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

091.091 CUBETA DE OLIETE

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

091.091 CUBETA DE OLIETE

ÍNDICE

1. CARACTERIZACIÓN DE MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 1

1.1 IDENTIFICACIÓN, MORFOLOGÍA Y DATOS PREVIOS 1
1.2 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO 3
1.2.1 *Litoestratigrafía y permeabilidad 3*
1.2.2 *Estructura geológica 3*
1.2.3 *Funcionamiento hidrogeológico 5*

2. ESTACIONES DE CONTROL Y MEDIDAS DE CAUDALES 8

2.1 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE AFOROS 8
2.2 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE CONTROL HIDROMÉTRICO 9
2.3 OTRA INFORMACIÓN HIDROMÉTRICA 9

3. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS TRAMOS DE RÍO RELACIONADOS CON ACUÍFEROS 12

3.1 IDENTIFICACIÓN Y MODELO CONCEPTUAL 14
3.2 RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO 21
3.2.1 *Análisis de series de aforos 22*
3.2.2 *Análisis de datos hidrométricos 26*

4. MANANTIALES 35

4.1 MANANTIALES PRINCIPALES 35
4.2 RESTO DE MANANTIALES 39

5. ZONAS HÚMEDAS 41

6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y PROPUESTA DE ACTUACIONES 42

6.1 VALORACIÓN DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS 42
6.2 PROPUESTA DE ACTUACIONES 43

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 44

8. BIBLIOGRAFÍA DE INTERÉS 45

ANEJOS:

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

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

091.091 CUBETA DE OLIETE

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Subunidades hidrogeológicas definidas en la MASb 091.091-Cubeta de Oliete 5

Figura 2. Corte hidrogeológico representativo del funcionamiento hidrogeológico de la MASb 091.091-Cubeta de Oliete (CHE 1991)..... 6

Figura 3. Cotas en cauces obtenidas del MDT 100x100 m-CEDEX. Ríos Aguasvivas y Martín 13

Figura 4. Series piezométricas de la red oficial de la CH Ebro..... 13

Figura 5. Infiltración en el cauce del río Aguasvivas. Aforos diferenciales utilizando las series de aforos de la red oficial de la CH Ebro 23

Figura 6. Cuantificación de la infiltración anual en el río Aguasvivas 23

Figura 7. Análisis del hidrograma EA-127 (río Martín en Alcaine)..... 24

Figura 8. Descomposición del hidrograma promedio anual EA-127 (río Martín en Alcaine)..... 25

Figura 9. Aforos diferenciales CH Ebro. Río Aguas vivas tramo Segura de los Baños-Huesa del Común..... 27

Figura 10. .....Aforos diferenciales CH Ebro. Río Aguas vivas tramo Segura de los Baños-Huesa del Común (2) 27

Figura 11. Aforos diferenciales CH Ebro. Río Aguasvivas tramo Azud de Blesa-Blesa..... 28

Figura 12. Aforos diferenciales CH Ebro. Río Martín tramo Peñarroya-Obón..... 30

Figura 13. Aforos diferenciales IGME. Río Martín tramo Peñarroya-aguas arriba manantiales Alcaine 31

Figura 14. Aforos diferenciales IGME. Río Martín tramo Peñarroya-aguas arriba manantiales Alcaine 31

Figura 15. Aforos diferenciales IGME. Río Martín tramo manantiales de Ariño 32

Figura 16. Análisis probabilístico correspondiente a la descarga de los manantiales de Ariño . 36

Figura 17. Hidrograma correspondiente a la descarga de los manantiales de Ariño 36

Figura 18. Respuesta piezométrica e hidrodinámica del acuífero jurásico en la MASb Cubeta de Oliete 37

Figura 19. Esquema hidrogeológico manantiales Ariño 38

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

091.091 CUBETA DE OLIETE

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de aforos 8

Tabla 2. Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de control hidrométrico de aguas subterráneas 9

Tabla 3. Datos en estaciones de medida y control hidrométrico 10

Tabla 4. Identificación de los tramos de ríos conectados 16

Tabla 5. Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos 21

Tabla 6. Descomposición del hidrograma tipo medio EA-127 25

Tabla 7. Aforos registrado en el río Escuriza (antes de su confluencia con el Martín)..... 32

Tabla 8. Resumen de la cuantificación río-acuífero..... 33

Tabla 9. Manantiales principales. Cubeta de Oliete (091.091) 38

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

091.091 CUBETA DE OLIETE

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Mapa de situación de la Masa de Agua Subterránea 2

Mapa 2. Mapa de permeabilidades 7

Mapa 3. Mapa de estaciones de control y medida de caudales 11

Mapa 4. Mapa sinóptico de la relación río-acuífero 34

Mapa 5. Mapa de manantiales 40

1. Caracterización de MASA de AGUA SUBTERRÁNEA

1.1 *Identificación, morfología y datos previos*

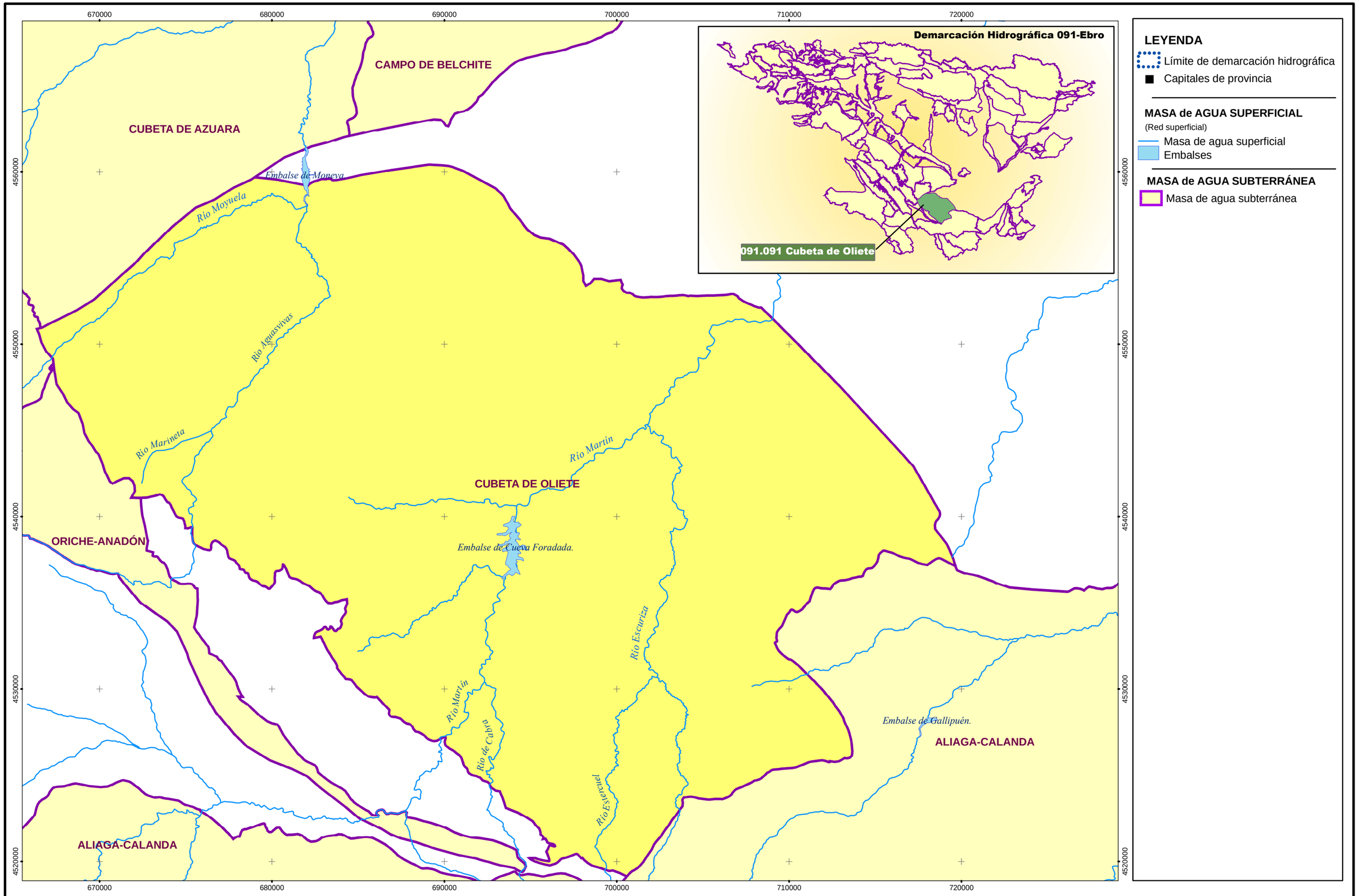
La MASb Cubeta de Oliete, a la que corresponde el código de identificación 091.091, se ubica en la zona suroccidental de la demarcación hidrográfica del Ebro y más concretamente en el Dominio Ibérico Maestrazgo-Catalánides. Presenta una superficie total de 1.214,59 km², de la que un 19% (230,84 km²) corresponden a formaciones geológicas acuíferas de edad jurásica inferior-triásica superior.

En el ámbito geográfico definido por los límites de esta MASb la cota máxima es de 1.155 m snm y la mínima de 335 m snm (cota en el cauce del río Martín), fijándose la cota media en 775 m snm.

Los principales cauces presentes en esta MASb corresponden al río Aguasvivas y al río Martín. A su vez, el río Aguasvivas tiene como principal afluente el río Moyuela; mientras que el río Martín presenta como principales afluentes los ríos Cabra y Escuriza.

El río Aguasvivas presenta la particularidad de que aguas arriba del núcleo de Blesa (entre éste y la incorporación del río Marineta) es derivado casi totalmente mediante el azud de Blesa. El caudal derivado es conducido a través del Canal de Moneva hasta el embalse Moneva. Este canal tiene como objetivo incrementar la aportación de agua a dicho embalse, puesto que el cauce natural se comporta como perdedor.

Sobre esta MASb no se ha desarrollado ningún modelo matemático de simulación. Aunque, se han realizado diversos estudios para la caracterización hidrodinámicas de los acuífero a través del análisis de los hidrogramas (CHE 1.991).



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 091.091 (CUBETA DE OLIETE) . EG04_091091_map_1.

FEBRERO 2010

1.2 *Contexto Hidrogeológico*

1.2.1 Litoestratigrafía y permeabilidad

De las formaciones geológicas presentes en la MASb Cubeta de Oliete en lo referente a la relación río-acuífero, sólo se considera como FGP el ***Grupo Renales*** de edad Jurásico Inferior, que responden a materiales de naturaleza carbonática y permeabilidad alta. La litología de esta FGP corresponde a calizas y dolomías, con un espesor total de 300 m, englobando las formaciones Dolomías tableadas de Imón (15 m) –tramo basal intensamente karstificado y al que se asocian las principales surgencias-, las Carniolas de Cortes de Tajuña (125-150 m) y las Calizas y dolomías de Cuevas Labradas (100 a 190 m). A muro de la FGP Grupo Renales aparecen las anhidritas de la Fm. Lécera, que genera barreras al flujo subterráneo como consecuencia de la disposición estructural del conjunto jurásico.

La base impermeable corresponde a la facies Keuper (arcilla, margas yesíferas y yesos –a veces masivos- y niveles de areniscas, de aspecto versicolor), cuyos afloramientos se asocian a cabalgamiento (constituye el nivel de despegue en la Orogenia Alpina) y núcleos de anticlinales, configurando barreras hidrogeológicas que delimitan cuatro sectores hidrogeológicos: Monforte de Moyuela, Maicas, Blesa-Oliete, Muniesa-Sierra de Arcos y Los Estrechos (CHE, 1991) (Figura 1).

Junto con la FGP principal (*Calizas y dolomías del Grupo Renales* de edad Lias) aparecen otras formaciones geológicas de menor productividad hidrogeológica, se trata de las Calizas de la Fm. Carbonatada de Chelva, con una potencia media de 60-90 m y edad Dogger; y las calizas masivas blancas de la Fm. Higueruela, con una potencia media de 150 m y edad Kimmeridgiense (Malm). En la franja sur-occidental de la MASb aparecen afloramientos de dolomías masivas a brechoides de edad Muschelkalk que tiene, en este sector, un cierto interés hidrogeológico. Menor interés hidrogeológico presenta las arenitas y conglomerados de la cubeta Terciaria de Muniesa, que responde como un acuitardo con algunos niveles explotables intercalados.

Entre las formaciones del Lias (Grupo Renales) y del Dogger (Fm. Chelva) aparece un nivel margoso (Grupo Ablanquejo[1]), que localmente individualiza los acuíferos liásico y Dogger.

1.2.2 Estructura geológica

[1] El Grupo Ablanquejo está constituido, de muro a techo, por la Fm. De margas grises de Cerro de Pez (potencia reducida -2 a 5 m-); la Fm. Calizas bioclásticas de Barahona (espesor de 10 a 30 m); y la Fm. De margas y calizas de Turmiel (espesor 40 a 80 m).

La estructura geológica se caracteriza por la existencia de un nivel de despegue asociado a las Facies Keuper y una cobertera mesozoica y paleógena deformada en el ciclo Alpino, que se desplazó en dirección N-NE y que está estructurada en pliegues y cabalgamientos de vergencia Norte y NE, donde los niveles margosos del Jurásico y del Cretácico inferior pueden producir disarmonías estructurales.

Las estructuras de plegamiento mantienen en general un rumbo NO-SE, que varía en el Arco de Oliete y en el Arco de Muniesa.

Los ríos principales atraviesan las estructuras geológicas en dirección prácticamente perpendicular, no existiendo, en líneas generales, una vinculación entre la red de drenaje y las estructuras geológicas. Si bien, localmente, los cauces principales adquieren una orientación concordante con las estructuras geológicas principales, sobre todo el río Aguasvivas.

Esta estructura geológica de dirección predominante NO-SE implica que hayan sido diferenciadas una serie de subunidades hidrogeológicas, que quedan separadas mediante accidentes estructurales en los que aparece, preferencialmente, la facies Keuper (núcleos de anticlinal o frentes de cabalgamiento) y que presentan una disposición estructural subparalela a la dirección predominante, lo que da origen a una sucesión de zonas de recarga (cauces perdedores) y zonas de descargas (ríos ganadores), dispuestas a modo de grandes franjas según cotas decrecientes en los cauces.

En particular se han definido las siguientes subunidades (CHE, 1991) (Figura 1):

- Monforte de Moyuela-Maicas, en el borde suroccidental, asociada a afloramientos de Muschelkalk y Lias (Grupo Renales) del alto Aguasvivas, que se descarga hacia los ríos Marineta y Aguasvivas.

- Blesa-Oliete, situada al norte y noreste de la anterior, que está vinculada a afloramientos del Jurásico (Lias –Grupo Renales- y Dogger), que se descarga de forma preferencial hacia los manantiales de Alcaine y Oliete en el río Martín, y donde el río Aguasvivas funciona, fundamentalmente, como perdedor.

- Muniesa-Sierra de Arcos, situada en la zona central y en la que está representada todos los acuíferos jurásicos (Grupo Renales, Dogger y Kimmeridgiense), se descarga fundamentalmente hacia el río Martín, en los manantiales de Ariño. Los ríos de la zona occidental (Aguasvivas y Moyuela) funcionan como perdedores.

- Los Estrechos, que comprende la franja septentrional y está asociada a afloramientos jurásicos del Grupo Renales y el Cretácico Superior, corresponde a un frente de cabalgamiento aflorante enraizado bajo la subunidad de Muniesa-Sierra Arcos, que se descarga hacia el río Martín.

