinco actuaciones para poder llevarse a cabo:

- Una toma de derivación de  $4.421.125 \text{ m}^3/\text{año}$  de agua desde la margen derecha del Canal Imperial hacia el acuífero.
- Cinco balsas de regulación para almacenar  $1.946.125 \text{ m}^3$  de recurso.
- Bombeos desde las balsas a las zonas regables.
- Red de impulsión y elevación del caudal.
- Línea eléctrica de alta tensión para el funcionamiento de las estaciones de bombeo.

En la siguiente figura se muestra el trazado y disposición de las actuaciones necesarias para llevar a cabo el proyecto (figura 39).

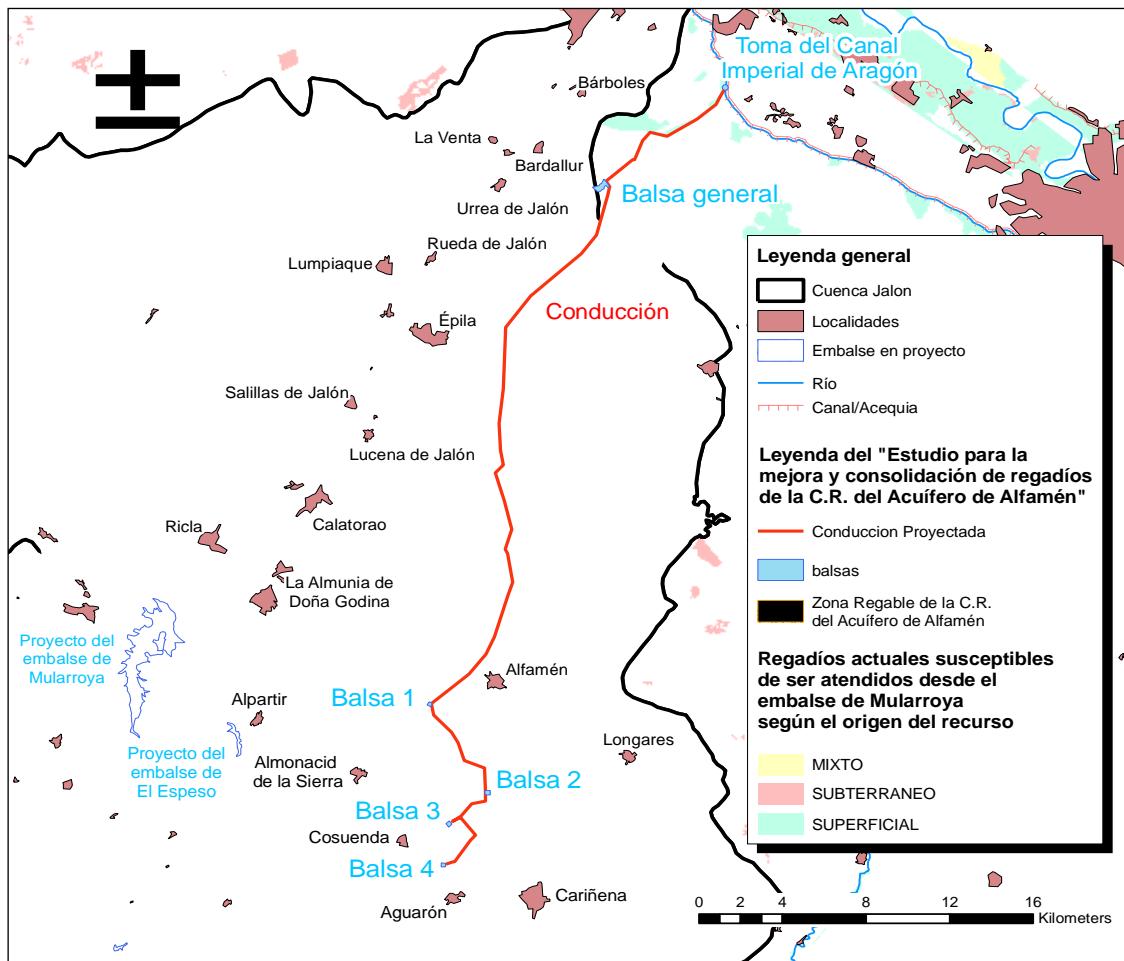


Figura 39. Ubicación de las actuaciones necesarias para la mejora y consolidación de regadíos de la C.R. del Acuífero de Alfamén. Fuente PH de la Cuenca del Ebro 2010-2015.

