ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Actividad 4:

Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico

Demarcación Hidrográfica del EBRO

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA

091.072 SOMONTANO DEL MONCAYO

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

Instituto Geológico y Minero de España

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

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

091.072 SOMONTANO DEL MONCAYO

ÍNDICE

1. CARACTERIZACIÓN DE MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 1

1.1 IDENTIFICACIÓN, MORFOLOGÍA Y DATOS PREVIOS 1
1.2 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO 4
1.2.1 *Litoestratigrafía y permeabilidad* *4*
1.2.2 *Estructura geológica* *6*
1.2.3 *Funcionamiento hidrogeológico* *8*

2. ESTACIONES DE CONTROL Y MEDIDAS DE CAUDALES 14

2.1 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE AFOROS 14
2.2 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE CONTROL HIDROMÉTRICO 15
2.3 OTRA INFORMACIÓN HIDROMÉTRICA 15

3. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS TRAMOS DE RÍO RELACIONADOS CON ACUÍFEROS 18

3.1 IDENTIFICACIÓN Y MODELO CONCEPTUAL 18
3.2 RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO 30
3.2.1 *Análisis de series de aforos* *30*
3.2.2 *Análisis de datos hidrométricos* *32*

4. MANANTIALES 38

4.1 MANANTIALES PRINCIPALES 38
4.2 RESTO DE MANANTIALES 44

5. ZONAS HÚMEDAS 47

6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y PROPUESTA DE ACTUACIONES 47

6.1 VALORACIÓN DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS 47
6.2 PROPUESTA DE ACTUACIONES 48

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 51

8. BIBLIOGRAFÍA DE INTERÉS 52

ANEJOS:

Anejo 1 Tablas de estaciones de control y medida
Anejo 2 Listado de manantiales

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Corte geológico tipo de la MASb (San Roman, 1994) 7

Figura 2. Mapa hidrogeológico representativo de la piezometría y direcciones de flujo de la FGP Lías en la MASb 091.072 Somontano del Moncayo. Tomado de San Román, J., 1994. 9

Figura 3. Corte hidrogeológico representativo del acuífero de Tarazona. Tomado de San Román, J., 1994. 12

Figura 4. .. Corte hidrogeológico representativo del acuífero de Huecha. Tomado de San Román, J., 1994. 12

Figura 5. Cortes hidrogeológicso representativo del acuífero multicapa del campo de Borja. 12

Figura 6. Vista general de la presa del embalse del Val, antes de su llenado. 14

Figura 7. Descomposición del hidrograma (método Barnes) de la estación de aforos nº 261 (río Isuela en Trasobares) 31

Figura 8. Análisis del hidrograma EA nº 261 (río Isuela en Trasobares) 31

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

091.072 SOMONTANO DEL MONCAYO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de aforos 15
Tabla 2. Datos en estaciones de medida y control hidrométrico 16
Tabla 3. Identificación de los tramos de ríos conectados 22
Tabla 4. Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos 29
Tabla 5. Resumen de la cuantificación río-acuífero 36
Tabla 6. Manantiales principales. Somontano del Moncayo (091.072) 43
Tabla 7. Estaciones de control propuestas relación río-acuífero 49

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

091.072 SOMONTANO DEL MONCAYO

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Mapa de situación de la Masa de Agua Subterránea 3

Mapa 2. Mapa de permeabilidades 13

Mapa 3. Mapa de estaciones de control y medida de caudales 17

Mapa 4. Mapa sinóptico de la relación río-acuífero 37

Mapa 5. Mapa de manantiales 46

1. Caracterización de MASA de AGUA SUBTERRÁNEA

1.1 *Identificación, morfología y datos previos*

La MASb Somontano del Moncayo, a la que corresponde el código de identificación 091.072 dentro de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, se integraba anteriormente en la Unidad Hidrogeológica 09.36 denominada "Queiles-Jalón", que comprende el amplio somontano que se extiende al pie de la Sierra del Moncayo hasta alcanzar el río Jalón y en ella predominan los materiales mesozoicos recubiertos por detríticos terciarios. Anteriormente se correspondía con la UH 06.02 de igual denominación. Se corresponde con los tramos alto y medio de la cuenca del río Huecha, el sector central de la cuenca del Queiles y la margen izquierda de las cuencas del Jalón e Isuela. En ella se diferencian tres unidades morfológicas: la zona de Sierras (Moncayo, con 2.216 m snm, y La Nava Alta o Tabuenca, con 1.036 m snm en el vértice Bollón), el somontano del Moncayo (con cotas que oscilan entre los 800 m snm en el O y 400 m snm al E y SE) y la depresión del Ebro (con cotas inferiores a los 400 m snm, salvo el cerro testigo de la Muela de Borja, que cuenta con 805 m snm).

Sus límites hidrogeológicos están configurados de la siguiente forma: El límite NE, de carácter cerrado, lo define la estructura regional no aflorante de la falla Nor-ibérica, responsable de la alineación NO-SE (alineación Tarazona-Borja-Bureta-Pozuelo y siguiendo esa dirección hasta el río Jalón) de las principales surgencias regionales de la MASb al poner en contacto por frente de cabalgamiento con una serie de escamas los materiales acuíferos mesozoicos con los depósitos terciarios de la depresión del Ebro. El límite SE que da, por tanto, cerrado en el cauce del río Jalón hasta Morata de Jalón. A partir de esta localidad, el límite SO se define con carácter cerrado por los afloramientos triásicos de las estribaciones orientales de la Sierra del Moncayo. Desde el río Jalón, y pasando por Nigüela, continua por la base de los materiales del Muschelkalk hasta enlazar con el núcleo del anticlinal de Calcena. A la altura del cerro Tonda, el límite se dirige hacia el NO siguiendo las cresterías de la Sierra del Moncayo hasta alcanzar el manantial de Vozmediano. Posteriormente se proyecta hacia los "Ojillos del Queiles" en Ágreda, desde donde continua por la divisoria hidrográfica (supuestamente coincidente con la hidrográfica) entre el barranco de La Nava y el río Queiles y alcanzar el límite de la traza de la falla Nor-ibérica.

Presenta una superficie total de 1.310,7 km², distribuidos de la siguiente forma: 1.257 km^2 (96%) en la provincia de Zaragoza (Comunidad Autónoma de Aragón) y 53 km^2 (4%) en la provincia de Soria (Comunidad Autónoma de Castilla y León). En el ámbito geográfico definido por los límites de esta MASb la cota máxima es de 2.311 m snm y la mínima de 282 m snm, fijándose la cota media en 720 m snm. Se trata de una zona encuadrada en el borde N de la

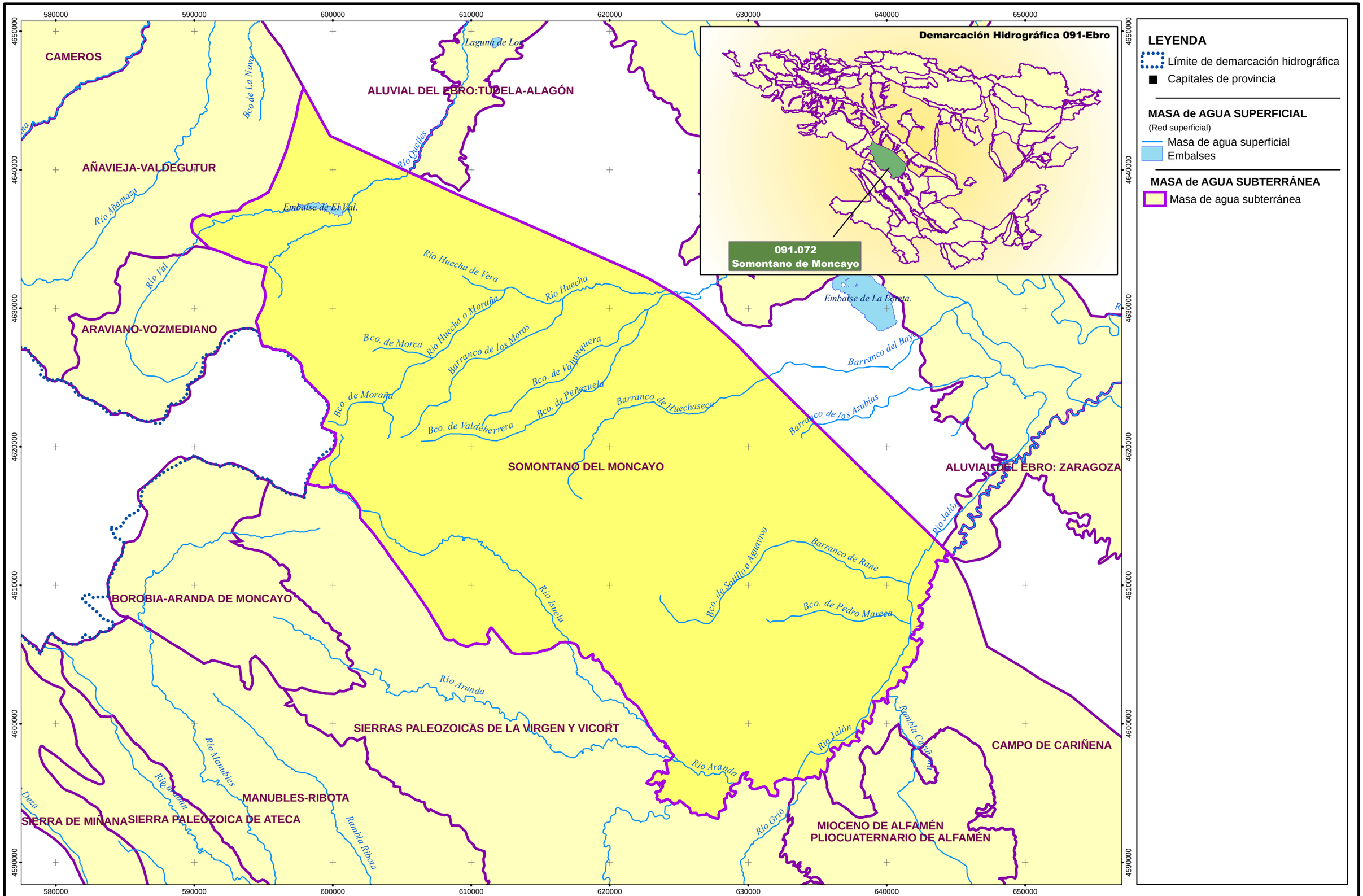
Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, allí donde ésta se pone en contacto con la Cuenca Terciaria del Ebro. Al SO está limitada por el anticlinorio del Moncayo, mientras que la parte NE está ocupada por materiales Terciarios Neógenos en facies continentales, discordantemente superpuestos sobre paleorrelieves Jurásicos. En el centro aparece un importante macizo paleozoico: el semihorst de Tabuenca.

La MASb presenta cinco ríos que discurren entre sus límites, siendo uno de ellos, el Jalón, límite oriental de la MASb. Se trata del río Queiles, desde su cabecera hasta Tarazona, y su tributario el río Val, incluyendo su tramo embalsado por la presa de Val[1], que recoge también las aguas del Queiles aguas arriba de Los Fayos; el río Huecha, desde su nacimiento hasta la población de Ainzón, aguas abajo de las surgencias de Borja; el río Isuela, desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Aranda, excepto un tramo comprendido entre La Tierga y Nigüela en que su curso se integra en la contigua MASb 091.074; el tramo final del río Aranda, desde casi la confluencia del Isuela. Y, finalmente, el río Jalón, desde la población de Villanueva de Jalón hasta unos kilómetros aguas abajo de Lumpiaque.

Esta MASb involucra materiales acuíferos que forman parte de la cobertera mesozoica, como son los Jurásicos carbonatados del Lías y Dogger (constituyen las principales FGPs de la MASb), así como los conglomerados del Terciario continental (Mioceno) y los Cuaternarios aluviales de los ríos Huecha y Jalón.

No existen modelos matemáticos ni se han realizado simulaciones de flujo en la Masa de Agua en su totalidad. Únicamente el sector más meridional de la MASb, que drena directamente al Jalón, es contemplado en el modelo de flujo realizado recientemente por la CHE en el estudio de "Establecimiento de las normas de otorgamiento de concesiones en las unidades hidrogeológicas del Bajo Jalón" que afecta conjuntamente a las MASb 091.076 y 091.077.

[1] Esta gran presa, puesta en explotación en 2001, está situada en el valle del río Val, prácticamente en su desembocadura al río Queiles y a escasos metros aguas arriba del pueblo de Los Fayos (Zaragoza). La obra incluyó un trasvase de aguas del Queiles, mucho más caudaloso, al cauce del Val, que discurre por un valle con menos pendiente y con una cerrada adecuada para la construcción de la presa. Para el trasvase del caudal del río Queiles al embalse del Val se construyó un azud de derivación de 13 m de altura y 70 m de longitud y un canal de toma en el río regulado por compuertas. Así, podríamos decir que uno de los ríos aporta el agua y, el otro, el valle para remansarla. El embalse tiene una capacidad útil de 24 Hm^3.



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO
Instituto Geológico y Minero de España
DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ACTIVIDAD 4
IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

MAPA DE SITUACIÓN DE LA MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 091.072 (SOMONTANO DE MONCAYO) . EG04_091072_map_1.

FEBRERO 2010

1.2 *Contexto Hidrogeológico*

1.2.1 Litoestratigrafía y permeabilidad

Dentro de la MASb 091.072 Somontano del Moncayo los materiales que constituyen las FGPs principales son los Jurásico marinos, principalmente las formaciones calcáreas del Lías y Dogger, fisuradas y carstificadas, con transmisividades muy variables, y, en menor medida, el Terciario detrítico (facies conglomeráticas) y el Cuaternario (terrazas fluviales y depósitos aluviales). Como ocurre en toda la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, desde el punto de vista hidrogeológico, las FGPs mesozoicas se encuentran impermeabilizadas en su base por las facies margo-evaporíticas del Keuper, que constituyen, a su vez, el nivel de despegue de los mantos de cabalgamiento, con sus respectivas escamas.

De entre las formaciones geológicas presentes que tengan características acuíferas y que puedan implicar una relación río-acuífero, las principales son las siguientes, por este orden:

- **FGP Lías** (Grupo Renales), está constituida por las facies carbonatadas (litologías T_{A33}-J_{11} y J_{12-12} del MAGNA 1:50.000) quedando fuera las margo-calizas que se encuentran a techo (Fms. del Grupo Ablanquejo) por su carácter impermeable. Las carbonatadas (carniolas, dolomías, brechas dolomíticas y calizas) forman un conjunto hidrogeológico que presenta una alta porosidad y, por tanto, elevada permeabilidad, debido a una densa red de fisuración y, sobre todo, a un gran desarrollo de las oquedades interconectadas que favorecen la circulación de las aguas subterráneas. La FGP Lías engloba las Fms. Carniolas de Cortes de Tajuña (con potencias que pueden alcanzar los 400 m) y Dolomías tableadas de Cuevas Labradas (con potencias cercanas a los 100 m). De las diferentes facies que se encuentran en la Fm Cortes de Tajuña (evaporíticas, brechas y dolomías), es frecuente encontrar conexión entre las facies brechoides y dolomíticas, dando lugar a trasmisividades altas y variables (desde 500 a 3.000 m^2/día) y coeficientes de almacenamiento que oscilan entre $1{,}4x10^{-3}$ y $3x10^{-4}$, de manera que constituye un excelente acuífero cárstico de tipo difuso (San Román, J., 1994). La Fm Dolomías tableadas de Cuevas Labradas es un potente paquete de calizas que presenta una clara carstificación a favor de las fisuras, con valores de trasmisividad y coeficientes de almacenamiento similares a la Fm anterior. Cabe destacar que la permeabilidad de la Fm Cuevas Labradas radica en la fisuración y carstificación de los niveles calcáreos, mientras que la de la Fm Cortes de Tajuña radica en la interconexión, por disolución y carstificación, de los huecos de las carniolas.

- **FGP Dogger** (Grupo Turia), está representada por un conjunto esencialmente carbonatado marino (litología J_2 del MAGNA 1:50.000), que incluye las Fms Carbonatada de Chelva (con unos 200 m de potencia) la Fm Calizas con esponjas de Yátova (su potencia oscila

entre 2,5 m en Veruela y 10 m en Talamantes y Ricla). Presentan una abundante fisuración por la fracturación que las afecta y tienen un notable desarrollo cárstico, resultado así una FGP de alta difusividad hidráulica (alta permeabilidad y baja porosidad). La carstificación ha afectado a los paquetes carbonatados, sin apenas contenido en margas. El acuífero que conforman se clasificaría como cárstico *sensu estricto*, siendo su característica principal la presencia de grandes conductos cársticos originados a favor de la fisuración (Cuevas de Añón), que concentran el flujo, quedando el resto de la roca sin carstificar. De ahí la irregularidad a veces de sus comportamiento piezométrico y de sus manantiales. La FGP Dogger está cubierta en parte por el Terciario detrítico y por los materiales jurásico-cretácicos margosos en facies Purbeck que semiconfinan el acuífero. Como impermeable de muro se encuentran las margo-calizas del Grupo Ablanquejo.

- **FGP Terciario continental**, está formada únicamente por las facies conglomeráticas del Mioceno inf. que tienen características acuíferas. Además, donde esta Fm fosiliza paleokarst jurásicos, existen otros niveles conglomeráticos a través de los cuales se canaliza el flujo procedente de las FGP Lías y Dogger. Estos niveles aparecen muy limpios de matriz y cemento, constituyendo localmente acuíferos de alta permeabilidad (San Román, J., 1994).

- **FGP Cuaternario**, está representado por los depósitos aluviales y las terrazas fluviales bajas de los ríos Huecha y Jalón. En el caso del río Huecha, el aluvial y la terraza baja se encuentran saturados cerca de las zonas de descarga de aguas subterráneas (manantiales de Borja, Rivas, 20 caños, Fonnueva, etc.), mientras que en el resto de las zonas el aluvial no se encuentra saturado (caso de la zona entre Alcalá de Moncayo y Fonnueva), no pudiéndose considerar como acuífero (San Román, J., 1994). En el caso del río Jalón, las terrazas de la margen izquierda se encuentran colgadas con respecto al nivel regional, y el aluvial, que alcanza buen desarrollo aguas abajo de Ricla, tiene conexión con el acuífero mesozoico, tanto en el área de descarga como en la recarga. Los demás aluviales de los barrancos existentes funcionan igual que el río Huecha, encontrándose únicamente saturados en las áreas de descarga de los flujos regionales (caso aluvial del barranco de Huechaseca).