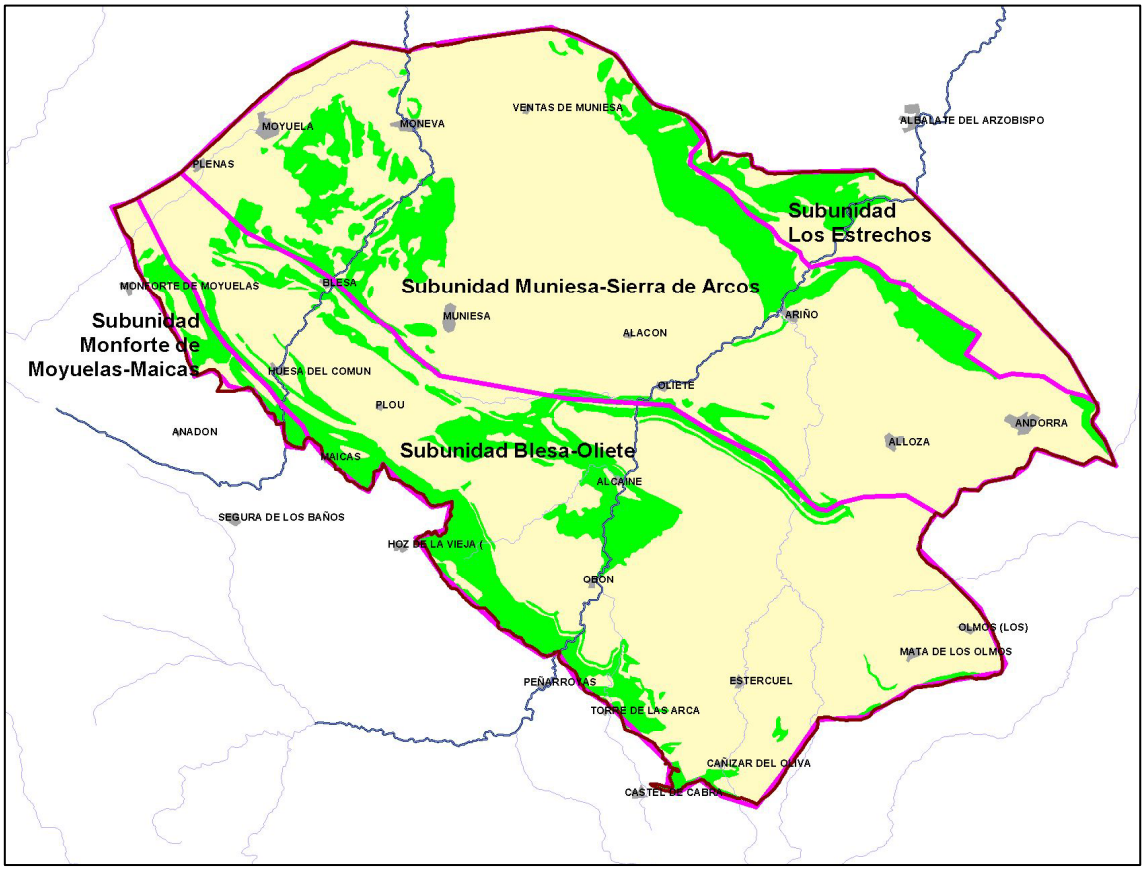


Figura 1. *Subunidades hidrogeológicas definidas en la MASb 091.091-Cubeta de Oliete*

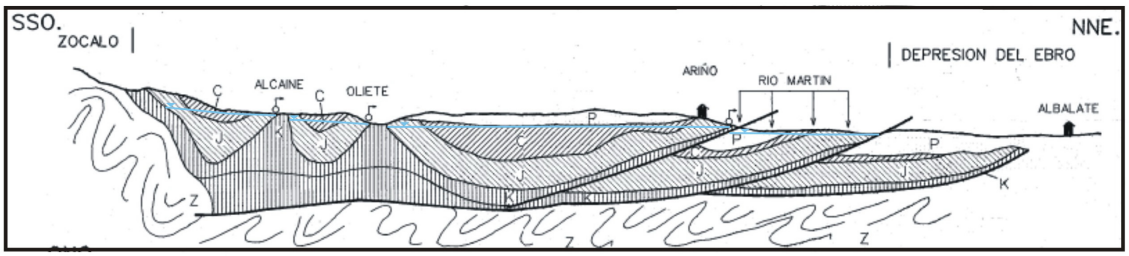
1.2.3 Funcionamiento hidrogeológico

Esta masa de agua subterránea presenta un régimen de funcionamiento natural, escasamente influenciado por los retornos de riegos y el bombeo para uso urbano y agrícola.

La recarga en régimen natural se produce por infiltración de agua de lluvia en los afloramientos de las formaciones permeables (Muschelkalk, Jurásico y Cretácico Superior) y a favor de infiltración en cauces perdedores cuando éstos atraviesan las formaciones

permeables. La descarga se produce de forma natural a los cauces mediante manantiales asociados a estructuras geológicas donde aflora la base impermeable (Keuper).

La principal afección al régimen natural de la MASb 091.091-Cubeta de Oliete lo constituye el canal de Moneva, construido para evitar que el caudal circulante por el río Aguasvivas se infiltre a favor de los afloramientos permeables de la FGP Grupo Renales. Así, antes de construir el canal (hasta 1968) la infiltración a favor del cauce se cifra en 10 hm³/a de promedio en los 10 km de cauce existentes entre las localidades de Blesa y Moneva (1 hm³/km de infiltración), una vez construido el canal la infiltración anual promedio descendió a 1,6 hm³ (CHE,1991).



P: Paleógeno
C: Cretácico
J: Formaciones jurásicas (comprende el Grupo Renales –a muro- y otros niveles acuíferos del Dogger y Kimmeridgiense)
K: Keuper (impermeable de base)
Z: zócalo paleozoico

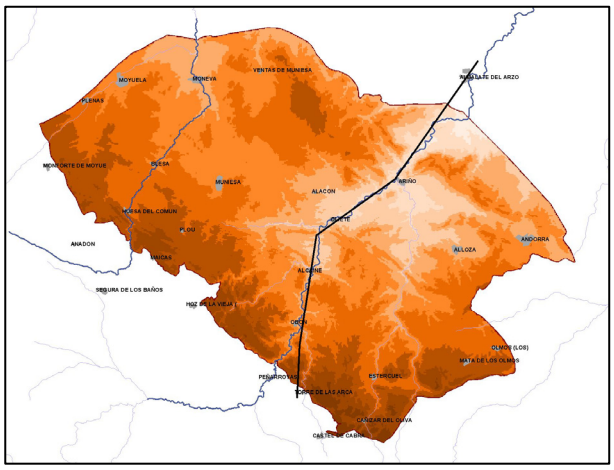
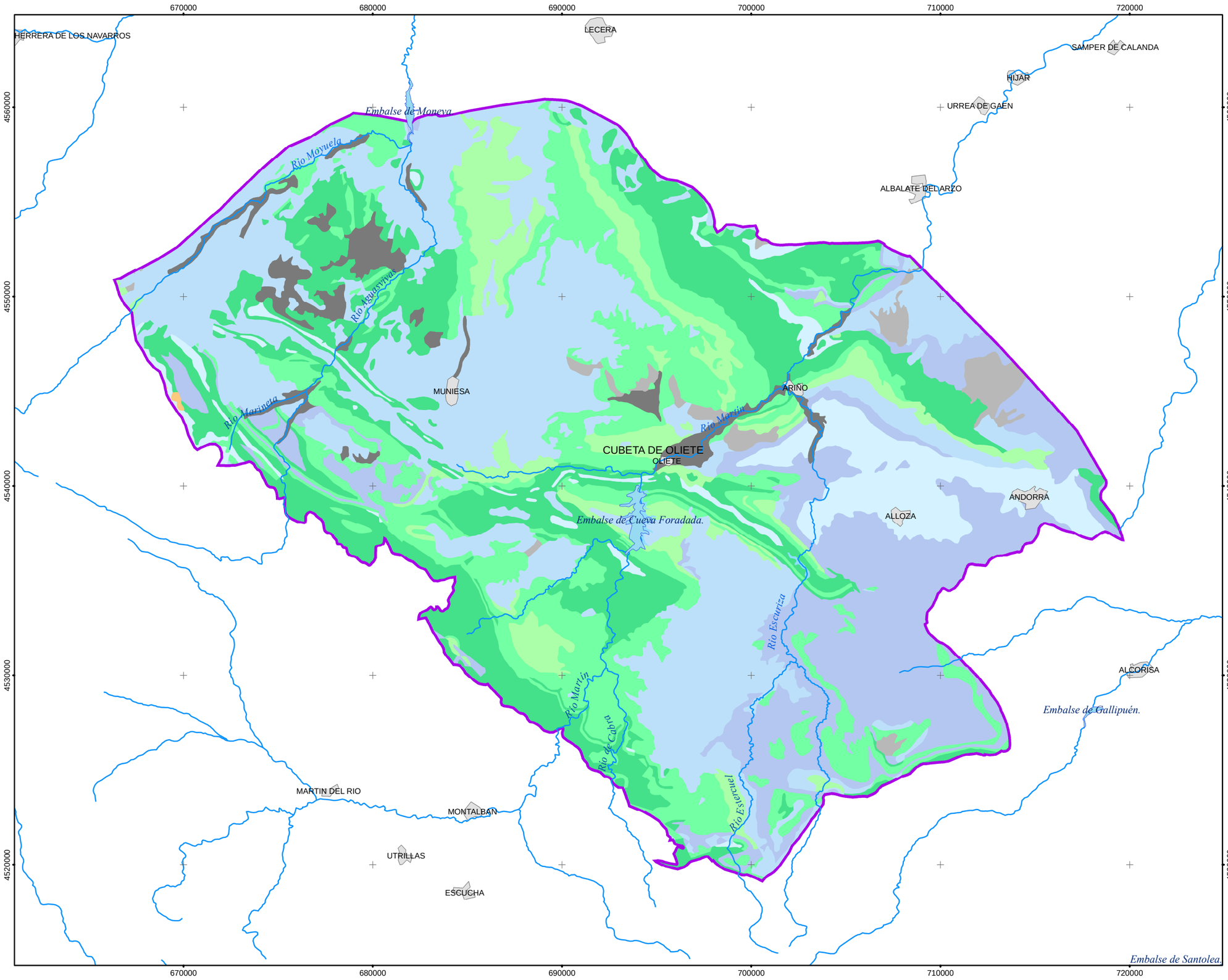


Figura 2. *Corte hidrogeológico representativo del funcionamiento hidrogeológico de la MASb 091.091-Cubeta de Oliete (CHE 1991)*



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
091.091 (CUBETA DE OLIETE) . EG04_091091_map_2.

FEBRERO 2010

2. Estaciones de control y medidas de caudales

Para cuantificar la relación río-acuífero en la MAsb Cubeta de Oliete se han utilizado las series de aforos registradas en las estaciones de aforos de la red oficial de la C.H. Ebro existentes en los ríos Aguasvivas y Martín, así como una serie de aforos realizados durante la realización de un estudio hidrogeológico llevado a acabo por la C.H. Ebro en (CHE, 1991) en dicha masa de agua subterránea, en cuyo transcurso se efectuaron aforos directos y se dispusieron escalas que se controlaron durante el periodo octubre 1990 a septiembre 1991, algunas de las cuales se controlan en la actualidad.

Además se cuenta con los datos hidrométricos de las redes históricas de control de aguas subterráneas del IGME que existían en los ríos Martín y su afluente el río Escuriza.

En esta masa de aguas subterráneas no se ha definido una red oficial de control hidrométrico de las aguas subterráneas, aunque la CH Ebro efectúa controles periódicos en secciones que disponen de escala en el río Martín.

2.1 *Estaciones de la red oficial de aforos*

La res oficial de aforos que la CH Ebro mantiene en los ríos Aguasvivas y Martín comprende un total de 8 estaciones, repartidas equitativamente entre ambos cauces.

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						
122	Blesa	Activa	676498	4545072		Aguasvivas	*333*			
440	Canal embalse Moneva	Activa	677297	4545576		Canal de derivación Aguasvivas				
138	Moneva	Activa	681509	4555757		Aguasvivas	*123*	14.945	Oct-1951 a sept-1992	
141	Moneva-Moyuela	Activa	681845	4557939		Moyuela ((Aguasvivas)	*124*	7.305		
127	Alcaine	Activa	693539	4536469		Martín	*346*	14.093		
817	Cueva Foradada	Activa	694098	4539719		Martín	*133*	36.303		
118	Oliete	Activa	694204	4540493		Martín	*133*	20.119		
262	Oliete (río Seco)	Inactiva	693845	4540643		Seco (Martín)	*132*	-		

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

La EA-122 permite analizar, en conjunción con la EA-440 y la EA-138, el comportamiento de la relación río acuífero del Aguasvivas en el tramo comprendido entre el azud de Blesa y el embalse de Moneva.

La EA-141 no permite obtener conclusiones sobre la relación río-acuífero del Moyuela en la MASb Cubeta de Oliete, ya este cauce puede registrar la descarga de acuíferos de esta MASb

y otras colindantes (0914.084/Oriche-Anadón), no existiendo datos suficientes para segregar la escorrentía subterránea que provenga de los acuíferos de la MASb Cubeta de Oliete.

La EA-127 puede ser utilizada para analizar la descarga del acuífero liásico (FGP Grupo Renales) en los manantiales de Alcaine, principal punto de descarga de la subunidad Blesa-Oliete.

Las estaciones EA-817 y EA-118 registran el caudal circulante por el río Martín aguas abajo del embalse de Cueva Foradada, por tanto en régimen influenciado, no permitiendo una valoración de la descarga por los manantiales de Oliete, situados en la zona donde se ubican estas estaciones de aforos

2.2 *Estaciones de la red oficial de control hidrométrico*

No se han definido redes oficiales de control hidrométrico en la Cuenca del Ebro y por tanto, no existe red de control hidrométrico oficial en esta masa de aguas subterráneas. Si bien, la CH Ebro controla periódicamente (mensualmente) una serie de escalas de aforos enfocadas al control de surgencias (manantiales de Ariño y Alcaine en el río Martín).

Código estación de control	Organismo	Estado	Ubicación geográfica			Cauce		Serie de Datos		
			Coordenada UTM Huso 30		Cota (m snm)	Nombre	MAS (codificación CEDEX)	Número de datos disponibles	Amplitud de la serie	Indice de representatividad
			X	Y						
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2. *Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de control hidrométrico de aguas subterráneas*

2.3 *Otra información hidrométrica*

La información hidrométrica se complementa con los aforos directos realizados por la CH Ebro durante una investigación hidrogeológica realizada en el periodo oct-1990 a sep-1991 y en diferentes campañas de medidas efectuadas posteriormente en secciones fijadas en este estudio o aprovechando las escalas que fueron construidos.

También han sido utilizados los datos de aforos realizados por el IGME en las secciones de control que conformaron la red histórica de control hidrométrico de este organismo.

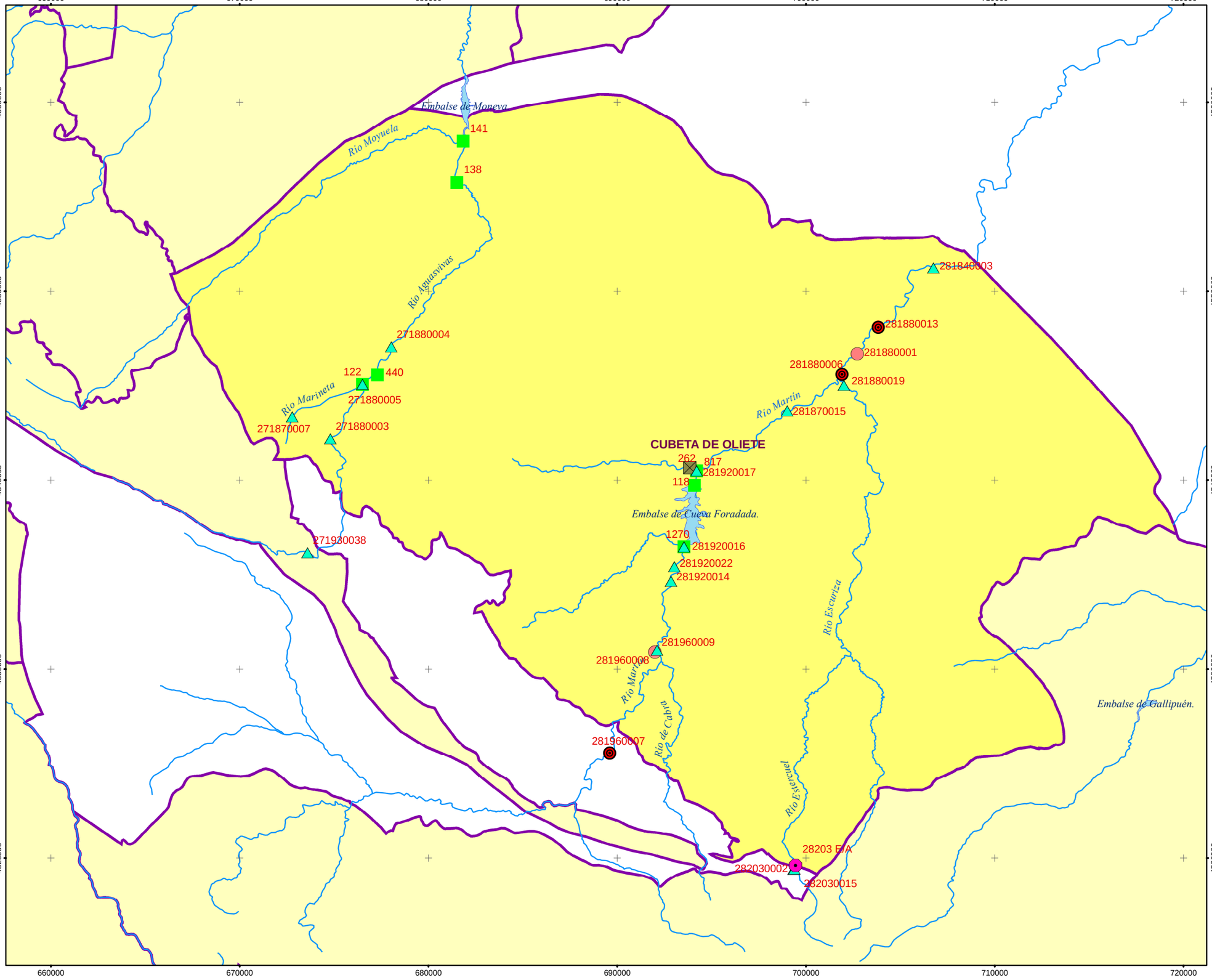
Código estación		Observaciones	Datos de Caudal				
Código [1]	Referencia bibliográfica		Número de datos	Amplitud de la serie	Caudal mínimo (l/s)	Caudal promedio (l/s)	Caudal máximo (l/s)
271930038	CH Ebro	*Escala linmimétrica*	18	feb-89 a dic-96	0	51,94	252
271880003			25	feb-80 a dic-96	0	31,84	170
271870007			12	oct-79 a dic-96	15	51,08	134
271880005			12	sep-79 a oct-90	55	127,42	260
271880004			11	abr-93 a dic-96	0	49,73	112
281960007		*Escala linmimétrica*	68	oct-79 a mar-08	8	432,51	2.036
281960008		*Escala linmimétrica*	53	feb-89 a mar-08	14	389,97	2.299
281960009			19	ago-02 a nov-06	0	27,53	55
281920014			12	may-81 a ene-97	0	409,35	2.120
281920022			5	may-01 a oct-91	17	21,00	25
281920016			24	oct-79 a ene-95	168	510,55	930
281920017			7	oct-00 a oct-01	102	505,00	2.027
281870015			5	may-01 a oct-01	49	255,00	1.029
281880006		*Escala linmimétrica*	212	oct-79 a mar-08	10	619,57	2.275
281880001		*Escala linmimétrica*	55	oct-80 a mar-08	141	674,52	1.322
281880013		*Escala linmimétrica*	100	may-81 a mar-08	488	1363,52	3.232
281840003			10	may-81 a abr-01	836	1711,20	2.686
282030002			5	jun-92 a mar-00	4	14,36	26
282030015			6	feb-94 a dic-96	12	21,00	29
281880019			7	oct-00 a oct-01	3	17,71	52
28196 M/A	Base de Datos del IGME		28	oct-79 a jun-01	8	373,77	1.925
28192 M/C			17	oct-81 a ene-95	0	382,89	930
28188 M/E			34	oct-79 a ene-95	54	845,65	2.253
28188 M/F			34	oct-79 a ene-95	725	1757,17	3.398
28203 E/A			4	feb-94 a feb-95	15	23,00	29

[1] *Código de la CH Ebro*

Correspondencia entre las secciones de aforos de la CH Ebro y las redes hidrométricas históricas del IGME

Código CH Ebro	*Código IGME*
281960007	*28196 M/A*
281920014	*28192 M/C*
281880006	*28188 M/E*
281880013	*28188 M/F*
282030002	*28203 E/A*
282030015	

Tabla 3. *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
091.091 (CUBETA DE OLIETE) . EG04_091091_map_3.