- Viabilidad y eficacia del proyecto

La medida cuenta con una eficacia total sobre el problema ya que se basa en la gestión global de los recursos hidráulicos de la zona consiguiendo un mayor rendimiento al utilizar cada tipo de recurso de manera complementaria al otro y así suplir las deficiencias encontradas en cada momento.

En cuanto a viabilidad técnica la captación de éstos caudales del Canal Imperial frente a otras fuentes de agua es mayor puesto que, requiere menos metros de infraestructuras, el gasto energético es menor y la garantía para regadío es mayor. Además, el proyecto cuenta con una DIA favorable, es decir, viabilidad ambiental aceptable.

- Repercusión socioeconómica

El presupuesto final de la actuación asciende a 25.421.995,73€ a fecha de 2008 lo que quiere decir que éste presupuesto se habrá visto incrementado debido a la actualización

de precios y la subida del IVA. Además, a esta cantidad habría que sumarle los costes de mantenimiento anuales los cuales, serían aproximadamente 305.063,95 € más al año. Otro de los gastos en los que sería necesario incurrir sería en los energéticos, a pagar por la Comunidad de Regantes y que están sujetos a las tarifas energéticas del momento. Por otro lado, hay que destacar que la infraestructura necesaria estaría subvencionada por la sociedad mercantil SIRASA al 60% quedando para la Comunidad de Regantes el 40% del pago y la tarifa de recuperación de costes estimada en 198,94 €/ha a 2008.

Con todo ello, las actuaciones de transformación previstas mejorarán la economía local de forma directa e indirecta, además, de generar empleos tanto indirectos como directos y fomentar el uso lúdico ligado al mejor estado ambiental del río. Por todos estos efectos, la aceptación social del proyecto ha sido muy alta incluso llegando a ser medidas reclamadas por los municipios involucrados.

## **5. Recarga de la masa de agua subterránea del campo de cariñena**

La Confederación Hidrográfica del Ebro ha incluido el proyecto “Recarga de la masa de agua subterránea del campo de Cariñena” entre las medidas del nuevo Plan Hidrológico de la cuenca del Ebro con el fin de la restauración de los recursos del acuífero de Alfamén, conformado por las masas de agua subterránea 074 Campo de Cariñena, 076 Pliocuaternario de Alfamén y 077 Mioceno de Alfamén; así como las masas de agua superficiales denominadas Rambla de Cariñena (114) desde el nacimiento hasta la desembocadura en el río Jalón y el propio río Jalón (446) desde el Grío hasta su desembocadura en el Ebro.

### **- Motivación y objetivos de la actuación**

La actuación se plantea debido a la situación en la que se encuentra la Masa de Agua Subterránea del Mioceno de Alfamén. Dicha masa está en peligro de no cumplir los objetivos de la DMA como resultado de los descensos piezométricos acumulados producidos por la fuerte explotación del recurso para el regadío de la zona. Como medida preventiva el Organismo de Cuenca ha prohibido temporalmente el otorgamiento de nuevas concesiones de agua subterránea en la zona.

Podemos decir que la actuación tiene un doble objetivo ya que no sólo incrementa la masa de agua subterránea mediante el incremento de la infiltración del agua de escorrentía, si no que disminuye las inundaciones en el casco urbano de La Almunia de Doña Godina.

Además, este proyecto da cumplimiento a la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto de la presa de Mularroya, azud de derivación y conducción de trasvase, en cuanto a que se adoptan las adecuadas medidas adecuadas para analizar el mantenimiento del acuífero en volumen y calidad de aguas necesarios.

La siguiente imagen muestra la localización de la actuación, la cual engloba a los municipios de Aguarón, Cosuenda y Almonacid de la Sierra (figura 40).