Asimismo, existen otros materiales que, en menor medida que los anteriores, presentan características acuíferas. Entre ellos destaca la **FGP Malm-Cretácico inf. (facies Purbeck-Weald)** que aflora únicamente en el sinclinorio de Litago, que está formado por un conjunto de tres unidades litológicas, siendo las correspondientes al Grupo Oncala (Cretácico inf.) las carbonatadas. En algunas zonas aparece bastante fisurado y poco cementado, pudiendo presentar permeabilidades medias; es el caso de la zona de Alcalá del Moncayo, donde pierde toda su agua el río Huecha (San Román, J., 1994).

1.2.2 Estructura geológica

La MASb se sitúa en el borde N de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, allí donde ésta se pone en contacto con la Cuenca Terciaria del Ebro.

Al SO se encuentra el "Anticlinorio del Moncayo", que se extiende a lo largo de la Sierra homónima, continuando con dirección SE por las Peñas de Herrera, Cerro Tonda y las localidades de Tierga y mesones de Isuela, hasta alcanzar el río Jalón. Esta estructura es una importante alineación del basamento, de dirección ibérica (NO-SE), y está constituida predominantemente por materiales en facies Buntsandstein y paleozoicos en su núcleo, presentando una cobertera mesozoica en la zona de Peñas Herrera-Calcena. La parte NE está ocupada principalmente por materiales Terciarios Neógenos en facies continentales, discordantemente superpuestos sobre los paleorrelieves jurásicos. En general, presentan buzamientos subhorizontales, salvo al S de Ambel y N de Ricla, donde aparecen plegados. Estos materiales fosilizan un importante accidente tectónico que sitúa a la Cordillera Ibérica cabalgante sobre la Cuenca Terciaria del Ebro, la falla Nor-Ibérica. En el centro, y también con dirección ibérica, aparece el "Horst de Tabuenca", que se extiende desde la localidad de Tabuenca hasta Rodanas-Monegré y en él aflora el basamento paleozoico y las facies Buntsandstein. Entre los macizos de Moncayo y Tabuenca, prolongándose hacia el NO y SE aparece una amplia estructura sinclinal, el "Sinclinal de Litago", cuyo eje se sumerge en ambas direcciones (hacia Litago y Ricla, respectivamente). Los materiales son Jurásicos en práctica totalidad, apareciendo únicamente el Cretácico inf. en facies Weald en el extremo NO. El N de la zona está ocupado por una importante serie Terciaria que culmina con unos depósitos carbonatados lacustres, las Calizas de la Muela de Borja.

El borde de la Cordillera Ibérica se dispone cabalgante sobre la Cuenca Terciaria del Ebro, conocido como cabalgamiento Nor-Ibérico, que está constituido en la zona comprendida por la MASb por otros tres cabalgamientos (reconocidos por perfiles sísmicos) que se sitúan sobre el Mioceno inferior. Estos cabalgamientos, denominados "Pozuelo-Abarquetes", "Peñas Negras" y "Epila-El Sotillo), son fundamentales para entender el funcionamiento hidrogeológico de la MASb, al configurar grandes barreras hidráulicas (San Román, J., 1994).

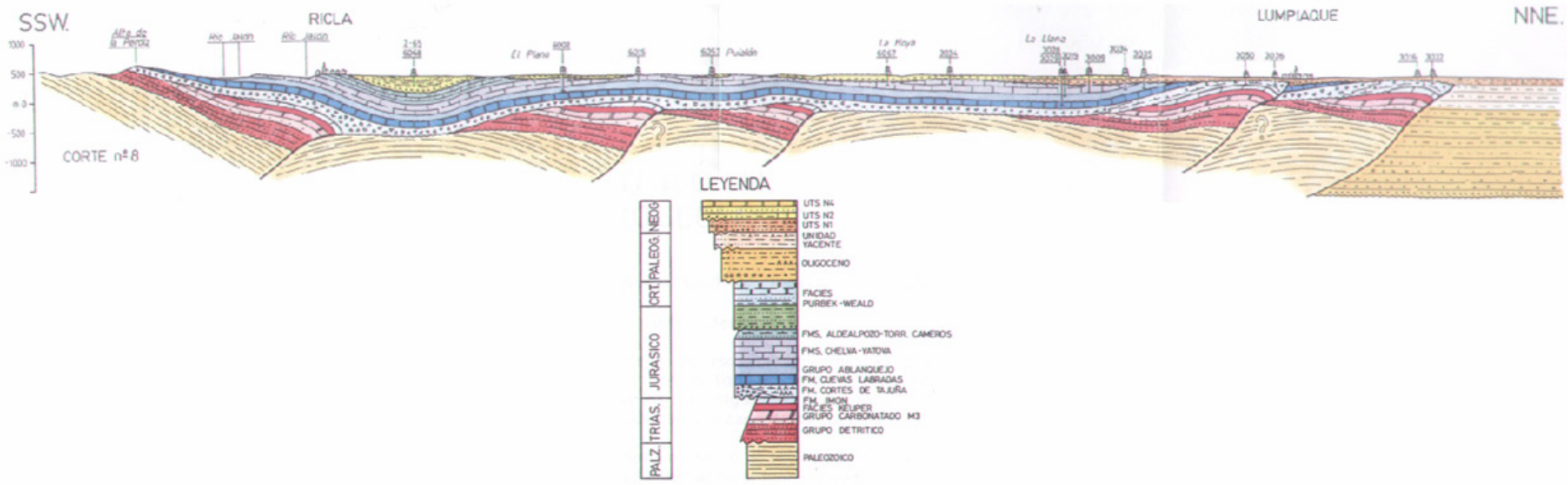


Figura 1. *Corte geológico tipo de la MASb (San Roman, 1994)*

1.2.3 Funcionamiento hidrogeológico

De las diferentes FGPs identificadas en la MASb 091.072 Somontano del Moncayo las principales en cuanto a los vínculos con los cauces superficiales, principalmente generando numerosos manantiales asociados a los frentes de cabalgamiento y repartidos por toda la MASb, así como por la explotación de sus recursos son la **FGP Lías** y, en menor medida, la **FGP Dogger**. Esto no implica que el resto de las FGPs definidas no generen relaciones en distintos lugares de la MASb, como más adelante se verá.

En líneas generales, la tectónica de cabalgamientos desempeña un importante papel en la organización del flujo subterráneo, provocando la transferencia de flujos, desconexiones entre zonas distintas o situaciones de rebose del flujo por enfrentamiento de las FGPs con materiales de baja permeabilidad. Así, el cabalgamiento Nor-ibérico que enfrenta los acuíferos presentes en el entorno de Tarazona, Pozuelo y Epila, con los materiales de baja permeabilidad del Terciario detrítico, provoca el rebose del flujo subterráneo, dando lugar a los manantiales de San Juan, Santa Ana y los Ojos del Pontil, respectivamente. En las cuencas del Queiles y Huecha el flujo subterráneo tiene una dirección preferente hacia el NE, donde se localizan las descargas terminales asociadas también al cabalgamiento Nor-ibérico. Los gradientes hidráulicos obtenidos son muy bajos (del orden del 0,3%), propios de medios de elevada permeabilidad. Al E de la cuenca del Huecha, en la zona de Fuendejalón, existe una divisoria subterránea, de forma que los flujos adquieren una dirección predominante SE, hacia el río Jalón, para alimentar los Ojos del Pontil y, de forma difusa, al propio río. Al sur de la sierra de Tabuenca, las direcciones de flujo tienen la misma componente SE para dirigirse hacia el Jalón, mientras que en la cabecera del Isuela, las direcciones de flujo subterráneo son convergentes hacia el río, para drenar por los manantiales de Purujosa y Cálcena.

El funcionamiento hidrogeológico aparece representado en la siguiente figura.

Figura 2. *Mapa hidrogeológico representativo de la piezometría y direcciones de flujo de la FGP Lías en la MASb 091.072 Somontano del Moncayo. Tomado de San Román, J., 1994.*

Las áreas de recarga las constituyen los contactos con los materiales poco permeables (paleozoico y facies Buntsandstein) con las formaciones muy permeables (Fms Cortes de Tajuña y Cuevas Labradas –FGP Lías- y Fm Chelva –FGP Dogger). Los barrancos que descienden de las Sierras del Moncayo y Tabuenca pierden todo su caudal al atravesar esos contactos; fenómeno que se da incluso en grandes avenidas. Ejemplos de este comportamiento son los siguientes (San Román, J., 1994):

- Bco. de Morca tras atravesar la falla de Talamantes, en donde las aguas se infiltran en los materiales de la FGP Dogger para luego emerger en el manantial de las Cuevas de Añón.
- Bco. de Morata al alcanzar la FGP Lías, en donde sus aguas se infiltran para reaparecer en los manantiales del Rey y del Prado.

- Bcos. que descienden del Moncayo al O de la cuenca del río Huecha que tras atravesar el contacto con el keuper pierden su caudal[2].
- Bco. de los Moros, situado al NO de las Peñas Negras de Herrera al alcanzar la FGP Lías.
- Bco. de Valdeherrera, a la altura de Talamantes, en donde la escorrentía procedente del Cerro Tonda se infiltra (se ha constatado la presencia de varias simas) en la FGP Lías a través de la falla de Talamantes.
- Bcos. de Huechaseca, Molino las Azubias, Rané y Aguaviva, que descienden de la Sierra de Tabuenca y pierden sus aguas en el contacto con la FGP Lías.
- Bco. de Peñezuela, que pierde sus aguas al salir del semihorst de Tabuenca a favor de la FGP Lías.
- El río Isuela entre Trasobares y Tierga, al atravesar los materiales de la FGP Lías.
- La parte final del río Aranda, al atravesar los materiales de la FGP Lías.
- El río Jalón, entre Morata de Jalón y Calatorao, al atravesar los materiales de la FGP Lías.

Otras zonas en las que la recarga es patente son aquellas en las que afloran formaciones que en profundidad constituyen acuíferos, o bien se hallan recubiertas por materiales detríticos Terciarios. Algunas de estas zonas son las siguientes[3]:

- El río Huecha a su paso por Alcalá del Moncayo, donde las aguas se infiltran primero en el aluvial del río para pasar luego a la FGP Dogger en la zona del anticlinal de Veruela donde ésta se encuentra muy fracturada.
- La zona comprendida entre Ambel y Vera del Moncayo, en donde el Terciario detrítico descansa discordante sobre el paleocarst de la FGP Dogger.
- Los afloramientos del Grupo Oncala (FGP Malm-Cretácico inf.) situados en el curso del río Queiles, aguas arriba de Los Fayos.

Al objeto de clarificar el funcionamiento hidrogeológico de la MASb mediante la ilustración de cortes hidrogeológicos, se ha adoptado la diferenciación en acuíferos definida para la zona (San Román, J., 1994), que permiten tener una idea clara del comportamiento de cada uno de los sectores que se identifican en la MASb y que están vinculados con alguna MAS[4]. Así pues, a grandes rasgos se pueden diferenciar los siguientes acuíferos, con sus zonas de descarga:

[2] Motivo por el cual los pequeños embalses de la zona han sido construidos aguas arriba de la zona de recarga.

[3] Dado el objetivo del presente informe, sólo se hace alusión a aquellas zonas que pudieran constituir alguna relación río-acuífero. Para una mayor descripción de todas las zonas de recarga de este tipo, consúltese San Román, J., 1994.

[4] Dado el objetivo del presente informe, sólo se hace alusión a aquellos manantiales que están vinculados con alguna MAS, de manera que constituyan alguna relación río-acuífero. Para una mayor descripción de todos los manantiales asociados con los diferentes acuíferos presentados, consúltese San Román, J., 1994.

- Acuífero de Tarazona (FGP Lías – FGP Terciario detrítico), que presenta un flujo hacia el manantial Ojo de San Juan, que está instalado en la discordancia Terciario-Grupo Oncala, de ahí que el acuífero principal de la zona lo constituyan los conglomerados basales que fosilizan el paleocarst instalado en las facies Purbeck. Véase Figura 3.

- Acuífero de la cabecera del Huecha (FGP Lías), que presenta un flujo procedente del NO y del SE, convergiendo ambos en los manantiales de Cuevas de Añón, del Rey y del Prado, principalmente. Véase Figura 4.

- Acuífero del Alto Huecha (FGP Dogger con FGP Terciario detrítico), que presenta una superficie piezométrica con gradientes altos como consecuencia de la menor permeabilidad de los materiales. Las direcciones de flujo tienden hacia el E, hacia la zona de Bulbuente donde es drenado por los manantiales de 20 caños y Fonnueva. Si bien, parte del flujo continúa por los materiales terciarios, siguiendo esa misma dirección, hacia los manantiales de Borja, donde se produce una descarga conjunta de ambos acuíferos. Véase Figura 4.

- Acuífero multicapa del campo de Borja (FGP Lías con FGPs Terciario detrítico y Cuaternario aluvial), que presenta gradientes hidráulicos del orden de 0,3%, lo que da idea de la alta permeabilidad de los materiales. Principalmente, es drenado a la altura de la localidad de Maleján a través del Terciario detrítico (que a su vez, ocasionalmente, es drenado por el Cuaternario aluvial), en los conocidos como manantiales de Borja (manantiales de Fuentes de Rivas, Balseta, Bargas y Cazuelas, y Luchán). Hay que decir que en periodos de aguas altas, el agua procedente de la escorrentía superficial de las cabeceras de los Bcos. de Valjunquera y Peñezuela se infiltra al atravesar la FGP Lías, generando un domo de recarga que hace en la zona donde el Bco. de Peñezuela abandona los afloramientos impermeables del semihorst de Tabuenca (área de recarga preferente), se produce una variación de la divisoria de aguas, de modo que en aguas bajas el flujo se dirige hacia el río Jalón (manantial Ojos de Pontil) y en aguas altas hacia el Huecha (manantiales de Borja). Véase Figura 5.

- Acuífero del Alto Isuela (FGP Lías), que drena por los manantiales de Calcena.

- Acuífero multicapa de Ricla-Lumpiaque (FGPs Lías y Dogger con FGPs Terciario detrítico y Cuaternario aluvial), en el que se han distinguido 3 áreas:

    - Área del sinclinal de la Cabota: A partir del tramo influente Trasobares-Tierga, se produce la recarga del acuífero, teniendo su flujo una dirección hacia el SE.
    - Área del margen izquierdo del Jalón: El flujo tiende hacia el NE, adquiriendo componente E cerca de las áreas de descarga por efecto dren del río Jalón, que constituye el punto más bajo. Una de las principales áreas de recarga está

identificada aguas arriba de Calatorao. Sin embargo, aguas debajo de este punto y hasta Rueda de Jalón, se produce una descarga. Los gradientes son bajos (aprox. 0,5%) y parece existir una divisoria subterránea que *grosso modo* se situaría al N del Bco. de Mareca. Véase Figura 6.

- Área de Huechaseca-Pontil: El flujo se dirige hacia el SE para ser drenado en los Ojos de Pontil y tiene un gradiente en torno al 0,5%.

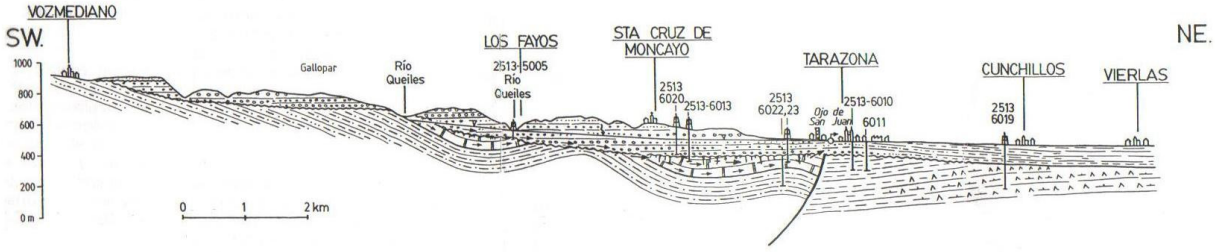


Figura 3. *Corte hidrogeológico representativo del acuífero de Tarazona. Tomado de San Román, J., 1994.*

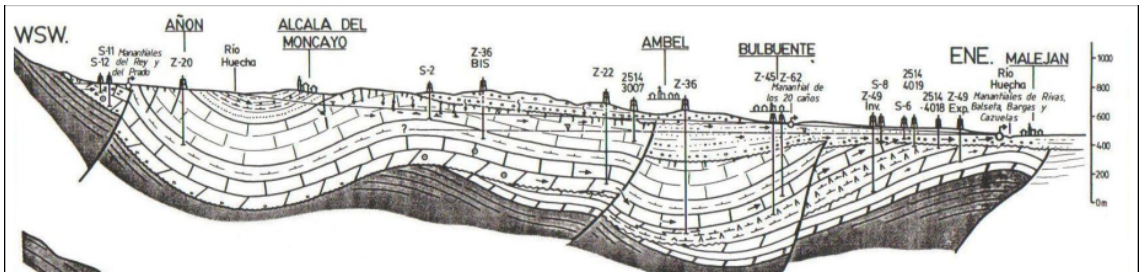


Figura 4. *Corte hidrogeológico representativo del acuífero de Huecha. Tomado de San Román, J., 1994.*