FEBRERO 2010

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

En la MASb 091.091-Cubeta de Oliete existe una clara relación entre los cauces y la FGP permeable definida (Grupo Renales) y el resto de formaciones de comportamiento acuífero del Muschelkalk, Jurásico y Cretácico Superior.

Estas relaciones río-acuífero están condicionadas por la estructura geológica, que provoca una compartimentación hidrogeológica manifiesta según el curso descendente de los cauces, lo que da origen a la presencias de varias zonas de descarga a lo largo del cauce del río Martín (manantiales), que se convierte en el colector principal del flujo subterráneo.

El río Aguasvivas, excepto en su tramo alto (asociado a la subunidad Monforte de Moyuelas-Maicas), se comporta como perdedor, por situarse a mayor cota topográfica que el río Martín (ver Figura 3),que actúa como colector del flujo subterráneo.

La distancia media entre ambos cauces oscila entre 17 a 20,5 km y las cotas medias de los lechos presentan una diferencia de entre 150 a 180 m (según datos del MDT 100x100 m del CEDEX), lo que implica una pendiente media de entre 0,0087 a 0,0088 entre ambos cauces, bastante superior al gradiente hidráulico que presenta el sistema hidrogeológico, que toma un valor de 0,0055 como valor promedio considerando los datos piezométricos de que dispone la red piezométrica de la CH Ebro (ver Figura 4).

En total han sido definidos 10 tramos de cauces con relación río-acuífero, considerando la peculiaridad y/o significación hidrogeológica de esta relación.

Resulta evidente que todos aquellos cauces pertenecientes a MAS cuya cota topográfica queda por encima de la cota piezométrica funcionan como perdedores, facilitando la recarga del conjunto de acuíferos de la Cubeta de Oliete. No obstante se han restringido los tramos perdedores a aquellos que presentan una especial relevancia en el funcionamiento hidrogeológico de la MASb 091.091-Cubeta de Oliete.

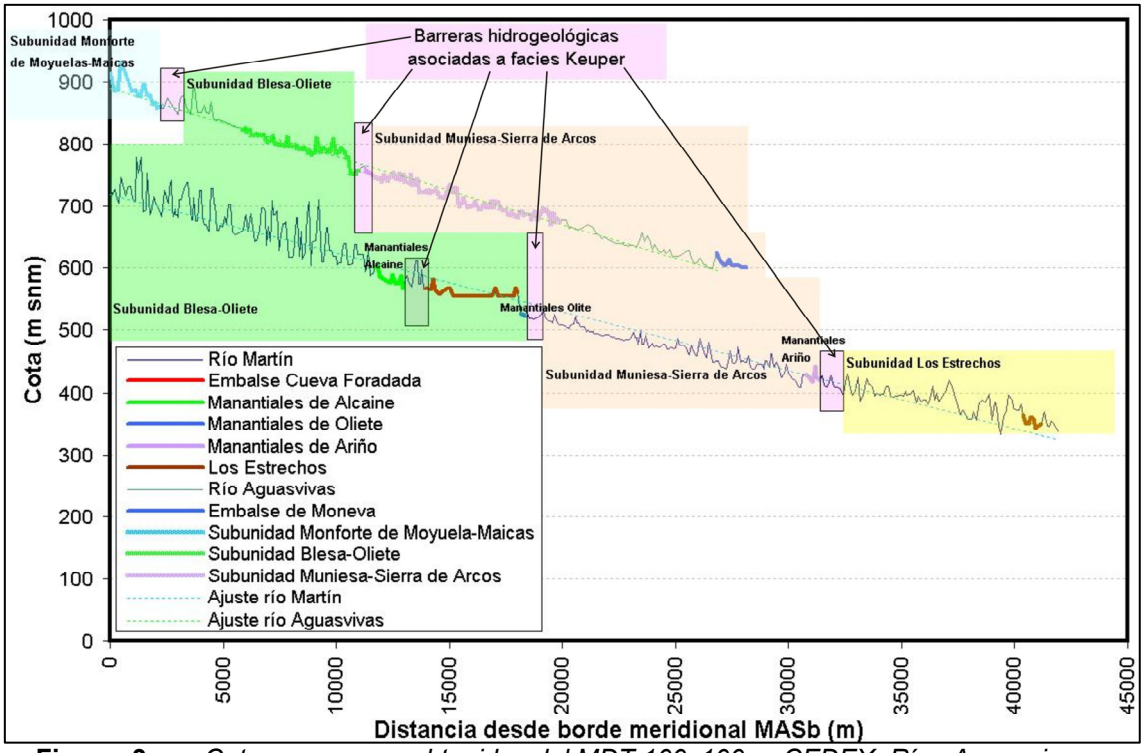


Figura 3. *Cotas en cauces obtenidas del MDT 100x100 m-CEDEX. Ríos Aguasvivas y Martín*

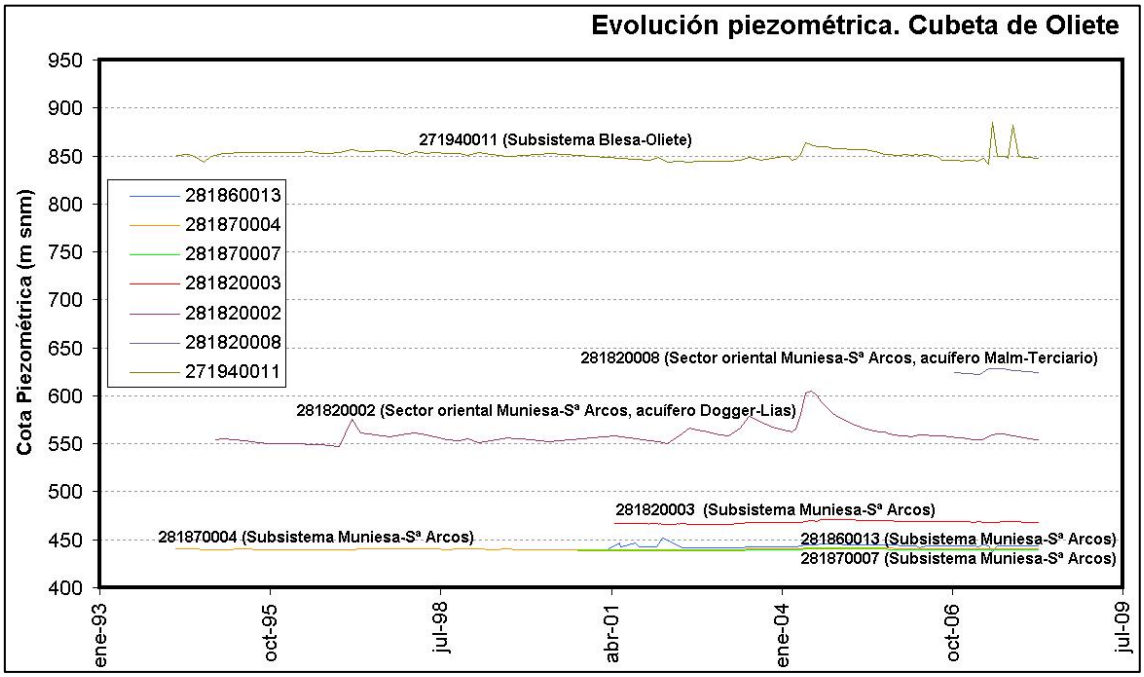


Figura 4. *Series piezométricas de la red oficial de la CH Ebro*

3.1 *Identificación y Modelo Conceptual*

Dentro de la MASb 091.091-Cubeta de Oliete se han definido 10 tramos donde existe conexión hidráulica entre de los cauces de las MAS definidas y las FGP considerada (Grupo Renales).

Subcuenca del río Aguasvivas

- **Tramo El Coscollar** (091.091.001-tramo conectado con la MAS código 333). Corresponde al tramo alto del río Aguasvivas, desde que entra en la MASb 091.091-Cubeta de Oliete hasta que alcaza la estructura en frente de cabalgamiento situada al sur del núcleo de Huesa del Común. Corresponde con un tramo donde las formaciones jurásica de la FGP quedan aisladas como consecuencia del Keuper infrayacente. La MAS relacionada es *río Aguasvivas desde su nacimiento hasta el azud de Blesa* (código 333), que corresponde con un río de montaña mediterránea calcárea.
- **Tramo Huesa del Común** (091.091.010-tramo conectado con la MAS código 333). Corresponde al tramo alto del río Aguasvivas situado entre Huesa del Común y la estructura en frente de cabalgamiento situada al sur del núcleo de Huesa del Común, donde aflora el Keuper constituyendo una barrera hidrogeológica que separa las subunidades de Monforte de Moyuelas-Maicas y Blesa-Oliete. Corresponde a un tramo en el que el río Aguasvivas circula sobre los afloramientos de la FGP jurásica a cotas de entre 860 a 850 msnm. La MAS relacionada es *río Aguasvivas desde su nacimiento hasta el azud de Blesa* (código 333), que corresponde con un río de montaña mediterránea calcárea.
- **Tramo azud de Blesa** (091.091.002-tramo conectado con la MAS código 123). Corresponde al tramo del río Aguasvivas situado entre el azud de Blesa y la estructura geológica de Blesa-Oliete, donde afloran las facies Keuper, originando una barrera hidrogeológica al flujo, en referencia a la que se define el límite septentrional de la subunidad de Blesa-Oliete. Corresponde a un tramo en el que el río Aguasvivas circula sobre los afloramientos de la FGP jurásica a cotas de entre 760 a 780 msnm. La MAS relacionada es *río Aguasvivas desde el azud de Blesa hasta la cola del embalse de Moneva* (código 123), que corresponde con un río mineralizado de baja montaña mediterránea.
- **Tramo Blesa-Moneva** (091.091.003-tramo conectado con la MAS código 123). Corresponde al tramo del río Aguasvivas situado entre los núcleos de Blesa y Moneva en los que afloran las formaciones de la FGP liásica definida. Corresponde a un tramo en el que el río Aguasvivas presenta cotas de entre 670 a 750 msnm y se asocia a la FGP liásica en la subunidad Muniesa-Sierra de Arcos. La MAS relacionada es *río Aguasvivas desde el azud de Blesa hasta la cola del embalse de Moneva* (código 123), que corresponde con un río mineralizado de baja montaña mediterránea.

Subcuenca del río Martín

- **Tramo Obón** (091.091.004-tramo conectado con la MAS código 344). Corresponde al tramo inicial del río Martín dentro los límites de la MASb 091.091-Cubeta de Oliete. En este tramo el río Martín circula sobre los afloramientos del Grupo Renales a cotas de entre 695 a 715 m snm. La MAS relacionada es *río Martín desde el río Ancho (final de la canalización de Montalbán) hasta el río Cabra* (código 344), que corresponde con un río de montaña mediterránea calcárea.
- **Tramo río Cabra** (091.091.005-tramo conectado con la MAS código 345). Corresponde al tramo intermedio del río Cabra, afluente del río Martín. En este tramo el río Cabra circula sobre los afloramientos del Grupo Renales. La MAS relacionada es *río Cabra desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Obón* (código 345), que corresponde con un río de montaña mediterránea calcárea.
- **Tramo manantiales de Alcaine** (091.091.006-tramo conectado con la MAS código 346). Corresponde al tramo del río Martín donde aparecen los manantiales de Alcaine. En este tramo el río circula sobre los afloramientos de la FGP Grupo Renales. La cota de drenaje de estos manantiales corresponde a 568 msnm. La MAS relacionada es *río Martín desde el río Cabra hasta la cola del embalse de Cueva Foradada* (código 346), que corresponde con un río de montaña mediterránea calcárea.
- **Tramo manantiales de Oliete** (091.091.007-tramo conectado con la MAS código 133). Corresponde al tramo del río Martín situado inmediatamente aguas abajo de la presa de Cueva Foradada, donde aparecen los manantiales de Oliete. La cota de drenaje de estos manantiales corresponde a 522 msnm. En este tramo el río circula sobre los afloramientos de la FGP Grupo Renales. La MAS relacionada es *río Martín desde la presa de Cueva Foradada hasta el río Escuriza* (código 133), que corresponde con río mineralizado de baja montaña mediterránea.
- **Tramo manantiales de Ariño** (091.091.008-tramo conectado con la MAS código 135). Corresponde al tramo del río Martín donde aparecen los manantiales de Ariño, puntos que responden a la descarga principal de la subunidad Muniesa-Sierra de Arcos. La cota de drenaje de estos manantiales corresponde a 420 msnm. En este tramo el río circula sobre los afloramientos de la FGP Grupo Renales. La MAS relacionada es *río Martín desde el río Escuriza hasta su desembocadura en el Ebro* (código 135), que corresponde con un río mineralizado de baja montaña mediterránea.
- **Tramo Los Estrechos** (091.091.009-tramo conectado con la MAS código 135). Corresponde al tramo bajo del río Martín en la MASb 091.01-Cubeta de Oleite, en una zona donde aflora la FGP Grupo Renales y donde se verifica la principal descarga de la subunidad Los Estrechos. La cota de drenaje corresponde a 340 msnm. La MAS relacionada es *río Martín desde el río Escuriza hasta su desembocadura en el Ebro* (código 135), que corresponde con un río mineralizado de baja montaña mediterránea.

Código del tramo	Nombre del cauce	MAS relacionadasegún codificación CEDEX		Características de la MAS a relacionada			Formación Geológica Permeable
		Código	Nombre	Categoría	Tipología	Alteración	
091.091.001	Río Aguasvivas	*333*	Río Aguasvivas desde su nacimiento hasta el azud de Blesa	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	Grupo Renales
091.091.010	Río Aguasvivas	*333*	Río Aguasvivas desde su nacimiento hasta el azud de Blesa	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	Grupo Renales
091.091.002	Río Aguasvivas	*123*	Río Aguasvivas desde el azud de Blesa hasta la cola del embalse de Moneva	Río	Río mineralizado de baja montaña mediterránea	Masa natural	Grupo Renales
091.091.003	Río Aguasvivas	*123*	Río Aguasvivas desde el azud de Blesa hasta la cola del embalse de Moneva	Río	Río mineralizado de baja montaña mediterránea	Masa natural	Grupo Renales
091.091.004	Río Martín	*344*	Río Martín desde el río Ancho (final de la canalizaci¾n de Montalbßn) hasta el río Cabra	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	Grupo Renales
091.091.005	Río Cabra	*345*	Río Cabra desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Obón	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	Grupo Renales
091.091.006	Río Martín	*346*	Río Martín desde el río Cabra hasta la cola del embalse de Cueva Foradada	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	Grupo Renales
091.091.007	Río Martín	*133*	Río Martín desde la presa de Cueva Foradada hasta el río Escuriza	Río	Río mineralizado de baja montaña mediterránea	Masa natural	Grupo Renales
091.091.008	Río Martín	*135*	Río Martín desde el río Escuriza hasta su desembocadura en el Ebro	Río	Río mineralizado de baja montaña mediterránea	Masa natural	Grupo Renales
091.091.009	Río Martín	*135*	Río Martín desde el río Escuriza hasta su desembocadura en el Ebro	Río	Río mineralizado de baja montaña mediterránea	Masa natural	Grupo Renales

Tabla 4. *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 Cubeta de Oliete.