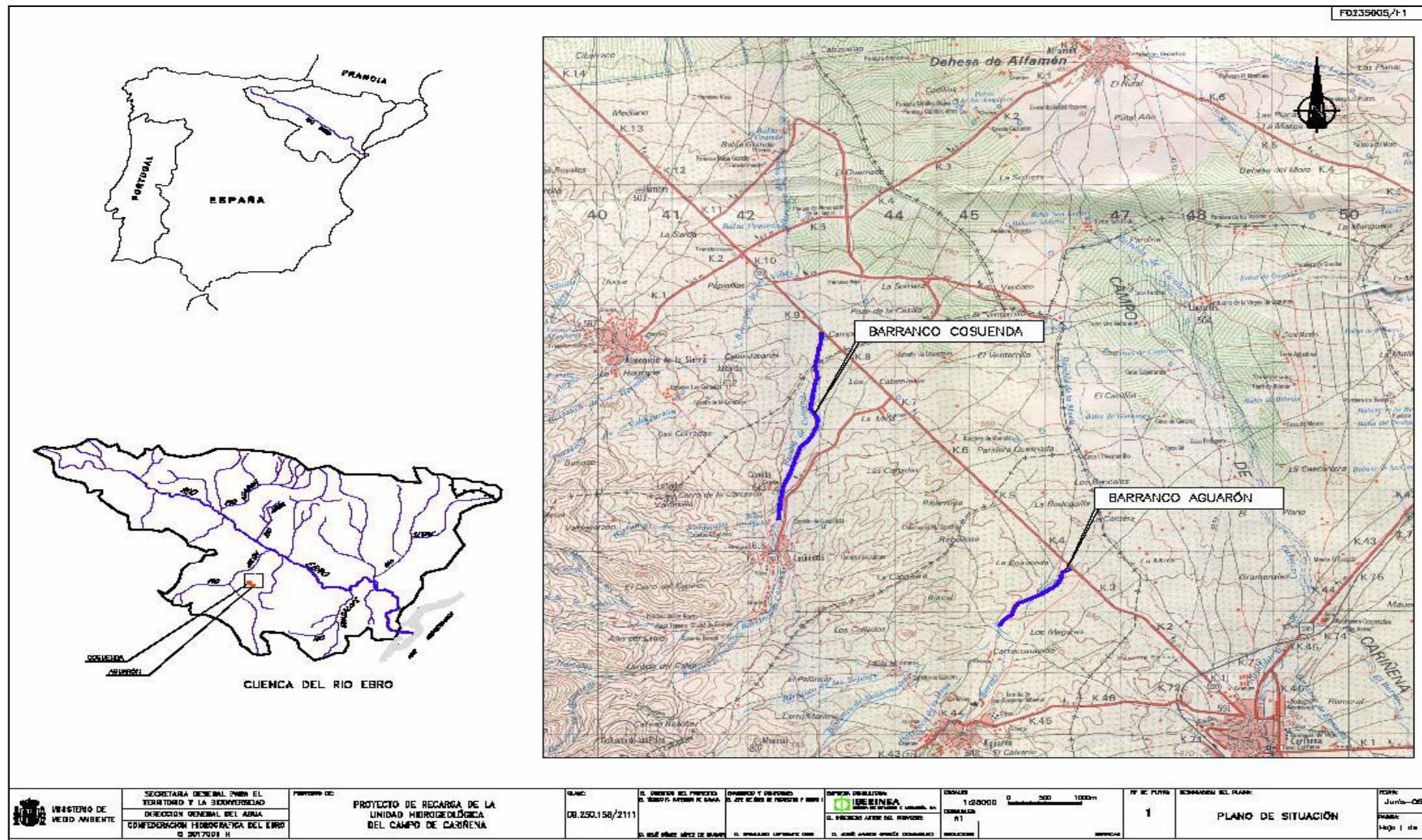


Figura 40. Situación de la actuación sobre el topográfico. Fuente: PHC del Ebro.

- Descripción del Proyecto

El conjunto de obras de las que consta el proyecto se basan en la construcción de 14 diques de retención en los cauces de los barrancos de Aguarón y Cosuenda acompañados por un talud y 9 motas longitudinales distribuidas en ambas riberas.

El objetivo principal de los diques es aumentar el tiempo y la superficie de contacto entre el agua de escorrentía que embalsan y el suelo, favoreciendo la infiltración en el acuífero que recarga la Masa de Agua Subterránea Mioceno de Alfamén.

El proyecto detalla el número de diques en cada barranco estimando así 6 diques en el barranco de Aguarón y 8 diques en el barranco de Cosuenda, con alturas comprendidas entre 1 y 2 m, y con una distancia de 200-300 m entre ellos. Los materiales empleados generarán que las pequeñas estructuras no sean barreras totalmente impermeables ya que su parte superior será permeable al agua en régimen de avenidas extraordinarias.