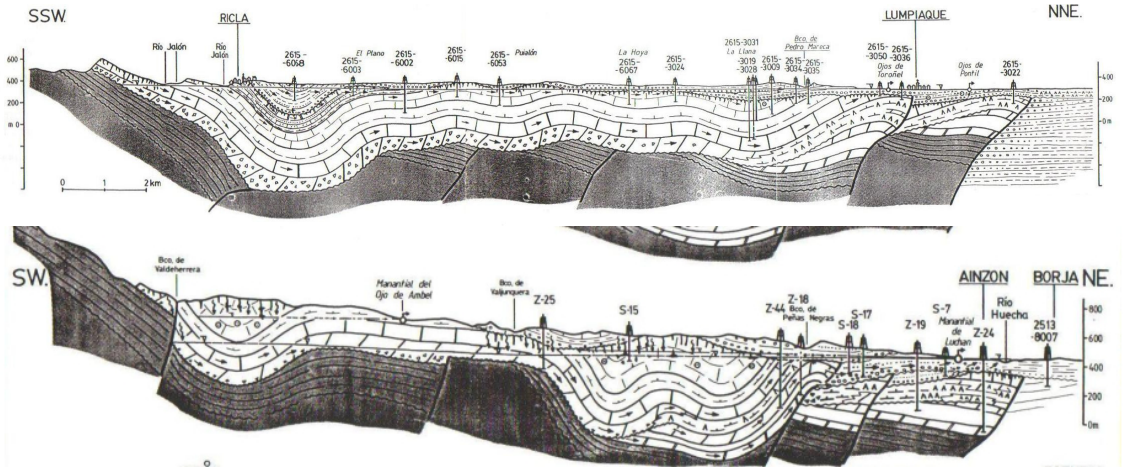
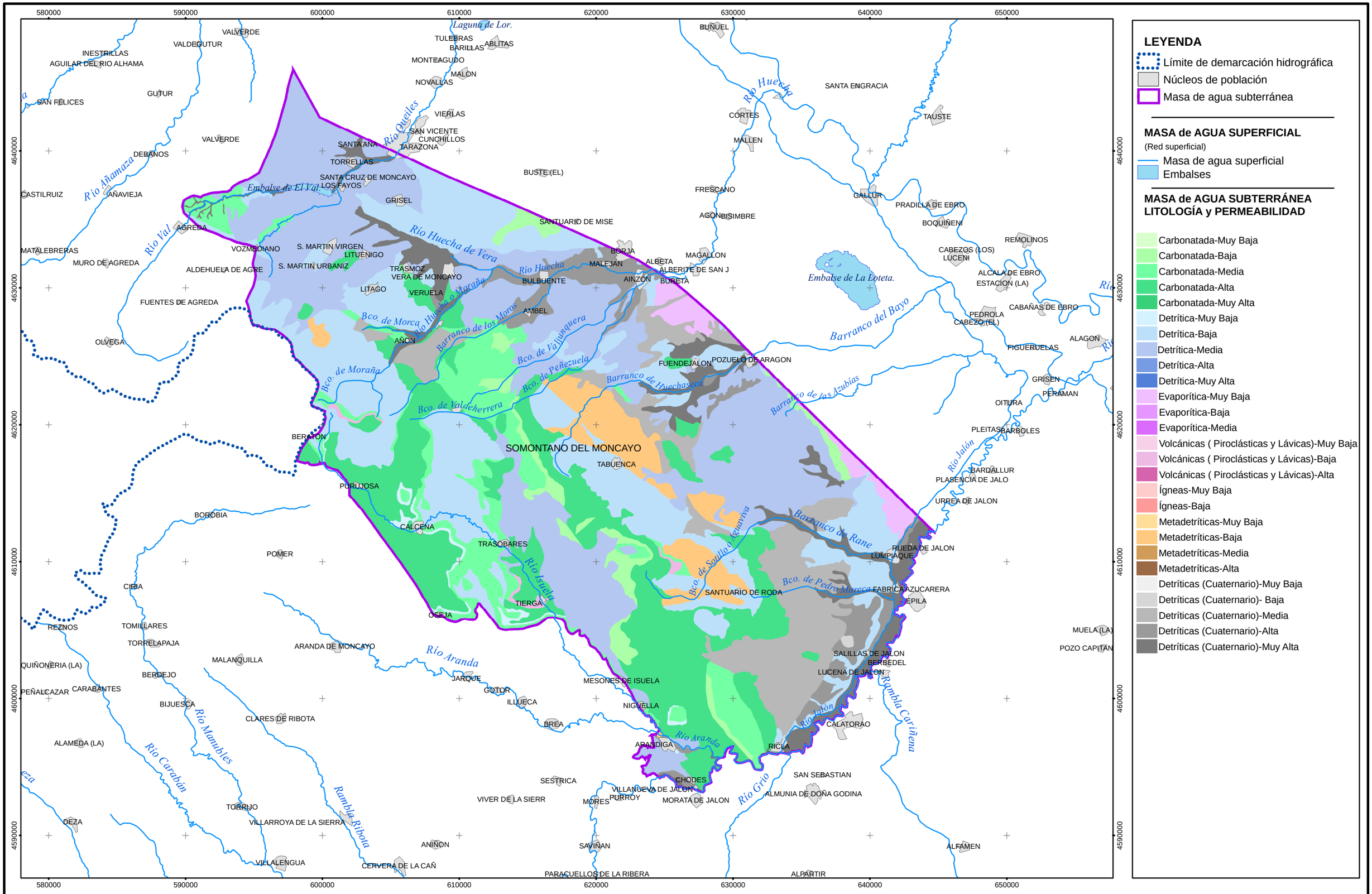


Figura 5. *Cortes hidrogeológicso representativo del acuífero multicapa del campo de Borja.*



LEYENDA

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

MASA de AGUA SUPERFICIAL

(Red superficial)

- Masa de agua superficial
- Embalses

MASA de AGUA SUBTERRÁNEA LITOLOGÍA y PERMEABILIDAD

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

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO
Instituto Geológico y Minero de España
DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ACTIVIDAD 4
IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

MAPA DE PERMEABILIDADES
091.072 (SOMONTANO DEL MONCAYO) . EG04_091072_map_2.

FEBRERO 2010

2. Estaciones de control y medidas de caudales

Las estaciones de medida y control de la MASb 091.072 Somontano del Moncayo corresponden tanto a estaciones oficiales de aforos de la CHE, como a numerosas secciones de control de la red histórica de control de aguas subterráneas del IGME y puntos de control de caudales de la CHE.

2.1 *Estaciones de la red oficial de aforos*

Las estaciones oficiales de aforos de la CHE incluidas en la MASb 091.072 Somontano del Moncayo se sitúan mayoritariamente en la cuenca del río Queiles. La otra estación oficial (EA nº 261) se sitúa en el cauce del río Isuela, a la altura de la localidad de Trasobares. Las EA de la cuenca del Queiles son las siguientes: EA 871que se encuentra en la salida del embalse del Val, la 90, que se sitúa en el Bco. Los Fayos aguas arriba de la confluencia del río Val en el Queiles, y la 174, que se encuentra en el río Queiles aguas abajo de Los Fayos.

La EA nº 871 controla las descargas del embalse del Val (puesto en servicio en 2001 – véase Figura 10) y dispone, por tanto, de escasos datos. La EA nº 90 controla el caudal del Bco. Los Fayos (río Val) antes de la confluencia con el Queiles y aguas arriba de la población de Los Fayos, y cuenta con una amplia serie de datos. La EA nº 174 controla el caudal del Queiles tras la aportación del río Val en Los Fayos, y dispone de datos tomados escasamente en un semestre. La EA nº 261 controla el caudal del río Isuela en la población de Trasobares, tras haberse producido las descargas de la FGP Lías (o acuífero del alto Isuela) por los manantiales de Purujosa y Calcena.

Figura 6. *Vista general de la presa del embalse del Val, antes de su llenado.*

Código estación de control	Nombre de la estación	Estado	Ubicación geográfica			Cauce		Serie de Datos		
			Coordenada UTM Huso 30		Cota (m snm)	Nombre	MAS (codificación CEDEX)	Número de datos disponibles	Amplitud de la serie	Indice de representatividad
			X	Y						
871	Embalse del Val	Inactiva	600693	4636880	556	Val	861	489	Oct 2003 a ene 2005	-
90	Bco. Los Fayos en Los Fayos	Inactiva	601030	4637100	555	Val	861	18.764	Ene 1936 a Mar 1945 Oct 1951 a Sep 1976 Sep 1978 a Sept 1998	-
174	Queiles en Los Fayos	Inactiva	601200	4637424	553	Queiles	954	3.851	Dic 1989 a May 2000	-
261	Trasobares	Inactiva	613347	4611051	651	Isuela	326	4.009	Oct 90 a sep 2001	-

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

Además, recientemente se ha construido una estación de aforos en la acequia que deriva las aguas de los Ojos del Pontil. Sin embargo no se dispone de información de datos de registro.

2.2 *Estaciones de la red oficial de control hidrométrico*

Según la información recopilada, no se dispone de puntos pertenecientes a la red oficial de control hidrométrico en esta MASb.

2.3 *Otra información hidrométrica*

Se tiene constancia de medidas específicas realizadas en trabajos desarrollados en el ámbito geográfico de la MASb por la CHE, así como datos de aforos realizados por el IGME en las secciones de control que conformaron la red histórica de control hidrométrico de este organismo o puntos de control que se midieron ocasionalmente.

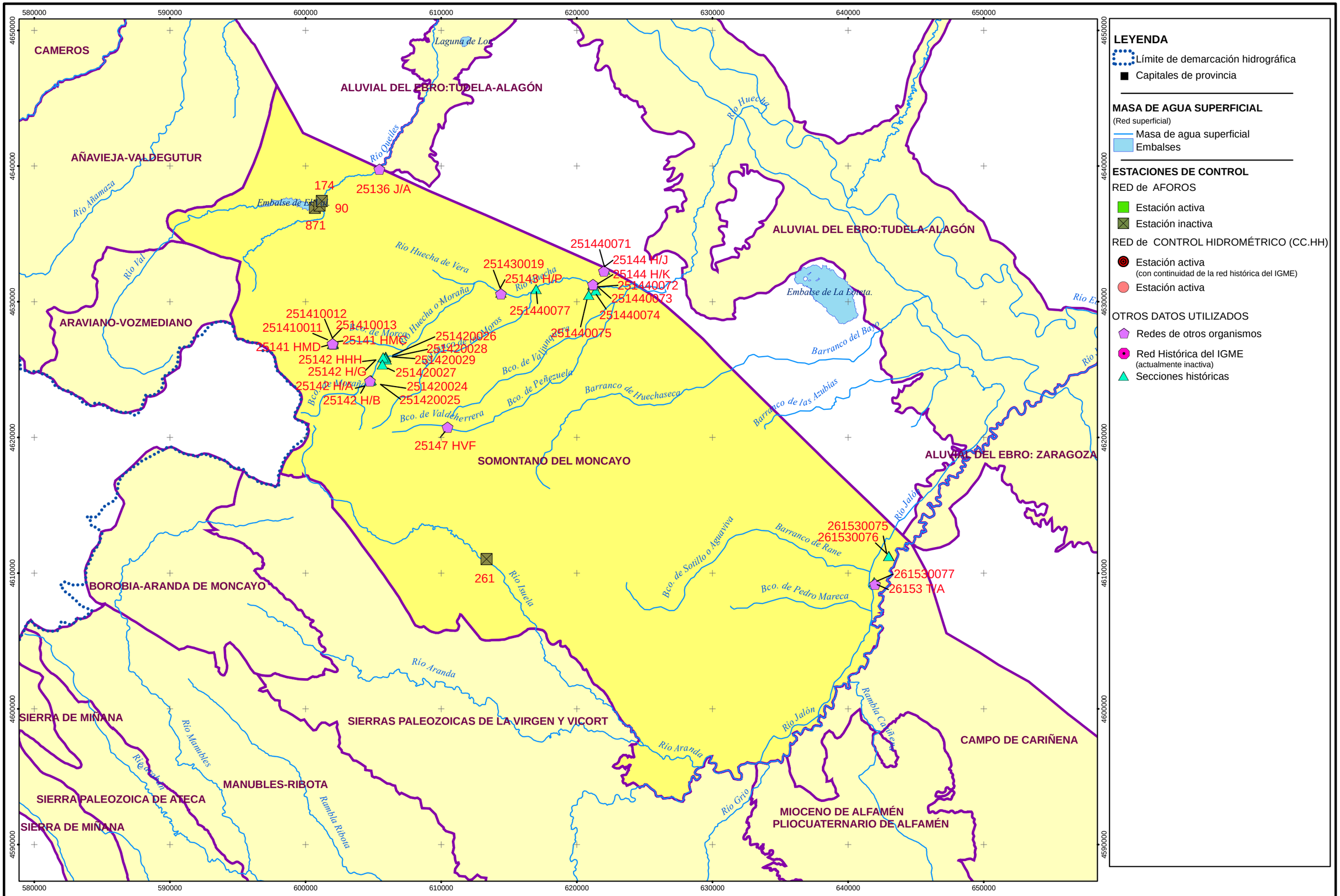
Las secciones y puntos de control quedan sintetizadas en la siguiente tabla:

Código estación		Observaciones	Datos de Caudal				
Código	Referencia bibliográfica		Número de datos	Amplitud de la serie	Caudal mínimo (l/s)	Caudal promedio (l/s)	Caudal máximo (l/s)
25136 J/A	IGME	*Río Queiles en Tarazona. Nacedero de San Juan*	27	feb 88 – jun 95	31	165,9	330
25141 HMC	IGME	*Bco. de Morca*	190	ene 91 – jun 01	26	169	3.000
25141 HMD	IGME	*Central de Morca*	562	jun 84 – dic 95	18	85,7	418
251410013	(1)	*Escala en el Bco. de Morca*	82	feb 86 – oct 99	0	59,7	260
251410011	(1)	*Escala en el Bco. de Valdemanzano*	13	jun 84 – dic 95	18,6	66	350
251410012	(1)	*Central de Morca en el Bco. de Morca*	84	ene 84 – jun 01	0	65	352
25142 H/A	IGME	*Bco. de Morana*	14	ene 91 – jun 01	46	92	192
251420024	(1)	*Escala en el Bco. de Morana*	158	Oct 72 – abr 99	0	103	487
25142 H/B	IGME	*Central de Morana*	707	Sep 77 – jul 91	0	176	912
251420025	(1)	*Escala en la Central de Morana*	43	Sep 79 – jun 01	46	186	608
25142 H/G	IGME	*Río Huecha en Añón*	728	Nov 72 – jun 01	47	216	1.135

Código estación		Observaciones	Datos de Caudal				
Código	Referencia bibliográfica		Número de datos	Amplitud de la serie	Caudal mínimo (l/s)	Caudal promedio (l/s)	Caudal máximo (l/s)
25142 HHH	IGME	*Acequia del Hijuelo – Fuente del rey*	47	Nov 72 – jun 01	0	59	163
251420028	(1)	*Escala acequia del Hijuelo*	15	Abr 94 – jun 01	0	52	87
251420026	(1)	*Escala manantial de las Cuevas*	17	Abr 94 – jun 01	0	99	297
251420027	(1)	*Escala manantial del Prado*	186	Oct 72 – jul 07	20	94	336
251420029	(1)	*Escala estación aforos Huecha*	142	Nov 72 – jun 01	0	219	1.394
251430019	(1)	*Escala Fonnueva*	218	Oct 72 – jul 07	15	92	398
25143 H/P	IGME	*Río Huecha aguas abajo manantial Fonnueva*	11	Ago 88 – mar 95	17	82	162
251440077	(1)	*Escala acequia Sopez*	100	Oct 79 – ene 97	12	53	147
25144 H/K	IGME	*Acequia de Marbadón*	34	Jun 84 – jun 95	0	95	242
251440072	(1)	*Escala acequia Marbadón*	41	Jun 84 – ene 97	0	87	242
25144 H/J	IGME	*Acequia de Sorbán*	15	Abr 84 – ene 95	0	158	466
251440071	(1)	*Escala acequia Sorbán*	24	Mar 91 – nov 97	0	126	466
251440075	(1)	*Escala acequia de Bargas*	72	Nov 72 – ene 97	0	61	205
251440074	(1)	*Escala manantial de Luchán*	121	Nov 72 – jul 07	0	122	256
251440073	(1)	*Escala camino Borja-Talamantes.*	22	Mar 91 – jun 96	0	29	101
25147 HVF	IGME	*Bco. de Valdeherrera en Talamantes*	12	Ene 91 – jun 01	7	23	75
26153 T/A	IGME	*Acequia de Trasobares*	7	Dic 93 – mar 95	49	85	110
261530076	(1)	*Escala manantial Pontil*	84	Oct 79 – nov 2007	0	160	245
261530075	(1)	*Escala acequia Caulor*	92	Oct 79 – nov 2007	0	252	498
261530077	(1)	*Escala manantial Toroñel*	15	Dic 93 – ene 97	0	62	110

(1) Punto de control realizado por la CHE.

Tabla 2. *Datos en estaciones de medida y control hidrométrico*



LEYENDA

- Límite de demarcación hidrográfica
- Capitales de provincia

MASA DE AGUA SUPERFICIAL

(Red superficial)

- Masa de agua superficial
- Embalses

ESTACIONES DE CONTROL

RED de AFOROS

- Estación activa
- Estación inactiva

RED de CONTROL HIDROMÉTRICO (CC.HH)

- Estación activa (con continuidad de la red histórica del IGME)
- Estación activa

OTROS DATOS UTILIZADOS

- Redes de otros organismos
- Red Histórica del IGME (actualmente inactiva)
- Secciones históricas

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN · MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

Instituto Geológico y Minero de España · DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ACTIVIDAD 4
IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

MAPA DE ESTACIONES DE CONTROL Y MEDIDA DE CAUDALES
091.072 (SOMONTANO DEL MONCAYO) . EG04_091072_map_3.

FEBRERO 2010

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

En líneas generales, en la MASb 091.072 Somontano del Moncayo se han identificado diferentes comportamientos de las diferentes MAS con respecto a las FGPs reconocidas, principalmente las pertenecientes al Jurásico carbonatado (FGP Lías y FGP Dogger), gracias fundamentalmente al trabajo de investigación llevado a cabo en la MASb por Javier San Román en el año 1994 para optar al grado de Doctor, y que, en cierta forma, se han descrito ya en el punto 1.2.3 de funcionamiento hidrogeológico de la MASb.

Debido a las numerosas MAS que se integran en la MASb, se ha optado por presentar los tramos identificados de relación río-acuífero para cada uno de los ríos, por este orden: Queiles, Huecha, Isuela, Aranda y Jalón.

3.1 *Identificación y Modelo Conceptual*

Dentro de la MASb 091.072 Somontano del Moncayo se han definido 14 tramos donde existe conexión hidráulica entre las distintas MAS y las **FGPs Lías, Dogger, Malm-Cretácico inf.**, **Terciario detrítico y Cuaternario**.