Subcuenca del río Aguasvivas

Tramo El Coscollar (**091.091.001**). En este tramo el río Aguasvivas intersecta la FGP Grupo Renales en una zona donde este acuífero liásico queda aislado hidrogeológicamente por la presencia de las facies Keuper, lo que permite diferenciar la subunidad Monforte de Moyuela-Maicas. En este tramo el río Aguasvivas se convierte en el colector del drenaje de la FGP Grupo Renales, aunque no es descartable que parte del drenaje se dirija hacia el río Marineta. Al objeto de controlar esta potencial descarga la CH Ebro dispuso una sección de aforos en este cauce (271870007) que ofreció unos caudales muy variables, pero pueden corresponder a la descarga del acuífero liásico de la subunidad Monforte de Moyuela-Maicas o del acuífero Muschelkalk de la MASb

091.084-Oriche-Anadón. Considerando que la potencial descarga al río Aguasvivas se efectúe en el tramo en el que éste atraviese a las formaciones liásicas, el modelo conceptual para este tramo corresponde a un río ganador con conexión difusa directa (*código 401-Conexión difusa directa en cauces efluentes*). En este tramo el río Aguasvivas dispone de un régimen hidrológico natural.

Tramo Huesa del Común (**091.091.010**). En este tramo el río Aguasvivas atraviesa la FGP Grupo Renales en el flanco norte de la barrera hidrogeológica asociada a la irrupción del Keuper que constituye el límite hidrogeológico entre la subunidad Monforte de Moyuela-Maicas (situado al sur) y la de Blesa-Oliete (situada al norte). En este tramo el río Aguasvivas infiltra agua hacia la FGP Grupo Renales de la subunidad Blesa-Oliete. Al objeto de controlar esta infiltración en cauce la CH Ebro ha realizado una serie de aforos diferenciales. Por tanto, el modelo conceptual para este 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 Aguasvivas dispone de un régimen hidrológico natural.

Tramo azud de Blesa (**091.091.002**). Corresponde a un tramo en el que el río Aguasvivas discurre a través de la FGP Grupo Renales a una cota topográfica que permite que el cauce funcione como perdedor, recargando el acuífero en la subunidad Blesa-Oliete, que se descarga en el cauce del río Martín a favor de los manantiales de Alcaine. Por tanto el modelo conceptual para este tramo corresponde a un río perdedor con conexión difusa indirecta. En la blibligrafía consultada se indica la importante karstificación que presenta la FGP Grupo Renales, pero no se menciona la presencia de sumideros en el cauce del río Aguasvivas, por lo que es previsible la presencia de un efecto ducha (lámina en cauce descolgada del nivel piezométrico). Además, en una porción del tramo definido, el río Aguasvivas discurre por unos conglomerados areno-arcillosos miocenos, que pueden condicionar la infiltración hacia el acuífero liásico subyacente. Por tanto, el modelo conceptual para este 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 Aguasvivas presenta un régimen hidrológico influenciado como consecuencia de la derivación asociada al canal de Moneva, que parte del azud de Blesa y que empezó a funcionar en 1968. El objetivo de esta infraestructura hidráulica es minimizar las perdidas de caudal que se registran en el río Aguasvivas por infiltración en los acuíferos jurásicos, tanto en el tramo 091.091.002 como en el 091.091.003 definidos.

Tramo Blesa-Moneva (**091.091.003**). Corresponde al amplio tramo del río Aguasvivas comprendido entre Blesa y el embalse de Moneva, en el que este cauce discurre sobre los afloramientos de la FGP Grupo Renales, aguas abajo de la estructura anticlinal de

Blesa, en cuyo núcleo afloran las facies Keuper, constituyendo una barrera hidrogeológica que constituye el límite hidrogeológico entre as subunidades de Blesa-Oliete (al sur de esta estructura) y Muniesa-Sierra de Arcos (definida al norte de esta estructura). En este tramo el río Aguasvivas discurre sobre formaciones acuíferas del jurásico (FGP Grupo Renales) o bien sobre depósitos detríticos miocenos de naturaleza conglomerática que tapizan los paleorelieves jurásicos, lo que favorece la infiltración desde el cauce de una significativa porción del caudal circulante, circunstancia por la que se construyó el canal del Moneva, al objeto de asegurar una aportación suficiente al embalse de Moneva el cual se sitúa aguas abajo de este tramo de comportamiento claramente influente. El tramo definido permite la alimentación del acuífero jurásico en la subunidad Muniesa-Sierra de Arcos, la cual se descarga, fundamentalmente, a favor de los manantiales de Ariño, situados en el cauce del río Martín, de forma que el acuífero jurásico permite la transferencia subterránea desde el río Aguasvivas al río Martín, como consecuencia de que el gradiente topográfico entre ambos cauces es inferior al gradiente hidrogeológico del sistema hidrogeológico. A pesar de la importante karstificación que presenta la FGP Grupo Renales, no se cita la presencia de sumideros en el cauce del Aguasvivas, por tanto, el modelo conceptual para este 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 Aguasvivas presenta un régimen hidrológico influenciado como consecuencia de la derivación asociada al canal de Moneva.

Subcuenca del río Martín

Tramo Obón (**091.091.004**). Este tramo ha sido definido en el río Martín en una zona donde los estudios realizados por la C.H. del Ebro han permitido caracterizar la relación hidráulica entre este cauce y la FGP definida en la MASb Cubeta de Oliete (Grupo Renales) a partir de aforos diferenciales. Este tramo del río Martín corresponde al inicio del curso fluvial dentro de los límites de las MASb, donde este cauce discurre sobre afloramientos de la FGP, en el flanco meridional de una estructura sinclinal de plegamiento suave en cuyo núcleo afloran las formaciones impermeables del Cretácico Inferior y que queda incluida en la subunidad Blesa-Oliete. En el flanco septentrional de dicha estructura aparecen los manantiales de Alcaine (que definen en tramo 091.091.005), que constituyen la principal descarga de la FGP en la mencionada subunidad hidrogeológica. Por tanto, lo que ocurre es que el gradiente hidrogeológico es inferior al gradiente topográfico o pendiente del cauce del río Martín, de forma que el cauce se comporta como perdedor en el tramo alto (Tramo Obón-091.091.004) y como ganador en el tramo de aguas abajo (Tramo manantiales Alcaine-091.091.005). En la bibliografía consultada no se cita la presencia de sumideros en este tramo del río Martín, a pesar de la significativa karstificación de la FGP Grupo Renales. Así, el modelo

conceptual para este 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 Martín presenta un régimen hidrológico natural.

Tramo río Cabra (**091.091.005**). Corresponde a un tramo de comportamiento similar al anteriormente reseñado pero en el río Cabra, afluente del río Martín. Por tanto, el modelo conceptual para este 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 Cabra presenta un régimen hidrológico natural.

Tramo manantiales de Alcaine (**091.091.006**). Corresponde a un tramo del río Martín en el que éste cauce recibe la descarga de la subunidad Blesa-Oliete (MASb Cubeta de Oliete) a través de los afloramientos de la FGP Grupo Renales que aparecen en el cauce como consecuencia de la presencia de la barrera hidrogeológica que constituye el anticlinal de Alcaine, en el que afloran en su núcleo las facies Keuper en la zona próxima al cauce aguas arriba del núcleo de Alcaine. El drenaje se verifica a favor de una serie de surgencias que aparecen en las proximidades de la margen izquierda del cauce, por lo que es previsible que en el cauce se encaje en las margas y arcillas del Keuper, facilitando así la aparición de la surgencias en una zona de topografía deprimida que genera el cauce del río Martín. Por tanto, el modelo conceptual para este tramo corresponde a un río ganador a favor de un grupo de manantiales asociados al cauce (*código 461-Descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes*). En este tramo el río Martín presenta un régimen hidrológico natural.

Tramo manantiales de Oliete (**091.091.007**). Corresponde a un tramo del río Martín situado inmediatamente agua abajo de la presa de Cuevas de Foradada donde se descarga el acuífero liásicos (FGP Grupo Renales) asociado a una estructura sinclinal, con cierre periclinal en el sector oriental de la misma, que afecta al conjunto cretácico-jurásico y cuyo eje atraviesa el embalse de Cueva Foradada y que queda limitado por sus flancos norte, este y sur por las facies Keuper. En el límite norte de esta estructura, las facies Keuper irrumpen dando origen a una barrera hidrogeológica al flujo subterráneo, ocasionando, en el punto de menor cota de este límite, la descarga del acuífero por rebose. Por tanto, el modelo conceptual para este tramo corresponde a un río ganador a favor de un grupo de manantiales asociados al cauce (*código 461-Descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes*). En este tramo el río Martín presenta un régimen hidrológico influenciado como consecuencia de la acción reguladora del embalse de Cueva Foradada.

Tramo manantiales de Ariño (**091.091.008**). Corresponde a un tramo del río Martín situado inmediatamente agua abajo del núcleo de Ariño, donde aparece la principal

descarga del acuífero liásico (FGP Grupo Renales) de la subunidad Muniesa-Sierra Arcos, en una zona donde irrumpen las facies Keuper a favor de un frente de cabalgamiento, originando una barrera hidrogeológica al flujo subterráneo que condiciona la existencia de un rebose hidrogeológico en el cauce del río Martín. Por tanto, el modelo conceptual para este tramo corresponde a un río ganador a favor de un grupo de manantiales asociados al cauce (*código 461-Descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes*). En este tramo el río Martín presenta un régimen hidrológico influenciado como consecuencia de la acción reguladora del embalse de Cueva Foradada y la modificación del régimen hidrológico en el río Aguasvivas como consecuencia de la puesta en funcionamiento del canal de Moneva.

Tramos Los Estrechos (**091.091.009**). Corresponde al tramo bajo del río Martín en la MASb Cubeta de Oliete, en el que aparecen unos afloramientos del acuífero liásico (Grupo Renales) en el cauce, a favor de los que se verifica la descarga de la subunidad Los Estrechos, que corresponde a un sector de funcionamiento hidrogeológico independiente en la MASb, pero de pequeña extensión superficial (CHE, 1991). El modelo conceptual para este tramo corresponde a un río ganador con conexión difusa directa (*código 401-Conexión difusa directa en cauces efluentes*). En este tramo el río Martín presenta un régimen hidrológico influenciado como consecuencia de la acción reguladora del embalse de Cueva Foradada.

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)
091.091.001	Río Aguasvivas	Conexión difusa directa en cauces efluentes	Natural	Aluvial poco desarrollado (arenas y gravas con matriz limo-arcillosa)	-	Barrera hidrogeológica asociada al Keuper	1.206
091.091.010	Río Aguasvivas	Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes	Natural	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	-	489
091.091.002	Río Aguasvivas	Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes	Influenciado (canal de Moneva)	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	-	2.154
091.091.003	Río Aguasvivas	Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes	Influenciado (canal de Moneva)	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	-	8.509
091.091.004	Río Martín	Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes	Natural	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	-	1.910
091.091.005	Río Cabra	Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes	Natural	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	-	4.167
091.091.006	Río Martín	Descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes	Natural	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	Barrera hidrogeológica asociada al Keuper	1.699
091.091.007	Río Martín	Descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes	Influenciado (embalse de Cueva Foradada)	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	Barrera hidrogeológica asociada al Keuper	361
091.091.008	Río Martín	Descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes	Influenciado (embalse de Cueva Foradada)	Aluvial y terrazas del río Martín	-	Barrera hidrogeológica asociada al Keuper	627
091.091.009	Río Martín	Conexión difusa directa en cauces efluentes	Influenciado (embalse de Cueva Foradada)	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	Descarga hidráulica en tramo permeable	4.175

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

3.2 *Relación río-acuífero*

Los tramos de cauce donde se ha definido conexión río-acuífero en la MASb 091.091 Cubeta de Oliete corresponden a:

- Tramos ganadores mediante conexión puntual por un grupo de manantiales (091.091.006 –manantiales de Alcaine-, 091.091.007 –manantiales de Oliete- y 091.091.008 –manantiales de Ariño-).
- Tramos ganadores mediante conexión difusa (091.091.001 y 091.091.008)
- Tramos perdedores mediante conexión difusa indirecta con efecto ducha (091.091.010, 091.091.002, 091.091.003, 091.091.004 y 091.091.005). En esta tipología de tramos no se descarta la presencia de sumideros, aunque no han sido descritos en la documentación bibliográfica consultada.

Para la cuantificación de estas relaciones se ha partido de datos procedentes de las redes de control de aforos de la CH Ebro y de las medidas de control hidrométrico realizadas por la CH

Ebro y el IGME, así como de una serie de datos de aforos diferenciales que fueron realizados durante la ejecución de un estudio hidrogeológico desarrollado por la CH Ebro en 1991.

3.2.1 Análisis de series de aforos

Los datos de series de aforos generadas en las redes de control que opera la CH Ebro han servido para analizar la relación río-acuífero en los tramos 091.091.002 y 091.091.003 del río Aguasvivas y en el tramo 091.091.006 del río Martín.

Para analizar la relación río-acuífero en los tramos 091.091.002 y 091.091.003 del río Aguasvivas se han utilizado los datos foronómicos de las estaciones 122, 440 y 138. Estos tramos del cauce del río Aguasvivas están sometidos a un régimen influenciado como consecuencia de la puesta en funcionamiento del Canal de Moneva en el periodo 1968-1969, por lo que las estaciones 122 (Blesa) y 138 (Moneva) pueden emplearse como aforo diferencial de los tramos de cauce considerados para el periodo de medidas anterior a 1968. La estación de aforos 440 (Alimentador del embalse de Moneva), que controla los caudales derivados por el Canal de Moneva, dispone de datos a partir del periodo 1979-1980, por tanto, la suma de las estaciones 122 y 440 puede ser utilizada, en comparación con la 138, a modo de aforo diferencial, para cuantificar la relación río-acuífero en los tramos del río Aguasvivas considerados a partir de 1979. En el periodo intermedio 1968-1979 no es posible formular cuantificaciones por no existir datos sobre derivaciones al canal de Moneva.

Utilizando los datos foronómicos de estas estaciones de control oficiales y considerando la validez de los datos en los diferentes periodos de tiempo que condiciona la disponibilidad de datos en el Canal de Moneva, se obtienen las siguientes conclusiones:

- La infiltración promedio anual que se produce en los tramos 091.091.002 y 091.091.003 definidos en el río Aguasvivas asciende a 10,73 hm^3 en régimen natural.
- La infiltración promedio anual que se produce en los tramos 091.091.002 y 091.091.003 definidos en el río Aguasvivas asciende a 5,19 hm^3 para el régimen influenciado que impone el canal de Moneva.

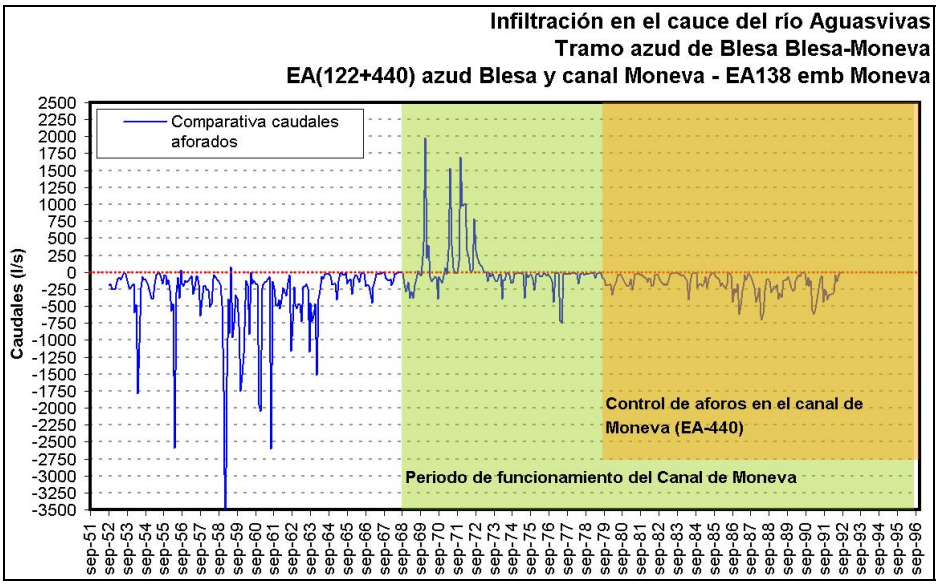


Figura 5. *Infiltración en el cauce del río Aguasvivas. Aforos diferenciales utilizando las series de aforos de la red oficial de la CH Ebro*

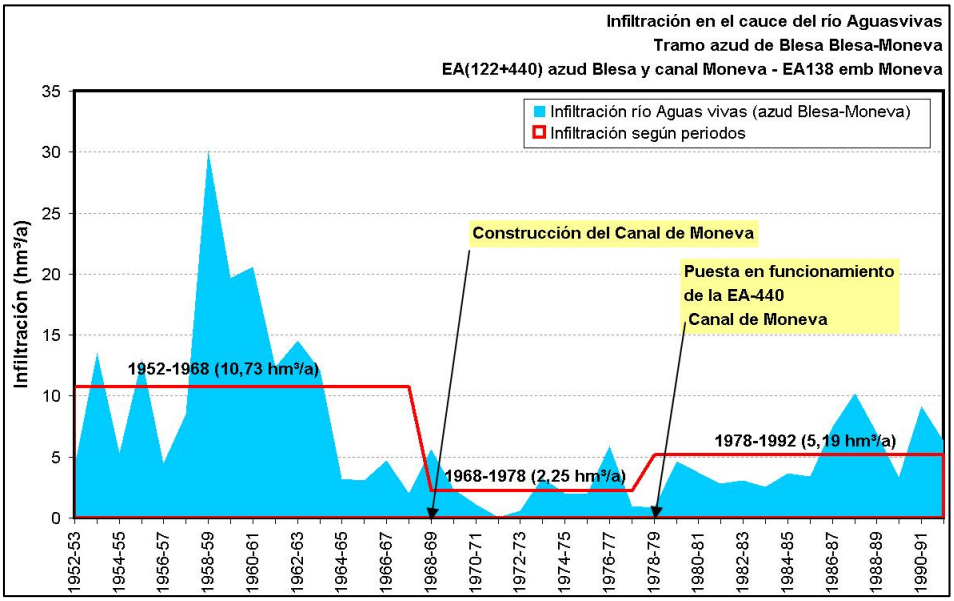


Figura 6. *Cuantificación de la infiltración anual en el río Aguasvivas*

Según estos datos, la relación unitaria de transferencia para los tramos 091.091.002 y 091.091.003 definidos en el río Aguasvivas corresponde a 0,0323 l/s/m en régimen natural y 0,0156 l/s/m en régimen influenciado. Si bien, estos datos promedio anuales de infiltración en cauce para toda la longitud de los tramos considerados (10.663 m), pueden tomar valores puntual de mayor envergadura cuando el cauce atraviesa los niveles más permeables de la FGP definida (Grupo Renales), lo que no se puede concretar con los datos disponibles, circunstancia que presenta mayor probabilidad de ocurrencia en el tramo 091.091.003.