También se prevén medidas para la preparación del terreno antes de la construcción de los diques puesto que se realizará una limpieza del cauce de 25 cm de profundidad a lo largo de ambos barrancos para favorecer la infiltración del agua.

En cuanto a las motas longitudinales se instalarán en aquellos tramos donde la realización de los diques pueda generar inundaciones de las parcelas contiguas. La actuación en el barranco de Aguarón tendrá una longitud de 1.463 m, y la de Cosuenda 2.965 m. Debido a la actividad agrícola en la zona se han proyectado los barrancos con suficiente anchura como para permitir el paso de maquinaria agrícola.

Concretamente, en el barranco de Aguarón se ejecutarán dos motas en la margen derecha de 580 y 173 m de longitud respectivamente y una mota en la margen izquierda de 848 m. En el barranco de Cosuenda se realizarán 6 motas, tres en cada margen. La longitud total de las motas de la margen derecha será de 984 m y en la margen izquierda se alcanzarán los 679 m de longitud. Dichas motas están dimensionadas para un periodo de retorno de 25 años.

Igualmente, con el fin de comprobar la eficacia de la actuación, se realizará un seguimiento basado en cuatro sondeos piezométricos (ubicando dos por barranco) para

conocer la evolución del nivel freático de la zona al realizar una serie de medidas mensuales.

También se realizarán ensayos de permeabilidad de los materiales de los barrancos, con sus correspondientes ensayos de bombeo y aforos. Los datos obtenidos se contrastarán y complementarán con los extraídos en otros sondeos de la zona.

#### - Viabilidad y eficacia del proyecto

La eficacia de la iniciativa tiene que ser comprobada sobre terreno real una vez se haya producido una gran avenida pero, en la actualidad la eficacia del proyecto ha sido estimada mediante una aproximación estadística, dando como resultado un volumen anual infiltrado de  $0,25 \text{ hm}^3$  en el barranco de Aguarón y  $0,4 \text{ hm}^3$  para el de Cosuenda tras cada evento lluvioso con un periodo de retorno de 25 años.

Si se confirma su eficacia como método de recarga para el acuífero su utilización se podría extender a otros barrancos de la zona o incluso a otras zonas de la cuenca.

Esta actuación es apoyada por su viabilidad técnica puesto que los cauces implicados gozan de una buena permeabilidad y transmisividad. Conjuntamente, la poca pendiente de los cauces y su anchura favorecen la infiltración del agua asimismo, hay que destacar que la actuación se realiza en zonas no urbanas y sin invasión de terrenos particulares por parte de los diques aunque, si se invaden terrenos particulares con las motas.

En cuanto a la viabilidad ambiental, no se afecta a zonas protegidas por la legislación internacional o nacional. Sin embargo, afecta a espacios protegidos incluidos en la Red de Espacios Protegidos de Aragón.

Respecto al mantenimiento de caudales ecológicos la afección por los diques será mínima ya que los dos barrancos sólo llevan caudales en episodios torrenciales. En el caso de las motas aunque, la afección al medio sea débil se han previsto medidas correctoras de revegetación y restauración ambiental del espacio degradado.

- Repercusión socio económica

El presupuesto del proyecto es de 803.642,76€ a 2008, precio que habría que actualizar a los datos de 2012 ya que el IVA se ha incrementado al 18%; a parte de otras modificaciones de precios. Con todo ello, el nombrado proyecto cuenta con una gran aceptación social favorecida por el aporte de soluciones a las inundaciones ocurrente en La Almunia de Doña Godina. Otro de los respaldos de la actuación es la no invasión de terrenos particulares por los diques y en el caso de las motas aunque, si se invadan terrenos privados, son apoyadas debido a la mejora de las condiciones existentes que generarán. Otra característica favorable de la actuación es que el impacto sobre la agricultura (motor económico de la zona) es muy pequeño ya que las motas laterales evitarán la inundación de las parcelas contiguas para un periodo de retorno de 25 años y sin embargo, aumentará los niveles piezométricos con lo que se dispondrá de una mayor disponibilidad de caudal y profundidad de bombeo con lo que los costes energéticos se verán disminuidos.

## **6. Sendero verde del Bajo Jalón**

Una las actuaciones que encontramos en el programa de medidas del PH de la cuenca del Ebro es la construcción de un sendero verde localizado en el tramo bajo del río Jalón, entre Ricla y su desembocadura en Torres de Berrellén, con el fin de mejorar el turismo medioambiental de la zona.