Los tramos identificados pertenecientes al río Queiles son los siguientes (véase Figura 6):

- **Tramo Queiles I** (091.072.001-tramo conectado con la MAS código 300). Corresponde al tramo de cabecera del río Queiles en el que éste discurre por los materiales permeables de la FGP Malm-Cretácico inf., aguas arriba de la población de Los Fayos. En total puede decirse que se trata de unos 2 km de longitud del tramo en el que la FGP drena la MAS. La MAS relacionada es el río Queiles desde la población de Vozmediano hasta el río Val, que corresponde con un río de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo Queiles II (manantial "Ojo de San Juan")** (091.072.002-tramo conectado con la MAS código 954). Corresponde al tramo alto del río Queiles en el que éste recibe la descarga del manantial conocido como "Ojo de San Juan", situado en el casco urbano de Tarazona. La descarga se produce desde la FGP Terciario detrítico que es recargada lateralmente por la FGP Dogger. La MAS relacionada es el río Queiles desde río Val hasta Tarazona, que corresponde con un río de montaña mediterránea calcárea.

Los tramos identificados pertenecientes al río Huecha son los siguientes (véase Figuras 7 y 8):

- **Tramo Huecha I** (091.072.003-tramo conectado con la MAS código 563). Corresponde al tramo de cabecera del río Huecha en el que toda la escorrentía superficial recogida por el propio Huecha y la canalizada por el Bco. de Morana que se produce durante su discurrir por los materiales impermeables del Keuper, se infiltra en la FGP Lías en el contacto del flanco S del sinclinal de Litago, en un tramo de unos 500 m. Este drenaje de la FGP será enseguida descargado en los manantiales de Añón. La MAS relacionada es el río Huecha desde su nacimiento hasta la población de Añón, que corresponde con un río de montaña húmeda calcárea.

- **Tramo Huecha II (manantiales de Añón)** (091.072.004-tramo conectado con la MAS código 563). Corresponde al tramo de cabecera del río Huecha en el que éste recibe las descargas de las FGP Lías y FGP Dogger en los manantiales de Añón, aguas arriba de esta población. Esta denominación agrupa 3 manantiales: Cuevas de Añón, del Rey y del Prado. En total puede decirse que se trata de 500 m de longitud de tramo en el que las FGPs Lías (descarga en los manantiales del Prado y del Rey) y FGP Dogger (descarga en el manantial de las Cuevas de Añón) descargan a la MAS. La MAS relacionada es el río Huecha desde su nacimiento hasta la población de Añón, que corresponde con un río de montaña húmeda calcárea.

- **Tramo Huecha III** (091.072.005-tramo conectado con la MAS código 302). Corresponde al tramo alto del río Huecha en el que las aguas de éste se infiltran primero en el aluvial del río (FGP Cuaternario), para pasar luego a la FGP Dogger en la zona muy fracturada del anticlinal de Veruela, a la altura de Alcalá del Moncayo. En total puede decirse que se trata de 5 km de longitud de tramo en el que la FGP drena la MAS. La MAS relacionada es el río Huecha desde la población de Añón hasta la de Maleján, que corresponde con un río de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo Huecha IV (manantiales de Bulbuente)** (091.072.006-tramo conectado con la MAS código 302). Corresponde al tramo de medio del río Huecha en el que éste recibe las descargas de la FGP Dogger a través de la FGP Terciario detrítico en los manantiales de Fonnueva y 20 caños, aguas arriba de Bulbuente, y separado uno de otro unos 2,5 km. La MAS relacionada es el río Huecha desde la población de Añón hasta la de Maleján, que corresponde con un río de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo Huecha V (manantiales del campo de Borja)** (091.072.007-tramo conectado con la MAS código 9). Corresponde al tramo de medio del río Huecha en el que éste, por su margen derecha y en un tramo de unos 1.500 m, recibe las descargas de la FGP Lías a través de la FGP Terciario detrítico a la altura de Maleján en los manantiales de Fuentes de Rivas, Balseta, Bargas y Cazuelas y Luchán. La MAS relacionada es el río

Huecha desde la población de Añón hasta la de Maleján, que corresponde con un río de montaña mediterránea calcárea.

Los tramos identificados pertenecientes al río Isuela son los siguientes:

- **Tramo Isuela I (manantiales de Calcena)** (091.072.008-tramo conectado con la MAS código 326). Corresponde al tramo alto del río Isuela (o en época de estiaje el nacimiento del río) en el que éste recibe las descargas de la FGP Lías a la altura de la población de Calcena. En realidad se trata de tres manantiales (códigos IPA 251520001 Fuente del Pueblo, 251520002 Fuente Ojosa y 251520003 Fuente Pocho), pero que se comportan como uno sólo. La MAS relacionada es el río Isuela desde su nacimiento hasta la población de Nigüela, que corresponde con un río de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo Isuela II** (091.072.009-tramo conectado con la MAS código 326). Corresponde al tramo medio del río Isuela comprendido entre las poblaciones de Trasobares y La Tierga, en donde la MAS es drenada al atravesar los materiales permeables de la FGP Lías. En total puede decirse que se trata de 4,5 km de longitud de tramo en el que la FGP drena la MAS, justo antes del límite de la MASb. La MAS relacionada es el río Isuela desde su nacimiento hasta la población de Nigüela, que corresponde con un río de montaña mediterránea calcárea.

El tramo identificados perteneciente al río Aranda es el siguiente:

- **Tramo Aranda I** (091.072.010-tramo conectado con la MAS código 112). El tramo se corresponde con los 2 últimos kms, aproximadamente, antes de que el río Aranda confluya con el río Jalón. En este tramo la MAS es drenada al atravesar los materiales permeables de la FGP Lías. La MAS relacionada es el río Aranda desde el río Isuela hasta su desembocadura en el río Jalón, que corresponde con un río mineralizado de baja montaña mediterránea.

Los tramos identificados pertenecientes al río Jalón son los siguientes (véase Figura 9):

- **Tramo Jalón I** (091.072.011-tramo conectado con la MAS código 444). Corresponde al tramo medio del río Jalón entre la población de Morata de Jalón y la confluencia del río Aranda. En este tramo la MAS es drenada a través de un poco desarrollado Cuaternario aluvial que se apoya en los materiales permeables de la FGP Lías. En total puede decirse que se trata de 3 km de longitud. La MAS relacionada es el río Jalón desde el río Ribota hasta el río Aranda, que corresponde con un eje mediterráneo-continentales mineralizados.

- **Tramo Jalón II** (091.072.012-tramo conectado con la MAS código 445). Corresponde al tramo del río Jalón entre la confluencia del río Aranda (final del tramo anterior) y la del río Grío. En este tramo la MAS es drenada a través de la FGP Cuaternario escasamente desarrollada hasta Ricla. Esta FGP se apoya en los materiales permeables de la FGP Lías. En total puede decirse que se trata de 5,5 km de longitud. La MAS relacionada es el río Jalón desde el río Aranda hasta el río Grío, que corresponde con un eje mediterráneo-continentales mineralizados.

- **Tramo Jalón III** (091.072.013-tramo conectado con la MAS código 446). Corresponde al tramo final del río Jalón entre la confluencia del río Grío (final del tramo anterior) y la población de Calatorao. En este tramo la MAS es drenada a través de la FGP Cuaternario (llanura aluvial bien desarrollada desde Ricla) que se apoya en los materiales permeables de la FGP Lías. En total puede decirse que se trata de 5 km de longitud. La MAS relacionada es el río Jalón desde el río Grío hasta la desembocadura en el río Ebro, que corresponde con un eje mediterráneo-continentales mineralizados.

- **Tramo Jalón IV (manantiales de Lumpiaque)** (091.072.014-tramo conectado con la MAS código 446). Corresponde al tramo final del río Jalón entre las poblaciones de Calatorao y Rueda de Jalón. En este tramo la MAS recibe tanto la descarga difusa de la FGP Lías a través de la FGP Cuaternario (llanura aluvial bien desarrollada desde Ricla) que se apoya en los materiales permeables de la FGP Lías, como directa a través de dos manantiales: “Ojos de Toroñel”, situado en Epila y “Ojos de Pontil”, situado en Rueda de Jalón. En total puede decirse que se trata de unos 13 km de longitud. La MAS relacionada es el río Jalón desde el río Grío hasta la desembocadura en el río Ebro, que corresponde con un eje mediterráneo-continentales mineralizados.

Código del tramo	Nombre del cauce	MAS relacionada según codificación CEDEX		Características de la MAS a relacionada			Formación Geológica Permeable
		Código	Nombre	Categoría	Tipología	Alteración	
091.072.001	Río Queiles	*300*	río Queiles desde la población de Vozmediano hasta el río Val	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	Malm-Cretácico inf. y Terciario detrítico
091.072.002	Río Queiles	*954*	río Queiles desde río Val hasta Tarazona	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa influenciada	Terciario detrítico
091.072.003	Río Huecha	*563*	Río Huecha desde su nacimiento hasta la población de Añón	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	Lías
091.072.004	Río Huecha	*563*	Río Huecha desde su nacimiento hasta la población de Añón	Río	Río de montaña húmeda calcárea	Masa natural	Lías y Dogger
091.072.005	Río Huecha	*302*	Río Huecha desde la población de Añón hasta la de Maleján	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	Dogger y Cuaternario
091.072.006	Río Huecha	*302*	Río Huecha desde la población de Añón hasta la de Maleján	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa Influenciada	Terciario detrítico
091.072.007	Río Huecha	*302*	Río Huecha desde la población de Añón hasta la de Maleján	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa influenciada	Terciario detrítico
091.072.008	Río Isuela	*326*	Río Isuela desde su nacimiento hasta la población de Nigüela	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	Lías
091.072.009	Río Isuela	*326*	Río Isuela desde su nacimiento hasta la población de Nigüela	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	Lías
091.072.010	Río Aranda	*112*	Río Aranda desde el río isuela hasta su desembocadura en el río Jalón	Río	Río mineralizado de baja montaña mediterránea	Masa natural	Lías
091.072.011	Río Jalón	*444*	Río Jalón desde el río Ribota hasta el río Aranda	Río	Eje mediterráneo-continentales mineralizados	Masa natural	Cuaternario y Lías
091.072.012	Río Jalón	*445*	Río Jalón desde el río Aranda hasta el río Grío	Río	Eje mediterráneo-continentales mineralizados	Masa natural	Cuaternario y Lías
091.072.013	Río Jalón	*446*	Río Jalón desde el río Grío hasta la desembocadura en el río Ebro	Río	Eje mediterráneo-continentales mineralizados	Masa natural	Cuaternario y Lías
091.072.014	Río Jalón	*446*	Río Jalón desde el río Grío hasta la desembocadura en el río Ebro	Río	Eje mediterráneo-continentales mineralizados	Masa influenciada	Cuaternario y Lías

Tabla 3. *Identificación de los tramos de ríos conectados*

A continuación se describe el modelo conceptual de la relación río-acuífero de los tramos identificados en la MASb 091.072 Somontano del Moncayo.

- **Tramo Queiles I** (**091.072.001**). En este tramo de cabecera *sensu estricto* el río Queiles discurre por los materiales permeables de la FGP Malm-Cretácico inf., aguas arriba de la población de Los Fayos. Concretamente lo hace por los materiales carbonatados pertenecientes al Grupo Oncala, que presentan un importante paleocarst, lo que favorece

la recarga. Esto se ha constatado a partir de las informaciones recogidas en la bibliografía consultada (San Román, J., 1994). Véase Figura 6.

El modelo conceptual del tramo corresponde a un río perdedor con conexión difusa indirecta con efecto ducha (*código 411-Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes*). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico natural.

- **Tramo Queiles II (manantial "Ojo de San Juan")** (**091.072.002**). En este tramo el río Queiles drena la FGP Terciario detrítico a través del manantial conocido como "Ojo de San Juan", situado en el casco urbano de Tarazona. El agua del manantial es inmediatamente canalizada a través de la acequia de Selcos. Forzada por el cabalgamiento Nor-ibérico, la FGP Malm-Cretácico inf. descarga por rebose hidrogeológico su caudal en los conglomerados basales suprayacentes de la FGP Terciario detrítico, saturándola y permitiendo su descarga a través del manantial. Véase Figura 6.

  El modelo conceptual para este tramo corresponde a un río ganador con conexión directa puntual a través de un único manantial (*código 451-Descarga puntual por un único manantial*). En este tramo, el río dispone de un régimen hidrológico influenciado como consecuencia de la derivación de la descarga del manantial hacia la acequia de Secos.

- **Tramo Huecha I** (**091.072.003**). En este tramo de cabecera *sensu estricto* el río Huecha recarga la FGP Lías en el contacto del flanco S del sinclinal de Litago. Buena parte de las precipitaciones pluvio-nivales se transforman en escorrentía superficial durante el transcurso por los materiales impermeables del keuper de la Sierra del Moncayo. Esta escorrentía que es recogida por el rio Huecha desde su nacimiento y también canalizada por el Bco. de Morana, se infiltra parcialmente al entrar en contacto con los materiales permeables de la Fm Carniolas de Cortes de Tajuña (FGP Lías), aguas arriba de la población de Los Fayos. Esto se ha corroborado con las informaciones recogidas en la bibliografía consultada (San Román, J., 1994). Véase Figura 7.

  El modelo conceptual del tramo corresponde a un río perdedor con conexión difusa indirecta con efecto ducha (*código 411-Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes*). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico natural.

- **Tramo Huecha II (manantiales de Añón)** (**091.072.004**). Corresponde al tramo de cabecera del río Huecha en el que éste recibe las descargas de las FGP Lías (manantiales del Rey y del Prado) y de la FGP Dogger (manantial de las Cuevas de Añón), aguas arriba de esta población. Los manantiales del Rey (código IPA CHE 241420002) y el del Prado (código IPA CHE 241420003) drenan la FGP Lías por cada una de las márgenes del río

Huecha, por "efecto presa"[5] de la falla de Talamantes, pero surgen en el Cuaternario aluvial. El manantial de las Cuevas de Añón (código IPA CHE 241420001) se ve favorecido por la misma circunstancia geológica y drena la FGP Dogger y la infiltración que tiene lugar en el contiguo Bco. de Morca, ya que presenta un caudal elevado que no parece justificarse únicamente con el drenaje de la Fm Chelva (San Román, J., 1994). Véase Figura 7.

El modelo conceptual para este tramo corresponde a un río ganador con conexión directa puntual a través de un grupo de manantiales (*código 461-Descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes*). En este tramo, el río dispone de un régimen hidrológico natural.

- **Tramo Huecha III** (**091.072.005**). Corresponde al tramo alto del río Huecha en el que las aguas de éste se infiltran primero en el aluvial del río (FGP Cuaternario), para pasar luego a la FGP Dogger en la zona muy fracturada del anticlinal de Veruela, a la altura de Alcalá del Moncayo, por donde se sitúa la falla de Morca. En este tramo el nivel piezométrico se encuentra por debajo del nivel de base del río Huecha. Esto se ha podido constatar a partir de los datos procedentes de dos sondeos de la red oficial de piezometría de la CHE: S2 MOPU-Alcalá de Moncayo y S10 MOPU-Puente de Alcalá (IPA 251430002 y 251420006, respectivamente). Estos sondeos se sitúan en los materiales del Lías y están perforados a cotas de 650 y 690m snm, respectivamente, con profundidades de perforación de 161 y 82m, respectivamente, y cuyo nivel piezométrico se encontró en la única medición realizada en junio de 1980 a 582,9 y 676,8m snm, respectivamente. Esto lo sitúa por debajo del nivel de base del río Huecha en el tramo considerado (657 y 698m snm, respectivamente). Además, se ha corroborado con la información recogida en la bibliografía consultada (San Román, J., 1994). Véase Figura 7.

  El modelo conceptual del tramo corresponde a un río perdedor con conexión difusa indirecta con efecto ducha (*código 411-Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes*). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico natural.

- **Tramo Huecha IV (manantiales de Bulbuente)** (091.072.006). Corresponde al tramo de medio del río Huecha en el que éste recibe las descargas de la FGP Dogger, que es

[5] En el entorno de estos manantiales el contacto entre la unidad estructural Anticlinorio del Moncayo-Tierga y el Sinclinorio de Litago-Ricla se realiza mediante la falla de Talamantes, que amortigua su salto en superficie originando un importante pliegue en rodilla cuyo núcleo está ocupado por el Grupo Ablanquejo. En profundidad la falla de Talamantes debe enfrentar al acuífero Liásico con el Grupo Ablanquejo (impermeable) provocando dicho efecto presa (San Román, J., 1994).

trasvasada a la FGP Terciario detrítico y ésta lo descarga parcialmente[6] en los manantiales de Fonnueva (código IPA 241430002) y 20 caños (código IPA 241440003), aguas arriba de Bulbuente. La descarga se produce al intersectar la topografía con el nivel freático de la FGP Terciario detrítico, primero en el manantial de Fonnueva, sito a 2,5 km aguas arriba de Bulbuente y a 550m snm, y después en la agrupación de manantiales intermitentes del entorno de Bulbuente, conocidos como 20 caños, y situados a cota de 500m snm. Véase Figura 7. El primero conduce el agua a la acequia de Fonnueva y el segundo al azud de la acequia de Sopez.

El modelo conceptual para este tramo corresponde a un río ganador con conexión directa puntual a través de un grupo de manantiales (*código 461-Descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes*). En este tramo, el río dispone de un régimen hidrológico influenciado por las derivaciones a las acequias de Fonnueva y Sopez.

- **Tramo Huecha V (manantiales del campo de Borja)** (091.072.007). En la margen derecha del Huecha, a la altura de Maleján, se localizan los 4 manantiales principales que constituyen el drenaje regional de la FGP Lías en la cuenca del Huecha. Son los manantiales de Fuentes de Rivas (código IPA 251440004), Balseta (código IPA 251440008), Bargas y Cazuelas (código IPA 251440009) y Luchán (código IPA 251440011), que se sitúan a cotas comprendidas entre los 444 m de Luchán y los 463 de Fuentes de Rivas. Junto al manantial de Balseta se encuentra la "Fuente del Cerezo" (código IPA 251440007), que si bien no es un gran manantial en el punto de surgencia, va ganando caudales aguas abajo, en parte procedentes de las fugas de Balseta. El drenaje de la FGP Lías tiene lugar a través de la FGP Terciario detrítico, que, a su vez, en ocasiones es drenado por la FGP Cuaternario. Véase Figura 8. La zona de manantiales de Borja constituye una extensa área de descarga por rebose hidrogeológico favorecido por la traza de la falla Nor-ibérica. Esto hace que el los materiales del Terciario detrítico el flujo se concentre en función de la topografía y permeabilidad de los materiales, esto es, mayor flujo cuanto más permeable y menor cota topográfica.