Para analizar la relación río-acuífero en el tramo 091.091.006 del río Martín se han utilizado los datos foronómicos de las estaciones 127 (Alcaine, aforos después de manantiales), si bien, esta estación de aforos recoge la escorrentía del río Martín correspondiente a una cuenca de recepción que excede de la Cubeta de Oliete, registrando no sólo la escorrentía subterránea proveniente de la MASb Cubeta de Oliete que colecta el río Martín (manantiales de Alcaine), sino también la que procede de las MASb 091.084 Oriche-Anadón y 091.092 Aliaga-Calanda.

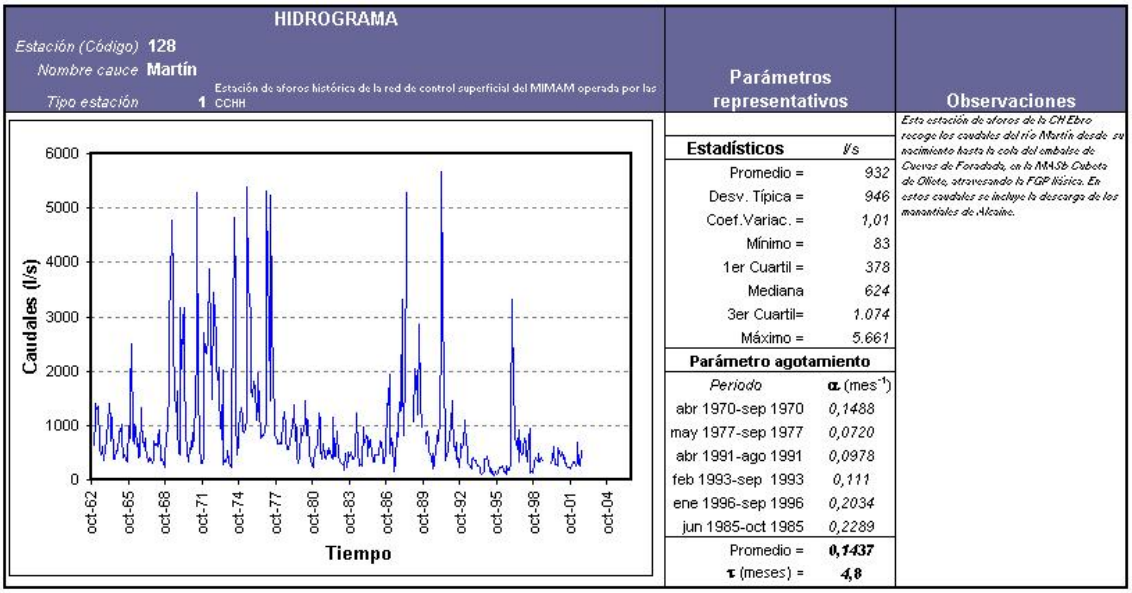


Figura 7. *Análisis del hidrograma EA-127 (río Martín en Alcaine)*

Según el análisis efectuado sobre las curvas de agotamiento del hidrograma correspondiente a la EA 127 (Figura 7) se obtiene un parámetro de agotamiento promedio de 0,1437 mes^{-1}, lo que implica un periodo de semi-agotamiento de 4,8 meses, que como se indicó anteriormente, no sólo sería aplicable a la descarga subterránea de la FGP liásica (Grupo Renales) de la MASb Cubeta de Oliete, también al conjunto de formaciones acuíferas que descarga en la cuenca de recepción del río Martín correspondiente a esta estación de control de aforos (091.084-Oriche-Anadón y 091.092-Aliaga-Calanda).

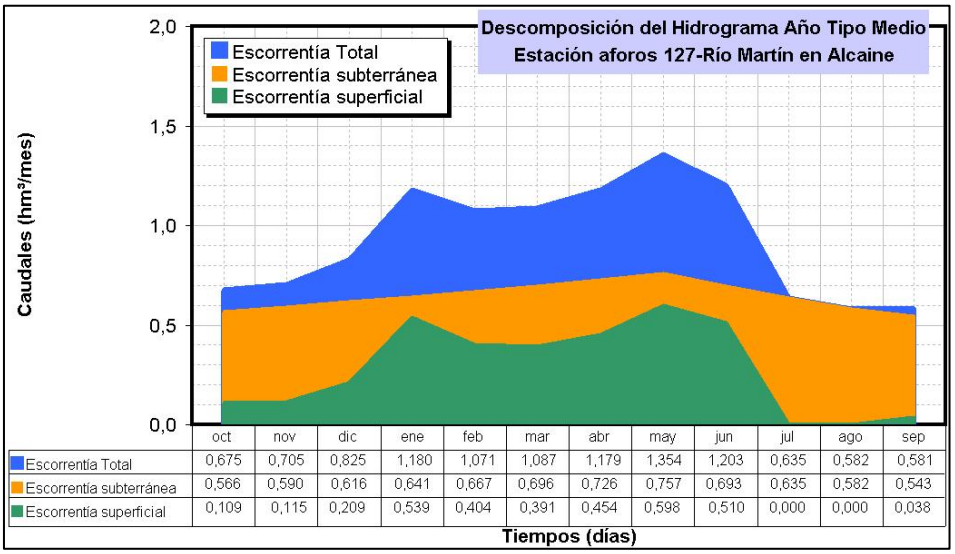


Figura 8. *Descomposición del hidrograma promedio anual EA-127 (río Martín en Alcaine)*

La descomposición del hidrograma anual promedio correspondiente a la EA 127, mediante la aplicación del método de Barnes (Figura 8), ofrece un coeficiente de agotamiento de 0,0858 mes^{-1} y que la escorrentía subterránea supone el 69,6% de la escorrentía total registrada para el periodo de referencia (1962-2002) (Tabla 6). Este valor es algo inferior que el que se obtiene analizando la serie completa (Figura 7), donde se obtiene un valor de 0,1437 mes^{-1} (periodo de semi-agotamiento de 4,8 meses).

DATOS DE PARTIDA	Serie (caudal promedio mensual)		Escorrentía promedio mensual (hm³/mes)	
	hm³	**l/s**	**Subt.**	**Superf.**
oct	0,675	260,45	0,566	0,109
nov	0,705	272,13	0,590	0,115
dic	0,825	318,10	0,616	0,209
ene	1,180	455,22	0,641	0,539
feb	1,071	413,24	0,667	0,404
mar	1,087	419,51	0,696	0,391
abr	1,179	454,96	0,726	0,454
may	1,354	522,41	0,757	0,598
jun	1,203	464,10	0,693	0,510
jul	0,635	244,97	0,635	0,000
ago	0,582	224,53	0,582	0,000
sep	0,581	224,13	0,543	0,038
Suma	**11,08**		**7,711**	**3,367**

Tabla 6. *Descomposición del hidrograma tipo medio EA-127*

El resto de estaciones de aforos existentes dentro de los límites de la MASb no permiten un análisis hidrométrico bien por responder a un régimen hidrológico influenciado (EA 817 y 118 en el río Martín, situadas aguas abajo del embalse de Cueva Foradada) o la escasa aportación subterránea que registran (EA 141-Moyuela y EA 262-Seco).

3.2.2 Análisis de datos hidrométricos

Tanto la CHE como el IGME disponen de datos de control foronómico en determinadas sección de control en los cauces del Aguasvivas y Martín y en algunos de sus afluentes (Marineta, Escuriza y Estercuel). Estas secciones están dispuestas estratégicamente para valorar la relación río-acuífero en la MASb Cubeta de Oliete. A continuación se desglosan las conclusiones que se obtienen del análisis de los datos hidrométricos disponibles.

En el río Marineta, afluente del Aguasvivas por su margen izquierda, existe una sección de control de la CHE de la que se dispone 12 datos de aforos en el periodo oct-1979 a dic-1996, con un caudal promedio de 51,08 l/s y mínimos de 15 l/s en periodos de intenso estiaje (sep-1994). Estos datos apuntan a un comportamiento ganador en el río Marineta, si bien esta descarga subterránea puede estar asociada a la descarga puntual de materiales permeables del Muschelkalk que afloran en el borde exterior de la MASb Cubeta de Oliete y que, por tanto, corresponden a manantiales de la MASb 091.084-Oriche-Anadón (271870001, 271870002 y 271870003).

En el río Aguasvivas existen secciones de control hidrométrico antes de iniciar su curso en los límites de la MASb Cubeta de Oliete (sección 271930038-Segura de los Baños), en Huesa del Común (271880003), en el azud de Blesa (271880005) y aguas abajo del núcleo de Blesa (271880004), justo antes de la irrupción del Keuper. Los objetivos de estas secciones sería controlar, a modo de aforos diferenciales, lo siguiente:

- *La pérdida que registra el río Aguasvivas a favor de los afloramientos de la FGP liásica aguas arriba de Huesa del Común* (tramo 091.091.010), mediante la comparación de las secciones 271930038 (Segura de los Baños) y 271880003 (Huesa del Común) (Figura 9). En este tramo del río Aguasvivas también se registraría la ganancia que recibe el río Aguasvivas por la descarga de la FGP Grupo Renales en la subunidad Monforte de Moyuelas-Maicas (tramo 091.091.001).

  Según los datos medidos por la CH Ebro en el tramo del río Aguasvivas entre Segura de los Baños-Huesa del Común, el caudal de pérdidas presenta una cierta variabilidad para el periodo analizado feb 1986-dic 1996 (13 datos) (4 a 27 l/s de pérdidas detectadas en 8 de los 13 aforos diferenciales efectuados). El comportamiento perdedor de este tramo queda evidenciado en la Figura 9, por lo que la capacidad de infiltración en el tramo de río sobre la FGP situada al norte de la barrera del Keuper de Monforte de Moyuelas-Maica, es francamente superior al drenaje que recibe el río desde los afloramientos de la FGP situados al sur de esta estructura. Según estos datos, las pérdidas en el tramo 091.091.010 (Huesa del Común) pueden evaluarse en un promedio de 11,63 l/s, lo que implica una RUT de 0,0238 l/s/m, con un claro incremento del caudal de pérdidas al

aumentar el caudal de entrada al entrada (sección 271930038-Segura de los Baños) (Figura 10), como respuesta al incremento en la lámina de agua en el río.

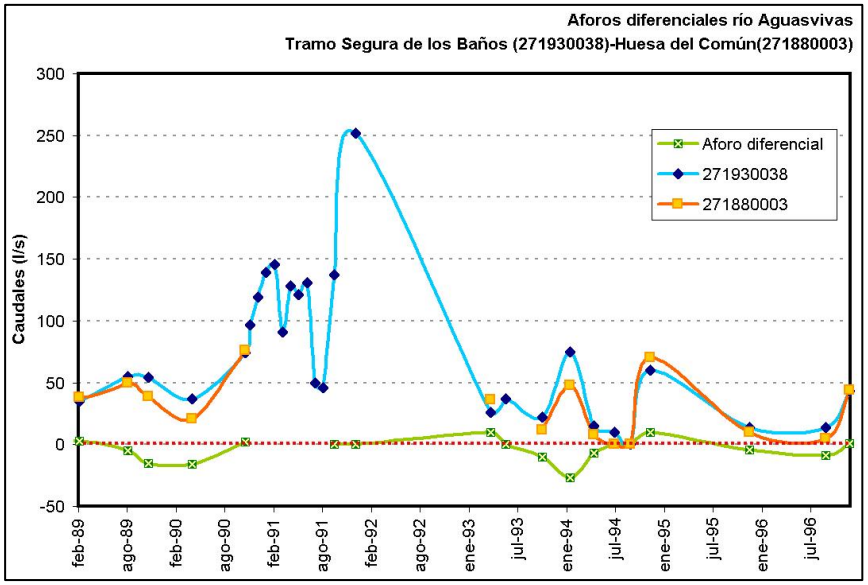


Figura 9. *Aforos diferenciales CH Ebro. Río Aguasvivas tramo Segura de los Baños-Huesa del Común*

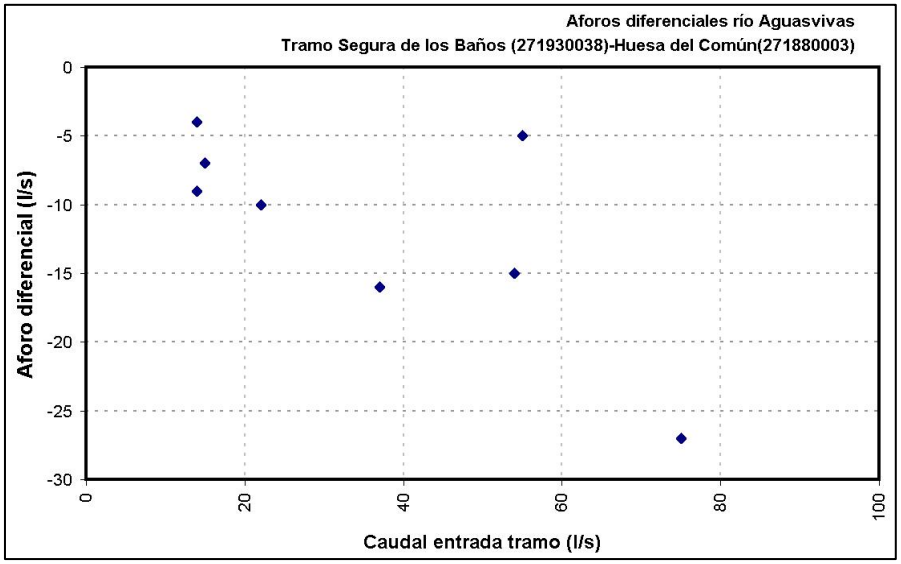


Figura 10. *Aforos diferenciales CH Ebro. Río Aguasvivas tramo Segura de los Baños-Huesa del Común (2)*

- *La relación río-acuífero en el tramo Huesa del Común-azud de Blesa*, comparando las secciones 271880003 (Huesa del Común) y la 271880005 (azud de Blesa), descontando de esta última la sección 271870007 (río Marineta, que desemboca al Aguasvivas aguas arriba del azud de Blesa). Los aforos realizados en el río Marineta no permiten evaluar correctamente los aforos diferenciales Huesa del Común-azud de Blesa, ya que fueron tomados en periodos dispares.

- *La relación río-acuífero que muestra el río Aguasvivas respecto a la FGP liásica entre el azud de Blesa y la barrera hidrogeológica que constituye el Keuper al sur del núcleo de Blesa* (tramo 091.091.002), comparando las secciones 271880005 (azud de Blesa) y 271880004 (Blesa). No es factible efectuar ningún cálculo ya que las medidas corresponden a periodos diferentes (sep 1979-oct 1990 para la sección 271880005 y abr 1993-dic 1996 para la sección 271880004). Por el contrario, si es factible comparar los caudales registrados en las estaciones de aforo de la CH Ebro EA-122 y EA-440, cuya suma ofrece el caudal de entrada al tramo analizado, ya que registran los caudales en el río y el desviado por el canal de Moneva, respecto a la sección de aforos 271880004 de la CH Ebro en Blesa (final del tramo analizado) (ver Figura 11). La comparación de esos caudales indica que el río en este tramo aguas arriba de Blesa y, por tanto, de la estructura en Keuper, que constituye la barrera hidrogeológica entre las subunidades de Blesa-Oliete y Muniesa-Sierra de Arcos, no es netamente perdedor, si bien el río Aguasvivas en este tramo no atraviesa la formación karstificada Carniolas Cortes de Tajuña, discurriendo sobre la Fm. Calizas y dolomías de Cuevas Labradas (techo de la FGP Grupo Renales). En cambio, aguas abajo de Blesa, el río discurre sobre la Fm. Carniolas Cortes de Tajuña, constituyendo un tramo netamente perdedor (091.091.003).