- Motivación y objetivos de la actuación

El proyecto pretende explotar el potencial educativo, cultural, turístico, deportivo y social del valle del Jalón con el fin de mejorar el desarrollo rural y económico de la zona. Para ello, el proyecto requiere la construcción de una serie de infraestructuras y puntos de acceso al río ya que, actualmente, la falta de estas genera una barrera entre la población y el río.

- Descripción del proyecto

El elemento principal de la actuación será la construcción de un sendero peatonal y con vía ciclista por las riberas del bajo del río Jalón. Éste trazado requiere de tareas de desbroce y restauración ligera de viejos caminos. También se colocarán diversas señalizaciones, con fines viales y educativos, así como zonas de descanso.

El recorrido planteado comienza en el azud de la Loma de las Torcas (Ricla), y pasa por los municipios de Calatorao, Lucena de Jalón, Salillas de Jalón, Épila, Lumpiaque, Ruedas de Jalón, Urrea de Jalón, Palencia de Jalón, Bandallur, Pedrola, Bárboles, Alagón y Torres de Berrellén, donde el Jalón se une al Ebro.

Las alternativas del trazado son dos, una de 74,42 Km de longitud que aprovecha muchos de los caminos existentes pero se aleja hasta 500 m del cauce del río; y otra de 74,78 Km de longitud con un recorrido cercano al cauce pero que requiere la construcción de 7 pasarelas para poder completar el itinerario.

- Viabilidad y eficacia del proyecto

La eficacia y la viabilidad del proyecto es total con excepción de algunos problemas ambientales debido a que la propuesta se encuadra en los LIC's ES2430081 "sotos y mejanas del Ebro" y ES2430090 "dehesa de Rueda – Montolar" y en la ZEPA ES0000299 "desfiladero del Río Jalón. Sin embargo, si se siguen una serie de acciones en contra de la erosión, como por ejemplo, abrir el sendero de manera diagonal a la pendiente en lugar de seguir su misma dirección, el proyecto sería finalmente viable.

- Repercusión socioeconómica

Cabe mencionar que debido a las características del proyecto no se plantea la recuperación de costes para esta actuación. Aun así, el presupuesto del proyecto es de 719.484,47 € para la ruta 1 y 1.060.078,18 € para la ruta 2.

A parte, la actuación viene apoyada por la situación en la que se encuentra el territorio. La densidad de población en la zona muestra un territorio rural con una alta despoblación y dedicada a la agricultura y/o ganadería con lo que esta acomodación de los cauces del río podría abrir un nuevo sector económico en la zona y favorecer su crecimiento y desarrollo gracias al turismo ambiental.

## ANEXO 14. Trazado de las zanjas

El canal de Almonacid se representa en la siguiente figura (41)