  El modelo conceptual para este tramo corresponde a un río ganador con conexión directa puntual a través de un grupo de manantiales (*código 461-Descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes*). En este tramo, el río dispone de un régimen hidrológico influenciado por la presencia de numerosas acequias que canalizan el agua de los manantiales.

[6] Parte del flujo trasvasado por la FGP Dogger continua por la FGP Terciario detrítico para incorporarse a la descarga regional en los manantiales de Borja (San Román, J., 1994).

- **Tramo Isuela I (manantiales de Calcena)** (091.072.008). Como ya se ha comentado anteriormente, se trata de tres manantiales que se comportan como uno solo y se sitúan en las inmediaciones del casco urbano de la localidad, constituyendo el nacimiento del río Isuela en épocas de estiaje. El agua surge en el contacto de la FGP Lías y las facies keuper, en una zona con escamas de cabalgamientos cercanos a la falla de Tabuenca.

  El modelo conceptual para este tramo corresponde a un río ganador con conexión directa puntual a través de un grupo de manantiales (*código 461-Descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes*). En este tramo, el río dispone de un régimen hidrológico natural.

- **Tramo Isuela II** (091.072.009). Corresponde al tramo medio del río Isuela comprendido entre las poblaciones de Trasobares y La Tierga, en donde la MAS es drenada al atravesar los materiales permeables de la FGP Lías. Esto se ha podido constatar a partir de los datos procedentes de sondeos de reconocimiento y pozos perforados en dicho tramo (códigos IPA CHE 251530005, 251530002, 251530003 y 251530008), que se sitúan en los materiales del Lías y cuyo nivel piezométrico se encontró, en líneas generales, a unos 5-10 m por debajo de la cota del nivel de base del río en el tramo. Además, la existencia de la relación río-acuífero en este tramo se ha corroborado con la información recogida en la bibliografía consultada (San Román, J., 1994).

  El modelo conceptual del tramo corresponde a un río perdedor con conexión difusa indirecta con efecto ducha (*código 411-Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes*). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico natural.

- **Tramo Aranda I** (091.072.010). El tramo se corresponde con los 2 últimos kms, aproximadamente, antes de que el río Aranda confluya con el río Jalón. En este tramo la MAS es drenada al atravesar los materiales permeables de la FGP Lías. La existencia de la relación río-acuífero en este tramo se ha constatado a partir de la información recogida en la bibliografía consultada (San Román, J., 1994).

  El modelo conceptual del tramo corresponde a un río perdedor con conexión difusa indirecta con efecto ducha (*código 411-Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes*). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico natural.

- **Tramo Jalón I** (091.072.011). Corresponde al tramo medio del río Jalón entre la población de Morata de Jalón y la confluencia del río Aranda. En este tramo la MAS es drenada a través de la FGP Cuaternario, escasamente desarrollada, y que, a su vez, recarga la FGP Lías sobre la que se apoya. Esto se ha podido constatar a partir de los datos procedentes de los 2 pozos denominados “El Baldío 1 y 2” (códigos IPA CHE 261610058 y 261610059,

respectivamente), que se sitúan en los materiales del Lías y cuyo nivel piezométrico se encontró a unas decenas de metros por debajo de la cota del nivel de base del río en el tramo. Además, la existencia de la relación río-acuífero en este tramo se ha corroborado con la información recogida en la bibliografía consultada (San Román, J., 1994).

El modelo conceptual del tramo corresponde a un río perdedor con conexión difusa indirecta con efecto ducha (*código 411-Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes*). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico natural.

- **Tramo Jalón II** (091.072.012-tramo conectado con la MAS código 445). Corresponde al tramo del río Jalón entre la confluencia del río Aranda (final del tramo anterior) y la del río Grío. En este tramo la MAS es drenada a través de la FGP Cuaternario, que está escasamente desarrollada hasta llegar a Ricla, y que, a su vez, recarga la FGP Lías sobre la que se apoya. Esto se ha podido constatar a partir de los datos procedentes de sondeos perforados en las cercanías de dicho tramo y aguas arriba de la población de Ricla. Entre otros, los denominados "Escaleruelas 1, 2 y 3" (códigos IPA CHE 261620180, 261560122 y 261550006, respectivamente), que se sitúan en los materiales del Lías y cuyo nivel piezométrico se encontró, en líneas generales, a unas decenas de metros por debajo de la cota del nivel de base del río en el tramo. Además, la existencia de la relación río-acuífero en este tramo se ha corroborado con la información recogida en la bibliografía consultada (San Román, J., 1994).

  El modelo conceptual del tramo corresponde a un río perdedor con conexión difusa indirecta con efecto ducha (*código 411-Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes*). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico natural.

- **Tramo Jalón III** (091.072.013). Corresponde al tramo final del río Jalón entre la confluencia del río Grío (final del tramo anterior) y la población de Calatorao. En este tramo la MAS es drenada a través de la bien desarrollada FGP Cuaternario y que, a su vez, recarga la FGP Lías sobre la que se apoya. La existencia de la relación río-acuífero en este tramo se ha constatado a partir de la información recogida en la bibliografía consultada (San Román, J., 1994).

  El modelo conceptual del tramo corresponde a un río perdedor con conexión difusa indirecta con efecto ducha (*código 411-Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes*). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico natural.

- **Tramo Jalón IV (manantiales de Lumpiaque)** (091.072.014). Corresponde al tramo final del río Jalón entre las poblaciones de Calatorao y Rueda de Jalón. En este tramo la MAS recibe tanto la descarga difusa de la FGP Lías desde Calatorao hasta la población de Epila,

a través de la FGP Cuaternario suprayacente, como directa a través de los manantiales "Ojos de Toroñel" y "Ojos de Pontil". Esta zona de manantiales sigue la traza del manto de cabalgamiento de El Sotillo-Epila, que fuerzan el ascenso (rebose hidrogeológico) de las aguas del flujo regional de la FGP Lías en dicha zona. No obstante, parece que, de acuerdo con la temperatura de emergencia del agua en el manantial "Ojos de Toroñel" (21, 5ºC), en este caso el drenaje se produce por efecto de una barrera hidráulica importante en la que se produciría el enfrentamiento de la FGP Lías con el terciario margo-yesífero (San Román, J., 1994). En el caso de los "Ojos de Pontil", se trata de un área húmeda de unas 6 ha con abundante vegetación palustre en la que aparecen varios "Ojos" de dimensiones métricas. El agua descargada se recoge en una acequia que tras un partidor se divide en las acequias de Caulor y Pontil. Véase Figura 9.

El modelo conceptual del tramo corresponde a un río ganador con conexión mixta difusa indirecta y a través de manantiales (*código 471-Conexión mixta difusa directa y a través de manantiales en cauces efluentes*). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico influenciado ya que parte de las descargas del manantial de Pontil se distribuyen por varias acequias.

Código del tramo	Nombre del cauce	Modelo conceptual relación río-acuífero	Régimen hidrogeológico	Características del lecho del cauce	Hidrogeología del techo	Génesis de la descarga	Longitud del tramo (m)
091.072.001	Queiles	*Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes*	Natural	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	-	4.238
091.072.002	Queiles	*Descarga puntual por un único manantial*	Influenciado (acequia Sopez)	Aluvial bien desarrollado	-	Rebose hidrogeológico asociado a la falla Nor-ibérica.	1.400
091.072.003	Huecha	*Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes*	Natural	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	-	1.040
091.072.004	Huecha	*Descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes*	Influenciado (acequias de Hijuelo y del Prado)	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	Barrera hidrogeológica producida por el contacto de la FGP Lías con los materiales impermeables del Grupo Ablanquejo, debido al gran salto de la falla de Talamantes.	1.000
091.072.005	Huecha	*Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes*	Influenciado (acequias de La Retuerta y Valdecayos)	Aluvial poco desarrollado (arenas y gravas con matriz limo-arcillosa)	-	-	3.840
091.072.006	Huecha	*Descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes*	Influenciado (las acequias de Fonnueva y Sopez)	Aluvial bien desarrollado	-	Rebose hidrogeológico asociado a la falla Nor-ibérica.	2.810
091.072.007	Huecha	*Descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes*	Influenciado (acequias recogen el agua de las descargas)	Aluvial bien desarrollado	-	Rebose hidrogeológico asociado a la falla Nor-ibérica.	2.860
091.072.008	Isuela	*Descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes*	Natural	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	Barrera hidrogeológica asociada al keuper	870
091.072.009	Isuela	*Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes*	Natural	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	-	6.130
091.072.010	Aranda	*Conexión difusa indirecta con efecto*	Influenciado	Sin lecho o de muy	-	-	2.250

Código del tramo	Nombre del cauce	Modelo conceptual relación río-acuífero	Régimen hidrogeológico	Características del lecho del cauce	Hidrogeología del techo	Génesis de la descarga	Longitud del tramo (m)
		ducha en cauces influentes		limitado desarrollo			
091.072.011	Jalón	*Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes*	Influenciado	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	-	4.190
091.072.012	Jalón	*Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes*	Influenciado	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	-	8.790
091.072.013	Jalón	*Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes*	Influenciado	Aluvial y terrazas del río Jalón	-	-	7.070
091.072.014	Jalón	Conexión mixta difusa indirecta y a través de manantiales en cauces efluentes	Influenciado (acequias de Caulor y Pontil)	Aluvial y terrazas del río Jalón	-	Descarga hidráulica en tramo permeable. En el caso de los manantiales: barrera hidráulica con materiales margo-yesíferos y rebose hidrogeológico asociado a la falla Nor-ibérica.	19.285

Tabla 4. *Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos*

3.2 *Relación río-acuífero*

Los tramos de cauces en los que se ha definido conexión río-acuífero en la MASb 091.072 Somontano del Moncayo corresponden a:

- Tramos perdedores mediante conexión difusa indirecta con efecto ducha (091.072.001, 091.072.003, 091.072.005, 091.072.009, 091.072.010, 091.072.011, 091.072.012 y 091.072.013).

- Tramos ganadores mediante conexión puntual por un único manantial (091.072.002 – manantial del "Ojo de San Juan").

- Tramos ganadores mediante conexión puntual por un grupo de manantiales (091.072.004 – manantiales de Añón-, 091.072.006 – manantiales de Bulbuente, 091.072.007 – manantiales del campo de Borja y 091.072.008 – manantiales de Calcena).

- Tramos ganadores con conexión difusa y descarga a través de varios manantiales (091.072.014 – manantiales de Lumpiaque).

Para la cuantificación de estas relaciones se ha contado con los datos procedentes de las medidas de control hidrométrico realizadas por la CHE y el IGME, así como con datos incluidos en el trabajo "Estudio hidrogeológico del interfluvio Queiles-Jalón", realizado en 1994 (San Román, J., 1994). Habiendo sólo resultado útiles los datos procedentes de la estación oficial de aforos 261 de la CHE para la cuantificación complementaria del tramo 091.072.008, ya que se conoce la aportación de los manantiales de Calcena (San Román, J., 1994).

Asimismo, existen 8 tramos en los que no es posible realizar ninguna cuantificación al no disponer, en ninguna de los mencionadas fuentes, de datos para ello. Todos estos tramos (091.072.001, 091.072.003, 091.072.005, 091.072.009, 091.072.010, 091.072.011, 091.072.012 y 091.072.013) corresponden a tramos influentes de las diferentes MAS existentes, esto es, tramos perdedores mediante conexión difusa indirecta con efecto ducha.

3.2.1 Análisis de series de aforos

Como ya se ha comentado, en la MASb Somontano del Moncayo de las estaciones oficiales de aforos presentes sólo la EA 261 permite utilizar sus datos hidrométricos en la cuantificación del tramo 091.072.008 (manantiales de Calcena).

Se ha procedido a descomponer por el método Barnes el hidrograma de la serie media mensual correspondiente al periodo que va desde octubre de 1990 a diciembre de 2001 en la EA nº 261 (Figura 8) y cuyo resultado arroja los siguientes valores:

- Aportación media anual: 482,68 l/s
- Aportación subterránea: 182,02 l/s (37,7%)
- Aportación superficial: 300,66 l/s (62,3%)

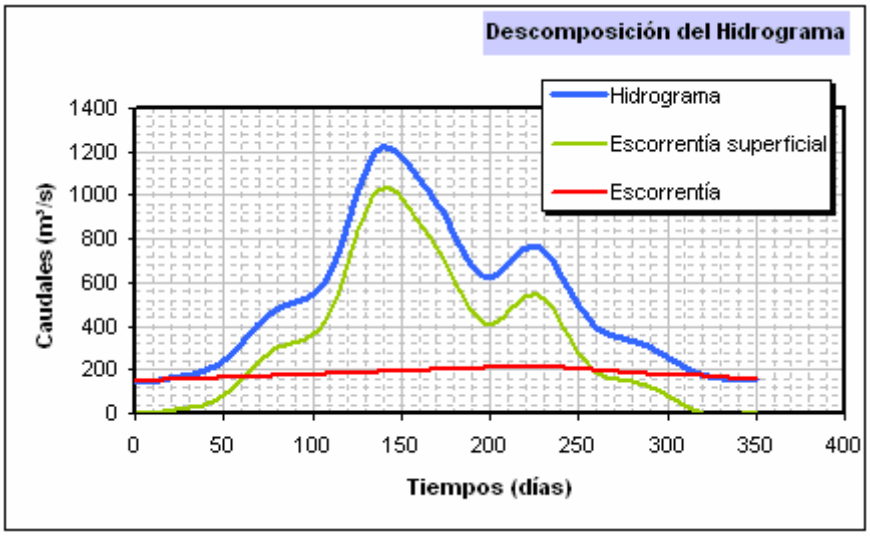


Figura 7. *Descomposición del hidrograma (método Barnes) de la estación de aforos nº 261 (río Isuela en Trasobares)*

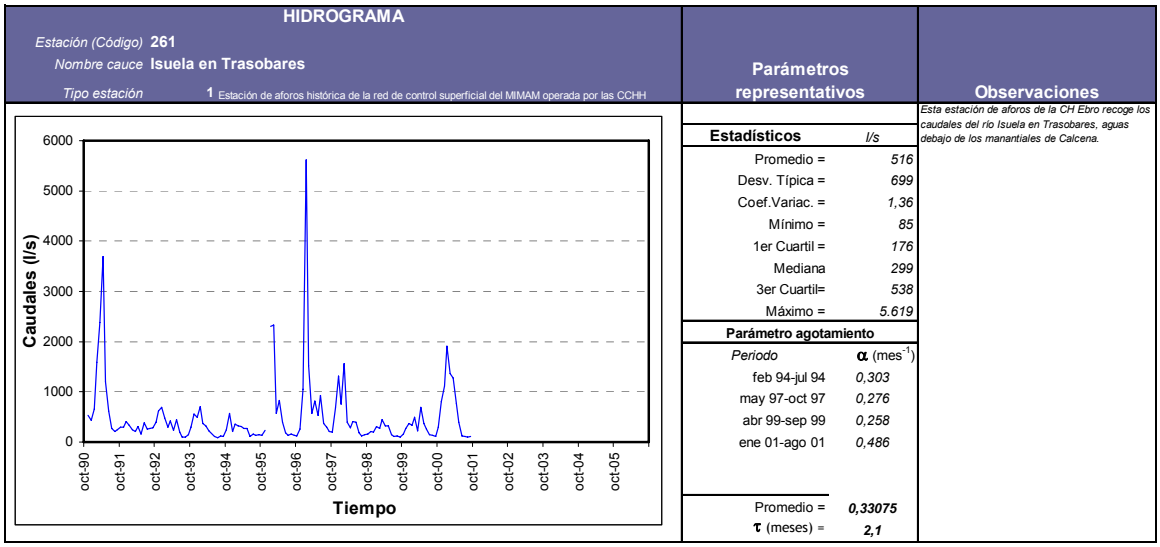


Figura 8. *Análisis del hidrograma EA nº 261 (río Isuela en Trasobares)*

Según el análisis de las curvas de agotamiento del hidrograma correspondiente a la EA nº 261 (Figura 9) se obtiene un parámetro de agotamiento promedio de 0,3307 mes^{-1}, lo que implica un periodo de semi-agotamiento de 2,1 meses.

3.2.2 Análisis de datos hidrométricos

Además de los aforos anteriormente mencionados, se han llevado a cabo aforos en manantiales y controles de escalas por parte de la CHE y el IGME, así como numerosas cuantificaciones realizadas en el marco del estudio llevado a cabo por Javier San Román en 1994 y titulado "Estudio hidrogeológico del interfluvio Queiles-Jalón (Zaragoza)".

Los resultados se sintetizan a continuación:

- Tramo 091.072.002 (manantial "Ojo de San Juan"). El IGME realizó 27 aforos en el manantial en su sección histórica 25136 J/A, en el periodo feb 88 – jun 95, con los que obtuvo un caudal promedio de 165,9 l/s Según otros datos de la bibliografía, el manantial tiene una descarga promedio de 170 l/s, para el periodo que va desde 1979 a 1982 y de 1988 a 1992 (San Román, J., 1994).

- Tramo 091.072.004 (manantiales de Añón). Este tramo se ha podido cuantificar a partir de las numerosas escalas y puntos de control del IGME y la CHE existentes en los manantiales de Añón, acequias y en el río Huecha a su paso por Añón. Así como de las cuantificaciones recogidas en la bibliografía (San Román, J., 1994). Entre ellos destacan los siguientes:

    - secciones históricas IGME:
        - 25141 H/G (Río Huecha en Añón, con 728 medidas entre nov 72 – jun 01) y con un caudal promedio de 216 l/s, con un máximo de 1.135 l/s y mínimo de 47 l/s.
        - 25141 H/M (Acequia del Hijuelo – Manantial de Fuente del Rey, con 47 medidas entre nov 72 – jun 01) y con un caudal promedio de 59 l/s, con un máximo de 163 l/s y mínimo de 0 l/s.