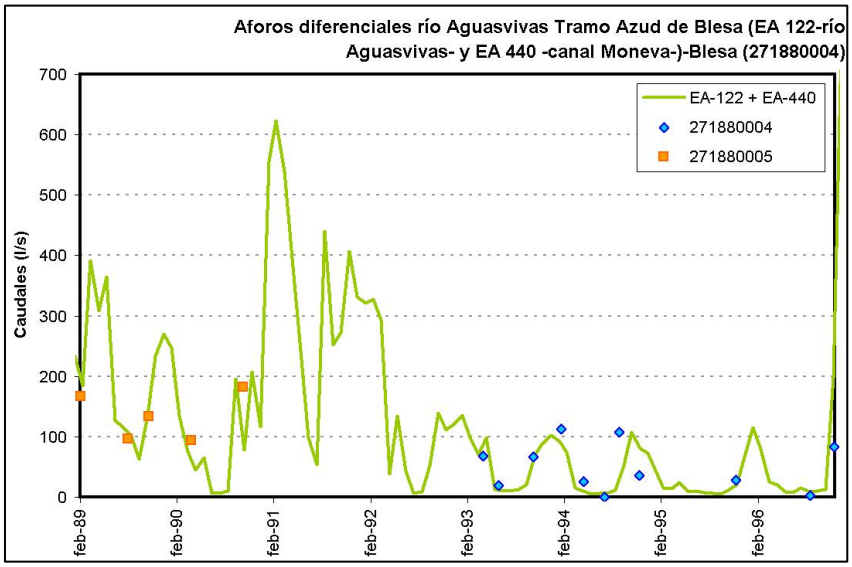


Figura 11. *Aforos diferenciales CH Ebro. Río Aguasvivas tramo Azud de Blesa-Blesa*

En el río Martín existen secciones de control hidrométrico que opera la CH Ebro e históricas que operaba el IGME. Las secciones de la CH Ebro corresponden a las siguientes:

281960007, río Martín en Peñarroya, permite controlar el caudal del río Martín antes de penetrar en la MASb Cubeta de OLiete (091.091)

281960008, río Martín en Obón, aguas abajo de la aportación del río Cabra

281920014, río Martín antes de la descarga de los manantiales de Alcaine

281920022, manantiales de Alcaine

281920016, río Martín en la EA-127 (Alcaine)
281920017, Oliete E.A. 118
281870015 Río Martín cerca sima y antes de manantiales de Ariño
281880019, río Escuriza antes de la confluencia con el río Martín
281880006, Escala aguas arriba manantial Puente Ariño
281880001, Baños de Ariño-1
281880013, río Martín aguas abajo manantiales de Ariño
281840003, río Martín en la Central de Rivera
282030002, río Escuriza en la Fuente de Cañizar
282030015, Aforo manantial Ventas Cañizar (río Escuriza)

Y las secciones de control del IGME corresponden con las siguientes:

28196 M/A, corresponde con la sección de aforos 281960007 río Martín en Peñarroya.
28192 M/C, corresponde con la sección de aforos 281920014 de la CH Ebro (río Martín antes de la descarga de los manantiales de Alcaine).
28188 M/E, corresponde con la sección de aforos 281880006 (escala aguas arriba manantial Puente Ariño).
28188 M/F, corresponde con la sección de aforos 281880013, río Martín aguas abajo manantiales de Ariño.
28203 E/A, controla el río Escuriza a la entrada a la MASb Cubeta de Oliete (suma de las secciones de aforos 282030002 y 282030015 de la CH Ebro).

Atendiendo a la ubicación de estas secciones de aforo, el objetivo de estas secciones sería controlar, a modo de aforos diferenciales, lo siguiente:

- *La pérdida o ganancia que registra los ríos Martín y Cabra a favor de los afloramientos de la FGP liásica aguas arriba de Obón* –tramo Peñarroya-Obón- (tramos 091.091.004 –río Martín- y 091.091.005 –río Cabra-), mediante la comparación de las secciones 281960007 (Peñarroya) –que marca el caudal de entrada al tramo- y la suma de 281960008 (Obón) y 281960009 (acequia Obón) (ver Figura 12). El hecho de que no existan medidas suficientes en la acequia de Obón dificulta cualquier cálculo de pérdidas, ya que no es factible realizar este cálculo comparando solamente las secciones 281960007 y 281960008 (Tramo Peñarroya-Obón en la Figura 12). Sólo en los casos en los que se puede considerar el caudal derivado del río Martín por la acequia de Obón (Tramo Peñarroya-Obón (2) en la Figura 12) y para los meses más secos (cuando la aportación del río Cabra sea nula), sería posible evaluar las pérdidas del río Martín en el tramo Peñarroya-Obón.

Partiendo de las consideraciones formuladas y considerando los datos de aforos diferenciales entre Peñarroya (2801960007) y la suma de Obón (281960008) y acequia Obón (281960009), se fijan una pérdidas promedio de 34 l/s en el tramo Peñarroya-Obón, lo que implica una RUT de 0,0179 l/s/m, valores obtenidos considerando los 7 valores negativos de las series de aforos diferenciales (16 aforos diferenciales correspondientes al periodo ago 2002-abr 2006).

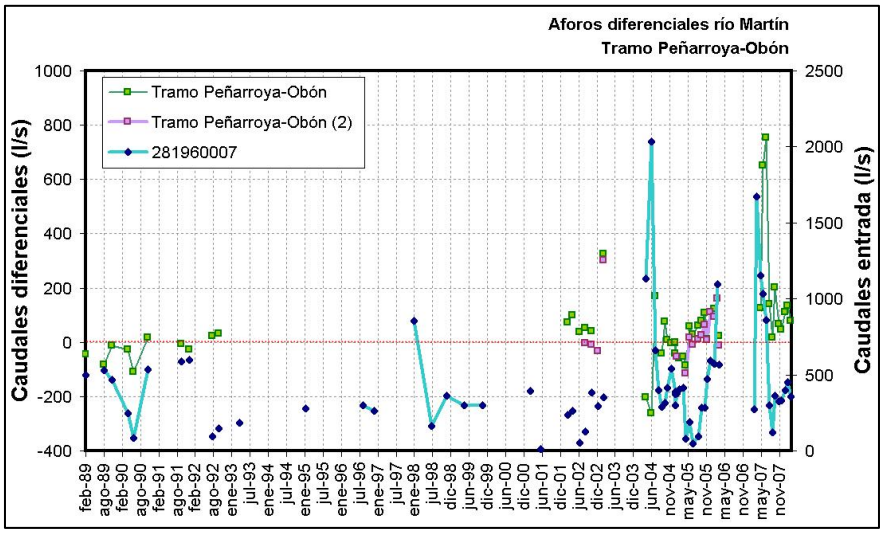


Figura 12. *Aforos diferenciales CH Ebro. Río Martín tramo Peñarroya-Obón*

También podría detectarse el carácter perdedor del río Martín en este tramo inicial comparando los aforos realizados por el IGME en las secciones 28196 M/A (río Martín en Peñarroya, que coincide con la sección 281960007 de la CH Ebro) y la 28192 M/C (río Martín antes de Alcaine, que coincide con la estación 281920014) (ver Figura 13). Según estos datos se observa un marcado comportamiento perdedor en los periodos secos, pero en los húmedos (feb 1989-feb 1990) se observa una ganancia, la cual puede explicarse por escorrentía superficial o hipodérmica, ya que el nivel piezométrico en el acuífero liásico se ubica relativamente profundo (conformado mediante un dato piezométrico registrado en un piezómetro ubicado en las proximidades de Obón, durante la construcción de las nuevas redes de control de aguas subterráneas, la cota piezométrica de la FGP se ubica unos 50 m por debajo de la cota del río).

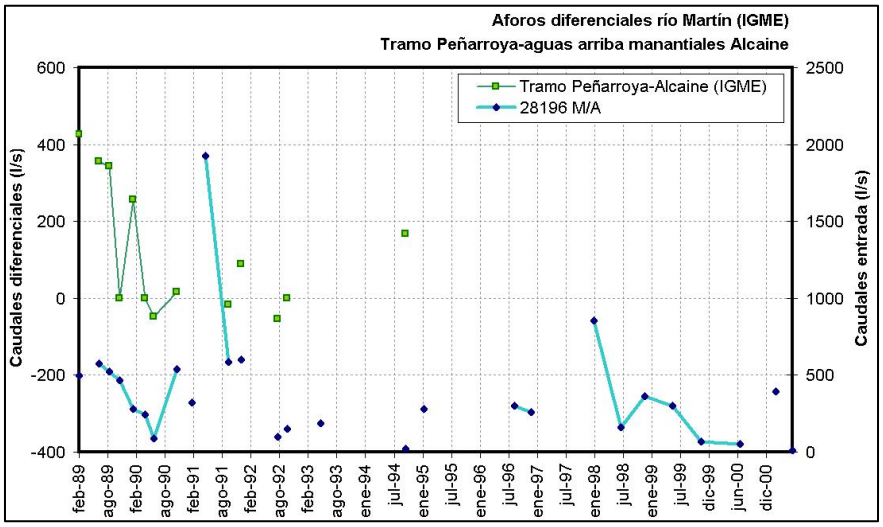


Figura 13. *Aforos diferenciales IGME. Río Martín tramo Peñarroya-aguas arriba manantiales Alcaine*

a. *La descarga procedente de los manantiales de Alcaine* (descarga natural de la subunidad Blesa-Oliete), comparando los aforos registrado por la CH Ebro en la estación de aforos EA-127 (Alcaine) con las medidas hidrométricas realizadas por la IGME en la sección 28192 M/C (río Martín antes Alcaine). Según esta comparativa el caudal promedio de la descarga sería de 210 l/s (11 medidas registradas en el periodo oct 1979- oct 1994). Si se comparan los aforos de la EA-127 (Alcaine) con los datos registrados en la sección 281960007 (Peñarroya) se observa como la aportación que recibe el río Martín, procedente de las MASb 091.084-Oriche-Anadón y 091.092-Aliaga-Calanda, influye en la interpretación que pueda formularse del hidrograma de la EA-127.

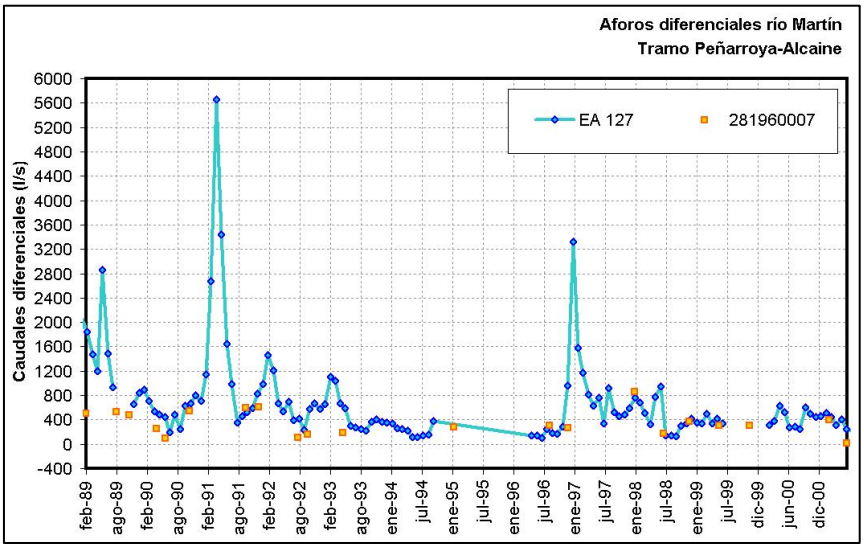


Figura 14. *Aforos diferenciales IGME. Río Martín tramo Peñarroya-aguas arriba manantiales Alcaine*

Asimismo, la escasa cuantía de datos de la sección 281960007 (Peñarroya) no permite un análisis mas exhaustivo de los datos de la EA-127 para segregar que parte del caudal registrado en esta estación corresponde a la aportación de la MAS 091.091-Cubeta de Oliete a favor de los manantiales de Alcaine.

a. La descarga que generan los manantiales de Ariño sobre el río Martín (principal descarga natural de la subunidad Muniesa-Sierra de Arcos) mediante la comparación de los datos registrados en las secciones de aforos 281880006 (aguas arriba manantial Puentes Ariño) y 281880013 (escala aguas abajo manantiales), que coinciden con las secciones históricas del IGME 218188 M/E y 28188 M/F. Según los datos de aforos registrados en estas secciones el caudal promedio de descarga es de 777 l/s, con un mínimo de 51 l/s y un máximo de 1.451 l/s (93 medidas registradas en el periodo oct 1979 a mar 2008).

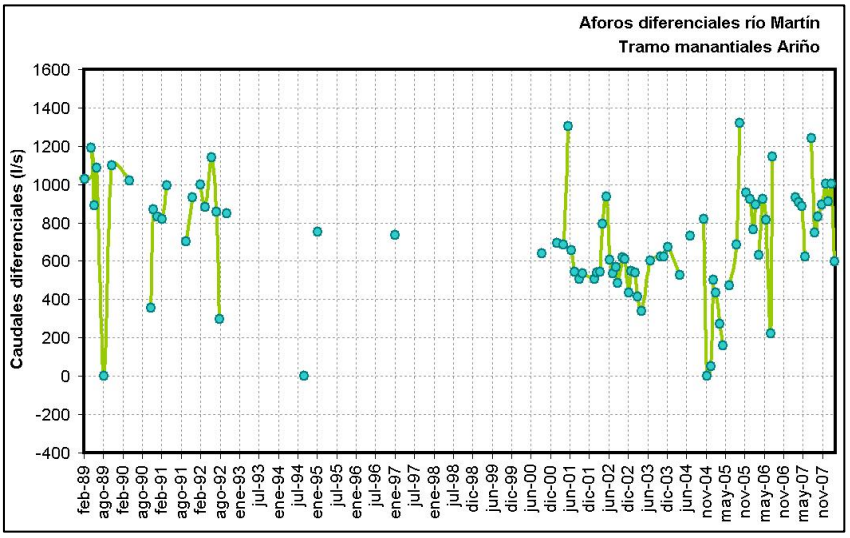


Figura 15. *Aforos diferenciales IGME. Río Martín tramo manantiales de Ariño*

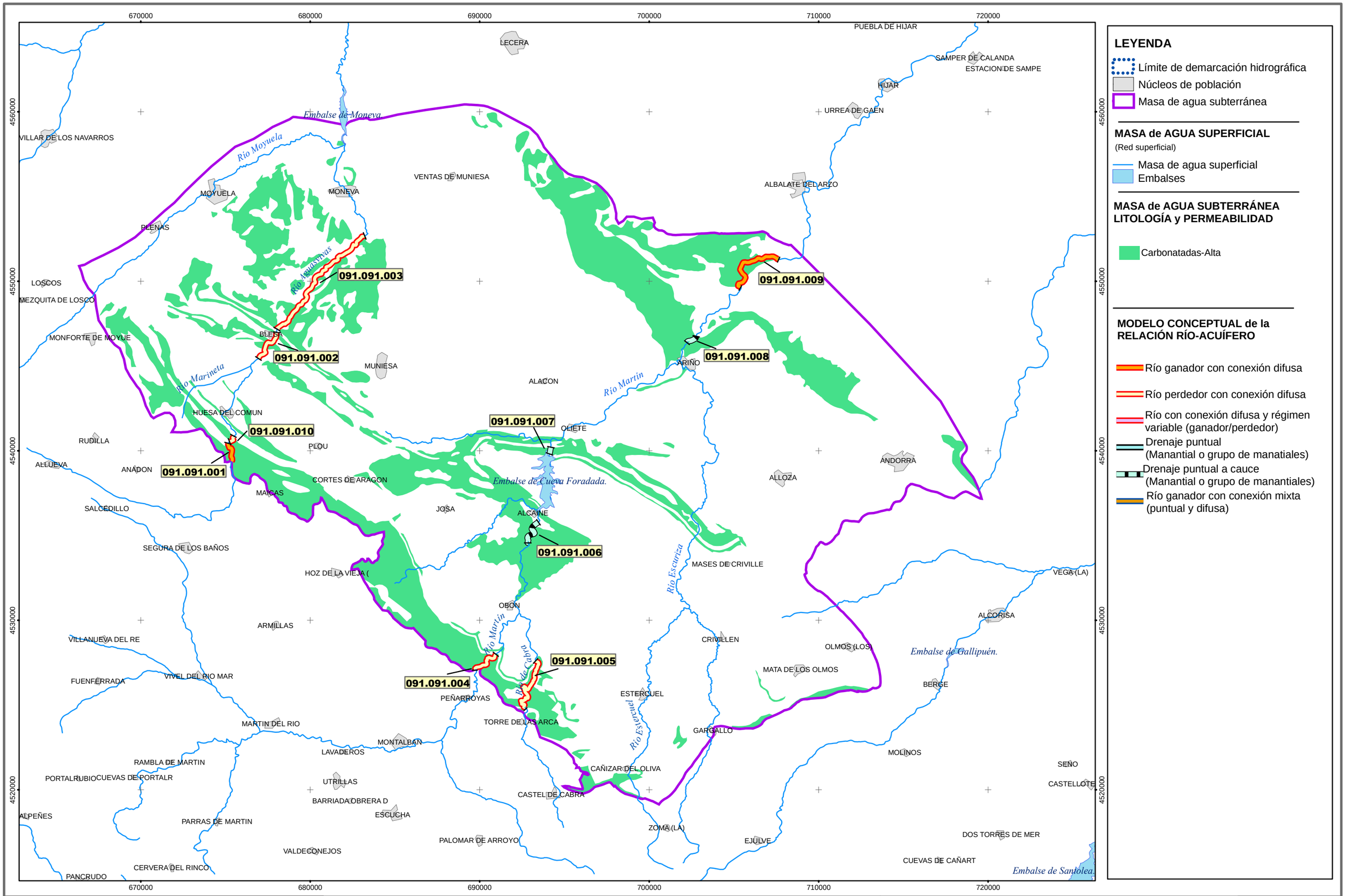
Los datos de aforos en el río Escuriza, correspondientes a la sección 281880019 de la CH Ebro, implican que este cauce no recibe la descarga del acuífero liásico. Los caudales registrados están asociados a la descarga de otras formaciones permeables de menor entidad hidrogeológica.