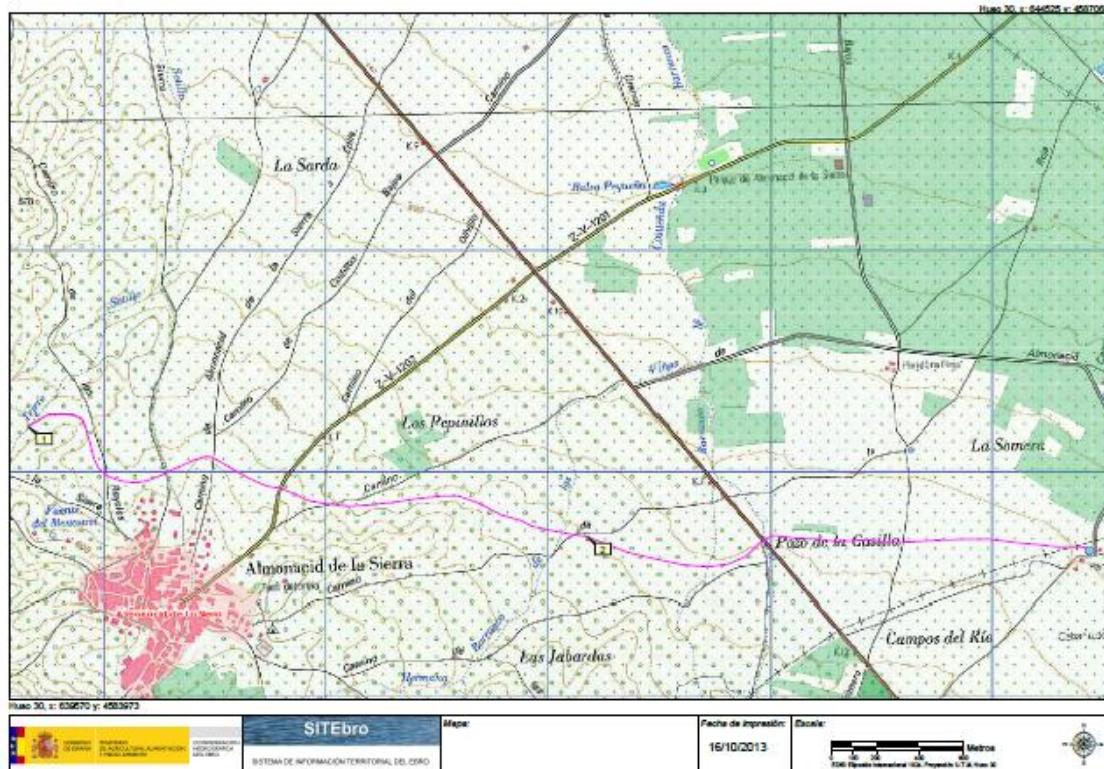


Figura 41. Canal de Almonacid Fuente: Elaboración propia

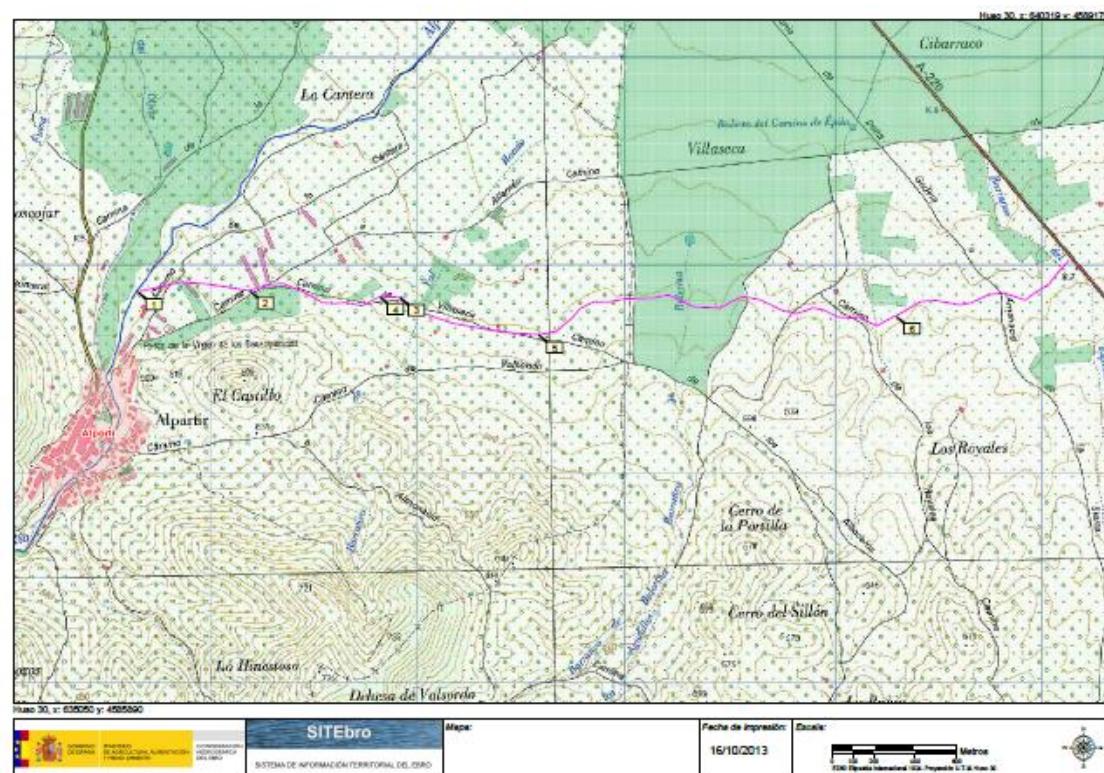


Figura 42. Canal de Alpartir Fuente: Elaboración propia