    - Puntos de control de la CHE:
        - 251420029 (Escala estación aforos Huecha, con 142 medidas entre nov 72 y jun 01) y con un caudal promedio de 219 l/s, con un máximo de 1.394 l/s y mínimo de 0 l/s.
        - 251420028 (Escala acequia del Hijuelo, con 15 medidas entre abr 94 y jun 01) y con un caudal promedio de 52 l/s, con un máximo de 87 l/s y mínimo de 0 l/s.

- 251420026 (Escala manantial de las Cuevas, con 17 medidas entre abr 94 y jun 01) y con un caudal promedio de 99 l/s, con un máximo de 297 l/s y mínimo de 0 l/s.
- 251420027 (Escala manantial del Prado, con 186 medidas entre oct 72 y jul 07) y con un caudal promedio de 94 l/s, con un máximo de 336 l/s y mínimo de 20 l/s.

- Según otros datos de la bibliografía (San Román, J., 1994), para el periodo que va desde 1972 a 1974 y de 1980 a 1989, los manantiales tienen una descarga promedio de 323 l/s, distribuidos de la siguiente manera:
  - Manantial de las Cuevas de Añón: 113 l/s.
  - Manantial del Rey: 113 l/s.
  - Manantial del Prado: 97 l/s.

- Tramo 091.072.006 (manantiales de Bulbuente). Este tramo se ha podido cuantificar a partir de las escalas y puntos de control del IGME y la CHE existentes en los manantiales, acequias y río Huecha. Así como de las cuantificaciones recogidas en la bibliografía (San Román, J., 1994). Entre ellos destacan los siguientes:

  - Secciones históricas del IGME:
    - 25143 H/P (Río Huecha aguas abajo manantial Fonnueva, con 11 medidas entre ago 88 y mar 95) y con un caudal promedio de 82 l/s, con un máximo de 162 l/s y mínimo de 17 l/s.

  - Puntos de control de la CHE:
    - 251430019 (Escala manantial de Fonnueva, con 218 medidas entre oct 72 y jul 07) y con un caudal promedio de 92 l/s, con un máximo de 398 l/s y mínimo de 15 l/s.
    - 251440077 (Escala acequia Sopez, con 100 medidas entre oct 79 y ene 97) y con un caudal promedio de 53 l/s, con un máximo de 147 l/s y mínimo de 12 l/s.

  - Según otros datos de la bibliografía (San Román, J., 1994), los manantiales tienen una descarga promedio de 146 l/s, distribuidos de la siguiente manera:
    - Manantial de Fonnueva: 92 l/s, para el periodo que va desde 1972 a 1974 y de 1980 a 1992.
    - Manantial de los 20 caños: 54 l/s, para el periodo que va desde 1980 a 1992

- Tramo 091.072.007 (manantiales de Borja). Este tramo se ha podido cuantificar a partir de las cuantificaciones recogidas en la bibliografía (San Román, J., 1994), ya que la información hidrométrica de los diferentes puntos de control de la CHE existentes en las acequias (Escala acequia Marbadón-251440072, Escala acequia Sorbán-251440071, Escala de la acequia de Bargas-251440075 y Escala del manantial de Luchán-251440074) y secciones históricas del IGME (25144 H/K y 25144 H/J) no es posible obtener una cuantificación fidedigna al tratarse de medidas muy influidas por diferentes derivaciones en las que las aportaciones no están claras y existen numerosas detracciones. Así pues, según los datos de la bibliografía (San Román, J., 1994), los manantiales tienen una descarga promedio de 349 l/s, distribuidos de la siguiente manera:

    - Manantial de Fuentes de Rivas: 74 l/s, habiéndose aforado 145 l/s (marzo 1988) y 20 l/s (agosto 1987).
    - Manantial de Balseta: 85 l/s, para el periodo que va desde 1980 a 1989.
    - Manantial de Bargas y Cazuelas: 54 l/s, para el periodo que va desde 1980 a 1989.
    - Manantial de Luchán: 136 l/s, para el periodo que va desde 1980 a 1992, habiéndose aforado caudales punta de 224 l/s (ago 1988) y de 65 l/s en estiaje (dic 1983).

- Tramo 091.072.008 (manantiales de Calcena). El dato de aforo disponible en la base de datos de la CHE indica una descarga puntual en abril de 1980 de 650 l/s, para los tres manantiales. Según datos de la bibliografía, los tres manantiales tienen una descarga promedio de 511 l/s para el periodo que va desde 1988 a 1992, presentando gran variabilidad, con puntas de 3000 l/s (abr 1988) y de 50 l/s en estiaje (nov 1981) (San Román, J., 1994). No obstante, según este mismo autor, cabe pensar que, en líneas generales, la aportación media sería algo inferior, rondando los 14 hm^3/año (unos 460 l/s).

- Tramo 091.072.014 (manantiales de Lumpiaque). Este tramo se ha podido cuantificar a partir de los puntos de control de la CHE existentes en los manantiales. Así como de las cuantificaciones recogidas en la bibliografía (San Román, J., 1994). Entre ellos destacan los siguientes:

    - Puntos de control de la CHE:
        - 251530076 (Escala *manantial de Pontil*, con 84 medidas entre oct 79 y nov 07) y con un caudal promedio de 160 l/s, con un máximo de 245 l/s y mínimo de 0 l/s. No obstante, los datos de aforos disponibles de la CHE en el manantial indican una descarga promedio de 413 l/s (118

medidas registradas en el periodo mar 1980-nov 2007), con valores que oscilan entre 312 l/s y 589 l/s.

- 251530077 (Escala manantial Toroñel, con 15 medidas entre dic 93 y enen 97) y con un caudal promedio de 62 l/s, con un máximo de 110 l/s y mínimo de 0 l/s.

- Según otros datos de la bibliografía (San Román, J., 1994), los manantiales tienen una descarga promedio de 539 l/s, distribuidos de la siguiente manera:
  - Manantial de Pontil: 400 l/s, para el periodo que va desde 1980 a 1981, 1986 a 1989 y 1991 a 1992.
  - Manantial de Toroñel: 139 l/s, para el periodo que va desde 1987 a 1989.

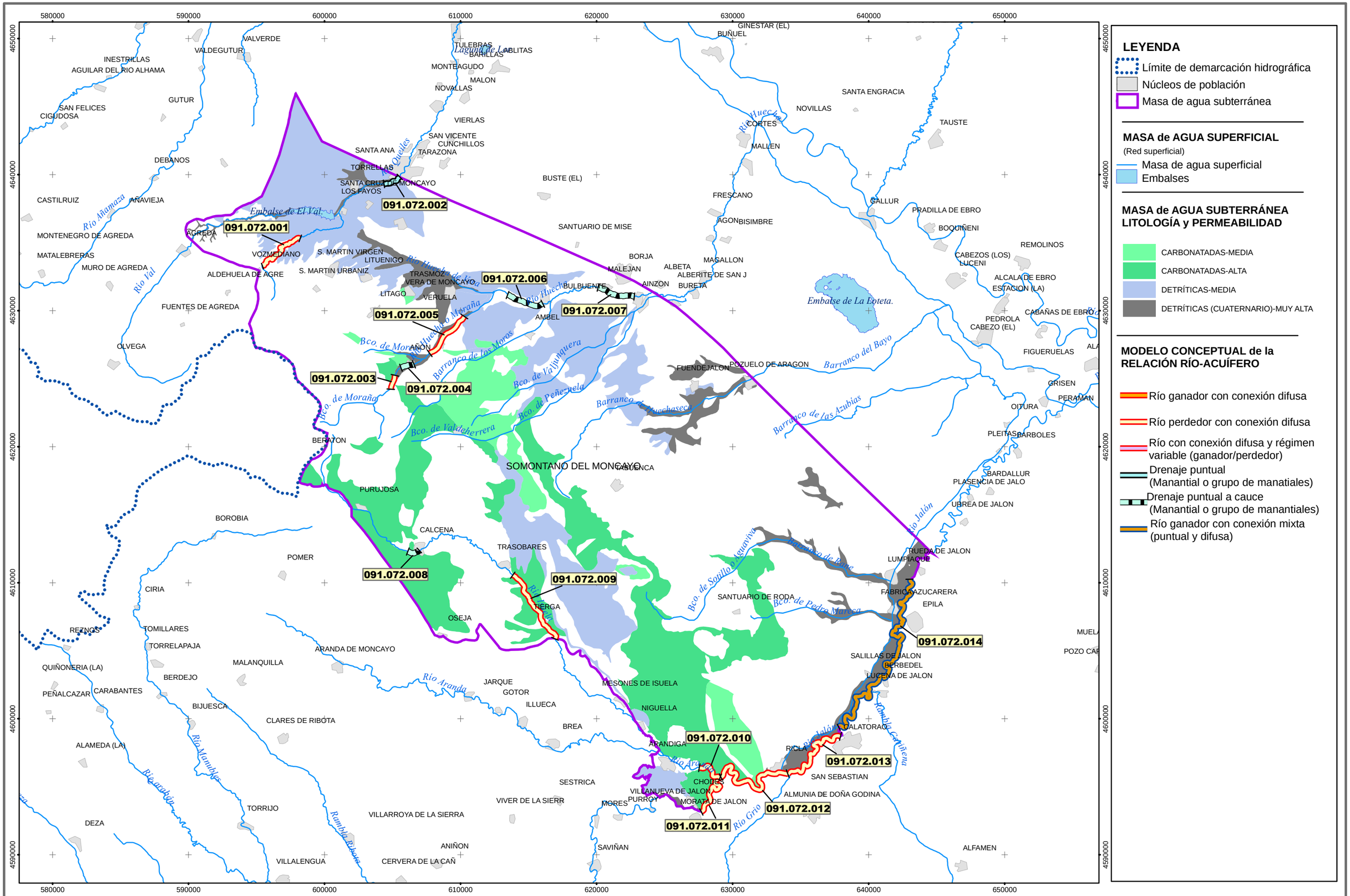
- Según el estudio de "Establecimiento de las normas de otorgamiento de concesiones en las unidades hidrogeológicas del Bajo Jalón" (CHE. 2008):
  - Se indican unas descargas dispersas al Jalón aguas abajo de la localidad de Calatorao en periodo de estiaje (medidas sucesivas efectuadas en los meses de septiembre de los años 2001 a 2006) de entre 655 y 2.235 l/s. Estas descargas proceden tanto de la MASb en estudio como de las MASb contiguas de la margen derecha del Jalón (091.075 y 091.077).

Código Tramo	Cuantificación				Régimen hidrológico	Observaciones
	Descarga puntual QCD (l/s)	Conexión difusa				
		Relación Unitaria de Transferencia RUT (l/s/m)	Amplitud de la serie (ASU)	Número de datos (NAE)		
091.072.001	No existen datos (2)				Natural	Las pérdidas en este tramo del río Queiles no han sido controladas, pero aparecen identificadas en la bibliografía consultada.
091.072.002	192,5 (1) 170 (2) 165,9 (3)	-			Influenciado	Se trata de la descarga del manantial "Ojo de San Juan". (código IPA CHE 251360037).
091.072.003	No existen datos (2)				Natural	Las pérdidas en este tramo del río Huecha no han sido controladas, pero aparecen identificadas en la bibliografía consultada.
091.072.004	245 (1) 323 (2) 256 (3)	-				Se trata de las descargas de los manantiales principales conocidos como de "Añón", esto es: manantial de Cuevas de Añón, del Prado y del Rey, códigos IPA CHE 251440001, 251440002 y 251440003, respectivamente.

Código Tramo	Cuantificación				Régimen hidrológico	Observaciones
	Descarga puntual QCD (l/s)	Conexión difusa				
		Relación Unitaria de Transferencia RUT (l/s/m)	Amplitud de la serie (ASU)	Número de datos (NAE)		
091.072.005	No existen datos (2)				Influenciado	Las pérdidas en este tramo del río Huecha no han sido controladas, pero aparecen identificadas en la bibliografía consultada.
091.072.006	145 (1) 146 (2)	-			Influenciado	Se trata de las descargas de los manantiales principales de Bulbuente, esto es, manantial de Fonnueva y de los 20 Caños, códigos IPA CHE 251430001 y 251430002, respectivamente.
091.072.007	303 (1) 349 (2)	-			Influenciado	Se trata de las descargas de los manantiales principales del Campo de Borja, esto es: manantial de Fuentes de Rivas (251440004), Balseta (251440008), Bargas y Cazuelas (251440009) y Luchán (251440011).
091.072.008	650 (1) 460 (2)	-			Natural	Se trata de la descarga del manantial de Calcena, pero que en realidad lo forman 3 manantiales que se comportan como uno. Según la base de datos de la CHE, de los manantiales 251520001, 251520002, 251520003, sólo se dispone de un medida puntual (el 24.04.80).
091.072.009	No existen datos (2)					Las pérdidas en este tramo del río Isuela no han sido controladas, pero aparecen identificadas en la bibliografía consultada.
091.072.010	No existen datos (2)					Las pérdidas en este tramo del río Aranda no han sido controladas, pero aparecen identificadas en la bibliografía consultada.
091.072.011	No existen datos (2)					Las pérdidas en este tramo del río Jalón no han sido controladas, pero aparecen identificadas en la bibliografía consultada.
091.072.012	No existen datos (2)					Las pérdidas en este tramo del río Jalón no han sido controladas, pero aparecen identificadas en la bibliografía consultada.
091.072.013	No existen datos (2)					Las pérdidas en este tramo del río Jalón no han sido controladas, pero aparecen identificadas en la bibliografía consultada.
091.072.014	475 (1) 539 (2)					Se trata de la descarga difusa al cauce del Jalón y la concentrada en los manantiales de Toroñel (261530001) y Pontil (261530012), en el entorno de Lumpiaque.

(1) Dato tomado de la base de datos de la CHE o de los datos hidrométricos de los puntos de control.
(2) Dato o información tomada de San Román, J., 1994.
(3) Dato tomado de la base de datos del IGME o de los datos hidrométricos de los puntos de control.

Tabla 5. *Resumen de la cuantificación río-acuífero*



LEYENDA

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

MASA de AGUA SUPERFICIAL

(Red superficial)

- Masa de agua superficial
- Embalses

MASA de AGUA SUBTERRÁNEA LITOLOGÍA y PERMEABILIDAD

- CARBONATADAS-MEDIA
- CARBONATADAS-ALTA
- DETRÍTICAS-MEDIA
- DETRÍTICAS (CUATERNARIO)-MUY ALTA

MODELO CONCEPTUAL de la RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO

- Río ganador con conexión difusa
- Río perdedor con conexión difusa
- Río con conexión difusa y régimen variable (ganador/perdedor)
- Drenaje puntual (Manantial o grupo de manatiales)
- Drenaje puntual a cauce (Manantial o grupo de manantiales)
- Río ganador con conexión mixta (puntual y difusa)

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO
Instituto Geológico y Minero de España
DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ACTIVIDAD 4
IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

MAPA SINÓPTICO DE LA RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO
091.072 (SOMONTANO DEL MONCAYO) . EG04_091072_map_4.

FEBRERO 2010

4. Manantiales

A continuación se describen los manantiales existentes en la MASb 091.072 Somontano del Moncayo, diferenciando entre manantiales principales, aquellos vinculados a las descargas de las FGPs definidas en los puntos de descarga más significativos de las distintas MAS, de aquellos manantiales que, o bien no están vinculados con las MAS, o bien constituyen puntos hidrogeológicos de menor entidad.

4.1 *Manantiales principales*

En el ámbito de la MASb Somontano del Moncayo se han identificado diferentes manantiales que corresponden con descargas preferenciales de las FGPs en los cauces de los diferentes ríos. Estos manantiales pueden agruparse, o bien presentar un carácter aislado.

- Manantial de "Ojo de San Juan" (251360001). Se trata de la descarga principal de lo que se conoce como acuífero de Tarazona. En él, se produce la descarga de la FGP Lías mediante la transferencia a la FGP Terciario detrítico, en virtud de un rebose hidrogeológico provocado por la falla Nor-ibérica. Los datos de aforos disponibles indican una descarga promedio de 186,7 l/s (6 medidas registradas en el periodo ene 1994-jul 2004), con valores que oscilan entre 212 l/s y 13 l/s. Asimismo, el IGME realizó 27 aforos en el manantial en su sección histórica 25136 J/A, en el periodo feb 88 – jun 95, con los que obtuvo un caudal promedio de 165,9 l/s Según otros datos de la bibliografía, el manantial tiene una descarga promedio de 170 l/s, para el periodo que va desde 1979 a 1982 y de 1988 a 1992 (San Román, J., 1994). La cota de rebose asignable a esta surgencia es de 500 m snm.

- Manantiales de Añón. Se trata del grupo de manantiales principales formados por el manantial de Las Cuevas, del Rey y del Prado (251440001 a 251440003, respectivamente). Se produce su aparición como consecuencia de la barrera hidrogeológica producida por el contacto de la FGP Lías con los materiales impermeables del Grupo Ablanquejo, debido al gran salto de la falla de Talamantes. A continuación se detallan las aportaciones de cada uno de los 3 manantiales principales mencionados:

    - Manantial de las Cuevas: Drena la FGP Dogger al O de Añón y el agua procedente de la infiltración que se produce en el Bco. de Morca a su paso por la FGP Dogger (San Román, J., 1994). El dato de aforo disponible en la base de datos de la CHE indica una descarga puntual en marzo de 1979 de 150 l/s. No obstante, el IGME realizó 17 aforos en el manantial en su sección histórica 25142 HCA, en el periodo

abr 94 – jun 01, con los que obtuvo un caudal promedio de 99 l/s. Según otros datos de la bibliografía, el manantial tiene una descarga promedio de 113 l/s, para el periodo que va desde 1972 a 1974 y de 1980 a 1989 (San Román, J., 1994). La cota de rebose asignable a esta surgencia es de 800 m snm.

- Manantial del Rey: Drena la FGP Lías por efecto de la falla de Talamantes. El dato de aforo disponible en la base de datos de la CHE indica una descarga puntual en marzo de 1979 de 450 l/s. No obstante, el IGME realizó 20 aforos en la acequia de Hijuelo, donde descarga el manantial, en su sección histórica 25142 HHH, en el periodo nov 72 – jun 01, con los que obtuvo un caudal promedio de 59 l/s. Según otros datos de la bibliografía, el manantial tiene una descarga promedio de 113 l/s, para el periodo que va desde 1972 a 1974 y de 1980 a 1989 (San Román, J., 1994). La cota de rebose asignable a esta surgencia es de 790 m snm.