281880019	Aforos río Escuriza
oct-00	14
abr-01	25
may-01	8
jun-01	52
jul-01	11
sep-01	3
oct-01	11

Tabla 7. *Aforos registrado en el río Escuriza (antes de su confluencia con el Martín)*

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)		
091.091.001	No existen datos				Natural	La descarga en este tramo del río Aguasvivas, procedente de la subunidad Monforte de Moyuelas-Maicas, no ha sido controlada
091.091.010		0,0238	feb 1986-dic 1996	13	Natural	Se observaron pérdidas en este tramo de entre 4 a 27 l/s
091.091.002		0,0323 (reg. natural) 0,0156 (reg. Influenciado)	oct 1952-sep 1992	479	Influenciado por la derivación Canal de Moneva	Este tramo no es netamente perdedor ya que el río Aguasvivas sólo transcurre por el techo de la FGP Grupo Renales (Fm. Cuevas Labradas)
091.091.003						Este tramo es netamente perdedor (aflora la Fm Carniolas Cortes de Tajuña)
091.091.004		0,0179	ago 2002-abr 2006	16	Natural	Infiltración en el cauce del río Martín entre Peñarroya y Obón a favor de los afloramientos de la FGP Grupo Renales
091.091.005		No existen datos			Natural	Podrían aplicarse unos valores para la RUT similares a los del río Martín en el tramo 091.091.004
091.091.006	210		oct 1979-oct 1994	11	Natural	
091.091.007		No existen datos que puedan ser utilizados			Influenciado	Regulado por el embalse de Cueva Foradada
091.091.008	777		oct 1979 a mar 2008	93	Influenciado	El río Martín presentan un régimen influenciado como consecuencia de la regulación que ejerce el embalse de Cueva Foradada, si bien, en el tramo de descarga de los manantiales de Ariño se puede considerar que funciona en régimen natural
021.035.009		No existen datos			Influenciado	No datos foronómicos actuales no permiten cuantificar la descarga que recibe el río Martín en este tramo (subunidad Los Estrechos)

Tabla 8. *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-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
091.091 (CUBETA DE OLIETE) . EG04_091091_map_4.

FEBRERO 2010

4. Manantiales

A continuación se describen los manantiales existentes en la MASb 091.091-Cubeta de Oliete, diferenciando entre manantiales principales, aquellos que están vinculados a la FGP definida (Grupo Renales) y corresponden a los puntos de descarga más significativos del sistema hidrogeológico; de aquellos manantiales que están asociados a otras formaciones permeables o que constituyen puntos hidrogeológicos de menor entidad.

4.1 *Manantiales principales*

En el ámbito de la MASb Cubeta de Oliete se han identificado 3 grupos de manantiales que corresponden a los puntos de descarga preferenciales de la MASb 091.091-Cubeta de Oliete:

- Manantiales de Alcaine (281920001 a 2819200008), grupo de manantiales con caudales que oscilan entre 10 y 100 l/s (datos incluidos en la Base de Datos AGUAS del IGME), que constituyen una de las descargas principales de la subunidad Blesa-Oliete, en virtud de la presencia de un rebose natural de la FGP Grupo Renales hacia el río Martín, por la presencia de una estructura anticlinal en cuyo núcleo aflora el substrato impermeable (facies Keuper), que actúa como barrera impermeable. Los datos de aforos disponibles implican una descarga promedio de 210 l/s (11 medidas registradas en el periodo oct 1979- oct 1994), con valores que oscilan entre 73 y 285 l/s. La cota de rebose asignable a estas surgencia es de 605 m snm.

- Manantiales de Oliete (281920009 y 281920010), conjunto de manantiales con caudales que oscilan entre 40 y 100 l/s (datos incluidos en la Base de Datos AGUAS del IGME). La presencia de una estructura anticlinal cabalgante, en cuyo núcleo aflora el substrato impermeable (facies Keuper), constituye una barrera impermeable al flujo subterráneo que da origen a un rebose natural hacia el río Martín aguas abajo de la presa de Cueva Foradada. Los datos de aforos existentes no permiten cuantificar la descarga de estos manantiales, ya que en este tramo el régimen del río está muy influenciado por el embalse de Cueva Foradada. La cota de rebose asignable a estas surgencia es de 530 m snm.

- Manantiales de Ariño (281880001, 281880002 y 281880003), conjunto de manantiales con caudales que oscilan entre 300 y 400 l/s (datos incluidos en la Base de Datos AGUAS del IGME). Constituyen la descarga principal de la subunidad Muniesa-Sierra de Arcos y su origen se fundamenta en el afloramiento del substrato impermeable (facies Keuper) a favor de una estructura cabalgante. La descarga fundamental se

efectúa al río Martín. Los datos de aforos diferenciales existentes permiten cuantificar la descarga de estos manantiales, fijándose un caudal promedio de 777 l/s, con un rango de caudales de descarga más probable de entre 587 a 966 l/s (ver Figura 13). Para el periodo del que se dispone de datos (octubre de 1979 a marzo de 2008) se constató un mínimo de 51 l/s y un máximo de 1.451 l/s. La cota de rebose asignable a estas surgencia es de 435 m snm.

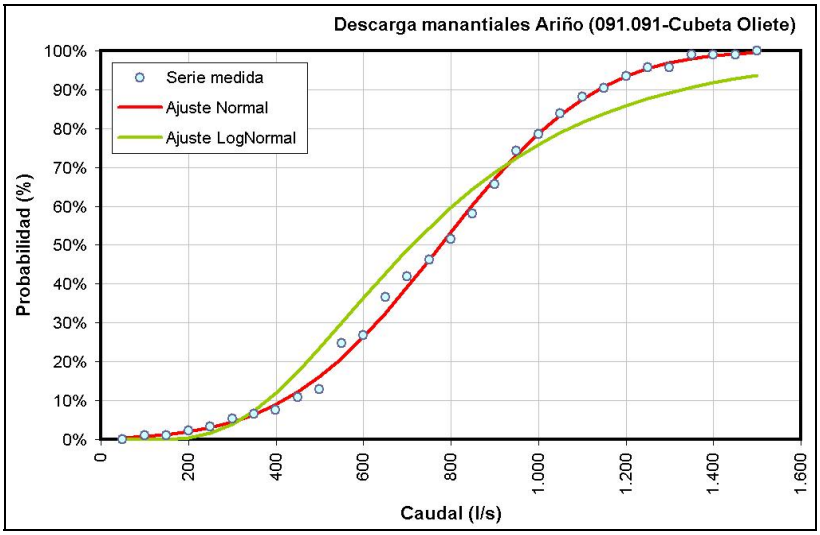


Figura 16. *Análisis probabilístico correspondiente a la descarga de los manantiales de Ariño*

Analizando el hidrograma correspondiente a la descarga de los manantiales de Ariño se puede fijar un coeficiente de agotamiento promedio de 0,0641 mes^{-1} (ver Figura 17).

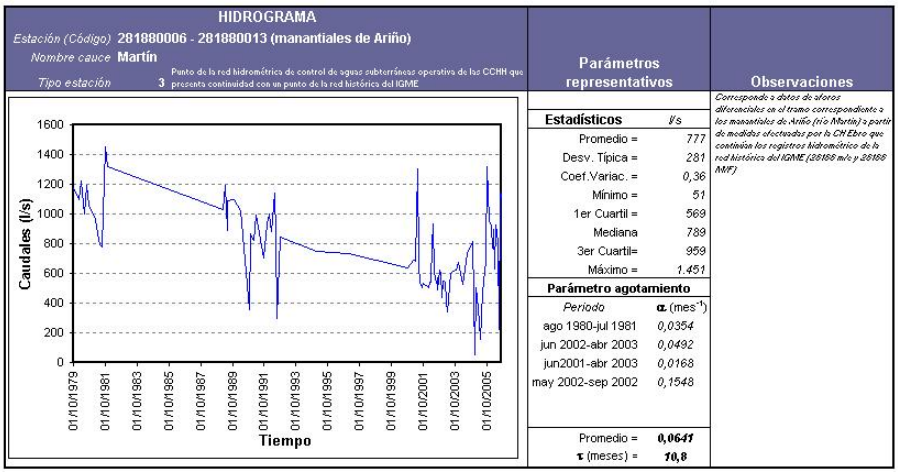
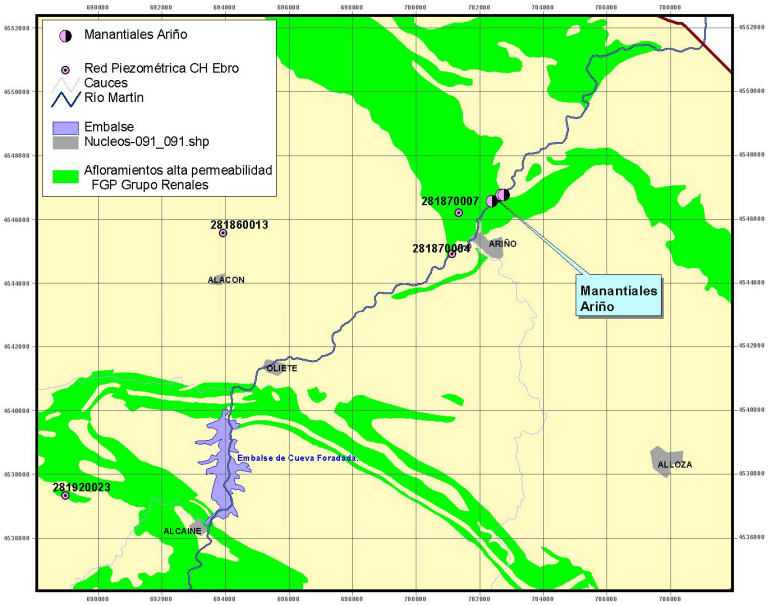


Figura 17. *Hidrograma correspondiente a la descarga de los manantiales de Ariño*

En la Figura 18 se muestra la respuesta piezométrica del sistema hidrogeológico correspondiente a la subunidad Muniesa-Sierra de Arcos, en el sector donde se verifica

la descarga de los manantiales de Ariño (piezómetros 281870004 y 281870007), cuyo hidrograma corresponde a la respuesta hidrodinámica del sistema hidrogeológico.



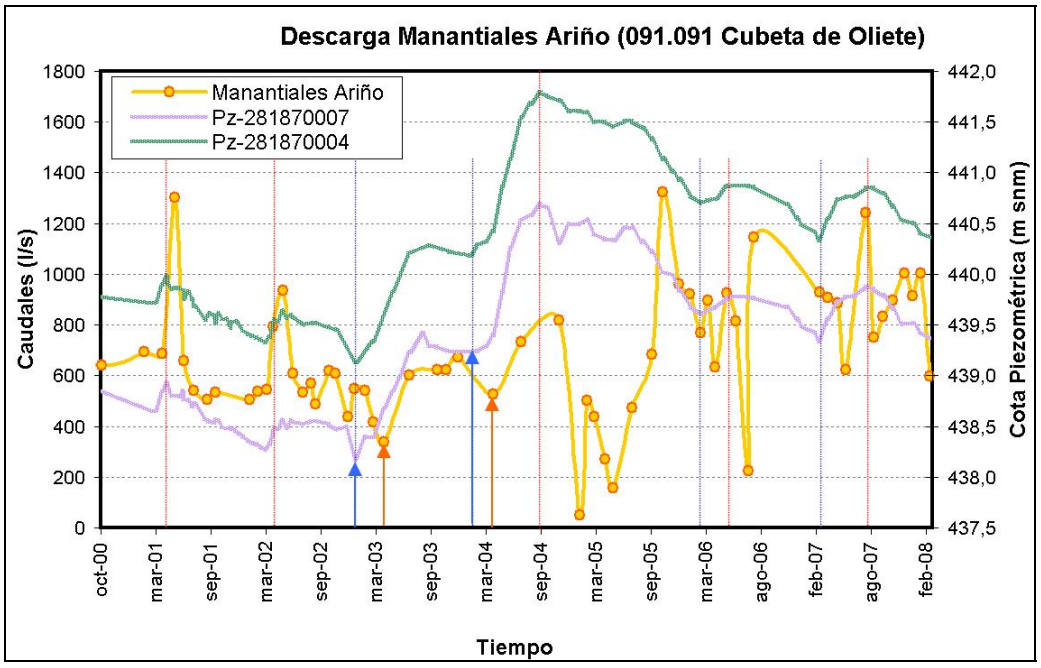


Figura 18. *Respuesta piezométrica e hidrodinámica del acuífero jurásico en la MASb Cubeta de Oliete*

Manantial	Código IPA (IGME)	Cauce receptor de la descarga	Tramo conexión río-acuífero	Ubicación			FGP relacionada y Génesis Hidrogeológica
				Coordenadas UTM Huso 30		Cota (m snm) [a]	
				X	Y		
Manantiales de Alcaine	281920001 a 2819200008	Martín	091.091.006	693105	4535430	607,5	Corresponde a la descarga de la FGP Grupo Renales que se asocia al flanco meridional de una estructura anticlinal en cuyo núcleo aflora el substrato impermeable
Manantiales de Oliete	281920009 y 281920010	Martín	091.091.007	694209	4540101	530,0	Corresponde a la descarga de la FGP Grupo Renales que se asocia al flanco meridional de una estructura anticlinal cabalgante en cuyo núcleo aflora el substrato impermeable
Manantiales de Ariño	281880001, 281880002 y 281880003	Martín	091.091.008	702611	4546694	473,3	Corresponde a la descarga de la FGP Grupo Renales que se asocia al flanco meridional de una estructura cabalgante asociada al substrato impermeable

[a] *Se indica la cota media de las surgencias*

Tabla 9. *Manantiales principales. Cubeta de Oliete (091.091)*

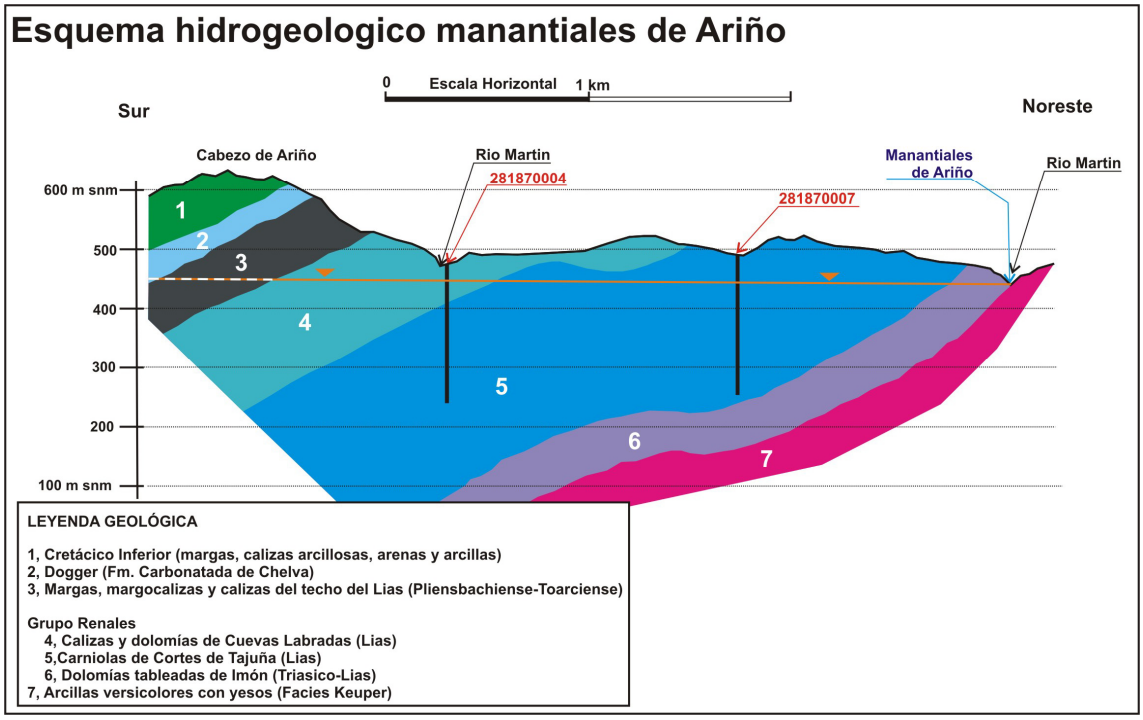


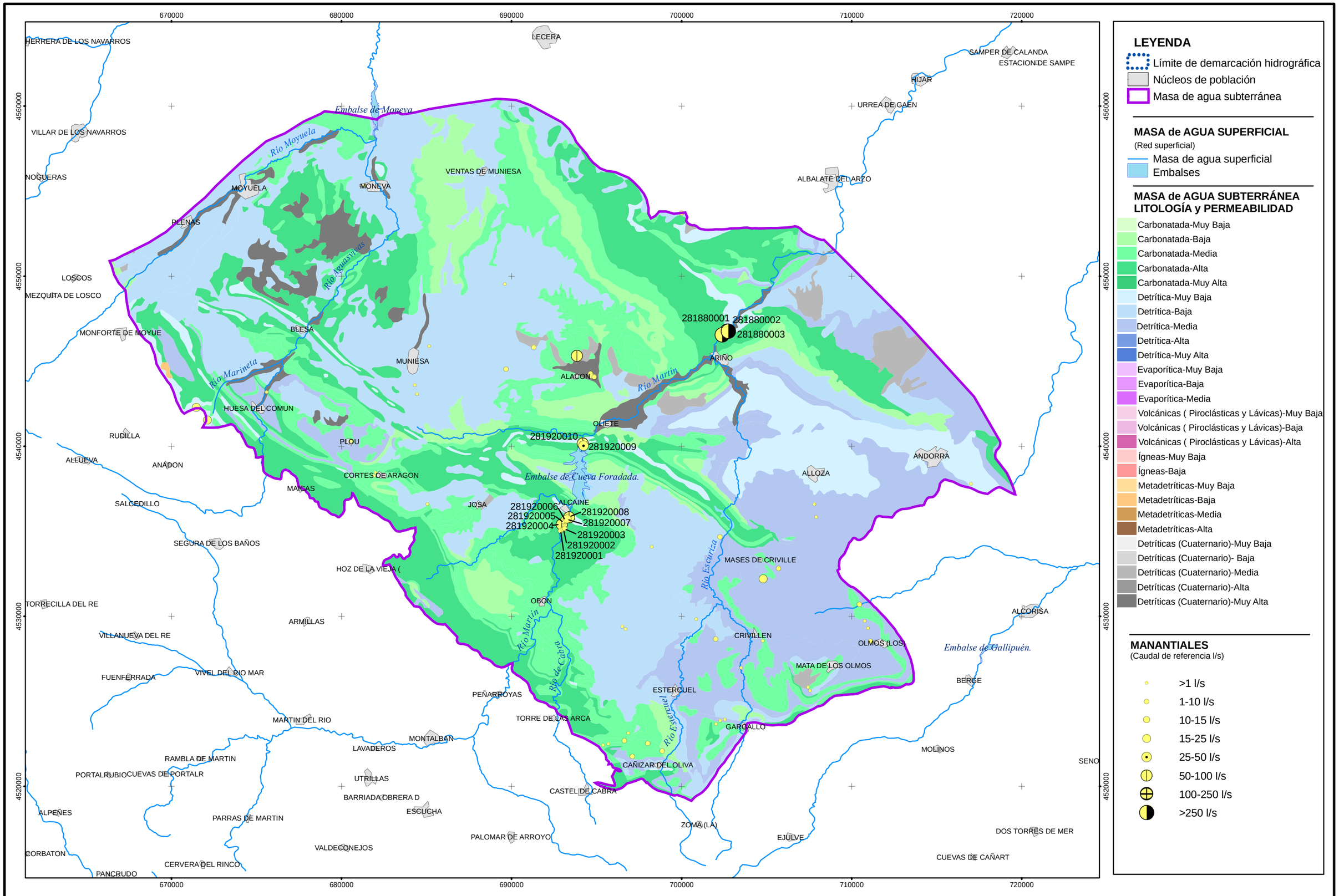
Figura 19. *Esquema hidrogeológico manantiales Ariño*

4.2 *Resto de manantiales*

En la masa de agua subterránea Cubeta de Oliete, además de los manantiales principales anteriormente señalados, se han inventariado un total de 49 manantiales, cuyos caudales de surgencia oscilan entre 0,03 y 100 l/s, según datos de la Base de Datos AGUAS del IGME. El caudal promedio de descarga es de 5,2 l/s.

Las cotas de descarga se sitúan en un 95% de los casos por encima de las cotas de surgencia de los manantiales principales (Alcaine -605 m snm-, Oliete -530 m snm- y Ariño –460 msnm-), por lo que la mayor parte de las surgencias detectadas corresponden a descarga de niveles permeables colgados respecto a la FGP principal (Grupo Renales) o de interés local.

Estos manantiales están asociados a descargas puntuales del resto de formaciones permeables existentes en esta masa de agua subterránea: Dolomías brechoides del Muschelkalk, calizas del Malm y arenitas y conglomerados de la cubeta Terciaria de Muniesa. En particular destaca el manantial de Alacón (Teruel) que con una caudal datado de 100 l/s constituye el punto de descarga principal de las calizas del Malm, que en el sector central de la subunidad Muniesa-Sierra de Arcos, donde se ubica este manantial, se encuentra desconectado del acuífero liásico (FGP Grupo Renales).



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
091.091 (CUBETA DE OLIETE) . EG04_091091_map_5.

FEBRERO 2010

5. Zonas húmedas

En esta masa de agua subterránea no existe ningún humedal.

6. Análisis de la información utilizada y propuesta de actuaciones

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

En esta masa de agua subterránea existen numerosos datos que permiten analizar la relación río-acuífero, si bien en su mayor parte corresponden a medidas sobre escalas que exigen un control de las correspondientes curvas de gasto, no siendo descartable que algunos de los datos que han sido manejados en el presente estudio sean erróneos, por defecto de cálculo de las aludidas curvas de gasto. De hecho sería conveniente realizar un análisis detallado de las escalas de control de aforos en los manantiales de Ariño (281880006 y 281880013).

Asimismo, no existe una correlación de fechas entre las diferentes medidas efectuadas, lo que dificulta notablemente la interpretación.

Estas secciones de control han sido hasta la fecha operadas por la CH Ebro, que efectúa periódicamente medidas en varias secciones, aprovechando las escalas existentes:

- Estación de control 281960007, río Martín en Peñarroya, registra la aportación del río antes de entrar en la MASb Cubeta de Oliete. Corresponde con el punto de la red histórica del IGME 28196 M/A.
- Estación de control 281960008, río Martín en Obón, registra la aportación del río Cabra y del río Martín entre Peñarroya y Obón.
- Estación de control 281880006, río Martín aguas arriba manantial Puente Ariño, registra la aportación del río Martín antes de las surgencias de Ariño. Corresponde con el punto de la red histórica del IGME 28188 M/E.
- Estación de control 281880001, Baños de Ariño-1, registra la aportación del manantial Baños de Ariño.
- Estación de control 281880013, río Martín aguas debajo de los manantiales de Ariño, utilizado como aforo diferencial respecto al 281880006, registra la aportación de los manantiales de Ariño. Corresponde con el punto de la red histórica del IGME 28188 M/F.

Estos controles periódicos mensuales en el río Martín permiten controlar las surgencias asociadas a los manantiales de Ariño, que constituyen la principal descarga de la masa de agua subterránea Cubeta de Oliete, pero no del resto de surgencias (Alcaine y Oliete) que aparecen en el río Martín.

Junto con los datos de las secciones de control hidrométrico, para analizar la relación río-acuífero pueden ser utilizadas las estaciones de aforos superficiales de la CH Ebro, y en particular las estaciones EA-122 en conjunción con la EA-440 y la EA-138, que permiten evaluar las pérdidas por infiltración en el cauce del Aguasvias (tramo 091.091.003); y la EA-127 que junto con las escalas 281960007, 281960008 y 281960009 permitirían controlar las descargas por los manantiales de Alcaine.

6.2 *Propuesta de actuaciones*

Considerando lo anteriormente expuesto se aconseja llevar a cabo los siguientes estudios y trabajos:

- Analizar la respuesta hidrodinámica del acuífero liásico a través del estudio de la descarga en los manantiales de Ariño involucrando los datos piezométricos registrado en los piezómetros 281860013, 281870004 y 281870007 (análisis comparativo piezometría-hidrograma).

- Construir una escala en la sección 281920014, que permita controlar la descarga de los manantiales del Alcaine, usándola como aforo diferencial con la EA-127.

- Revisar las curvas de gasto correspondientes a las escalas dispuestas en el río Martín y construir secciones de aforo con escalas limnimétricas en Ariño y Puente Colgante.

- Establecer una red de control foronómico para controlar la descarga al rio Aguasvivas de la subunidad Monforte de Moyuelas-Maicas (tramo 091.091.001).

- Construir un sistema de control en las descarga de Oliete (tramo 091.091.007).

- Establecer una red de control foronómico para controlar la descarga al rio Aguasvivas de la subunidad Los Estrechos (tramo 091.091.009).

- Analizar la procedencia de la descarga de origen subterráneo que registra el río Marineta.

- Construir una sección de aforos con escala limnimétrica en el manantial de San Miguel (Alacón).

7. Referencias Bibliográficas

(1) CHE (1991): Estudio de los recursos hídricos subterráneos de los acuíferos de la margen derecha del Ebro. Zona II-acuíferos ibéricos.

8. Bibliografía de interés

Sánchez Navarro, J.A.; Pérez García, A. y San Román, J. (1990): El drenaje subterráneo de la Cordillera Ibérica en la depresión del Ebro: aplicación a los depósitos marginales del Mioceno Superior. II Congreso del G.E.T. 324, pp 279-282.

Servicio Geológico de la D.G.O.H. (1996): Estudio hidrogeológico de la subunidad Sierra de Arcos (Unidad hidrogeológica nº09.40, Cubeta de Oliete).

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	
	Azud de Blesa (EA-122) + Canal de Moneva (EA-440)	02	333	Aguasvivas	Natural		091.091	Cubeta de Oliete	Grupo Renales	091.091.001	Aguasvivas	Conexión difusa directa río efluente	Aguas abajo
										091.091.010	Aguasvivas	Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes	
							091.084	Oriche-Anadón		091.084.xxx			
	Moneva (EA-138)	02	123	Aguasvivas	Influenciado	Canal de desvío aguas arriba (canal de Moneva)	091.091	Cubeta de Oliete	Grupo Renales	091.091.002	Aguasvivas	Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes	Aforo diferencial junto con EA-122+EA-440
										091.091.003	Aguasvivas	Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes	
	Alcaine (EA 127)	02	346	Martín	Natural		091.092	Cubeta de Oliete	Grupo Renales	091.091.004	Martín	Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes	Aguas abajo
										091.091.005	Cabra	Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes	
										091.091.006	Martín	Descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes	
							091.092	Aliaga-Calanda					Aguas abajo

Anejo 2. Listado de manantiales

Masa de aguas subterránea asociada (*Codmsbt_def*)	**091.091**	**Cubeta de Oliete**	**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	
	281920001	Alcaine	091.091.006	Grupo Renales	692877	4535026	605		10	73	210	285	NO SE UTILIZA
	281920002				693047	4535111	605		10				NO SE UTILIZA
	281920003				693123	4535165	610		10				NO SE UTILIZA
	281920004				692949	4535396	610		80				NO SE UTILIZA
	281920005				693040	4535526	610		0,5				NO SE UTILIZA
	281920006				693152	4535666	605		20				NO SE UTILIZA
	281920007				693272	4535735	610		20				NO SE UTILIZA
	281920008				693383	4535815	605		100				NO SE UTILIZA
	281920009	Oliete	091.091.007	Grupo Renales	694234	4540036	530		40	Sin datos hidrométricos			ABAST. NÚCLEO URBANO
	281920010				694185	4540166	530		100				NO SE UTILIZA
	281880001	Ariño	091.091.008	Grupo Renales	702687	4546758	480		400	51	777	1.451	NO SE UTILIZA
	281880002				702389	4546564	480		400				NO SE UTILIZA
	281880003				702757	4546761	460		300				NO SE UTILIZA

Masa de aguas subterránea asociada (*Codmsbt_def*)	**91.091**	**Cubeta de Oliete**	**LISTADO DE OTROS MANANTIALES**
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica (*Cod_demar_id*	**91**	**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*)	
	271870002	671462	4542291	930	20,00	NO SE UTILIZA
	271870003	672112	4541536	960	20,00	NO SE UTILIZA
	271880001	675595	4543188	855	0,50	NO SE UTILIZA
	271940004	680571	4540290	900	0,08	abastecimiento a n·cleos urbanos
	281810001	681355	4555333	680	0,03	abastecimiento (que no sea n·cleo urbano)
	281830003	699998	4553721	650	10,00	ganadería
	281850006	684440	4543069	810	1,00	abastecimiento a n·cleo urbano y otra activi
	281850007	684310	4543590	795	0,25	abastecimiento (que no sea n·cleo urbano)
	281850010	685162	4545888	785	0,08	ganadería
	281860001	689683	4544534	720	3,00	abastecimiento a n·cleos urbanos
	281860002	689601	4549531	825	0,25	ganadería
	281860004	691309	4545814	720	3,00	abastecimiento a n·cleos urbanos
	281860005	693847	4545300	650	100,00	agricultura
	281870001	694646	4544274	620	5,00	agricultura
	281870002	694862	4544065	595	2,50	abastecimiento a n·cleos urbanos
	281870003	694720	4544123	600	5,00	agricultura
	281910001	685050	4536599	940	1,00	abastecimiento a n·cleos urbanos
	281910002	682010	4538457	917	0,17	agricultura
	281910003	681908	4538267	917	0,22	abastecimiento a n·cleos urbanos
	281930001	698246	4534090	760	0,50	abastecimiento a n·cleos urbanos

Masa de aguas subterránea asociada (*Codmsbt_def*)	**91.091**	**Cubeta de Oliete**	**LISTADO DE OTROS MANANTIALES**
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica (*Cod_demar_id*	**91**	**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*)	
	281940001	707815	4536583	740	0,50	abastecimiento a n·cleos urbanos
	281940002	707920	4535831	760	1,00	abastecimiento a n·cleos urbanos
	281940006	702255	4534668	740	3,00	abastecimiento (que no sea n·cleo urbano)
	281940009	705696	4532814	720	10,00	NO SE UTILIZA
	281970001	700868	4529822	760	0,50	NO SE UTILIZA
	281970003	696709	4529241	850	0,50	abastecimiento (que no sea n·cleo urbano)
	281970004	696510	4529392	830	0,50	NO SE UTILIZA
	281970009	696865	4523133	1020	0,31	abastecimiento a n·cleos urbanos
	281970010	702025	4523659	1020	0,31	abastecimiento a n·cleos urbanos
	281970011	701275	4523713	1030	0,00	abastecimiento a n·cleos urbanos
	281980001	702277	4523868	980	0,50	abastecimiento a n·cleos urbanos
	281980002	702553	4523928	940	0,50	agricultura
	281980003	702011	4528655	820	10,00	NO SE UTILIZA
	281980004	704764	4528563	870	0,50	abastecimiento a n·cleos urbanos
	281980005	704800	4532208	790	25,00	agricultura
	281980006	707546	4525620	940	0,28	abastecimiento a n·cleos urbanos
	281980007	707447	4525821	940	0,25	abastecimiento a n·cleos urbanos
	281980009	703501	4526968	850	0,08	abastecimiento (que no sea n·cleo urbano)
	282030004	698860	4522072	1040	5,00	abastecimiento a n·cleos urbanos
	282030005	698012	4522527	1055	3,00	NO SE UTILIZA
	282030006	696637	4522683	1080	2,00	NO SE UTILIZA

Masa de aguas subterránea asociada (*Codmsbt_def*)	**91.091**	**Cubeta de Oliete**	**LISTADO DE OTROS MANANTIALES**
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica (*Cod_demar_id*	**91**	**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*)	
	282030007	697106	4521755	1050	3,00	NO SE UTILIZA
	282030011	695691	4522485	1060	1,00	abastecimiento a n·cleos urbanos
	282030012	695388	4522414	1030	0,50	ganadería
	291920011	717021	4537782	720	0,25	ganadería
	291950001	710461	4530695	765	5,00	desconocido
	291950002	711108	4528524	860	4,00	abastecimiento a n·cleos urbanos
	291950003	710770	4529717	800	0,08	abastecimiento y agricultura
	291950004	710969	4529290	815	0,08	abastecimiento y agricultura