- Manantial del Prado: Drena la FGP Lías por efecto de la falla de Talamantes. Los datos de aforos disponibles indican una descarga promedio de 94 l/s (186 medidas registradas en el periodo oct 1972-jul 2007), con valores que oscilan entre 336 l/s y 20 l/s). Además, el IGME realizó 20 aforos en el manantial en su sección histórica 25142 HPA, en el periodo nov 72 – jun 01, con los que obtuvo un caudal promedio de 97 l/s. Según otros datos de la bibliografía, el manantial tiene una descarga promedio de 97 l/s, para el periodo que va desde 1972 a 1974 y de 1980 a 1989 (San Román, J., 1994). La cota de rebose asignable a esta surgencia es de 790 m snm.

- Manantiales de Bulbuente. Drenan el acuífero del Alto Huecha (FGP Lías) a través de la FGP Terciario detrítico. Cuenta con la principal área de recarga en Alcalá del Moncayo (anticlinal de Veruela). Se trata del grupo de manantiales principales formados por el manantial de Fonnueva y el de los 20 caños (251430001 y 251430002, respectivamente). Se produce la descarga de la FGP Lías mediante la transferencia a la FGP Terciario detrítico, en virtud de un rebose hidrogeológico provocado por la falla Nor-ibérica. A continuación se detallan las aportaciones de cada manantial:

  - Manantial de Fonnueva (251430001): El agua del manantial se conduce hacia la entrada de la acequia de Fonnueva. Los datos de aforos disponibles indican una descarga promedio de 125 l/s (3 medidas registradas en el periodo mar 1979-feb 2003), con valores que oscilan entre 200 l/s y 87 l/s. A su vez, la CHE aforó la escala de la acequia de Fonnueva (a la que va a parar la descarga íntegra del manantial) en su punto de control 251430019, en el periodo oct 1972-oct 2007, con los que obtuvo un caudal promedio de 92,4 l/s. Además, el IGME realizó 11 aforos en la acequia de Fonnueva en su sección histórica 25143 H/P, en el periodo ago

88 – mar 95, con los que obtuvo un caudal promedio de 83 l/s. Según otros datos de la bibliografía, el manantial tiene una descarga promedio de 92 l/s, para el periodo que va desde 1972 a 1974 y de 1980 a 1992 (San Román, J., 1994). La cota de rebose asignable a esta surgencia es de 550 m snm.

- Manantial de los 20 caños (251440003): Los aportes se recogen en la acequia de Sopez. El dato de aforo disponible en la base de datos de la CHE indica una descarga puntual en marzo de 1979 de 25 l/s. La CHE aforó la escala de la acequia de Sopez (a la que va a parar la descarga íntegra del manantial) en su punto de control 251440077 en el periodo oct 1979-ene 97, con los que obtuvo un caudal promedio de 53 l/s. Según otros datos de la bibliografía, el manantial tiene una descarga promedio de 54 l/s, para el periodo que va desde 1980 a 1992 (San Román, J., 1994). La cota de rebose asignable a esta surgencia es de 503 m snm.

- Manantiales del campo de Borja. Representan el drenaje regional de la FGP Lías a través de la FGP Terciario detrítico. Sus áreas de recarga se sitúan en las cabeceras de los Bcos. de Moros, Valdeherrera, Valjunquera y Peñezuela. Se trata del grupo de manantiales principales formados por el manantial de Fuentes de Rivas (251440004), Balseta (251440008), Bargas y Cazuelas (251440009) y de Luchán (251440011), que constituyen el drenaje regional de la FGP Lías en la cuenca del huecha. La descarga de la FGP Lías tiene lugar mediante la transferencia a la FGP Terciario detrítico (y , en ocasiones, a través del cuaternario aluvial) en virtud de un rebose hidrogeológico provocado por la falla Nor-ibérica. Las características de todos los manantiales son muy homogéneas: cota de emergencia, suaves variaciones de caudal y características físico-químicas. A continuación se detallan las aportaciones de cada manantial:

  - Manantial de Fuentes de Rivas (251440004): La fuente principal se encuentra junto al azud de la acequia homónima. Los datos de aforos disponibles indican una descarga promedio de 39 l/s (2 medidas registradas en el periodo abr 1979-ago 2006), con valores que oscilan entre 25 l/s y 53 l/s. Según otros datos de la bibliografía, el manantial tiene una descarga promedio de 74 l/s, habiéndose aforado 145 l/s (marzo 1988) y 20 l/s (agosto 1987) (San Román, J., 1994). La cota de rebose asignable a esta surgencia es de 460 m snm.

  - Manantial de Balseta (251440008): Los datos de aforos disponibles indican una descarga promedio de 81 l/s (2 medidas registradas en el periodo abr 1979-ene 1994), con valores que oscilan entre 82 l/s y 100 l/s. Según otros datos de la bibliografía, el manantial tiene una descarga promedio de 85 l/s, para el periodo que va desde 1980 a 1989 (San Román, J., 1994). La cota de rebose asignable a esta surgencia es de 450 m snm.

- Manantial de Bargas y Cazuelas (251440009): Los datos de aforos disponibles indican una descarga promedio de 207 l/s (2 medidas registradas en el periodo abr 1979-ene 1994), con valores que oscilan entre 64 l/s y 350 l/s. No obstante, la CHE realizó 72 aforos en la escala de la acequia de Bargas (código 251440075), donde descarga el manantial, en el periodo nov 72 – ene 97, con los que obtuvo un caudal promedio de 61 l/s. Según otros datos de la bibliografía, el manantial tiene una descarga promedio de 54 l/s, para el periodo que va desde 1980 a 1989 (San Román, J., 1994). La cota de rebose asignable a esta surgencia es de 458 m snm.

- Manantial de Luchán (251440011): El dato de aforo disponible en la base de datos de la CHE indica una descarga puntual en abril de 1979 de 150 l/s. No obstante, la CHE realizó 121 aforos en la escala del manantial de Luchán (código 251440074), donde descarga el manantial, en el periodo nov 72 – jul 07, con los que obtuvo un caudal promedio de 122 l/s. Según otros datos de la bibliografía, el manantial tiene una descarga promedio de 136 l/s, para el periodo que va desde 1980 a 1992, habiéndose aforado caudales punta de 224 l/s (ago 1988) y de 65 l/s en estiaje (dic 1983) (San Román, J., 1994). La cota de rebose asignable a esta surgencia es de 444 m snm.

- Manantiales de Calcena (251520001 a 251520003). Se sitúan en las inmediaciones del casco urbano y constituyen el nacimiento del río Isuela en épocas de estiaje. En realidad se trata de 3 manantiales que se comportan como uno solo (Fuente del Pueblo, Fuente Ojosa y Fuente Pocho). El dato de aforo disponible en la base de datos de la CHE indica una descarga puntual en abril de 1980 de 650 l/s para los tres. Según otros datos de la bibliografía, los tres manantiales tienen una descarga promedio de 511 l/s para el periodo que va desde 1988 a 1992, presentando gran variabilidad, con puntas de 3000 l/s (abr 1988) y de 50 l/s en estiaje (nov 1981) (San Román, J., 1994). No obstante, según este mismo autor, cabe pensar que, en líneas generales, la aportación media sería algo inferior, rondando los 14 hm^3/año (unos 460 l/s). Las cotas de rebose asignables a estas surgencias están entre 850 y 805 m snm.

- Manantiales de Lumpiaque. Se trata del grupo de manantiales principales formados por los manantiales de Toroñel (Epila) y Pontil (Lumpiaque). Se produce la descarga de la FGP Lías mediante la transferencia a la FGP Terciario detrítico, en virtud de la barrera hidrogeológica que constituyen las facies margo-yesíferas del Terciario, provocado por la presencia de la falla Nor-ibérica. A continuación se detallan las aportaciones de cada manantial:

- Manantiales de Toroñel (261530001 a 261530003): Se trata de una zona húmeda con abundante vegetación palustre en la que se reconocen varios “ojos”, entre los que destaca “Fuente Oscura”. El dato de aforo disponible en la base de datos de la CHE indica una descarga puntual en nov de 1979 de 60 l/s. A su vez, la CHE aforó la escala de la acequia de Toroñel en su punto de control 261530077, en el periodo dic 1993-ene 1997, con el que obtuvo un caudal promedio de 62 l/s. Según otros datos de la bibliografía, el manantial tiene una descarga promedio de inferior a los 139 l/s, para el periodo que va desde 1987 a 1989 (San Román, J., 1994). La cota de rebose asignable a esta surgencia es de 315 m snm.

- Manantial de Pontil (261530012): Se trata de una zona húmeda con abundante vegetación palustre en la que se reconocen varios “ojos”, que se recogen en una acequia, que tras un partidor se divide en las de Caulor y Pontil. Los datos de aforos disponibles indican una descarga promedio de 413 l/s (118 medidas registradas en el periodo mar 1980-nov 2007), con valores que oscilan entre 312 l/s y 589 l/s. Según otros datos de la bibliografía, el manantial tiene una descarga bastante constante en torno a los 400 l/s, para el periodo que va desde 1980 a 1981, 1986 a 1989 y 1991 a 1992 (San Román, J., 1994). La cota de rebose asignable a esta surgencia es de 293 m snm.

Manantial	Código NIPA (IGME)	Cauce receptor de la descarga	Tramo conexión río-acuífero	Ubicación			FGP relacionada y Génesis Hidrogeológica
				Coordenadas UTM Huso 30		Cota (m snm)	
				X	Y		
Ojo de San Juan	251360001	Queiles	*091.072.002*	605353	4639822	500	Corresponde a la descarga de la FGP Dogger a través de la FGP Terciario detrítico, por rebose hidrogeológico provocado por la falla Nor-ibérica.
Manantiales de Añón	251420001	Huecha	*091.072.004*	606183	4626018	800	Corresponde a la descarga de la FGP Dogger por el contacto con los materiales impermeables del Grupo Ablanquejo, debido al gran salto de la falla de Talamantes.
	251420002	Huecha–acequia Hijuelo		605959	4625582	840	Corresponde a la descarga de la FGP Lías por el contacto con los materiales impermeables del Grupo Ablanquejo, debido al gran salto de la falla de Talamantes.
	251420003	Huecha		605608	4625584	820	Corresponde a la descarga de la FGP Lías por el contacto con los materiales impermeables del Grupo Ablanquejo, debido al gran salto de la falla de Talamantes.
Manantiales de Bulbuente	251430001	Huecha-acequia Fonnueva	*091.072.006*	614074	4630842	540	Corresponde a la descarga de la FGP Lías a través de la FGP Terciario detrítico y Cuaternario, por rebose hidrogeológico provocado por cabalgamiento asociado a la falla Nor-ibérica.
	251440003	Huecha-acequia Sopez		616360	4630757	503	Corresponde a la descarga de la FGP Lías a través de la FGP Terciario detrítico y Cuaternario, por rebose hidrogeológico provocado por cabalgamiento asociado a la falla Nor-ibérica.
Manantiales del Campo de Borja	251440004	Huecha-acequias	*091.072.007*	619674	4631621	460	Corresponde a la descarga de la FGP Lías a través de la FGP Terciario detrítico y Cuaternario, por rebose hidrogeológico provocado por la falla Nor-ibérica.
	251440008			620401	4631545	450	Corresponde a la descarga de la FGP Lías a través de la FGP Terciario detrítico y Cuaternario, por rebose hidrogeológico provocado por la falla Nor-ibérica.
	251440009			620363	4631179	458	Corresponde a la descarga de la FGP Lías a través de la FGP Terciario detrítico y Cuaternario, por rebose hidrogeológico provocado por la falla Nor-ibérica.
	251440011			621483	4630734	444	Corresponde a la descarga de la FGP Lías a través de la FGP Terciario detrítico y Cuaternario, por rebose hidrogeológico provocado por la falla Nor-ibérica.
Manantiales de Calcena	251520001	Isuela	*091.072.008*	606885	4612407	802	Corresponde a la descarga de la FGP Lías al contacto con la barrera hidrogeológica provocada por la falla de Talamantes, que pone en contacto las facies keuper.
	251520002			606553	4611851	850	Corresponde a la descarga de la FGP Lías al contacto con la barrera hidrogeológica provocada por la falla de Talamantes, que pone en contacto las facies keuper.
	251520003			606530	4612152	810	Corresponde a la descarga de la FGP Lías al contacto con la barrera hidrogeológica provocada por la falla de Talamantes, que pone en contacto las facies keuper.
Manantiales de Lumpiaque	261530002	Jalón	*091.072.014*	641956	4609405	317	Corresponde a la descarga de la FGP Lías a través de la FGP Cuaternario, por rebose hidrogeológico provocado por la falla Nor-ibérica.
	261530012			642735	4611176	293	Corresponde a la descarga de la FGP Lías a través de la FGP Cuaternario, por rebose hidrogeológico provocado por la falla Nor-ibérica.

Tabla 6. *Manantiales principales. Somontano del Moncayo (091.072)*

4.2 *Resto de manantiales*

En la MASb Somontano del Moncayo se han inventariado numerosos manantiales que, o bien no están relacionados con las MAS existentes, o bien, presentan caudales inferiores o no están relacionados con FGPs principales. Cabe destacar el escaso número de medidas disponibles y la antigüedad de las mismas, la mayoría de las cuales datan de 1979 o 1980.

Entre los numerosos manantiales referidos se incluyen los siguientes, agrupados por cauces o zonas geográficas:

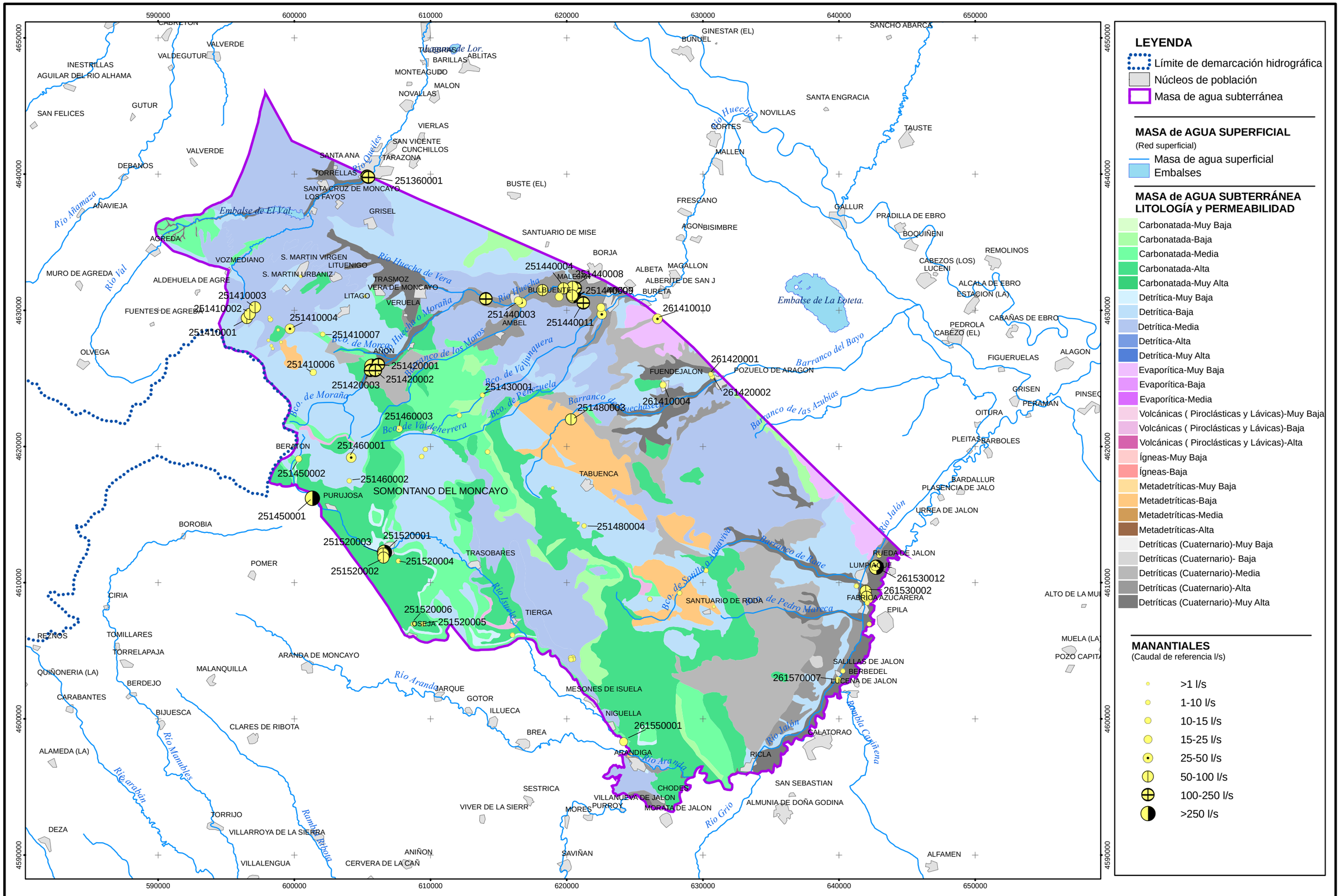
- Río Queiles: manantiales 251410001, 251410002 y 251410003, provocados por la barrera hidrogeológica que conforman las facies weald en contacto con las FGPs Lías y Dogger. Se localizan en la cabecera del río y tienen caudales en torno a los 100 l/s. Su uso es la agricultura.

- Río Huecha: Entre Bulbuente y Borja, asociado a la FGP Lías y Terciario detrítico por rebose hidrogeológico provocado por los cabalgamientos de la falla Nor-ibérica se encuentra el manantial de La Teja (251440006), que en abril de 1979 se aforó en 360 l/s.

- Manantiales de Ainzón-Abarquetes-Pozuelo. Forman parte de la descarga regional de la FGP Lías Los manantiales están relacionados con grandes cabalgamientos fosilizados por el Neógeno de la cuenca del Ebro. En relación con el cabalgamiento de Pozuelo-Abarquetes aparecen los manantiales de Abarquetes (261410008, con un caudal aforado por la CHE de 24 l/s) y Santa Ana (261420001, con un caudal aforado por la CHE de 18 l/s). En relación con la falla Nor-ibérica aparecen los manantiales de Las Heras (261420001, con un caudal aforado por la CHE de 5 l/s y 261420002, con un caudal aforado por la CHE de 7 l/s) y Fuendejalón (261410004, con un caudal aforado por la CHE de 54 l/s).

- Río Isuela: En la cabecera se encuentra el manantial de Purujosa (251450001), que surge en el contacto entre la Fm Cortes de Tajuña y las facies Keuper, descarga de la FGP Lías un caudal aforado en abril de 1980 por la CHE de 300 l/s. Aguas abajo, la descarga de este manantial se vuelve a infiltrar en la FGP Lías. Asimismo, existen 7 manantiales (IPA CHE 251580001 a 251580007) en las cercanías de Mesones de Isuela con caudales inferiores a los 5 l/s y otro mayor que sirve de abastecimiento a la población de Arandiga (IPA CHE 261550001) con un caudal puntual de 20 l/s, aforado por el IGME en jun de 1980.

- Río Jalón: En la población de Salillas de Jalón se encuentra el manantial cuyas aguas se empleaban como lavadero público (261570007) y cuyo caudal se aforó en nov de 1979 en 54 l/s.



LEYENDA

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

MASA de AGUA SUPERFICIAL

(Red superficial)

- Masa de agua superficial
- Embalses

MASA de AGUA SUBTERRÁNEA LITOLOGÍA y PERMEABILIDAD

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

MANANTIALES

(Caudal de referencia l/s)

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

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO
Instituto Geológico y Minero de España
DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ACTIVIDAD 4
IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

MAPA DE MANANTIALES
091.072 (SOMONTANO DEL MONCAYO). EG04_091072_map_5.

FEBRERO 2010

5. Zonas húmedas

En esta MASb no existe ningún humedal, definido como tal.

6. Análisis de la información utilizada y propuesta de actuaciones

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

Se ha realizado cuantificaciones para 6 de los 14 tramos identificados, que se corresponden con los 6 tramos en los que se producen las descargas de las de las FGPs en las MAS de la MASb. En líneas generales, las cuantificaciones realizadas han provenido de tres fuentes diferentes: bases de datos de la CHE, base de datos del IGME e información de aportaciones del "Estudio hidrogeológico del interfluvio Queiles-Jalón", realizado en 1994 (San Román, J., 1994). Los tramos así cuantificados se consideran adecuadamente cuantificados al existir una razonable coincidencia entre las aportaciones asignadas por las distintas fuentes y haberse obtenido a partir de series con, al menos para la mayoría de los casos, 5 años de mediciones.

Los tramos en los que las cuantificaciones se consideran fiables son los siguientes: tramo 091.072.002-manantial del Ojo de San Juan, tramo 091.072.004-manantiales de Añón, tramo 091.072.006-manantiales de Bulbuente y tramo 091.072.007-manantiales del campo de Borja. Para los tramos 091.072.008-manantiales de Calcena y 091.072.014-manantiales de Lumpiaque. En el primer caso, la cuantificación más fiable corresponde a la obtenida de la fuente bibliográfica, ya que la obtenida de la base de datos de la CHE se ciñe a una única medición y la obtenida de aportación subterránea a partir de la descomposición del hidrograma de la estación oficial de aforos nº 261 no parece coincidir con las descargas producidas por los manantiales de Calcena. En el segundo, el tramo presenta tanto una descarga directa a través de varios manantiales, que sí ha sido adecuadamente cuantificada, como una descarga difusa al cauce que no ha podido ser estimada.

El resto de los tramos que se corresponden con tramos de recarga de las FGPs a partir de las MAS, 091.072.001, 091.072.003, 091.072.005, 091.072.009, 091.072.010, 091.072.011, 091.072.012 y 091.072.013, no han podido ser cuantificados por no disponerse de datos adecuados para ello.

6.2 *Propuesta de actuaciones*

Considerando que la fiabilidad de las cuantificaciones realizadas de las relaciones río-acuífero en las que se producen descargas directas de las FGPs en las distintas MAS de la MASb son altas, no se estima necesario llevar a cabo actuaciones en los tramos 091.072.002, 091.072.004, 091.072.006 y 091.072.007. Igualmente, para los tramos 091.072.001 y 091.072.003 no se considera necesario llevar a cabo actuaciones, por los siguientes motivos:

- Tramo 091.072.001: El hecho de ser tramo de cabecera del río Queiles y que su caudal finalmente sea derivado hacia el embalse del Val, hace que en este tramo no se considere interesante ni prioritario cuantificar la pérdida.
- Tramo 091.072.003: Se trata de una tramo de cabecera del río Huecha en el que se producen las infiltraciones en la FGP Lías, para, en seguida, reaparecer en los manantiales de Añón.

Sí se recomienda implementar medidas encaminadas a mejorar la fiabilidad de las cuantificaciones presentadas para los tramos 091.072.008 y 091.072.014, y a poder cuantificar las perdidas, siquiera sea *grosso modo*, en los tramos 091.072.005, 091.072.009, 091.072.010, 091.072.011, 091.072.012 y 091.072. 013. Así pues, se recomienda llevar a cabo las siguientes actuaciones:

- Tramo 091.072.005: realización de una campaña de aforos diferenciales de un año de duración y periodicidad mensual en dos puntos del río Huecha: el punto de inicio aguas arriba de la localidad de Alcalá del Moncayo (estación nº 1 de la tabla 6) y el fin en la confluencia con el río Jalón (estación nº 2 de la tabla 6).

- Tramo 091.072.008: realización de una campaña de aforos de un año de duración y periodicidad quincenal en los tres manantiales de Calcena, al objeto de cuantificar con mayor rigor y fiabilidad la aportación.

- Tramo 091.072.009: realización de una campaña de aforos de un año de duración y periodicidad quincenal en un punto del río Isuela situado en el límite de la MASb (estación nº 3 de la tabla 6), para poderlo comparar con las aportaciones obtenidas en la EA 261 y así obtener la diferencia que permita cuantificar las pérdidas de dicho tramo.

- Tramo 091.072.010: realización de una campaña de aforos diferenciales de un año de duración y periodicidad mensual en dos puntos del río Isuela: el punto de inicio en las cercanías de la localidad de Arandilla (estación nº 4 de la tabla 6) y el fin en la confluencia con el río Jalón (estación nº 5 de la tabla 6).

- Tramos 091.072.011, 091.072.012 y 091.072.013: utilizar la información de la EA nº 278, situada en Morata de Jalón), junto con la realización de una campaña de aforos de un año de duración y periodicidad mensual en un punto del río Jalón situado en la localidad de Calatorao (estación nº 6 de la tabla 6), y otro en el río Grío antes de la confluencia con el río Jalón (estación nº 7 de la tabla 6). De este modo se pueden individualizar los tramos y cuantificar las pérdidas de los mismos.

- Tramo 091.072.014: realización de una campaña de aforos de un año de duración y periodicidad quincenal en un punto del río Jalón situado aguas abajo de Lumpiaque (estación nº 8 de la tabla 6), para poder comparar con los caudales obtenidos en la estación de Calatorao sugerida anteriormente y cuantificar la aportación difusa.

Nº estación	UTM X	UTM Y	Cota (m s.n.m.)	Cauce	Objetivo
1	606620	4626078	764	Huecha	Determinar la aportación superficial de la MAS a la FGP Lías al inicio del tramo 091.072.005
2	610831	4629833	627	Huecha	Determinar la aportación superficial de la MAS a la FGP Lías al final del tramo 091.072.005
3	616978	4606167	555	Isuela	Determinar la aportación superficial de la MAS a la FGP Lías al final del tramo 091.072.009
4	626489	4596388	394	Aranda	Determinar la aportación superficial de la MAS a la FGP Lías al inicio del tramo 091.072.010
5	628986	4595711	380	Aranda	Determinar la aportación superficial de la MAS a la FGP Lías al final del tramo 091.072.010
6	634120	4595583	357	Grío	Determinar el caudal de la MAS
7	638333	4599644	338	Jalón	Determinar la aportación superficial de la MAS a la FGP Cuaternario y Lías al final del tramo 091.072.013
8	644191	4612071	290	Jalón	Determinar la aportación subterránea de la FGP Lías a la MAS a través de la FGP Cuaternario al final del tramo 091.072.014

Tabla 7. *Estaciones de control propuestas relación río-acuífero*

Además de las actuaciones descritas, sería recomendable ejecutar una serie de estaciones de control foronómico para la cuantificación de las descargas subterráneas en los siguientes puntos:

- Instalación de limnígrafo para control del Jalón en Ricla.
- Instalación de limnígrafo en el manantial de San Juan de Tarazona.
- Construcción de vertedero en Bulbuente.
- Instalación de limnígrafo. Escala en el Huecha.

- Construcción de vertedero en el manantial de Las Cuevas.
- Instalación de limnígrafo en el manantial del Prado.
- Instalación de sondeo piezométrico (Z-41) en el Barranco Peñas Negras.

7. Referencias Bibliográficas

(1) Confederación Hidrográfica del Ebro (1991): Delimitación de las Unidades Hidrogeológicas de la Cuenca del Ebro (Plan Hidrológico).

(2) IGME (1981): Investigación hidrogeológica de la Cuenca del Ebro. Informe Final.

(3) IGME (1972): Mapa Geológico de España (MAGNA) a escala 1:50.000 2ª serie. Hojas 319, 320, 351, 352, 353, 381, 382 y 410.

(4) San Román, J. et al. (1989). El drenaje subterráneo del macizo del Moncayo. Aspectos hidrológicos e hidroquímicos. TVRIASO IX, pp 203-224.

(5) San Román, Javier (1994). Estudio hidrogeológico del interfluvio Queiles-Jalón (Zaragoza). Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Inédita.

(6) Dirección General del Agua (2004-2006): Trabajos de apoyo para atender los requerimientos de la Directiva Marco en materia de planificación hidrológica (Cuenca del Ebro).

(7) SGOP-CHE (1990): Estudio de los recursos hidráulicos subterráneos de los acuíferos relacionados con la provincia de Zaragoza. UH nº36 (Queiles-Jalón)

(8) CHE (2008): Establecimiento de las normas de otorgamiento de concesiones en las unidades hidrogeológicas del Bajo Jalón.

8. Bibliografía de interés

(1) Custodio, E. y Llamas, M.R (2001): Hidrología Subterránea. Editorial Omega, Barcelona.

(2) Web de la Confederación Hidrográfica del Ebro: www.chebro.es

(3) Web del Instituto Geológico y minero de España: www.igme.es

Anejo 1. Tabla de estaciones de control y medida

Estación de control y medida			Cauce		Régimen hidrológico		MASb (a)		FGP	Tramo relación río-acuífero (b)			Situación geográfica respecto al tramo
Código	Nombre	Tipo	Código	Nombre	Tipo	Observaciones	Código	Nombre		Código	Cauce	Descripción	
EA 871	Embalse del Val	01	861	Val	Influenciado	Descarga del embalse del Val	091.072	Somontano del Moncayo	-	-	-	-	-
EA 90	Bco. Los Fayos en Los Fayos	01	861	Val	Influenciado	-	091.072	Somontano del Moncayo	-	-	-	-	-
EA 174	Queiles en Los Fayos	01	954	Queiles	Influenciado	-	091.072	Somontano del Moncayo	-	-	-	-	-
EA 261	Trasobares	01	326	Isuela	Natural	-	091.072	Somontano del Moncayo	FGP Lías	091.072.008	Isuela	Descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes	Aguas abajo

Anejo 2. Listado de manantiales

Masa de aguas subterránea asociada (*Codmsbt_def*)	**091.072**	**Somontano del Moncayo**	**LISTADO DE MANANTIALES PRINCIPALES**
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica (*Cod_demar_id*	**091**	**Ebro**	

Código del manantial (*Cod_mant*)	Código IGME del manantial (*Codigme_mant*)	Nombre del manantial (*Nombre_mant*)	Tramo relación río-acuífero asociado (*Codrioacuif_id*)	Formación geológica asociada (*FGP_mant*)	Ubicación geográfica			Cota MDT del manantial (*Cotamdt_mant*)	Datos de Caudales (l/s)				Uso del manantial-IGME (*Usoigme_mant*) (*Uso_mant*)
					Coordenadas UTM-Huso 30 (*CoorX_mant*)	Coordenadas UTM-Huso 30 (*CoorY_mant*)	Cota del manantial (*Cota_mant*)		Caudal histórico IGME (*Qhistigme_mant*)	Mínimo	Promedio	Máximo	
251360001	251360001	Ojo de San Juan	*091.072.002*	FGPs Lías y Terciario detrítico y Cuaternario	605353	4639822	500	500	225	-	-	-	Agricultura
251420001	251420001	De Las Cuevas	*091.072.004*	FGP Dogger	606183	4626018	800	764	150	-	-	-	Agricultura
251420002	251420002	Del Rey	*091.072.004*	FGP Lías	605959	4625582	840	782	125	-	-	-	Agricultura
251420003	251420003	Del Prado	*091.072.004*	FGP Lías	605608	4625584	820	785	150	-	-	-	Agricultura
251430002	251430002	Fonnueva	*091.072.006*	FGPs Lías y Terciario detrítico y Cuaternario	614074	4630842	540	555	200	87,5	125	200	Desconocido
251440003	251440003-	20 Caños	*091.072.006*	FGPs Lías y Terciario detrítico y Cuaternario	616360	4630757	503	522	-	-	25	-	Desconocido
251440004	251440004	Fuentes de Rivas	*091.072.007*	FGPs Lías y Terciario detrítico y Cuaternario	619674	4631621	460	471	53	25	39	53	Agricultura
251440008	251440008	Balseta	*091.072.007*	FGPs Lías y Terciario detrítico y Cuaternario	620401	4631545	450	452	100	82	91	100	Agricultura

Masa de aguas subterránea asociada (*Codmsbt_def*)	**091.072**	**Somontano del Moncayo**	**LISTADO DE MANANTIALES PRINCIPALES**
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica (*Cod_demar_id*	**091**	**Ebro**	

Código del manantial (*Cod_mant*)	Código IGME del manantial (*Codigme_mant*)	Nombre del manantial (*Nombre_mant*)	Tramo relación río-acuífero asociado (*Codrioacuif_id*)	Formación geológica asociada *(FGP_mant*)	Ubicación geográfica			Cota MDT del manantial (*Cotamdt_mant*)	Datos de Caudales (l/s)				Uso del manantial-IGME (*Usoigme_mant*) (*Uso_mant*)
					Coordenadas UTM-Huso 30 (*CoorX_mant*)	Coordenadas UTM-Huso 30 (*CoorY_mant*)	Cota del manantial (*Cota_mant*)		Caudal histórico IGME (*Qhistigme_mant*)	Mínimo	Promedio	Máximo	
251440009	251440009	Bargas	*091.072.007*	FGPs Lías y Terciario detrítico y Cuaternario	620363	4631179	458	466	488	64	207	350	Ganadería
251440011	251440011	Luchán	*091.072.007*	FGPs Lías y Terciario detrítico y Cuaternario	621483	4630734	444	454	150	-	150	-	Agricultura
251520001	251520001	Calcena	*091.072.008*	FGP Lías	606885	4612407	802	829	450	-	450	-	Agricultura
251520002	251520002				606553	4611851	850	900	60	1	30	60	Agricultura
251520003	251520003				606530	4612152	810	855	100	-	100	-	No se utiliza

Masa de aguas subterránea asociada (*Codmsbt_def*)	**091.072**	**Somontano del Moncayo**	**LISTADO DE OTROS MANANTIALES**
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica (*Cod_demar_id*	**091**	**Ebro**	

Código del manantial (*Cod_mant*)	Código IGME del manantial (*Codigme_mant*)	Ubicación geográfica			Datos de Caudales (l/s)	Uso del manantial-IGME (*Usoigme_mant*) (*Uso_mant*)
		Coordenadas UTM-Huso 30 (*CoorX_mant*)	Coordenadas UTM-Huso 30 (*CoorY_mant*)	Cota del manantial (*Cota_mant*)	Caudal histórico IGME (*Qhistigme_mant*)	
251410001	251410001	596510	4629430	1.400	100	Agricultura
251410002	251410002	596736	4629722	1.300	100	Agricultura
251410003	251410003	597122	4630222	1.170	100	Agricultura
251410004	251410004	599682	4628627	1.190	50	Agricultura y abastecimiento
251410006	251410006	601398	4625433	1.270	12	Agricultura y abastecimiento
251410007	251410007	602094	4628232	880	6	Abastecimiento a núcleos urbanos
251450001	251450001	601334	4616187	980	300	Agricultura y abastecimiento
251450002	251450002	600325	4619101	1.280	15	No se utiliza
251460001	251460001	604182	4619168	1.298	50	Agricultura
251460002	251460002	604045	4617469	1.150	5	No se utiliza
251460003	-	607300	4620600	1.140	-	-
251480025	251480003	620317	4622001	655	60	Agricultura
251520004	251520004	607651	4611595	900	3	Abastecimiento a núcleo urbano y otras actividades

Masa de aguas subterránea asociada (*Codmsbt_def*)	**091.072**	**Somontano del Moncayo**	**LISTADO DE OTROS MANANTIALES**
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica (*Cod_demar_id*	**091**	**Ebro**	

Código del manantial (*Cod_mant*)	Código IGME del manantial (*Codigme_mant*)	Ubicación geográfica			Datos de Caudales (l/s)	Uso del manantial-IGME (*Usoigme_mant*) (*Uso_mant*)
		Coordenadas UTM-Huso 30 (*CoorX_mant*)	Coordenadas UTM-Huso 30 (*CoorY_mant*)	Cota del manantial (*Cota_mant*)	Caudal histórico IGME (*Qhistigme_mant*)	
251520005	251520005	609444	4606958	940	6	Agricultura
251520006	251520006	608743	4606961	850	7,5	Abastecimiento a núcleo urbano y otras actividades
251480004	251480004	621278	4614162	820	6	Abastecimiento a núcleo urbano y otras actividades
261410004	261410004	627079	4624520	460	15	Abastecimiento y agricultura
261420001	261420001	630586	4625300	415	5	Abastecimiento a núcleo urbano y otras actividades
261420002	261420002	630685	4625124	418	7	Agricultura
261410010	261410010	626663	4629376	410	36	Agricultura
261550001	261550001	624190	4598320	480	20	Abastecimiento núcleos urbanos
261570007	261570007	639933	4602857	320	15	Lavadero público
261550001	261550001	624190	4598320	480	20	Abastecimiento